



COMMISSION
GÉOLOGIQUE
DU
CANADA

MINISTÈRE DES MINES ET
DES RELEVÉS TECHNIQUES

SÉRIE DE LA GÉOLOGIE
ÉCONOMIQUE N° 7

LA PROSPECTION AU CANADA

A. H. Lang

This document was produced
by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une
numérisation par balayage
de la publication originale.

LA PROSPECTION AU CANADA



COMMISSION GÉOLOGIQUE
DU CANADA

*SÉRIE DE LA GÉOLOGIE
ÉCONOMIQUE N° 7*

LA PROSPECTION AU CANADA

par
A. H. Lang

MINISTÈRE DES
MINES ET DES RELEVÉS TECHNIQUES
CANADA

La troisième édition anglaise
a été publiée en 1956

ROGER DUHAMEL, M.S.R.C.
IMPRIMEUR DE LA REINE ET CONTRÔLEUR DE LA PAPETERIE
OTTAWA, 1960

Prix: \$2.00 No de catalogue M43-7F



PRÉFACE

Les première et deuxième éditions du présent volume, publiées en 1930 et 1935, se sont vite épuisées. La demande soutenue dont cet ouvrage a fait l'objet a démontré la nécessité d'un tel travail et encouragé la Commission géologique du Canada à en publier une troisième édition, tout en sachant fort bien qu'elle n'est pas un organisme de prospection et que la géologie et la minéralogie, pourtant bases de la prospection, ne constituent qu'un aspect de cette matière vaste et complexe. Il n'empêche que la Commission participe au travail des prospecteurs depuis plus d'un siècle.

Par suite des nombreuses modifications qui ont été apportées au différents sujets dont traitaient les éditions antérieures, et vu que certaines méthodes nouvelles n'y étaient pas traitées, la présente édition constitue presque une refonte. Les deux premières éditions se composaient d'articles rédigés par différents fonctionnaires de la Commission géologique. Cette méthode avait un avantage, celui de mettre à contribution plusieurs spécialistes, mais on a négligé de ce fait certains sujets importants, tout en donnant à d'autres une place disproportionnée dans le texte. Il a donc été décidé de confier la rédaction du présent ouvrage à un seul auteur. Il serait sans doute le premier à signaler qu'il n'est pas prospecteur, mais il a acquis une vaste expérience dans nombre de régions du Canada au cours de ses 28 années de service à la Commission géologique.

Nous offrons au public la présente publication, convaincus qu'elle favorisera l'expansion ininterrompue de l'industrie minière du Canada et contribuera au succès d'au moins quelques prospecteurs et quelques sociétés.

*Le directeur de la Commission
géologique du Canada,*
GEORGE HANSON.

OTTAWA, février 1956.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I

	PAGE
<i>La prospection: le passé, le présent et l'avenir</i>	1
Importance de l'industrie minière du Canada	2
Le prospecteur du passé	3
Le prospecteur de nos jours	8
Le prospecteur de demain	11
A propos du présent volume	13
Remerciements	14

CHAPITRE II

<i>Les bases de la géologie</i>	17
Désagrégation de l'écorce terrestre	17
Transport et déposition des éléments rocheux	23
Volcans et intrusions	26
Mouvements de l'écorce terrestre	29
Fractures et failles	34
Plissements	35
Orogénèse	35
Échelle géologique	36
Autres ouvrages à consulter	40

CHAPITRE III

<i>Minéraux et roches</i>	43
Minéraux	43
Les éléments	43
Qu'est-ce qu'un minéral?	44
Classification des minéraux	44
Détermination des minéraux	45
Perfectionnement des connaissances	46
Roches	48
Roches ignées	48
Roches plutoniennes	50
Roches filoniennes	53
Roches volcaniques	53
Roches sédimentaires	54
Roches métamorphiques	56
Autres observations concernant les roches	56
Autres ouvrages à consulter	57

CHAPITRE IV

	PAGE
<i>Les gîtes minéraux</i>	59
Types de gîtes et leur origine	60
Gîtes se rattachant aux intrusions	62
Gîtes de ségrégation magmatique	62
Gîtes de métasomatose de contact	63
Gîtes pegmatitiques	64
Filons	66
Gîtes de substitution	68
Gîtes sédimentaires	71
Placers	71
Gîtes sédimentaires consolidés	72
Gîtes secondaires	74
Autres ouvrages à consulter	75
Les combustibles	75
La houille	75
Autre ouvrage à consulter	77
Le pétrole et le gaz naturel	77
Autres ouvrages à consulter	82

CHAPITRE V

<i>Esquisse de la géologie du Canada</i>	83
Le bouclier canadien	84
Subdivisions régionales du Bouclier	87
Région des Esclaves	89
Région de Churchill	90
Région Supérieur	91
Région de Grenville	92
Ungava et Labrador	93
Archipel arctique	93
Région de la Cordillère	94
Régions des Plaines	96
Plaines Intérieures	96
Basses terres du Saint-Laurent	97
Basses terres de la baie d'Hudson	97
Basses terres et plateaux de l'Arctique	97
Région des Apalaches	97
Région Innuïtienne	98
Autres ouvrages à consulter	99

CHAPITRE VI

	PAGE
<i>Comment se renseigner</i>	101
Cours réguliers	101
Cours abrégés	101
Alberta	102
Colombie-Britannique	102
Manitoba	102
Territoires du Nord-Ouest et Yukon	102
Ontario	102
Québec	102
Saskatchewan	103
Cours de secourisme	103
Cours par correspondance	103
Études personnelles	103
Apprentissage sur le terrain	105

CHAPITRE VII

<i>Le matériel et les déplacements</i>	107
Vêtements et matériel en général	108
Protection contre les mouches et les "maringouins"	116
Provisions	117
Ustensiles	118
Matériel de prospection	119
Transport	125
Vie en forêt et autres questions connexes	138
Autres ouvrages à consulter	141

CHAPITRE VIII

<i>Méthodes ordinaires de prospection</i>	143
Choix d'une région	143
Après le choix de la région	147
Travail dans la région choisie	149
Premières recherches sur une découverte	158
Autre ouvrage à consulter	159
Cartes topographiques	160
Autres ouvrages à consulter	163
Cartes géologiques	163
Autre ouvrage à consulter	165
Rapports géologiques	166
Comment se procurer cartes et rapports géologiques	167
Photographies aériennes	168
Genres de photographies aériennes	169
Utilisation des photographies aériennes	172
Comment consulter ou se procurer des photographies aériennes ..	174
Autres ouvrages à consulter	175

CHAPITRE IX

	PAGE
<i>Méthodes spéciales de prospection</i>	177
Études géologiques détaillées	178
Autres ouvrages à consulter	181
Prospection géophysique	181
Prospection géochimique	183
Autres ouvrages à consulter	184
Fluorescence	185
Autres ouvrages à consulter	187

CHAPITRE X

<i>Prospection géophysique</i>	189
Aperçu historique	189
La boussole d'inclinaison	189
La méthode gravimétrique	190
Méthodes séismiques	191
Méthodes de prospection électrique	192
Induction électromagnétique	192
Autres ouvrages à consulter	193
La boussole et l'aimant	193
La détermination des minéraux	194
Comment procéder à un levé magnétique avec la boussole	195
La boussole d'inclinaison	196
Mise en plan des résultats	197
Autre ouvrage à consulter	199
Le magnétomètre	199
Comparaison entre le magnétomètre au sol et le magnétomètre aéroporté	201
Interprétation des lectures de magnétomètre	202
Les levés aéromagnétiques	204
Données corrélatives fournies par la géologie	206
Détermination des structures	207
Applications de la méthode à la prospection	209
Les détecteurs de radioactivité	209
Principes de la radioactivité	210
Appareils de radioprospection	211
Interprétation	213
Indices importants	214
Levés faits à l'aide du compteur à scintillations aéroporté	215
Autres ouvrages à consulter	218
La méthode de la polarisation spontanée	218
Autre ouvrage à consulter	222
Les levés gravimétriques	222
La méthode des résistivités	225
La méthode électromagnétique	228
Autre ouvrage à consulter	232

CHAPITRE XI

	PAGE
<i>Exploration et appréciation des gîtes minéraux</i>	233
Appréciation d'un gîte de découverte	233
Exploration des gîtes	242
Exploration par le prospecteur	242
Échantillonnage	249
Échantillons prélevés par les prospecteurs	253
Levés et croquis	255
Rapports des prospecteurs	259
Recherches poussées	261
Forage et sautage	268
Estimation du tonnage et de la valeur	273
Autres ouvrages à consulter	274

CHAPITRE XII

<i>Remarques sur quelques métaux et minéraux</i>	277
Produits principaux	278
Aluminium	278
Amiante	278
Argent	282
Cuivre	282
Fer	285
Gypse	291
Nickel	292
Or	295
Matériaux de construction	299
Platine	299
Plomb et zinc	299
Uranium	303
Autres métaux et minéraux	315
Abrasifs	315
Antimoine	315
Arsenic	316
Barytine	316
Bentonite	316
Béryllium	317
Bismuth	318
Cadmium	318
Chrome	319
Cobalt	320
Diatomite	320
Étain	321
Feldspath et syénite néphélinique	322
Germanium	322
Graphite	323
Lithium	324

	PAGE
Magnésium	324
Manganèse	325
Mercure	326
Météorites	327
Mica	327
Molybdène	328
Niobium (columbium) et tantale	329
Oxydes de fer (ocres)	330
Pierres précieuses et minéraux rares	330
Radium	332
Sélénium	332
Spath fluor	333
Terres rares	333
Thorium	335
Titane	335
Tungstène	337
Vanadium	338
Zirconium	339

CHAPITRE XIII

<i>Exploitation des placers et exploitation filonienne en petit</i>	341
Placers	341
Placers, origine et types	342
Notes historiques	346
Méthodes de prospection des placers	349
Reconnaissance de terrains alluvionnaires	351
Méthodes d'exploitation en petit	351
Méthodes d'exploitation en grand	353
Appareils servant à recueillir les minéraux alluvionniers	354
Les chances de succès de la prospection des placers	358
Ouvrages à consulter	358
Exploitation des filons	359
Principes généraux	359
Exploitation filonienne en petit	361
Méthodes d'exploitation	363
Méthodes de traitement	363
Transport	364
Ouvrages à consulter	364

CHAPITRE XIV

	PAGE
<i>Lois minières et autres questions administratives</i>	367
Lois relatives à la prospection et à l'exploitation minière	367
Historique	368
Différents droits miniers	369
Permis	369
Terres où l'on est libre de prospecter et de jalonner	369
Nombre de claims qu'on peut jalonner	370
Superficie des claims	370
Jalonnement	370
Enregistrement	372
Travaux requis par la loi	372
Acquisition du titre	372
Impôts et redevances	373
Concessions minières	373
Parcs	373
Réserves indiennes	373
Règlements concernant l'énergie atomique	373
Financement des entreprises de prospection	375
Prospecteurs amateurs	375
Prospecteurs à temps partiel	375
Prospecteurs à plein temps	375
Syndicats	376
Emploi dans les sociétés minières	376
Campagnes de prospection	376
Aide accordée par l'État aux prospecteurs	377
Recherche de capitaux ou de travail	377
Conventions	377
Vente des gîtes	378
Services de l'État	379
La Commission géologique du Canada	380
Services des gouvernements provinciaux	381

APPENDICES

Appendice I Liste des éléments	385
II Procédés qui facilitent la détermination des minéraux ..	387
III Table des principaux minéraux	391
IV Classification sommaire des roches communes	406
V Adresses	409
VI Recherche des traînées de minerai dans les dépôts glaciaires	411
<i>Source des photos</i>	414
<i>Index</i>	415

PLANCHES

PAGE

Planche	I	<i>Frontispice</i>	
	II	Mineurs d'autrefois: exploitation d'un placer	4
	III	Un vieux de la vieille	4
	IV	Prospecteurs modernes	7
	V	Altération le long des fissures dans la lave	18
	VI	L'érosion à l'oeuvre sur les hauteurs qui dominent Hazelton (C.-B.). Petits glaciers de type alpin et petits cirques. Pentes d'éboulis	18
	VII	Érosion en terrain montagneux	20
	VIII	Érosion à l'endroit de chutes et de rapides	21
	IX	Érosion le long du littoral	21
	X	Champs de glace et glaciers de vallée	22
	XI	Transport et déposition de sédiments par les rivières	24
	XII	Stock et petits amas, dykes et sills de granite, ainsi que roches apparentées	25
	XIII	Granite traversé par un dyke d'aplite et par un dyke de lamprophyre	27
	XIV	Sill de granite traversant des roches sédimentaires	28
	XV	Érosion le long d'une grande faille en saillie	30
	XVI	Série de petites failles normales contenues dans des lits minces de quartzite précambrien	32
	XVII	Plan de faille mis à nu par l'érosion	32
	XVIII	Anticlinal étendu, en forme de dôme, dans des couches sédimentaires	33
	XIX	Petits plis dans des couches minces d'argilite et de grau-wacke	37
	XX	A. Diorite pénétrant du granite	47
		B. Dyke de lamprophyre pénétrant le granite	47
		C. Diabase	47
		D. Porphyre à feldspath	47
	XXI	A. Dyke de pegmatite pénétrant le schiste	49
		B. Dyke de pegmatite pénétrant le grès	49
		C. Rhyolite contenant des cassures polygonales	49
		D. Roche verte se présentant en "oreillers"	49
	XXII	A. Clivage de fracture dans une couche de tuf	51
		B. Brèche volcanique	51
		C. Conglomérat	51
		D. Fissures dans le grès	51
	XXIII	A. Schiste	52
		B. Calcaire	52

	PAGE
C. Dolomie	52
D. Grauwacke	52
XXIV A. Ardoise	55
B. Gneiss à granite	55
XXV Amas de pegmatite contenant des cristaux de phlogopite (mica noir)	65
XXVI Gros filon de quartz rubané	67
XXVII Veinules de quartz plus ou moins parallèles qui traversent de la syénite	69
XXVIII Veinules multiples (<i>stock-work</i>) de quartz aurifère	69
XXIX Veinules de retrait de quartz, présentes dans le quartzite cassant, mais absentes des bandes de roches argileuses, plus plastiques	70
XXX Quartz filonien (en blanc), qui s'est substitué au schiste chloriteux	70
XXXI Les minéraux blancs ou gris, sulfures de zinc, de plomb et d'autres métaux, ont remplacé certains lits de la roche sédimentaire	70
XXXII Sable bitumineux, Fort McMurray (Alb.) et appareil d'extraction, de caractère expérimental	80
XXXIII A. Vue d'une partie du bouclier canadien sise au nord de la limite des forêts, partie sud du district de Keewatin (T. du N.-O.)vis-à-vis	83
B. Vue du bouclier canadien, partie nord de la Saskatche- wanvis-à-vis	83
XXXIV A. Le mont Robson, point culminant des Rocheuses au Canadavis-à-vis	94
B. Vue des monts de la Côte près de Terrace (C.-B.)vis-à-vis	94
XXXV A. Relief tourmenté de la partie sud du bouclier canadien, à Walker Lake (P.Q.), au nord de l'embouchure du Saint-Laurent	98
B. Partie de la côte est de l'île de Terre-Neuve, dans la région des Apalaches	98
XXXVI A. B. Chargement à dos d'homme	109
XXXVII Matériel de prospection et échantillon formé d'éclats ...	121
XXXVIII A. Prospecteur solitaire et son canot de 14 pieds	127
B. Portage du canot par un seul homme	127
XXXIX Canot de charge qu'on tire à la corde le long d'un rapide ..	128
XL Modèle de barque qui sert d'ordinaire à naviguer sur les grands cours d'eau et les lacs	129
XLI Façon de transporter un canot sur un hydravion	131
XLII Chevaux de bât qu'on charge	133
XLIII Chevaux de bât	133

	PAGE
XLIV Chevaux de bât auxquels on fait traverser une rivière à la nage	133
XLV Camp léger	135
XLVI Cache destinée à garder des provisions hors d'atteinte des animaux	138
XLVII Lavage au pan	155
XLVIII Petit stéréoscope servant à examiner des photographies aériennes verticales	168
XLIX Trousse portative de détermination des métaux contenus dans l'eau de rivière	182
L Appréciation d'un gîte de scheelite au moyen d'une lampe à ultraviolet tenue sous une bâche	185
LI Boussole d'inclinaison	197
LII Magnétomètre de Schmidt	200
LIII Magnétomètre aéroporté	202
LIV Gravimètres anciens et nouveaux	222
LV Emploi de la méthode des résistivités	225
LVI Appareils employés en prospection électromagnétique ...	228
LVII Filon de quartz mis à nu	243
LVIII Pompe à incendie portative, qui sert à pratiquer des fouilles dans les stériles	244
LIX Digue en boisage et vanne	245
LX A. Échantillonnage au poinçon et au marteau (au jour)	247
B. Échantillonnage au poinçon et au marteau (au fond)	247
LXI Emploi d'un marteau perforateur à moteur autonome ...	263
LXII Couronnes diamantées de diamètres variés	264
LXIII Sondeuse au diamant	264
LXIV Forage à la main	269
LXV Appareils de radioprospection et lampe ultraviolette ...	311
LXVI Emploi d'un compteur Geiger	313
LXVII Emplacement d'une des premières exploitations de placers en petit	347
LXVIII Exploitation d'un placer à la pelle mécanique et au bulldozer	353
LXIX Grosse mine hydraulique	353
LXX A. Sluice à riffles transversales	355
B. Sluice à riffles longitudinales	355
LXXI Récolte de l'or alluvionnaire retenu par un sluice	357
LXXII Minerai de chromite entassé en vue de l'expédition	362
LXXIII A. Petite installation	362
B. Arrastre	362
LXXIV Jalonnement	365

FIGURES

Figure		PAGE
1.	Représentation schématique d'un batholite non encore mis à nu par l'érosion, et des stocks, dykes et sills qui peuvent l'accompagner	29
2.	Représentation schématique de failles	31
3.	Représentation schématique d'un affleurement de couches sédimentaires, montrant dans quels sens on mesure l'inclinaison et la direction	35
4.	Coupe schématique d'une succession géologique	36
5.	Représentation schématique des stades de l'érosion d'un batholite et de ses gîtes minéraux associés	61
6.	Représentation schématique de gîtes minéraux se rattachant à des intrusions ignées	62
7.	Schémas de structures pétrolifères	78
8.	Le Canada et ses principales régions géologiques	84
9.	Principales régions et sous-régions géologiques formant le bouclier canadien	88
10.	Exemple de cheminements de prospection	149
11.	Levé de lignes fait en vue de la prospection à fond d'un claim	151
12.	Division d'un township en sections et autres subdivisions selon la méthode d'arpentage des terres du Canada	159
13.	Schéma représentant le mode de numérotation des feuilles établies à diverses échelles, d'après le Système topographique national	161
14.	Façon de délimiter une zone ferrifère au moyen d'un levé à la boussole	194
15.	Exemple d'un levé à la boussole d'inclinaison	198
16.	Schéma d'interprétation de données aéromagnétiques	205
17.	Courbes isanomales relevées au magnétomètre aéroporté et dénotant l'existence d'un massif intrusif de granodiorite .	208
18.	Emploi de la méthode de la polarisation spontanée	219
19.	Schéma théorique de la méthode électromagnétique	229
20.	Cheminement hypothétique passant au-dessus d'un massif de minerai sulfuré	231
21.	Levé par cheminement fermé et méthode de compensation des erreurs	257
22.	Schéma de sondage au diamant fréquemment adopté	265
23.	Représentation schématique de l'agencement et du mode de fonctionnement du berceau	356

LA PROSPECTION AU CANADA

CHAPITRE I

LA PROSPECTION: LE PASSÉ, LE PRÉSENT ET L'AVENIR

La prospection, recherche des gîtes minéraux, est un domaine d'activité important au Canada parce que ce pays est l'une des principales sources mondiales de métaux et de minéraux. Si l'agriculture est la première industrie de base du Canada, l'exploitation forestière et l'industrie minière se disputent le second rang. La valeur annuelle de la production de métaux et de minéraux, y compris le pétrole, s'élève à près d'un milliard et demi de dollars. L'industrie minière diffère radicalement de l'agriculture et de l'exploitation forestière: tout gisement minier, si étendu soit-il, finit par s'épuiser, si bien qu'il faut découvrir de nouveaux gîtes pour remplacer ceux qui sont presque épuisés, ainsi que pour subvenir à de nouveaux besoins. La prospection constitue donc le fondement de l'industrie minière et offre une carrière très attrayante, surtout dans un pays comme le Canada, qui possède une industrie minière ancienne et solide, de grands territoires donnant l'espoir d'une exploitation profitable et où il est de tradition de frayer des voies nouvelles.

Il existe plusieurs modes de prospection et plusieurs genres de prospecteurs. Dans tous les cas le hasard intervient dans une certaine mesure. Certains se livrent à la prospection en amateurs ou à moments perdus; certains s'en occupent de façon saisonnière et trouvent d'autres occupations durant l'hiver; d'autres s'y adonnent l'année durant et passent les mois d'hiver à étudier différents aspects du travail en vue de la saison suivante; d'autres encore sont diplômés en géologie, en géophysique ou en génie minier. Nombre de prospecteurs travaillent pour leur propre compte. D'autres s'associent avec des collègues ou sont membres de syndicats financiers. Plusieurs sociétés dont la spécialité est, en tout ou partie, la prospection et l'exploitation de nouveaux gîtes emploient des géologues et des ingénieurs, des prospecteurs autodidactes, des étudiants et de simples manoeuvres à des recherches méthodiques. Le domaine de la prospection est donc très vaste: on y trouve, d'une part, de simples amateurs et, de l'autre, des spécialistes ayant une haute formation scientifique. Entre ces deux extrêmes, se trouvent de nombreux prospecteurs de grande valeur qui ont acquis leur compétence par des études à la maison et sur le terrain, et qui de plus, dans la plupart des cas, ont suivi des cours spéciaux.

Le présent volume a pour objet de fournir des renseignements de base aux personnes qui désirent devenir prospecteurs et aux prospecteurs expérimentés qui

La prospection au Canada

désirent revoir leur matière. L'autre espère être également utile à ceux qui songent à commanditer des entreprises de prospection, ainsi qu'aux sociétés qui projettent pour la première fois de prospecter méthodiquement au Canada. Il faut dès l'abord appuyer sur deux points importants. Le premier, c'est que l'étude, à elle seule, ne permet pas de devenir prospecteur; on peut tirer de précieuses connaissances des livres, mais il faut y ajouter l'examen direct de spécimens de minéraux et de roches, ainsi que les observations faites sur le terrain, de préférence sous la direction d'un prospecteur expérimenté. Le second, c'est que le présent volume n'embrasse que les rudiments du sujet. Il a pour objet, avant tout, de donner de solides connaissances élémentaires au futur prospecteur qui possède déjà une instruction moyenne et de lui indiquer où et comment il peut les perfectionner.

Le reste de ce chapitre liminaire est consacré à des aperçus sur le rôle important que l'industrie minière joue dans l'économie du Canada, sur l'histoire de la prospection, ses particularités actuelles et la direction qu'elle prendra probablement à l'avenir. En outre, nous donnerons une idée de l'envergure et de la présentation des chapitres qui vont suivre.

Importance de l'industrie minière du Canada

Depuis quelques années, le Canada connaît une prospérité économique extraordinaire, d'une portée incalculable, qui en a fait l'un des principaux pays industriels et exportateurs du monde et l'un des pays qui s'affirment dans les affaires mondiales, malgré sa population relativement faible. L'un des principaux facteurs de progrès a été l'expansion de l'industrie minière.

Si l'on englobe le pétrole et les matériaux de construction parmi les minéraux, la valeur de la production minière du pays en 1954 peut s'évaluer à environ 1 milliard 350 millions de dollars. Même si l'augmentation des prix unitaires de la plupart des produits miniers porte cette valeur à un chiffre supérieur à celle qu'aurait eue une production égale il y a plusieurs années, il n'en reste pas moins que la quantité de ces produits a augmenté sensiblement. En outre, l'adjonction de plusieurs métaux et minéraux à la liste de ceux déjà produits a donné à l'industrie une variété plus grande que jamais auparavant. La valeur annuelle de la production, qui atteignait environ 64 millions de dollars au début du siècle, s'est élevée lentement jusqu'à 500 millions en 1939. Elle a diminué légèrement durant la guerre, puis son mouvement ascendant a repris à un rythme beaucoup plus rapide qu'auparavant, traduisant à la fois le plus gros volume de la production et la hausse des prix unitaires, si bien qu'elle a atteint un milliard de dollars en 1950. La hausse se poursuit d'année en année, à cause surtout d'une plus forte production de nickel, de cuivre, de fer et de pétrole. En 1954, le Canada s'est placé au premier rang des pays producteurs de nickel, de platine et d'amiante, et au deuxième parmi les pays producteurs d'or (et aussi d'aluminium, mais ce métal est fabriqué à partir de minerais apportés au Canada en vue de bénéficier du coût plutôt bas de l'énergie hydro-électrique). Il venait au troisième rang comme pays producteur de zinc, au quatrième comme pays producteur de cuivre et de plomb; en outre, c'était l'un de ceux qui produisaient le plus d'uranium. L'exploitation des gisements de fer du Labrador, qui a débuté récemment, a fait pencher la balance, de sorte que notre pays exporte

maintenant plus de minerai de fer qu'il n'en importe. Les découvertes de pétrole et de gaz naturel des quelques dernières années, faites surtout en Alberta, ont permis d'accroître fortement le volume d'extraction de ces minéraux, de sorte qu'à tout prendre le Canada subvient maintenant à peu près à la moitié de ses besoins de pétrole et possède d'amples réserves de gaz. La valeur des produits que l'on extrait et le relèvement du niveau de vie qui découle de cette exploitation sont loin d'être les seuls résultats obtenus. Les efforts déployés par les prospecteurs et les sociétés minières pour découvrir et mettre en valeur de nouveaux gîtes miniers et les grosses sommes avancées par les bailleurs de fonds stimulent fortement les affaires, l'embauchage et les industries secondaires, ainsi que la mise en valeur des régions éloignées. Une grande société minière a affecté, en 1954, 60 millions de dollars à la prospection ou à l'exploration de gîtes déjà connus; la somme globale consacrée à ces travaux et à des ouvrages connexes par des centaines de sociétés atteint plusieurs fois ce chiffre. La civilisation et le commerce suivent toujours de près le prospecteur. De même que l'Ouest du Canada s'est développé après les découvertes des gîtes minéraux du Caribou, du Klondike et d'autres régions minières, ainsi, aujourd'hui, on travaille à la mise en valeur des régions qui s'étendent, au nord, du Yukon au Labrador, à un rythme qu'on n'aurait pas cru possible il y a quelques années. Peu de régions, sauf dans l'Extrême-Nord, sont encore vierges mais nombre de parties du pays s'offrent à la prospection, surtout celle qui est faite par des spécialistes utilisant des méthodes modernes.

Le prospecteur du passé

La prospection figure probablement parmi les plus vieilles occupations de l'homme. Certains anthropologistes ont déclaré dernièrement que l'homme a probablement commencé à utiliser des armes et des outils de bois et de pierre il y a environ 400,000 ans et à les tailler quelque 200,000 ans plus tard, soit à peu près à l'époque où il commençait à utiliser le feu. Bien des peuples primitifs ont su utiliser l'argile pour fabriquer de la poterie. Des pépites d'or et certaines pierres précieuses telles que la turquoise, découvertes dans les lits des cours d'eau, ont très tôt retenu l'attention de l'homme et lui servaient déjà de parures à des époques très reculées. Le cuivre natif était pour nos ancêtres plus précieux que l'or: non seulement pouvait-il être, comme l'or, façonné à coups de marteau, mais, étant plus dur que l'or, on pouvait le durcir encore davantage par le martèlement.

L'emploi du cuivre et du bronze a, peut-on dire, permis pour la première fois à l'homme de l'emporter sur les forces de son milieu. Il en résulta une transformation si profonde que cette époque préhistorique a reçu le nom d'âge du bronze (ou du cuivre), tandis que l'âge très primitif qui l'a précédé est appelé l'âge de la pierre. Par *âge*, on entend un niveau particulier de culture qui a existé à différentes époques dans diverses parties du monde, mais non une époque précise: par exemple, les Esquimaux viennent à peine de sortir de l'âge de la pierre, tandis que certaines tribus de la Nouvelle-Guinée, découvertes ces dernières années, ne l'ont pas encore dépassé.

Dans le bassin de la Méditerranée, l'homme a appris très tôt à travailler le cuivre natif et à extraire de leurs minerais, en les fondant, les métaux les plus abondants. Bien avant l'ère chrétienne, on connaissait très bien l'or, l'argent, le cuivre, le fer, le plomb, l'étain, le mercure et nombre de pierres précieuses



Planche II

Mineurs d'autrefois: exploitation d'un placer



Planche III

*Un vieux de
la vieille*

proprement dites et de pierres fines étaient d'emploi courant. Les mineurs avaient appris non seulement l'art de laver les graviers pour en retirer des minéraux et des pierres d'ornement, mais aussi l'art de creuser de petits puits et galeries dans le roc en enfouissant des coins de cuivre ou de fer dans les crevasses et en allumant des feux pour chauffer la paroi rocheuse, qui se fendait en refroidissant.

Il est certain qu'au début de l'âge de la pierre chaque prospecteur travaillait seul. Il est probable que, bien avant l'ère chrétienne, des hommes, plus habiles à découvrir les minéraux qu'à les extraire et les transformer, se sont spécialisés jusqu'à un certain point comme prospecteurs. Après le moyen âge, le grand centre minier de l'Europe se trouvait en Bohême et en Saxe. C'est là que l'art de l'extraction minière fut perfectionné à un degré remarquable eu égard aux moyens dont on disposait à l'époque, et que la prospection et l'étude de la géologie et des gisements de minéraux reçurent une forte impulsion. Agricola, auteur du premier traité général sur l'extraction minière, ouvrage fondé sur les méthodes en usage dans cette région, écrivait par exemple en 1546: "D'aucuns sont d'avis que les entreprises d'exploitation des métaux sont le résultat d'un concours fortuit de circonstances et que le travail de mineur, pénible et vil, constitue somme toute une entreprise exigeant moins d'habileté qu'un dur travail. Pour ma part, lorsque je pèse soigneusement l'une après l'autre les particularités de ce travail, il m'apparaît tout autre. Le mineur doit posséder la plus grande compétence dans son métier, pour savoir tout d'abord quelle montagne ou colline, quelle vallée ou plaine peut être explorée le plus avantageusement possible et quels endroits il doit laisser de côté; de plus, il doit comprendre les filons, les veinules et les couches qu'il observe dans le roc. Il doit ensuite être parfaitement au courant des espèces nombreuses et variées de terres, d'humeurs, de gemmes, de pierres, de marbres, de roches, de métaux et de composés". L'industrie minière et la prospection doivent aussi beaucoup aux aptitudes particulières des hommes qui ont découvert et mis en exploitation les mines de cuivre stannifère du comté de Cornouailles depuis l'époque des Phéniciens jusqu'à nos jours et qui ont répandu leurs connaissances aux quatre coins de la terre en même temps que s'étendait l'Empire britannique.

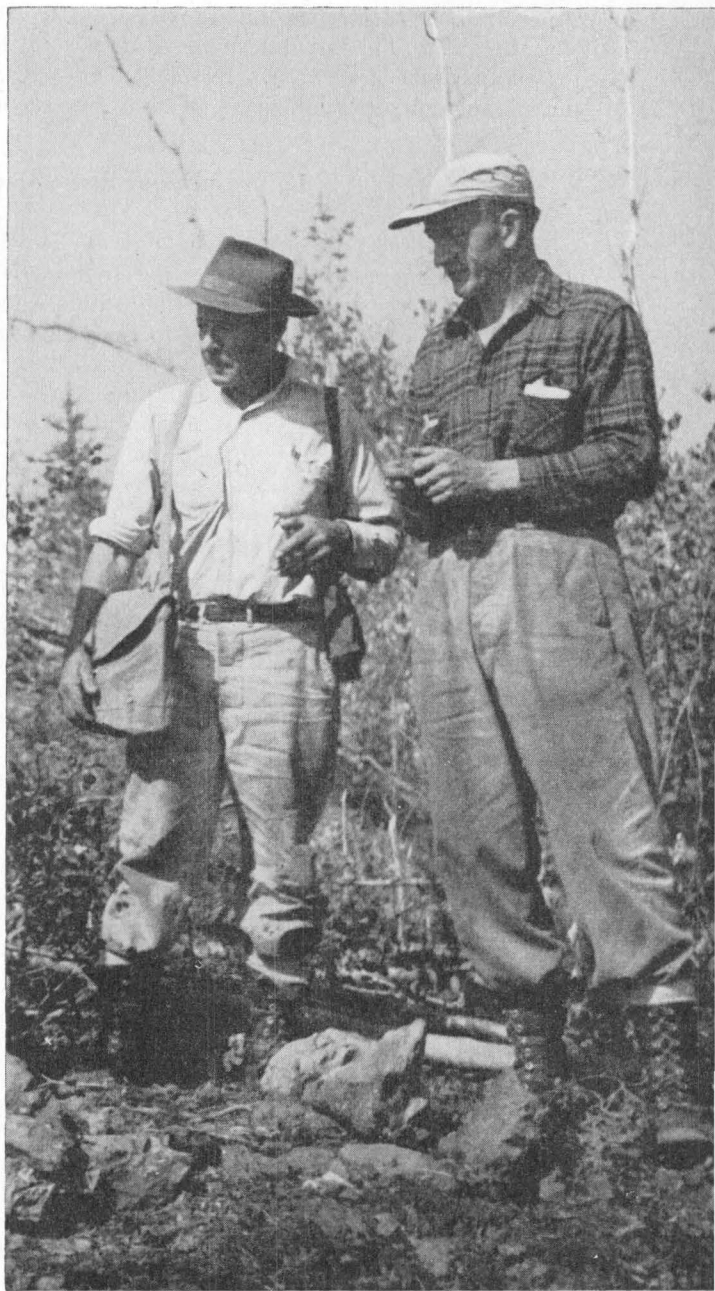
Les premiers Européens qui soient arrivés en Amérique et qui nous aient transmis par écrit des relations de voyage ont trouvé des indigènes qui se servaient d'outils et d'armes faits de pierre, et parfois même de cuivre. On a aussi découvert de nombreuses traces d'extraction en carrière et quelques-unes d'exploitation minière, laissées par ces indigènes. Tous les premiers explorateurs cherchaient, entre autres choses, de l'or et d'autres métaux. En 1497, Cabot remarqua que les indigènes de Terre-Neuve utilisaient le cuivre. En 1535, Jacques Cartier obtint un couteau en cuivre qui provenait, disait-on, de la région du Saguenay, et avait expédié en France des pierres sans aucune valeur qu'il croyait être des diamants. Sir Martin Frobisher, au retour du voyage qu'il fit en 1576 d'Angleterre à l'île Baffin, rapporta un peu de roche que l'on disait être du minerai d'or. En 1577, il réussit à obtenir l'appui nécessaire à une expédition de plus grande envergure au cours de laquelle on recueillit de nombreux morceaux de roche, qui, à l'examen, se révélèrent sans valeur. Cette expédition fit époque en ce qu'elle marqua la première tentative d'exploitation minière au Canada dont on ait le souvenir. De plus, elle fournit un exemple de la propension à l'excès d'optimisme qui a trop souvent accompagné dans notre pays, comme dans tous les autres, certaines étapes de l'exploitation minière, qui n'en étaient pas moins méritoires.

La prospection au Canada

Quelques années plus tard, Champlain vint au Canada et amena, dans sa suite, un spécialiste de l'exploitation minière du nom de Maître Simon, qui était chargé d'examiner les venues minérales et d'essayer de les mettre en valeur. Il signala qu'il avait découvert des venues de fer et d'argent en 1604. Après ces débuts, les premiers colons français et anglais se livrèrent, dans l'Est du Canada, à la prospection et à l'exploitation de quelques petites mines, mais l'industrie minière ne devint un facteur important et les prospecteurs ne se firent nombreux qu'après les ruées aux champs aurifères de l'Ouest, lorsque les découvertes d'or, en Californie en 1849, dans le Caribou en 1860 et au Klondike en 1897, entraînèrent une foule de gens à y tenter fortune. La nouvelle de ces découvertes fit le tour du monde, attirant des aventuriers ainsi que bien des mineurs expérimentés. Ces événements eurent sur l'évolution de l'Ouest des États-Unis et du Canada des répercussions directes, puisqu'ils permirent d'extraire de grandes quantités d'or alluvionnier. Cependant, leurs répercussions indirectes furent bien plus fortes: après avoir travaillé quelques années dans les placers, une partie des mineurs se tourna vers la prospection des filons et d'autres gîtes en roche compacte, qui semblait avoir des chances de succès; d'autres mineurs s'adaptèrent à des occupations agricoles et commerciales. A la suite de tels débuts, la Colombie-Britannique et le Yukon sont devenus les grandes régions minières du Canada jusqu'à ce qu'on se rende compte des ressources du bouclier canadien et qu'on les exploite après les découvertes survenues à Sudbury en 1883 et à Cobalt en 1903, au cours de la construction de voies ferrées traversant ces régions. Ces premières mises en valeur de la région de la Cordillère et du bouclier canadien ont donné naissance au groupe de ceux qu'on appelle fréquemment les "prospecteurs de la vieille école". Les plus compétents étaient bien versés dans la pratique de la géologie et de l'extraction minière, mais ces connaissances n'avaient pas alors l'importance qu'elles revêtent aujourd'hui, parce que ces premiers prospecteurs exploraient pour une bonne part des sentiers non battus où ils pouvaient trouver les venues les plus évidentes. Leurs qualités les plus remarquables étaient l'aptitude à se déplacer et à vivre dans des conditions primitives, un optimisme allègre, une persévérance acharnée et une franche hospitalité. C'étaient des aventuriers pleins d'ardeur et souvent prêts à s'imposer la misère pour mener une existence indépendante et errante et pour avoir la chance de trouver le filon. Sac au dos, à cheval ou en canot, ils ont fouillé les ruisseaux, parcouru les collines et exploré les cours d'eau du bouclier canadien jusqu'à ce qu'il restât bien peu de terrain au sud de l'Arctique qui n'ait été prospecté, du moins de façon préliminaire. Leurs méthodes fondamentales de prospection n'avaient guère changé depuis l'antiquité. Ces méthodes, qui constituent encore le fondement de toute prospection ordinaire, incluent les éléments suivants: développer l'aptitude à voir du premier coup d'oeil les minéraux métalliques et les indices qui les accompagnent souvent; retrouver le lieu d'origine de certains fragments de minéraux précieux; utiliser le pan du prospecteur pour concentrer les grains de minéraux métalliques lourds contenus dans le sable, le gravier ou la roche pulvérisée; exposer la roche de fond dans les endroits intéressants en grattant le sol, en creusant des puits ou des tranchées d'exploration, etc. C'est l'or qui intéressait le plus ces hommes, mais nombre d'entre eux apprenaient à s'intéresser aussi à d'autres métaux. Presque toujours, ils pourvoyaient à leurs propres besoins ou s'associaient d'ordinaire avec un commerçant ou autre homme d'affaires de l'endroit, qui leur fournissait

Planche IV

Prospecteurs
modernes



La prospection au Canada

des vivres. Quelques-uns de ces prospecteurs ont découvert des mines, grandes ou petites, épuisées aujourd'hui, ainsi que plusieurs des plus importantes mines encore productives. La plupart d'entre eux n'ont à vrai dire rien découvert qui en ait valu la peine. Du fait des richesses qu'ils ont découvertes et de leur apport au développement général des ressources du pays, ces pionniers méritent une reconnaissance qu'on commence à peine à leur accorder.

Le prospecteur de nos jours

Bien qu'on ne puisse marquer que de rares étapes de transition entre l'époque des pionniers et celle du prospecteur moderne, les prospecteurs et leurs méthodes ont commencé à subir d'importants changements il y a environ 25 ans. Témoin le nombre croissant de prospecteurs très compétents qui n'ont pas reçu de formation d'ingénieur ou d'investigateur scientifique; le plus grand nombre encore de ceux qui ont acquis une certaine formation technique, habituellement en prenant des cours abrégés de prospection; de façon spéciale, le recours aux recherches géologiques comme élément important de la prospection; le rôle qu'on reconnaît aux géologues pour la préparation, la surveillance des campagnes organisées de prospection ou leur collaboration à ces campagnes; et, enfin, l'élaboration de techniques géophysiques et géochimiques (*voir* les chapitres IX et X). En même temps que se produisait cette évolution, les chefs d'entreprises minières et les hauts fonctionnaires se rendaient compte que le taux d'épuisement des mines connues et la nécessité de trouver certaines matières non produites au Canada exigeaient une meilleure connaissance de tous les éléments qui pourraient permettre de découvrir plus rapidement de gros gîtes minéraux, y compris les services de formation des prospecteurs et les moyens de faire de la prospection une profession reconnue et rémunératrice. En conséquence, des cours sont maintenant donnés à plusieurs endroits et les problèmes que pose la prospection font l'objet d'une étude constante et minutieuse. Cette évolution a coïncidé avec une extension et une amélioration remarquables du sondage au diamant, auquel on recourt maintenant dans une large mesure pour vérifier les indices fournis par les recherches géologiques, géophysiques ou géochimiques, ainsi que pour explorer les affleurements découverts dans la prospection ordinaire. Les progrès des modes de transport, surtout l'usage répandu des moteurs hors-bord et des avions munis de flotteurs, ont aussi influé profondément sur la prospection actuelle. Ces modes de transport ont extraordinairement accéléré et facilité les déplacements, ainsi que l'accès d'endroits éloignés, mais, en certains cas, ils ont donné lieu à un examen trop superficiel des routes parcourues. Ensemble, ces éléments ont rendu la prospection plus complexe et plus méthodique; elle est un métier ou une profession exigeant plus de compétence que ce n'était le cas il y a 20 ou 30 ans.

De nos jours, les prospecteurs de première valeur sont des gens qui consacrent tout leur temps à un métier dont ils ont appris la théorie et la pratique avec autant de soin que mettrait à apprendre et pratiquer le sien un mécanicien de haute valeur, par exemple. S'ils existent comme tels, c'est que, l'instruction se généralisant, un plus grand nombre de gens acquièrent les connaissances qui forment la base de toute profession technique. Leur nombre a grandi en proportion du recul des méthodes primitives de prospection, qui ne permettaient de décou-

vrir que des gîtes minéraux assez visibles et qui pouvaient utiliser des hommes qui n'avaient reçu que peu de formation. Il a augmenté également en fonction de l'augmentation des sommes que les particuliers, les syndicats et les sociétés ont investies, de sorte que le prospecteur compétent et sûr a pu obtenir plus facilement de l'appui financier ou un emploi, ce qui a poussé les intéressés à acquérir les connaissances nécessaires. Ces chefs de file de la prospection ont appris leur métier par l'étude personnelle, ou en fréquentant des cours et en travaillant avec des prospecteurs, des ingénieurs et des géologues de longue expérience. Ils joignent aux meilleures qualités des anciens prospecteurs l'aptitude à comprendre les cartes et les rapports, à exécuter des levés simples, des dessins et des recherches systématiques à l'aide de la boussole d'inclinaison et du compteur Geiger. Nombre d'entre eux possèdent du matériel de prospection représentant un placement important. Ils ont appris à établir des notes, à prélever des échantillons convenables et à rédiger des rapports satisfaisants sur leurs découvertes. Un jugement sûr les aide à décider de l'objet de leur prospection et de la région à choisir, et à apprécier les possibilités d'une venue minérale. Les hommes de ce calibre ne font pas tous d'importantes découvertes, — en fait, certains gîtes ont été découverts, ces dernières années, par des prospecteurs sans grande expérience, — mais la plupart des meilleurs prospecteurs se sont assurés au moins une existence passable. Ils sont tenus en haute estime par les hommes de science, les ingénieurs et les administrateurs de sociétés minières, et leurs services sont toujours recherchés.

D'autres prospecteurs ont réussi à acquérir une certaine compétence et certaines connaissances mais, faute d'aptitude, de formation suffisante ou d'encouragement, ils ne se rangent pas dans la catégorie de ceux dont il vient d'être question. Plusieurs d'entre eux ne consacrent qu'une partie de leur temps à la prospection. Quelques-uns, toutefois, ont découvert des gîtes importants et d'autres ont réalisé certains bénéfices par la vente de découvertes ou de concessions de moindre importance.

Encore qu'il ne faille pas mésestimer le travail de ces hommes, il est facile de comprendre que, pour continuer à réussir, ils doivent de plus en plus compter sur l'étude constante, car les gîtes faciles à découvrir se font de plus en plus rares et la prospection dépend de plus en plus de méthodes indirectes et toujours plus spécialisées.

Il y a un autre genre de prospecteur. C'est l'amateur. Dans le passé, les enthousiastes de ce genre qui participaient aux ruées de prospection et aux vagues de prospérité minière étaient relativement peu nombreux. Aujourd'hui, ils le sont beaucoup plus, à cause surtout d'une publicité exagérée et de l'engouement actuel que suscite l'uranium. Il y aura toujours place pour les amateurs dans la prospection, s'ils veulent seulement se donner la peine d'apprendre les éléments de cette matière. Trop d'amateurs qui se lancent dans la prospection ne savent pas, ou à peu près pas, de quoi il s'agit, ni comment acquérir une compétence raisonnable. En général, ils s'attendent à beaucoup d'aide des services administratifs: ils demandent qu'on porte une attention particulière à des demandes de renseignements de portée générale, alors qu'ils devraient commencer par étudier les ouvrages qui traitent du sujet. Souvent, ils soumettent des échantillons de roches et de minéraux sans valeur aucune, dans le vague espoir qu'on puisse y trouver quelque chose de précieux. Si, par hasard, l'analyse ou la

La prospection au Canada

détermination qu'ils demandent donnent des résultats d'une certaine importance, ils sont incapables d'établir la valeur commerciale de leur découverte, ni ne savent quelles dispositions prendre pour se renseigner à cet égard. Ils ne savent pas comment la vendre à une société minière s'il arrive qu'elle présente des possibilités commerciales. Ce sont là des choses qu'il faut apprendre par l'étude et l'expérience, auxquelles on ne peut suppléer en s'adressant aux organismes administratifs. Ces organismes s'efforcent d'être le plus utiles possible aux amateurs, mais ils ne sont guère en mesure de le faire parce qu'ils n'ont pas été établis pour cela.

On suppose souvent que les géologues font les meilleurs prospecteurs, mais, bien que la géologie se soit acquis droit de cité dans différentes branches de la prospection, les géologues ne se sont pas révélés, règle générale, les meilleurs prospecteurs au sens strict du terme. Il y a probablement deux raisons à cela. Tout d'abord, leur attention, vraisemblablement, est retenue par des problèmes d'ordre purement géologique. En deuxième lieu, vu leur formation, ils sont généralement portés à étudier rapidement d'assez grandes étendues de terrain, allant d'un affleurement à l'autre pour consigner les observations requises, tandis que le prospecteur doit examiner chaque partie d'un affleurement et souvent gratter et creuser pour en exposer une plus grande partie. Cependant, on reconnaît partout que les géologues sont d'un précieux secours dans la préparation des cartes et des rapports servant à guider les prospecteurs, dans l'appréciation des gîtes de découverte et dans la surveillance des campagnes de prospection méthodique. Dans la prospection ordinaire en surface, géologues et prospecteurs travaillent de concert, soit de loin par l'emploi que font les prospecteurs des cartes et des rapports officiels, soit côte à côte au sein d'entreprises organisées en bonne et due forme.

La géologie joue aussi un rôle de plus en plus important dans la recherche de nouveaux gîtes qui prolongeraient des gîtes de minerai déjà connus ou se trouveraient en profondeur dans les camps miniers déjà établis ou dans des régions présentant des indices favorables. Les sociétés minières emploient de plus en plus de géologues pour mener des recherches de ce genre sur leur propre terrain ou sur des terrains non jalonnés. Les organismes officiels font tout ce qu'ils peuvent dans ce domaine, avec le faible personnel dont ils disposent, lorsque le travail peut être utile à plus d'un propriétaire. De telles investigations comprennent habituellement la préparation de la carte géologique détaillée des affleurements et des chantiers de mine, ainsi qu'une étude spéciale des problèmes géologiques qui se posent dans la région. Dans plusieurs cas, les résultats ont permis d'orienter des programmes de sondage au diamant qui ont révélé du minerai.

La prospection géophysique, c'est-à-dire l'application des phénomènes du magnétisme et de la conductivité électrique à la recherche des massifs de minerai profonds, est devenue une branche importante de la prospection. Certains genres de recherches géophysiques se font du haut des airs, mais la plupart se pratiquent sur le terrain comme méthode intermédiaire entre les recherches géologiques minutieuses et le sondage au diamant. Un autre genre de prospection spécialisée, appelé prospection géochimique, s'est révélé utile dans certaines circonstances. Il s'agit là d'essais chimiques faits sur des roches, de la terre, de la végétation ou de l'eau afin d'en déterminer la teneur en un certain métal, recherches qui mènent parfois à la découverte d'une grande concentration de ce métal. Les

prospecteurs et les géologues particulièrement expérimentés peuvent utiliser quelques-unes des techniques les plus simples de la géophysique et de la géochimie, mais, dans la plupart des cas, ce sont des physiciens et chimistes spécialisés qui dirigent ou surveillent ces travaux, en même temps qu'ils s'occupent de levés géologiques et d'interprétations.

On trouvera, dans une analyse¹ publiée récemment, d'importantes observations sur l'état actuel de la prospection au Canada et sur l'orientation qu'elle semble prendre. Depuis dix ans, déclare l'auteur de l'article, on a reconnu la valeur de 77 mines importantes. Presque toutes produisent déjà et les autres le feront probablement d'ici un an ou deux. On estime que 31 de ces mines, soit 40 p. 100, sont d'anciennes mines ou des gîtes partiellement explorés dont on a commencé l'exploitation depuis 1945 à la suite d'explorations plus poussées, ou parce que le marché s'est affermi (demande accrue ou augmentation du prix des métaux). On considère les 46 autres comme de nouvelles mines, dont la plupart ont été découvertes dans des régions déjà reconnues comme renfermant des gîtes minéraux, quelques-unes toutefois se trouvant dans des régions nouvellement explorées. On peut attribuer nombre de ces nouvelles découvertes aux résultats combinés de la prospection ordinaire, des études géologiques et de la prospection géophysique. Quand on a voulu répartir ces découvertes entre l'une ou l'autre de ces diverses catégories, on a constaté que 22 de ces 46 nouvelles mines résultent de la prospection par les méthodes ordinaires et non de l'emploi des méthodes spéciales qu'appliquent d'ordinaire les investigateurs scientifiques ou les ingénieurs, et que 17 résultent des sondages au diamant faits dans des zones dont des levés géologiques avaient signalé l'intérêt. Quelques-unes de ces dernières se trouvent sur le prolongement de massifs de minerai déjà connus, mais la découverte de quelques autres a relevé quelque peu du hasard. La découverte des sept mines restantes découle de l'emploi de méthodes géophysiques, suivi de forage au diamant dans la plupart des cas, sinon tous. L'analyse en question classe dans la prospection ordinaire l'emploi des détecteurs de radioactivité, instruments de géophysique relativement simples, dont les prospecteurs eux-mêmes se sont servis. L'étude fait bien ressortir le nombre approximatif de nouvelles mines qui ont été mises en valeur depuis la Seconde Guerre mondiale, l'importance d'une nouvelle exploration des mines et régions minières connues, le grand rôle que peuvent encore jouer les prospecteurs compétents qui ne sont ni ingénieurs ni investigateurs scientifiques, et l'importance grandissante reconnue à la géologie et à la géophysique.

Le prospecteur de demain

Personne ne saurait prédire avec certitude l'avenir de la prospection, étant donné surtout le grand rôle que joue le hasard dans cette profession. Néanmoins, les tendances et réalisations présentes ou passées nous fournissent des normes raisonnablement sûres d'appréciation quant aux perspectives de la prospection d'ici une vingtaine d'années. Voici les éléments sur lesquels il est permis de fonder une opinion de l'avenir de la prospection:

- 1) La plupart des mines actuellement productives ont été découvertes il y a au moins 20 ans. C'est à des prospecteurs, des géologues ou des géo-

¹ *The Northern Miner*, revue annuelle, 25 novembre 1954, page 3.

La prospection au Canada

physiciens compétents, agissant individuellement ou de concert, qu'il faut attribuer la découverte de presque toutes les mines les plus récentes, ainsi que des principales mines qui s'ouvriront sous peu.

- 2) Le nombre d'affleurements que les prospecteurs n'ont pas examinés avec soin diminue sans cesse.
- 3) Dans la plupart des régions qui donnent bon espoir, l'étendue de la roche de fond non décapelée est beaucoup plus vaste que celle qui est exposée; il est donc logique de supposer qu'il existe un grand nombre de gisements de minerai enfouis qui pourront être découverts par les méthodes spéciales actuellement en usage ou celles qui pourraient être élaborées dans l'avenir.
- 4) Il se peut que certains gîtes dont l'exploitation n'est pas encore payante acquièrent de la valeur plus tard à la suite de nouvelles applications des métaux et des minéraux qu'ils renferment, du relèvement des prix, ou du perfectionnement des méthodes d'extraction et de traitement. Cependant, il s'agira probablement de gros massifs de minerai pauvre ou de venues de minéraux moins bien connus. Il faudra donc que les prospecteurs possèdent des connaissances particulières pour profiter de cette nouvelle situation.
- 5) Depuis vingt ans au moins, on tend à employer des méthodes de prospection de plus en plus techniques et scientifiques.

Il ressort de toutes ces considérations que la prospection occupera une place importante au Canada pendant encore bien des années; que les méthodes ordinaires de prospection auront leur utilité tant qu'il restera des affleurements inexplorés et qu'on en mettra à découvert de temps à autre. Il en ressort aussi que les prospecteurs devront s'appuyer de plus sur des connaissances spéciales et de moins en moins sur la chance, avoir de plus en plus recours à des méthodes spéciales fondées sur la géologie, la géophysique et la géochimie et, probablement, à des procédés jusqu'ici demeurés inconnus. Il semble donc que ceux qui, possédant des connaissances moyennes, désirent étudier, perfectionner leur sens de l'observation et vivre au grand air, du moins en été, auront la chance de se consacrer à la prospection en tant que métier spécialisé, de s'en faire un passe-temps ou de s'y livrer à temps partiel. Ces personnes pourront aussi se perfectionner de manière à devenir ingénieurs ou spécialistes dans l'emploi des méthodes les plus avancées. On ne peut guère douter que l'industrie minière continuera d'employer des hommes sûrs et compétents pour la recherche du minerai, et que les portefeuillistes appuieront des entreprises de prospection indépendantes dirigées par des gens de même calibre. On accroîtra probablement les services destinés à former des spécialistes en prospection, au moyen de cours spéciaux ou de cours donnés dans les écoles techniques. Les personnes incapables de suivre ces cours et qui désirent se faire une carrière de la prospection doivent être prêtes à consacrer beaucoup de temps à l'étude et à la pratique de cette profession. Ceux qui désirent s'en faire un à-côté ou une diversion devraient y consacrer autant d'étude et de pratique qu'ils le feraient à l'égard de n'importe quel passe-temps pratiqué intelligemment. Il se peut que, pour quelque temps encore, des gens sans expérience fassent d'importantes découvertes, mais cette possibilité diminue d'année en année.

A propos du présent volume

Aucun ouvrage sur la prospection ne peut donner de recette infaillible de succès. La réussite, en effet, dépend d'un ensemble de facteurs comme la chance, les aptitudes, la persévérance, l'expérience et la connaissance de la question. En fait, la connaissance du sujet est plus importante que jamais, et le présent volume est un ouvrage d'initiation pour quiconque songe à se faire prospecteur ou à commander des travaux de prospection. Pour les initiés, il servira aussi d'ouvrage à consulter. Il a été conçu de façon à pouvoir servir à ceux qui étudient par eux-mêmes, ou à constituer une lecture complémentaire pour les étudiants inscrits à des cours. Certains sujets dont on voulait donner une idée générale font l'objet d'un bref exposé bien qu'ils dépassent les cadres de la prospection ordinaire: il s'agit surtout de méthodes spéciales de prospection et de l'appréciation de gîtes minéraux.

Les premiers chapitres traitent de sujets fondamentaux, comme la géologie et la minéralogie. Le cadre de cet ouvrage ne nous permet pas d'étudier ces questions aussi à fond que doivent le faire les futurs prospecteurs, mais il est facile de se procurer au besoin des ouvrages complémentaires sur la question. Ces sujets ne sont donc traités ici que de manière à constituer une base et à éclairer le reste du texte. D'autres chapitres donnent plus de détails sur divers aspects de la prospection même, car il n'existe pas d'ouvrage récent traitant en général de la prospection telle qu'elle se pratique au Canada.

On y trouvera des listes d'ouvrages que les étudiants sérieux peuvent consulter avec fruit. Le débutant n'est pas tenu d'acheter tous les livres énumérés dans ces listes, mais il devrait se procurer et étudier diligemment quelques ouvrages de base, comme ceux qui traitent de géologie et de minéralogie en termes familiers, puis étudier ensuite les ouvrages qui s'étendent sur d'autres aspects de la prospection. On pourra consulter au besoin les ouvrages renfermant des données particulières sur telle ou telle région, sur tels ou tels métaux et minéraux. On a inclus dans les listes un grand nombre de rapports publiés par l'État, ainsi que des ouvrages édités dans le commerce et qu'on peut se procurer chez les libraires. On peut se procurer tous les rapports publiés par l'État, y compris ceux de la Commission géologique du Canada, en s'adressant à l'Imprimeur de la Reine, auquel on peut envoyer des commandes. On peut se renseigner sur d'autres publications, y compris les périodiques, auprès des libraires, et faire des commandes par leur intermédiaire. Quant aux personnes qui habitent des régions éloignées, elles devraient écrire à un libraire ou à la bibliothèque publique de la grande ville la plus proche de chez elles. L'appendice V donne l'adresse des éditeurs de certains périodiques. Lorsque les prix sont indiqués, ils ne sont qu'approximatifs, car il se peut qu'ils aient été majorés. Certains des ouvrages mentionnés sont épuisés, et pour bien des lecteurs, il sera difficile ou même impossible de consulter certains textes publiés dans des revues. Ces ouvrages de référence figurent sur les listes parce qu'ils renferment des renseignements importants et aussi parce que beaucoup de lecteurs habitent ou visitent les villes où ces publications existent dans des bibliothèques comme celles que maintiennent les *Chambers of Mines*, les ministères provinciaux des Mines, et les bureaux régionaux de la Commission géologique du Canada.

Après mûre réflexion, nous avons décidé de ne pas publier cet ouvrage en format de poche, parce que l'abondance de la matière exigerait plusieurs petits

La prospection au Canada

volumes et aussi parce que le prospecteur aurait rarement à consulter cet ouvrage au cours d'une journée de travail sur le terrain. Le présent livre est destiné plutôt au prospecteur qui l'étudie chez lui et qui l'emporte dans ses excursions lorsqu'il n'est pas obligé de restreindre au minimum le poids de ses bagages. Le prospecteur qui tient à avoir en poche certains renseignements peut facilement les transcrire dans un carnet, ce qui lui donnera un petit recueil de notes répondant à ses besoins. La transcription de ces renseignements l'aidera d'ailleurs à les comprendre et à s'en souvenir. Nous avons tenté de définir le mieux possible toutes les expressions techniques mais, comme beaucoup de ces questions sont de caractère technique, le débutant ne peut s'attendre à les maîtriser sans efforts. Peut-être fera-t-il bien de parcourir d'abord rapidement les divers chapitres, afin de se faire une idée de leur contenu, puis de les relire plus attentivement, en laissant de côté les chapitres portant sur des méthodes spéciales et sur la prospection géophysique destinés surtout aux lecteurs plus au courant de la question. Plusieurs appendices, à la fin du volume, renferment des tableaux et d'autres renseignements qui pourront être utiles à certains lecteurs et non à d'autres. Nous avons songé à inclure un glossaire dans cet ouvrage, mais le grand nombre d'expressions qu'il aurait fallu définir aurait rendu le livre trop volumineux. Nous avons préféré insérer un index complet qui renvoie aux pages où les expressions sont expliquées.

L'auteur est convaincu que le présent ouvrage sera de quelque utilité, malgré ses imperfections. Il prie le lecteur de ne pas le considérer comme un oracle sur la prospection, car la Commission géologique du Canada ne peut entreprendre de fournir de conseils généraux (ses publications mises à part) sur des sujets comme le choix d'endroits propres à la prospection, l'opportunité de travaux de prospection en vue de la découverte de certains minéraux, la valeur de découvertes ou de propriétés, ou les avantages que présentent certains instruments ou certaines méthodes.

Remerciements

Ceux qui connaissent les éditions précédentes de *La prospection au Canada*, ainsi que les petits manuels sur l'exploitation minière publiés par les services éducatifs de la Légion Canadienne, à la rédaction desquels la Commission géologique du Canada a contribué, se rendront compte à quel point l'auteur est redevable aux auteurs de diverses parties de ces publications. Nous en avons cité quelques passages et nous en avons tiré des renseignements qui figurent ici sous forme modifiée. Nous rendons hommage, également, à la *Canadian Exploration Geophysicists* qui nous a généreusement permis d'utiliser une série d'articles sur les éléments de la géophysique appliquée à l'exploitation minière, qui constituent le chapitre sur la prospection géophysique. M. L. W. Morley, chef de la Division de la géophysique de la Commission géologique du Canada, a rédigé ce chapitre de façon à l'adapter aux besoins de la présente publication.

L'auteur tient également à exprimer sa reconnaissance aux nombreux prospecteurs, géologues et chefs de service qu'il a consultés sur les divers aspects de ce sujet de grande envergure. Parmi ceux qui ont bien voulu l'aider de leurs conseils, il mentionne notamment MM. A. P. Beavan, D. W. Cameron, G. E. Cole, B. T. Denis, C. E. Gamey, A. B. Irwin, J. MacFarlane, P. Price, R. R.

La prospection: le passé, le présent et l'avenir

Ranson, G. M. Radisics, C. Riley, H. Sargent et R. S. Woolverton. Il est aussi fort redevable à MM. H. P. Kimbell, de la Division des explosifs, et M. F. Goudge et G. C. Monture, de la Direction des mines, aux membres de leur personnel et aussi à plusieurs membres du personnel de la Commission géologique du Canada pour l'aide qu'il a reçue d'eux. MM. H. R. Steacy et A. E. Hale, de la Commission géologique, lui ont apporté un concours précieux dans la préparation des appendices et des diagrammes.

CHAPITRE II

LES BASES DE LA GÉOLOGIE

On ne saurait bien comprendre les divers aspects de la prospection sans être initié aux processus qui expliquent la formation et l'évolution de la croûte terrestre. Une connaissance raisonnable de la géologie est donc essentielle aux prospecteurs et souhaitable pour tous, car c'est un sujet fascinant en lui-même, et qui nous fait bien mieux aimer le monde dans lequel nous vivons. Ces processus se comprennent facilement lorsqu'on a saisi quelques notions fondamentales.

L'étude de la terre est fondée en grande partie sur deux principes importants qui ont été confirmés de multiples manières. Le premier, c'est que la terre est incroyablement vieille (de 3 à 4 milliards d'années). Le second, c'est que, depuis son origine, elle continue à subir des transformations aussi nombreuses que marquées. Les transformations constantes que subit la croûte terrestre aboutissent à la destruction de certaines de ses parties et à la formation d'autres. Les roches racontent le passé de la croûte terrestre et, bien qu'on n'en ait pas encore déchiffré tous les éléments, les géologues l'ont passablement élucidé, prouvant sans conteste que les processus actuels peuvent expliquer toutes les transformations qui ont eu lieu au cours des longues époques géologiques. Ainsi, bien que la géologie traite surtout de phénomènes qui se sont produits il y a des millions d'années, elle demeure un sujet de grande actualité, car nombre de forces qui s'exerçaient alors agissent encore de nos jours.

Désagrégation de l'écorce terrestre

D'ordinaire, nous considérons les roches, les montagnes, les rivières et les rivages comme des éléments permanents de la topographie d'un pays. Cependant, un peu d'observation aura tôt fait de nous démontrer qu'il n'en est pas ainsi. Les roches se désagrègent graduellement sous l'action de la gelée et des agents chimiques; des éboulements se produisent dans les montagnes; les rivières minent leurs rives et changent leurs cours; les contours des rivages se modifient par l'érosion des vagues. Ce sont là quelques-unes des transformations les plus évidentes qui se produisent, mais beaucoup d'autres s'opèrent sans cesse. Ces transformations peuvent sembler insignifiantes par rapport à l'ensemble du globe terrestre, mais quand on songe qu'elles sont en cours depuis des centaines de millions d'années, on se rend compte que leur effet cumulatif est énorme. Ces transformations constituent les bases de la science géologique.

L'écorce terrestre est surtout formée de roche cohérente, appelée roche de fond, qui affleure à maints endroits. Ailleurs cette roche de fond est recouverte d'une couche plutôt mince de sol, de sable, de gravier, de galets et de fragments anguleux de roche, dont le nom collectif est terrain de couverture. La roche de

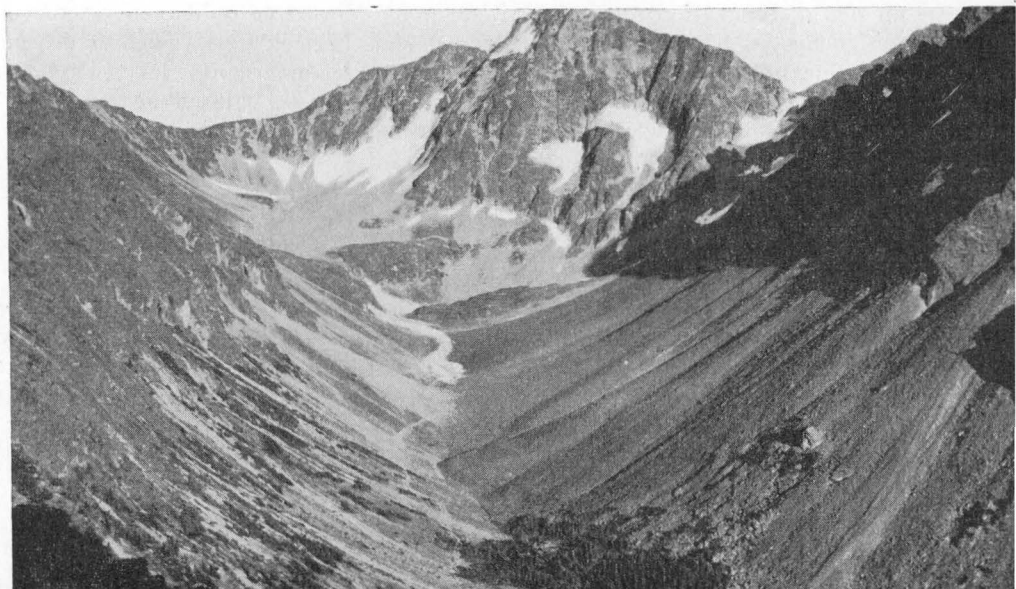


Planche V

*Altération le long
des fissures dans
la lave (basalte).*

Planche VI

*L'érosion à l'oeuvre sur les hauteurs qui dominent Hazelton (C.-B.).
Petits glaciers de type alpin et petits cirques. Pentes d'éboulis le long
des flancs de la vallée.*



fond qui affleure et les parcelles et fragments de roche contenus dans le terrain de couverture subissent les assauts constants d'agents atmosphériques de diverses sortes.

La décomposition qui se produit à la surface d'une roche, ou le long des fissures qui s'y trouvent, est attribuable d'ordinaire à l'action de l'humidité sous forme de pluie ou de neige fondue, et est bien désignée par le terme "altération". On peut constater ces effets à l'extérieur des vieux immeubles de pierre, où la surface des blocs a changé de couleur et a souvent l'apparence de pierre pourrie qui s'effrite; les mêmes altérations se produisent dans la roche de fond et les fragments de roche qui affleurent. Rares sont les espèces de roches qui sont solubles dans l'eau pure, mais la plupart le sont plus ou moins dans de l'eau qui a absorbé de l'acide carbonique libéré dans l'atmosphère ou divers acides provenant de l'action des plantes sur le sol. Les fissures dans la roche accélèrent l'altération, car elles exposent de nouvelles surfaces aux intempéries et tendent à concentrer l'action des agents dissolvants.

L'effritement et l'ablation du roc et des résidus de l'intempérisme s'appellent "érosion"; ce phénomène se produit de différentes manières. L'une des plus simples est la solution directe, en vertu de laquelle la roche est dissoute dans de l'eau pure ou impure, mais elle n'est pas aussi importante que certains autres processus mécaniques d'érosion.

La force d'expansion de l'eau qui gèle dans les fissures est une cause commune d'érosion, surtout dans les montagnes où les basses températures sont fréquentes pendant les nuits d'été. Les morceaux de roc ainsi détachés de la masse principale forment les amoncellements de fragments anguleux qu'on trouve au pied des falaises. Les montagnards les appellent "pentes d'éboulis" et les géologues, "talus d'éboulis".

L'eau en mouvement est un des plus puissants agents d'érosion. Nous savons tous que de fortes pluies emportent un peu de sol des champs et y creusent des rigoles, et aussi que les cours d'eau et les vagues font ébouler les berges après les avoir minées. Moins visible est l'action de l'eau dans les rapides et les chutes; le courant est alors capable d'affouiller le lit d'un ruisseau et d'une rivière, et d'en arracher des quartiers de roche. En période de crue, les cours d'eau entraînent avec eux blocs de pierre et cailloux et, les projetant les uns contre les autres, les usent et les fragmentent peu à peu en particules de plus en plus petites. Ce n'est pas seulement l'eau qui exerce une telle action: les innombrables grains de sable à arêtes vives que charrie un cours d'eau rapide ont un effet abrasif qui use lentement la roche de fond ou les blocs les plus durs qui barrent la route au courant. De même, les vagues qui se brisent sur les rivages des lacs et des océans en reculent les contours, et les matériaux qui s'en détachent s'effritent sous l'action directe de l'eau et sous l'effet abrasif des grains de sable qui y sont vivement agités. Les cours d'eau élargissent leurs vallées en changeant graduellement leur cours et les creusent lentement. Ces transformations surviennent assez rapidement à certains endroits pour qu'on puisse les observer au cours d'une seule vie humaine; sachant que cette érosion se poursuit depuis des millions d'années, on comprend facilement que l'eau courante ait pu user le sol et façonner des falaises, des collines et des vallées.

Bien qu'ils n'exercent pas leur action dans autant de régions que l'eau courante, les vents n'en sont pas moins souvent d'importants agents d'érosion. Les grands vents créent des difficultés graves dans nombre de régions agricoles car

La prospection au Canada

ils emportent le sol végétal. Les tempêtes de sable ne font pas seulement transporter le sable d'un endroit à un autre: les particules de sable qui sont projetées violemment contre de plus gros fragments de roche et contre les affleurements de roche de fond les usent et les polissent à la façon d'un jet de sable.

Parce qu'on connaît moins bien les glaciers, ces puissants agents d'érosion, et que ce sujet demande de plus amples explications, nous le traitons en dernier lieu. On trouve, partant presque du sommet de hautes montagnes comme celles de l'Ouest canadien, de nombreuses masses de glace: ce sont des glaciers de type alpin, qui résistent même aux étés les plus chauds. Il y a aussi dans certaines régions montagneuses de plus gros glaciers, appelés champs de glace, qui forment de vastes étendues dans des régions arctiques comme l'île Baffin et le Groenland. Les glaciers se forment partout où la chute de neige en hiver est plus abondante que la fonte en été. A ces endroits, le poids de la neige fraîche tasse la neige qu'elle recouvre et cette dernière finit par se cristalliser de nouveau en glace solide. La partie inférieure du glacier s'écoule lentement comme le ferait une masse plastique, à cause du poids de la glace et de la neige qui la recouvre. Ainsi l'eau congelée qui tombe sous forme de neige avance graduellement jusqu'à l'extrémité inférieure du glacier, où sa fonte donne naissance à un cours d'eau. Lorsque la fonte s'opère moins vite que l'accumulation de nouvelle neige, le volume du glacier s'accroît et l'on dit alors qu'il est en progression. Quand la fonte l'emporte en vitesse sur l'accumulation, le volume du glacier diminue et l'on dit qu'il est en recul. Présentement, la plupart des glaciers accusent un recul,

Planche VII

Érosion en terrain montagneux, monts St-Élie (C.-B.)



Planche VIII

Érosion dans des roches pré-cambriennes. Chutes et rapides de la Yellowknife



parce que nous traversons une période relativement tempérée, mais plusieurs fois au cours de l'histoire géologique du globe, le climat a été si rigoureux que d'immenses calottes glaciaires dont l'épaisseur pouvait atteindre des milliers de pieds, ont recouvert de grandes étendues de continents. Après la fonte de ces calottes glaciaires, mais avant que le climat devienne aussi tempéré qu'il l'est de nos jours, les glaciers de type alpin étaient beaucoup plus nombreux qu'aujourd'hui et ils s'unissaient pour former de longues bandes de glace, appelées glaciers de vallée, qui s'écoulaient lentement dans les grandes vallées des régions montagneuses.

Planche IX

Érosion de roches (grès) le long du littoral, golfe Saint-Laurent





Planche X

Champs de glace et glaciers de vallée, chaîne Côtière (C.-B.)

L'érosion glaciaire se produit de diverses manières. La glace de fond s'avance en emportant des fragments de roche qu'elle déposera en route au moment de la fonte. De plus, l'action de ces fragments ressemble à celle des dents de gigantesques râpes qui se déplaceraient lentement. Les plus grosses creusent de profondes cannelures dans le terrain de couverture ou la roche de fond le long de la route du glacier, les plus petites strient et polissent les saillies de la roche de fond et produisent ces affleurements striés et polis qui abondent dans de nombreux endroits du Canada. Des fragments de roc tombent aussi des flancs des cimes et des vallées sur les glaciers de type alpin et ceux de vallée, qui les charrient à leur surface jusqu'à l'endroit où la glace fond. Au sommet des glaciers de type alpin, la glace pénètre dans les fissures rocheuses et entoure les fragments de roche; elle les arrache de la masse et les emporte pour former des bassins semi-circulaires appelés *cirques*.

Ainsi, les régions terrestres actuelles s'abaissent lentement par suite de l'usure due à des processus naturels, et le transport et le dépôt des produits de cette érosion s'effectuent par des moyens que nous expliquerons plus loin. L'érosion et le transport sont des processus cycliques qui se sont répétés à maintes reprises et dont l'histoire est inscrite dans les couches qui se sont formées au cours des longues périodes géologiques qui se sont succédées. Sauf quant au lent accroissement de la quantité de sels dissous dans les eaux des océans, l'enlèvement de matériaux des régions terrestres a toujours été compensé par le dépôt de sédiments.

Transport et déposition des éléments rocheux

Le produit de l'érosion est transporté lentement vers la mer, mais parfois il est arrêté de façon permanente à un endroit intermédiaire. Le mouvement s'effectue de diverses manières. Un cheminement lent et descendant de fragments de roc et de sol se produit sur les flancs des montagnes et des collines et sur les pentes au-dessous des escarpements. Ce mouvement est souvent accéléré par des éboulis résultant soit du détrempage excessif des matériaux par l'eau, soit de la puissance expansive de la gelée, soit des avalanches de neige. Lorsque des matériaux transportés par cheminement ou par éboulis atteignent un cours d'eau, ils s'ajoutent à la quantité normale de sédiments que ce dernier peut transporter après les avoir lui-même arrachés au sol. Une certaine partie des matériaux les plus grossiers que transporte le cours d'eau est déposée sous forme de bancs de galets, de gravier, ou de sable, tandis que la matière plus fine est transportée plus loin où elle est déposée sous forme de sable, de limon ou d'argile dans les lacs ou dans l'océan. Les courants font le tri des débris provenant de l'érosion par les vagues, de manière à laisser les plus gros fragments et les galets constituer des grèves, tandis que le sable est déposé en eau peu profonde, et la boue en eau plus profonde. Une bonne partie de la matière transportée en solution à la mer reste en cet état et entre dans la composition de l'eau salée de la mer qui n'est pas, comme la croyance populaire le veut, un simple composé d'eau et de sel ordinaire, mais plutôt un mélange qui renferme presque tous les éléments, ne fût-ce qu'en quantités infimes. Cependant, certains de ces éléments sont précipités de l'eau de mer par des réactions chimiques, ou par l'évaporation dans des lagunes, et constituent des dépôts de calcaire, de sels, et de divers autres sédiments d'origine chimique. Comme nous l'avons déjà mentionné, le vent est lui aussi un agent



Planche XI

Vue des rivières White et Yukon, montrant que l'eau de tous deux dépose, le long de l'aire de leurs vallées, les sédiments qu'elle charrie.

d'érosion qui transporte et dépose de fortes quantités de poussière et de sable dans certaines régions. Étant donné que l'eau et le vent déposent des sédiments de façon intermittente et que les particules ainsi déposées varient légèrement en couleur et en dimension, une bonne partie des sédiments ainsi formés par ces agents sont stratifiés bien nettement; l'épaisseur des lits individuels varie de couches minces à des strates de plusieurs pieds. Les glaciers charrient de l'argile, du sable et de plus gros fragments de roche anguleux ou arrondis et déposent ces matériaux en nappes irrégulières (*till*) et en crêtes appelées moraines. Il arrive aussi que la matière la plus fine soit emportée dans des lacs et rivières temporaires créés par la fonte de la glace, et déposée sous forme d'argile, de limon, de sable ou de gravier glaciaires stratifiés.

Lorsque les sédiments formés de l'une des façons précitées ne sont pas encore consolidés, comme le sable et le gravier ordinaires, ils peuvent subir les effets de l'érosion et être déposés de nouveau ailleurs, ou bien ils peuvent rester en place et être recouverts de plus en plus profondément par des couches superposées de sédiments jusqu'à ce qu'ils deviennent comprimés et cimentés en roches sédimentaires dures des diverses espèces ci-après décrites.



Planche XII

Stock et petits amas, dykes et sills de granite, ainsi que roches apparentées (en blanc), intrusifs dans des roches sédimentaires métamorphisées (en gris sombre) du bouclier canadien, Territoires du Nord-Ouest. On peut voir aussi trois long dykes de diabase plus récents (en gris sombre).

Volcans et intrusions

Jusqu'ici, nous n'avons parlé que des couches provenant de l'érosion de roches préexistantes. Dans bien des parties de l'écorce terrestre, ces couches s'accompagnent de roches d'une autre catégorie qui se sont cristallisées alors qu'elles étaient encore en fusion ou presque. On les groupe sous la rubrique générale des roches *ignées* (d'un mot latin signifiant feu) et on les répartit en deux catégories principales: les roches *volcaniques*, formées à la surface, et les roches *intrusives*, formées au-dessous de la surface. Les volcans et les laves qu'ils crachent comptent parmi les phénomènes naturels les plus impressionnants; comme il est possible de les étudier dans diverses parties du monde, l'origine des diverses catégories de roches volcaniques est bien connue. On ne peut voir les roches intrusives en voie de formation, puisqu'elles reposent sous terre; on ne les voit que longtemps après leur formation, une fois qu'elles sont mises à nu par l'érosion. Notre connaissance de la composition du centre de la terre et de l'origine des roches intrusives se fonde donc sur des données indirectes que nous exposons ici dans leurs grandes lignes.

On sait qu'à l'intérieur de l'écorce terrestre la température s'élève à mesure qu'on descend, à raison d'un degré F. par 60 pieds, dans les mines et les puits profonds; il est peu probable que ce taux soit constant à de grandes profondeurs, mais il est certain que la température est élevée à l'intérieur, comme le prouvent les sources thermales et la lave brûlante qui arrivent à la surface à beaucoup d'endroits. Il est probable que, dans une large mesure, la chaleur provient de la désintégration naturelle d'éléments radioactifs comme l'uranium. Nous savons, toutefois, que la pression augmente également à mesure qu'on s'enfonce: même si la température dépasse le point de fusion des roches à la surface, la pression dans les régions profondes est telle qu'une bonne partie des roches doit demeurer à l'état solide ou plastique. C'est ce que confirme le comportement des ondes sismiques, qui se propagent comme si la plus grande partie de l'intérieur était à l'état solide. Ces ondes nous fournissent également une preuve convaincante que l'intérieur de la terre est divisé en zones de composition différente qui, probablement, se fondent l'une dans l'autre. En deuxième lieu, le calcul du poids global de la terre d'après les effets de la gravitation montre que ce poids est bien supérieur à ce qu'il serait si l'intérieur était formé de roches relativement légères comme celles qui prédominent dans les parties de l'écorce que nous pouvons examiner. Cet intérieur doit donc se composer de matériaux lourds et compacts dont le poids, à différentes profondeurs, peut être calculé mathématiquement. Les météorites qui atteignent le sol constituent une troisième source de renseignements. Ce sont des fragments de planètes désintégrées; ils nous renseignent donc sur l'intérieur des planètes. Il y a deux sortes de météorites; les uns se composent de roches denses et de couleur foncée et les autres, encore plus lourds, se composent d'un mélange de nickel et de fer. Il est donc raisonnable de supposer que l'intérieur de la terre est de composition analogue.

Les données que nous venons d'énumérer, données qui se complètent l'une l'autre, permettent de se faire une assez juste idée de l'intérieur de la terre. Le comportement des ondes sismiques indique que les roches de l'écorce (lithosphère), celles que nous connaissons bien, s'étendent peut-être jusqu'à 50 milles environ au-dessous des continents. Vient ensuite une zone ayant à peu près la même épaisseur mais composée probablement d'une matière moins élastique, vraisem-

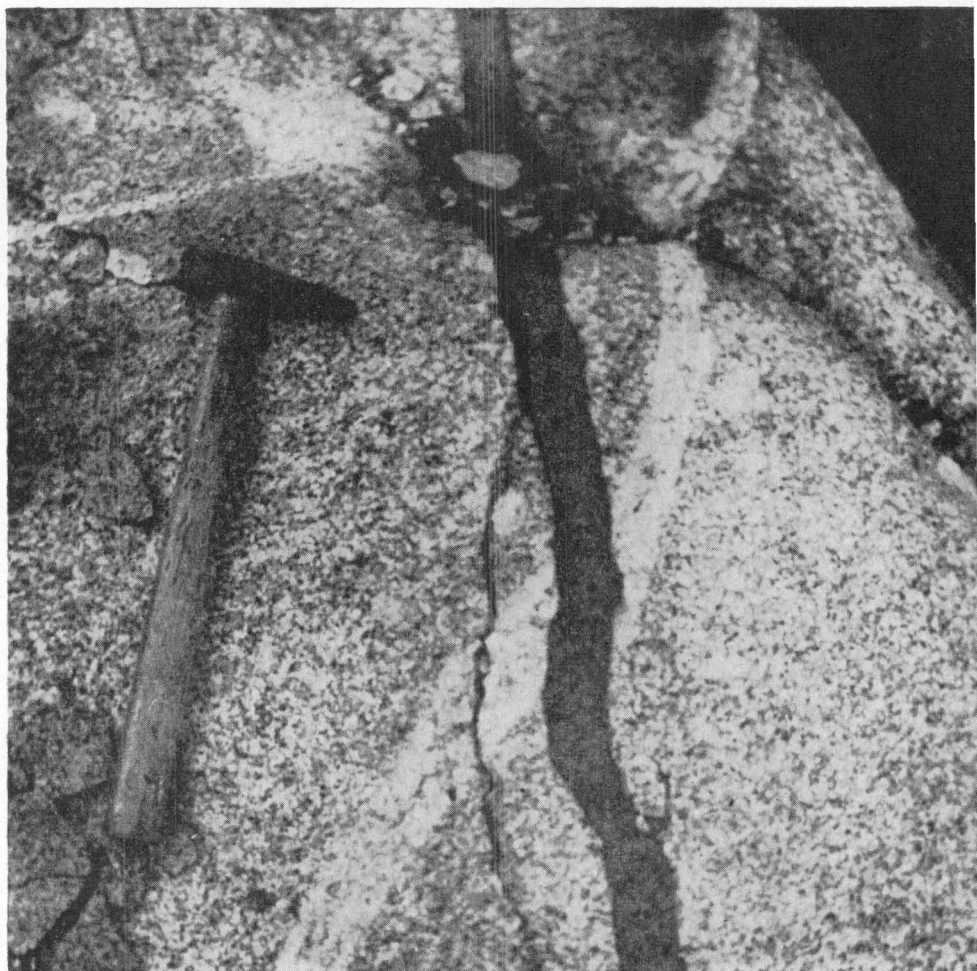


Planche XIII

Granite traversé par un petit dyke d'aplite, recoupé lui-même par un dyke de lamprophyre. Les noms de ces roches sont expliqués au chapitre III.

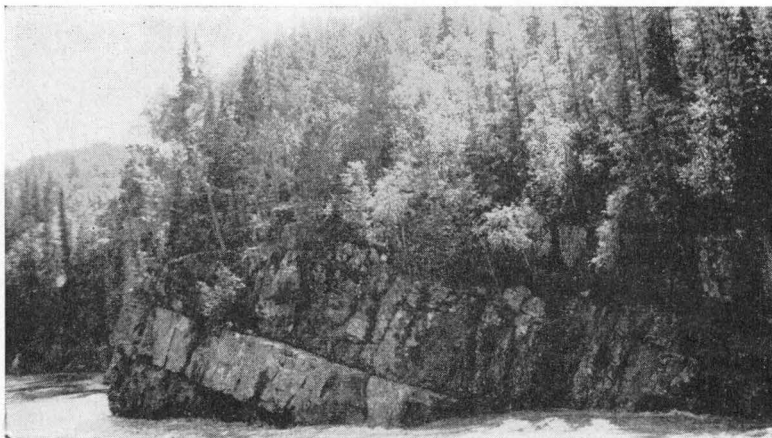


Planche XIV

Sill de granite traversant des roches sédimentaires.

blement près du point de fusion, puis, probablement, une zone épaisse de roches compactes qui se comportent comme si elles étaient à l'état solide. Cette dernière zone se fond probablement en une autre encore plus dense, contenant des oxydes et des sulfures de métaux, laquelle se fond à son tour dans un noyau très lourd composé de nickel et de fer et, nous avons lieu de le supposer, en fusion.

Dans les régions montagneuses très érodées, ou dans les régions autrefois montagneuses, on trouve souvent des masses de roches cristallines à gros grains, comme le granite ou la diorite, qu'on appelle roches *plutonniennes* pour les distinguer des autres sortes de roches ignées. Les massifs peu considérables de roches plutoniennes s'appellent *stocks* (voir figure 1) et ceux qui mesurent plus de 40 milles carrés se nomment *batholites*. Pour que les grains assez gros qui caractérisent les roches plutoniennes puissent se former, il a fallu une lente cristallisation à des milliers de pieds au-dessous de la surface. On suppose généralement que ces roches se sont formées dans la seconde zone, immédiatement au-dessous de la lithosphère, profonde de 50 milles, et qu'elles y ont pénétré en larges masses liquides ou plastiques, dites magmas. On croit généralement que la diversité de composition des roches plutoniennes provient en partie d'une ségrégation de la matière au sein du magma et en partie de la réaction du magma sur les roches avoisinantes, dans l'écorce. On trouve, cependant, chez certaines roches granitiques des indices d'une cristallisation à partir de roches de l'écorce, surtout de roches sédimentaires, cristallisation qui s'est probablement produite à des profondeurs très au-dessous de la surface existante à l'époque, après que les roches de l'écorce eurent été imprégnées de solutions provenant de plus grandes profondeurs. Certains géologues estiment maintenant que toutes les roches plutoniennes se forment de cette façon, c'est-à-dire par *granitisation*, mais la plupart estiment que certaines de ces roches sont formées par granitisation et d'autres par la cristallisation d'éléments tirés d'un magma liquide.

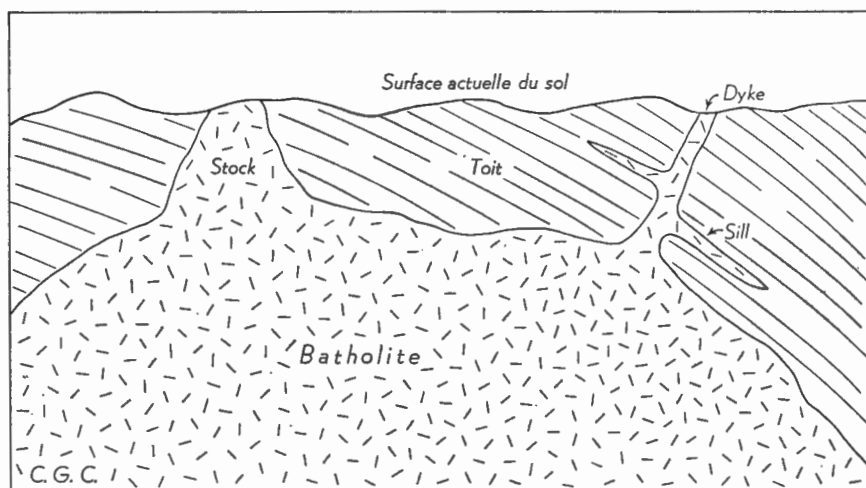


Figure 1. Représentation schématique d'un batholite non encore mis à nu par l'érosion, et des stocks, dykes et sills qui peuvent l'accompagner.

Il y a aussi d'autres roches intrusives à grains plus fins, dont la composition varie autant que celle des roches plutoniennes. Elles se présentent sous trois formes caractéristiques: petites masses à forme irrégulière auxquelles on n'a pas donné de nom; masses longues, minces et étroites qu'on appelle *dykes* et qui remplissent les fractures ouvertes dans d'autres roches; masses appelées *sills*, qui ont pénétré parallèlement aux lits des roches sédimentaires, aux épanchements de roches volcaniques ou aux bandes de roches métamorphiques dont nous parlerons plus tard. Le fin état de cristallisation des roches des dykes et des sills est attribuable dans une certaine mesure à leurs petites dimensions, qui ont permis un refroidissement plus rapide, et probablement aussi au fait qu'une partie de la matière en fusion s'est rapprochée davantage de la surface au moment de leur formation et a pu, dans ces circonstances, se refroidir plus vite.

Les laves, qui ont à peu près la même composition que les roches des dykes et des sills, sortent des volcans et de diverses fissures. Elles s'écoulent sur le sol ou sous l'eau avant de se refroidir. La cristallisation est assez rapide parce qu'elles entrent en contact avec l'air, le sol ou les roches fraîches de la surface ou avec l'eau. Les diverses sortes de laves correspondent aux catégories de roches plutoniennes, la principale différence étant la grosseur des cristaux qui les composent. Les accumulations de cendres volcaniques et les fragments plus gros que projettent beaucoup de volcans donnent des roches volcaniques d'une autre catégorie. Les laves, les cendres et les roches fragmentaires volcaniques sont souvent disposées en strates distinctes du fait d'une déposition intermittente.

Mouvements de l'écorce terrestre

L'écorce terrestre est constamment soumise à l'action de forces déformantes qui produisent des fissures, le long desquelles un bloc de l'écorce peut se déplacer par rapport à un autre, de grands plissements vers le haut ou le bas, ou des tor-

La prospection au Canada

sions de moindre envergure. Ces mouvements sont sans doute causés, dans une large mesure, par la lente accumulation de dépôts au fond de larges bassins de sédimentation. Le poids des matériaux fait s'enfoncer lesdits bassins et déplace probablement la matière plastique qui se trouve sous l'écorce. Au-dessous des

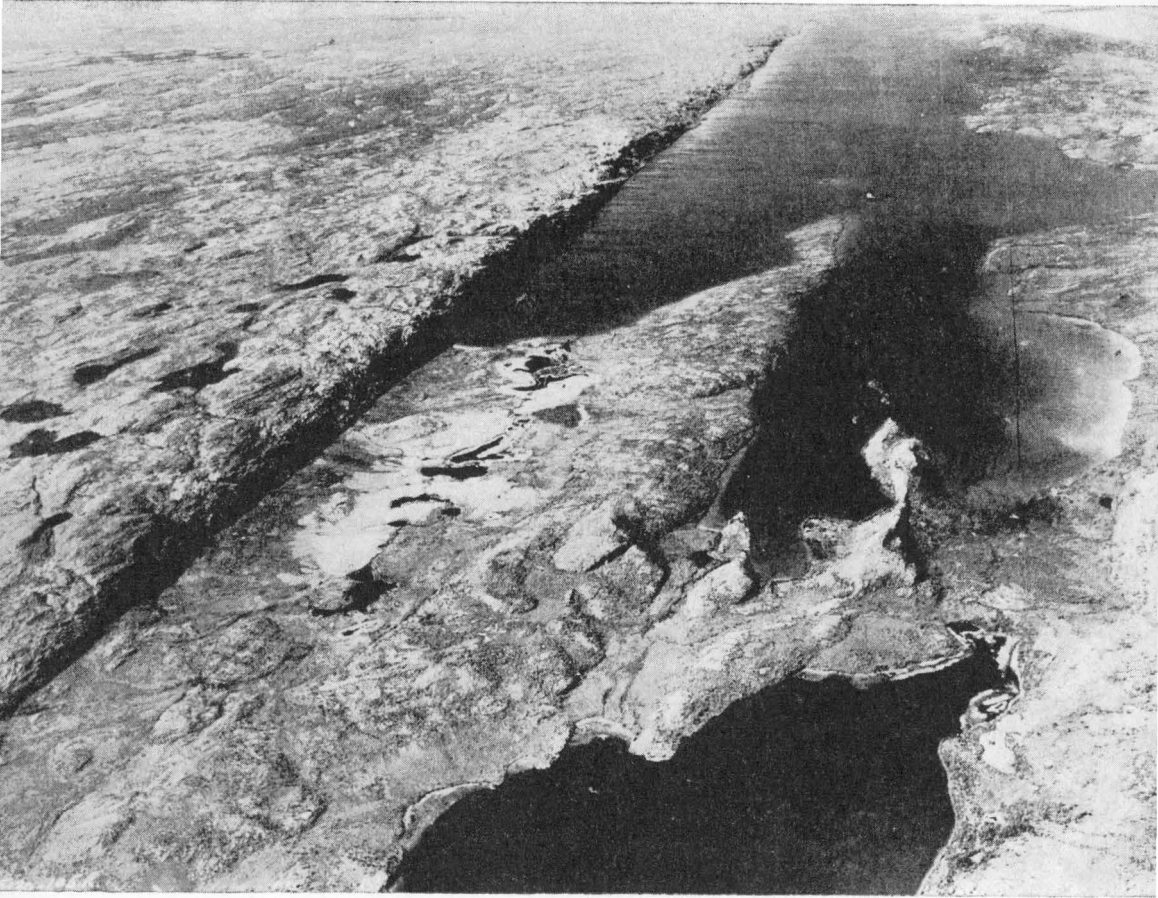
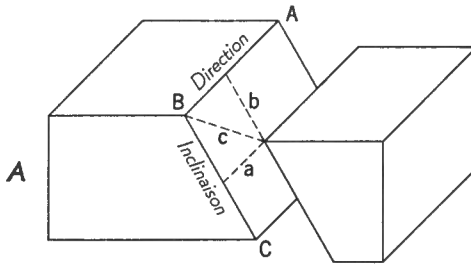


Planche XV

Érosion le long d'une grande faille en saillie, dans le bouclier canadien, Territoires du Nord-Ouest.

régions élevées du globe dont le poids diminue lentement par suite de l'érosion, la pression qui s'exerce en profondeur doit diminuer également. C'est ainsi que les surfaces à peu près aplanies par l'érosion sont lentement soulevées pour former des plateaux. Ce soulèvement accélère la vitesse des cours d'eau, ce qui en augmente la puissance d'érosion et leur fait découper les plateaux pour former une



Éléments des failles et mouvement des failles

Le plan ABC représente un plan de faille
 La ligne AB représente la direction de faille
 La ligne BC représente l'inclinaison de faille

La ligne a indique le rejet longitudinal
 La ligne b indique le rejet vertical
 La ligne c indique le rejet net

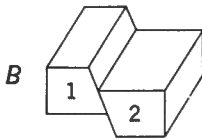


Schéma d'une faille normale

1, mur; 2, toit

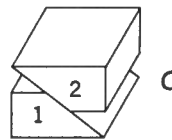


Schéma d'une faille inverse ou contraire

1, mur; 2, toit

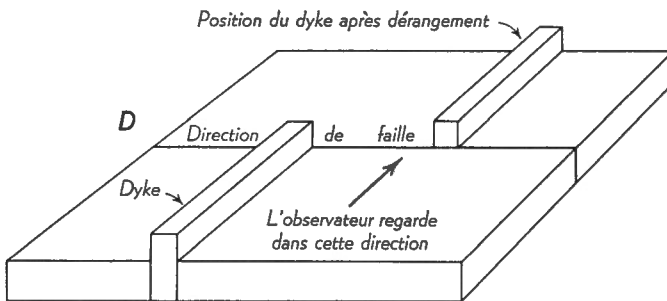


Schéma d'une faille à droite

Un dyke qui fait saillie au-dessus du sol par suite de sa résistance à l'érosion est déplacé par une faille à droite

C.G.C.

Figure 2. Représentation schématique de failles.



Planche XVI

Série de petites failles normales contenues dans des lits minces de quartzite précambrien (voir chapitre III). Les couches de quartzite plus sombre contiennent une forte proportion de magnétite.

Planche XVII

Plan de faille mis à nu par l'érosion.

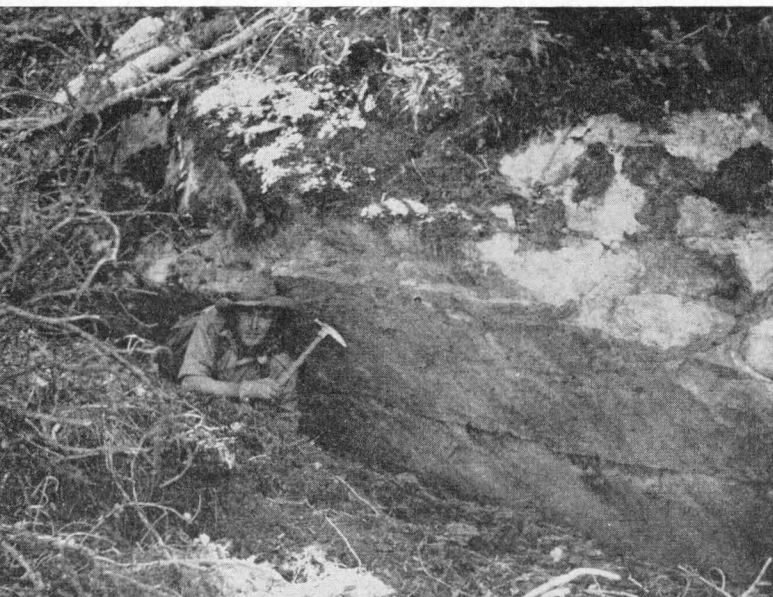




Planche XVIII

Anticlinal étendu, en forme de dôme, dans des couches sédimentaires, monts du Mackenzie.

La prospection au Canada

deuxième génération de montagnes et de vallées. Ces déformations, cependant, n'expliquent pas l'origine des fortes pressions latérales sans lesquelles certains des phénomènes dont il est question plus loin ne peuvent se produire. On a formulé diverses théories pour les expliquer, mais l'origine des forces qui interviennent n'est pas encore très bien connue.

Les diverses formes de mouvement qui se produisent dans les roches de l'écorce ainsi que les "structures" qui en résultent sont de première importance pour les prospecteurs, étant donné que beaucoup de gîtes miniers peuvent s'y rattacher.

Fractures et failles

Les roches réagissent aux pressions soit en se fracturant, soit par un mouvement de masses solides, soit par une recristallisation qui produit des composés chimiques demeurant stables malgré une pression plus forte, soit enfin par un épanchement plastique quand la pression est considérable. Les accidents les plus simples que produisent les tensions sont les fractures ou joints. On en trouve de toutes petites aussi bien que de très longues (100 pieds ou plus). Elles se présentent souvent par groupe de fractures parallèles ou de fractures se coupant à des angles plus ou moins uniformes dans un même groupe. Une tension continue peut causer un déplacement de la roche d'un côté de la fracture par rapport à l'autre, ce qui donne une *faille*. Les parois d'une faille sont d'habitude polies et striées, formant une surface caractéristique dite *miroir de faille*. Le déplacement le long d'une faille broie souvent la roche et forme un amas de roches moulues ressemblant à de l'argile; cet amas, dont l'épaisseur varie d'une fraction de pouce à plusieurs pieds, est appelé *salbande*. Au lieu de former une salbande, le déplacement, le long d'une faille, peut former une *zone de laminage*, zone où les roches déplacées sont séparées par une bande de roc découpé ou cisailé; ou encore la roche peut être broyée en fragments anguleux, ce qui donne, entre les parois d'une faille, une *brèche de faille* ou une *zone bréchiforme*. On peut suivre les grandes failles pendant plusieurs milles et les plus importantes s'étendent sur des centaines de milles. A la ligne de démarcation, les roches qui autrefois étaient en contact peuvent s'être déplacées, l'une par rapport à l'autre, de centaines de pieds et même de quelques milles. Ce mouvement cause des vibrations intenses qui se traduisent par des tremblements de terre.

Pour comprendre les descriptions que donnent les rapports géologiques et miniers au chapitre des failles, il faut être au courant de quelques autres définitions que nous donnons ci-dessous. Bien qu'une faille soit représentée par une ligne sur une carte ou un plan géologique, le mouvement se fait le long d'une surface qu'on appelle *plan de faille* (voir figure 2, A). L'orientation de ce plan, exprimée à l'aide de la boussole, s'appelle la *direction* du plan de faille. Sa pente s'appelle la *plongée* ou l'*inclinaison*. Certains plans de failles sont verticaux, mais la plupart forment un angle; dans ces derniers cas, l'amas de roches qui se trouve au-dessus du plan s'appelle le *toit*, tandis que l'amas qui se trouve au-dessous se nomme le *mur* (voir figure 2, B et C). Si le toit semble s'être déplacé vers le bas par rapport au mur, la faille est dite *normale*, tandis que si le toit semble avoir été relevé, la faille est dite *inverse* ou *contraire*. Règle générale, la direction du mouvement peut être mesurée horizontalement aussi bien qu'en profondeur. Le déplacement horizontal s'appelle *rejet longitudinal* et le déplacement vertical, *rejet vertical*; on emploie l'expression *rejet net* pour décrire

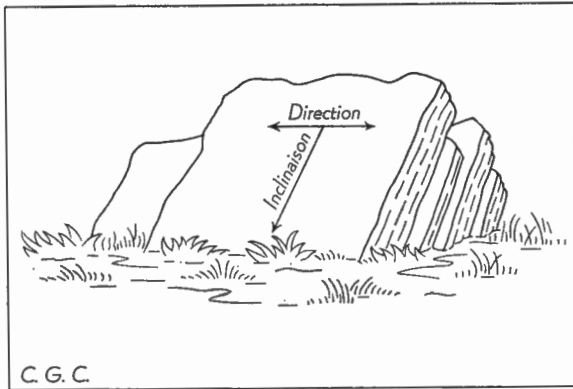


Figure 3. Représentation schématique d'un affleurement de couches sédimentaires, montrant dans quels sens on mesure l'inclinaison et la direction.

le déplacement réel (voir figure 2, A). Une faille dont le mouvement est presque entièrement vertical est parfois appelée *faille de plongée* ou de *plongement*; celle dont le déplacement est surtout horizontal est dite *faille en direction* ou *décrochement horizontal*. On dit parfois que le déplacement d'une faille est *de droite* ou *de gauche*, suivant la direction du mouvement apparent. Prenons, par exemple (figure 2, D), un observateur placé le long de la ligne de contact d'un lit, d'un filon ou d'un dyke brisé par une faille. Si, faisant face à la faille, il constate que le contact correspondant, de l'autre côté de la faille, est reporté à droite, la faille est de droite. Le mot "contact", d'usage fréquent dans les descriptions géologiques, s'applique à la ligne ou à la surface qui sépare deux massifs de roches de caractère différent.

Plissements

Les roches, même à l'état solide, se plissent sous l'effet de la pression. Les plis varient de simples rides à de vastes voûtes et auges larges de plusieurs milles. Le pli en voûte est dit *anticlinal* et son voisin, le pli en auge, est dit *synclinal* (voir figure 4). La ligne imaginaire le long de la crête d'un pli anticlinal et le long de la partie la plus basse d'un pli synclinal forme l'*axe* du pli; les côtés portent le nom de *flancs*. On trouve souvent des couches de roches stratifiées dans une position inclinée, soit qu'elles constituent le flanc d'un pli soit qu'il y ait eu soulèvement inégal. Les géologues donnent le nom de *disposition* ou *allure* à la position des couches et mesurent la présentation des lits inclinés par ce qu'ils appellent la *direction* et l'*inclinaison*. La direction représente l'orientation d'une ligne imaginaire tirée horizontalement le long du plan d'inclinaison, tandis que l'angle entre le plan horizontal et le plan d'inclinaison donne le plongement. Ces termes sont illustrés à la figure 3. Des mesures analogues indiquent la disposition des fractures, des dykes et des filons.

Orogénèse

Les fractures, les failles et les plissements sont souvent associés dans un processus complexe dit *orogénèse*. De grandes quantités de roches stratifiées qui se

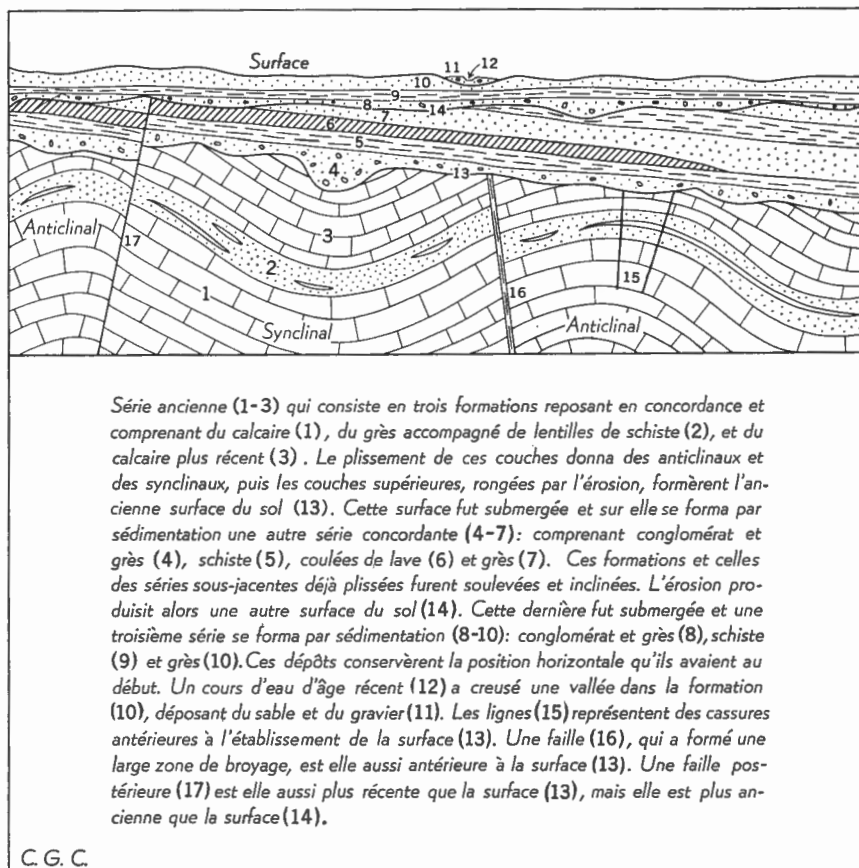


Figure 4. Coupe schématique d'une succession géologique.

sont accumulées dans de vastes bassins de sédimentation sont soulevées et déformées de façon à présenter les plis complexes et les massifs bornés par des failles qui caractérisent les chaînes de montagnes. D'anciennes régions montagneuses qui ont été rongées par l'érosion sont parfois aussi soulevées et rajeunies pour former des montagnes secondaires. Ces phénomènes s'accompagnent habituellement d'activité volcanique; de fait, on croit généralement que l'origine des magmas tient à une détente locale de la pression à la suite d'un relèvement des couches, détente qui permet la liquéfaction de roches profondes que la pression empêche normalement d'exister à l'état de fusion.

Échelle géologique

Les diverses roches sédimentaires et ignées sur lesquelles repose une région donnée, définies dans l'ordre de leur déposition ou de leur intrusion, constituent l'échelle géologique (voir figure 4). Celle-ci varie d'un endroit à un autre parce qu'il a pu y avoir accumulation en un endroit donné pendant que l'érosion agis-



Planche XIX

Petits plis dans des couches minces d'argillite et de grauwacke.

sait ailleurs, parce que les intrusions et l'activité volcanique ne surviennent qu'à certains moments et à certains endroits et parce que beaucoup de roches, après avoir été formées, peuvent plus tard être détruites par l'érosion. Les conditions géologiques diffèrent généralement sous un autre rapport, c'est-à-dire par la façon dont les roches sont inclinées, plissées ou faillées.

Malgré ces complications, la comparaison de l'échelle géologique de diverses régions a permis aux géologues d'établir un ordre de succession géologique dont les grandes lignes s'appliquent à tous les continents. Ce résultat a été rendu possible dans une large mesure par la présence de fossiles dans presque toutes les roches sédimentaires qui ont été déposées durant les dernières époques géologiques, c'est-à-dire à partir du début de la période cambrienne, ainsi que nous l'expliquerons plus bas. Les fossiles sont les empreintes ou les restes de plantes ou d'animaux ensevelis dans des sédiments et préservés après que les sédiments ont été transformés en roches. On ignore à quel moment la vie a débuté sur notre planète, car les organismes vivants les plus simples, qui sont sans doute ceux qui sont apparus les premiers, n'avaient ni écaille ni squelette qui aient pu être conservés comme fossiles. Cependant, la vie a dû apparaître tôt, puisque des roches formées il y a environ 500 millions d'années renferment des restes fossilisés de beaucoup d'organismes distincts, assez évolués, qui sans aucun doute ne représentent pas les formes premières de la vie animale. La plupart des roches sédimentaires de moins de 500 millions d'années renferment des fossiles. Il a été amplement démontré que les fossiles déposés au cours d'une période donnée sont à peu près les mêmes dans n'importe quelle partie de n'importe quel continent. Les fossiles de chaque période présentent toutefois des différences distinctes attribuées au déclin de certaines espèces et au progrès de certaines autres. Ces faits aident beaucoup le géologue qui peut ainsi utiliser les fossiles pour établir la corrélation entre les roches du même âge qu'il rencontre dans des régions dif-

La prospection au Canada

férentes et pour établir le véritable ordre géologique dans les régions où certaines couches font défaut ou ont été renversées par la violence du plissement.

Une étude de l'échelle géologique dans différentes parties du monde permet, pour l'ensemble de la terre, de diviser les temps géologiques en périodes définies de grande durée. Après entente sur ces intervalles de temps, on a donné le nom d'*ères* aux âges intermédiaires entre les époques où l'orogénèse a été la plus active et le nom de *périodes* aux divisions d'une même ère, séparées par des perturbations bien moins violentes de la croûte terrestre. A cause de ces cycles d'orogénèse, de surrection, d'érosion et de déposition subséquentes, les roches représentant différentes ères ou périodes sont généralement séparées par des surfaces d'érosion ancienne dites *discordances* (voir figure 4). Celles-ci sont de deux sortes: il y a les *lacunes stratigraphiques* où les couches du dessus et du dessous sont horizontales ou également inclinées, ce qui indique qu'il y a eu de l'érosion et peut-être un soulèvement, mais pas de plissement; et les *discordances angulaires* ou simplement *discordances de stratification* où les couches de dessous sont plissées ou inclinées d'une façon toute différente de celles qui font suite à la lacune stratigraphique, ce qui indique que les roches plus anciennes ont été plissées ou inclinées avant le dépôt des plus récentes.

Les roches formées durant les périodes et les ères les plus récentes étant mieux conservées, il est plus facile de les distinguer; en conséquence, les unités de temps sur lesquelles on s'est entendu deviennent progressivement plus courtes, comme le démontre le prochain tableau ci-joint, lequel, comme tous les tableaux et légendes géologiques, place les unités les plus récentes au sommet.

Bien qu'antérieurement à 1920 environ, les géologues n'aient pas disposé des moyens qu'ils ont aujourd'hui d'estimer l'âge des roches, ils savaient que les temps géologiques représentaient des millions d'années. Cette conclusion se fondait sur la mesure du taux moyen d'accumulation des sédiments déposés au cours de l'époque moderne. En appliquant ce taux aux énormes épaisseurs de roches sédimentaires qu'on a mesurées pour de nombreuses périodes, il est devenu évident que chaque période représente plusieurs millions d'années. Ce témoignage s'est trouvé corroboré lorsqu'il est devenu évident que les espèces vivantes d'une période donnée étaient issues de celles de la période précédente et que ces transformations ne pouvaient s'être opérées que très lentement. A l'heure actuelle, les astronomes sont convaincus que la terre a été formée il y a au moins trois ou quatre milliards d'années; c'est ce que confirment les méthodes actuelles de détermination de l'âge des roches qui renferment de petites quantités d'uranium. Cet élément se désintègre lentement, à un rythme connu, et se transforme en d'autres éléments. Par la détermination précise des quantités d'uranium et des produits de désintégration de l'uranium présents dans un échantillon approprié, on peut déterminer l'âge de la roche. La roche la plus ancienne jusqu'ici soumise à cette épreuve est âgée de 2,570,000,000 d'années suivant une méthode d'analyse et de 3,180,000,000 suivant une autre méthode.

La période la plus ancienne, le précambrien, représente plus des cinq sixièmes de la durée des âges géologiques. Étant donné l'absence de fossiles dans les roches précambriennes et vu que ces roches sont grandement déformées, il est difficile de les suivre d'une région à une autre et il n'a pas été possible de subdiviser le précambrien avec autant de précision que les ères plus récentes. Au Canada, le précambrien se subdivise en précambrien primitif, ou archéen, et en précambrien récent, ou protérozoïque, mais il n'a pas encore été possible de diviser ces espaces

de temps en périodes applicables à toutes les roches précambriennes qu'on trouve au Canada. La fin du précambrien récent a été marquée, dans la plupart des régions, par une période d'érosion prononcée, période qui a été suivie de l'ère paléozoïque. Bien qu'on n'ait pas fait assez de déterminations précises pour permettre d'établir une chronologie exacte, on a lieu de supposer que l'ère paléozoïque a débuté il y a environ 500 millions d'années et qu'elle a duré environ 300 millions d'années. Elle se répartit en plusieurs périodes, dont la plus ancienne est le cambrien; les autres sont énumérées dans le tableau ci-joint. Le paléozoïque a été suivi du mésozoïque, lequel se subdivise en trois périodes: triasique, jurassique et crétacée. L'ère mésozoïque a été elle-même suivie de l'ère cénozoïque qu'on a divisée en plusieurs périodes relativement courtes. L'ensemble des plus anciennes de ces périodes forme ce qu'on appelle "le tertiaire", c'est-à-dire la troisième des importantes divisions chronologiques après le précambrien récent. L'ère tertiaire a été suivie du pléistocène, période où le climat de l'hémisphère nord est devenu plus froid et où de grands glaciers et des calottes glaciaires se sont formés sur une grande partie des continents nord-américain, asiatique et européen. Le climat est ensuite devenu plus chaud de sorte que la glace a fondu. Puis l'alternance d'une période de froid avec une période de chaleur a produit 4 époques glaciaires successives au cours du pléistocène.

Dans les alinéas précédents, nous n'avons expliqué que les termes chronologiques. Les géologues ont de plus adopté une méthode uniforme pour désigner les unités de roches sédimentaires et volcaniques. La plus petite unité de roches

CHRONOLOGIE GÉOLOGIQUE

Ère		Période	Espèces vivantes caractéristiques	Durée estimative (années)	
Cénozoïque	Tertiaire	Récente Pléistocène	Homme	1,000,000	
		Pliocène Miocène Oligocène Éocène Paléocène	Mammifères et plantes modernes	60,000,000	
		Mésozoïque	Crétacée Jurassique Triasique	Reptiles et gymnospermes de la famille des Cycadées	200,000,000
		Paléozoïque	Permienne Carbonifère	Amphibies et lycopodes (pieds-de-loup géants)	500,000,000
Dévonienne Silurienne	Poissons				
Ordovicienne Cambrienne	Invertébrés plus évolués				
Précambrien	Précambrien récent (protérozoïque)		Invertébrés primitifs et algues	3,000,000,000 ou plus	
	Précambrien primitif (archéen)		Néant		

La prospection au Canada

sédimentaires s'appelle un *lit* ou une *couche* et l'épaisseur de cette unité peut varier d'une fraction de pouce à plusieurs pieds. Les unités de lave s'appellent *coulées*. La plus petite unité qu'on puisse indiquer en pratique sur une carte géologique s'appelle *formation*. Dans de rares cas, la formation peut se composer d'un seul lit ou d'une seule coulée, mais la plupart des formations comprennent une série de lits ou de coulées, ou les deux, déposés pendant un court intervalle géologique. On peut n'y trouver qu'une seule sorte de roches ou des lits alternants de roches différentes. On donne généralement des noms aux formations, comme "la formation d'Ottawa" ou "la formation de Belly River". On peut suivre certaines formations pendant des centaines de milles, mais toutes, en définitive, finissent quelque part, soit qu'elles se terminent en biseau, soit qu'elles se fondent peu à peu dans d'autres formations. Les prospecteurs sont portés à employer ce terme dans d'autres acceptions et parlent de "formation de granite", "formation de calcaire", "formation favorable", et ainsi de suite; il faut éviter ces expressions, sauf l'expression "formation de fer" dont le sens est accepté. Lorsque deux ou plusieurs formations se suivent et sont reliées de telle façon qu'il est opportun de les désigner collectivement, on les appelle *groupe* ou *série* et on leur donne des noms, comme "le groupe Windsor" ou "la série Caribou". Il est rare qu'on puisse trouver une série complète de formations pour une période donnée mais, lorsque c'est possible, on donne à ces formations le nom de *système*, comme, par exemple, "le système cambrien".

On peut estimer l'âge des roches intrusives d'après l'âge des roches dans lesquelles elles ont pénétré. Si, par exemple, une masse de granite traverse les couches récentes du Trias et est recouverte de couches discordantes datant du crétacé inférieur, c'est que l'intrusion et la mise à nu de cette masse ont eu lieu durant la période jurassique; comme l'érosion se fait très lentement, l'intrusion a probablement eu lieu au début de la période jurassique.

Autres ouvrages à consulter

Le présent chapitre n'expose que très brièvement les principes fondamentaux de la géologie afin que les questions géologiques qui seront traitées dans le reste du présent ouvrage soient comprises du profane et du prospecteur débutant. Un prospecteur compétent a besoin de connaissances plus étendues de géologie élémentaire. Il constatera que l'étude de cette science est très intéressante et qu'il peut l'entreprendre soit en assistant à des cours, soit en suivant les cours par correspondance dont nous parlerons plus loin, soit en lisant certains des ouvrages de référence les plus connus. En voici quelques-uns.

Raistrick, A.: *Teach Yourself Geology*; Hodder et Sroughton, Toronto. Prix \$1.50 environ.
Cette introduction à la géologie porte le numéro 57 de la série "Teach Yourself".

MacLean, A.: *Geology for the Layman*; Northern Miner Press, Toronto, 2e édition, 1947.
Prix \$3 environ.

Manuel élémentaire de géologie, court et excellent.

Fearnside, W. G., et Bulman, O. M. B.: *Geology in the Service of Man*; Pelican Book A 123; publié par les éditions Penguin. Prix 40c. environ.

Ouvrage peu coûteux de géologie élémentaire, comprenant des articles sur les cartes géologiques et les gîtes miniers. Bien que le texte et les exemples se fondent dans une large mesure sur la géologie de la Grande-Bretagne, le débutant trouvera dans cet ouvrage une source utile de documentation.

Les bases de la géologie

Moore, E. S.: *Elementary Geology for Canada*; J. M. Dent & Sons (Canada) Ltd., Toronto, 1944. Prix \$4 environ.

Manuel utile de géologie élémentaire, remarquable par ses illustrations et exemples canadiens.

Longwell, C. R., Knopf, A., et Flint, R. F.: *Physical Geology*; Wiley & Sons, New York, 3^e éd., 1948. Prix \$5 environ.

Un des manuels élémentaires de géologie les plus répandus. Bien qu'il se rattache surtout aux cours universitaires, il est d'une lecture si facile et renferme tant d'exemples qu'il peut convenir à tous.

Carson, Rachel L.: *The Sea Around Us*; Mentor Books; New American Library. Prix 50c. environ.

Ce livre renferme un exposé très clair et intéressant du rôle que jouent les océans dans l'érosion et dans la formation des roches sédimentaires; il traite aussi d'autres sujets qui intéressent celui qui étudie la géologie.

Walker, J. F.: *Elementary Geology Applied to Prospecting*; min. Mines de la Colombie-Britannique, Victoria (C.-B.), édition révisée, 1953. Prix 75c.

Manuel élémentaire de géologie, de minéralogie et de prospection qui traite particulièrement de la Colombie-Britannique.

Himus, G. W. H.: *A Dictionary of Geology*; Penguin Reference Books. Prix 50c.

Cet ouvrage à bon marché définit une foule de termes géologiques, en ce qui a trait aux noms de roches notamment.

CHAPITRE III

MINÉRAUX ET ROCHES

Minéraux

Les minéraux sont les matières dont se composent les roches et les gisements de minerais qui forment la croûte terrestre. Un prospecteur doit être en mesure de reconnaître les principaux minéraux qui composent les roches et les principaux minéraux de valeur commerciale, ainsi que ceux qui ont moins de valeur, mais qui sont communément associés avec des minéraux de valeur et qui peuvent, de ce fait, fournir des indices au prospecteur. De temps à autre, il lui faudra apprendre à reconnaître quelques autres minéraux spécialement en demande. Il doit aussi se familiariser avec l'apparence générale des minerais, afin d'être en mesure de déceler des gisements qui peuvent avoir une certaine valeur, même s'il ne peut reconnaître le minéral dont il s'agit. La minéralogie est une science vaste et complexe; pour être compétent, il n'est pas nécessaire qu'un prospecteur la connaisse en détail, mais il doit en connaître les rudiments. Les pages qui suivent expliquent les principes généraux de la minéralogie et signalent les connaissances supplémentaires qu'il conviendrait de posséder et les moyens de les acquérir.

Les éléments

La substance dont se compose la terre se divise en éléments qui ont des propriétés chimiques distinctes. On trouvera en appendice la liste des 99 éléments qui ont été distingués et désignés, ainsi que les symboles servant à les représenter dans les formules chimiques. Certains de ces éléments existent à profusion, d'autres sont moins abondants tandis que d'autres encore sont très rares. Tout indique qu'on a maintenant reconnu tous les éléments de la croûte terrestre, à l'exception de quatre qui sont instables. Certains éléments existent naturellement, à l'état libre, mais la plupart se trouvent combinés à deux ou trois autres, sous forme des composés chimiques. Comme il existe une centaine d'éléments, il est facile de comprendre que le nombre des diverses combinaisons possibles est très grand. Les atomes de chaque élément possèdent des caractéristiques distinctes; un ou plusieurs atomes d'un élément peuvent se joindre à un ou plusieurs atomes d'un autre élément. Ainsi, deux atomes d'hydrogène peuvent se fusionner avec un atome d'oxygène pour former de l'eau; pour exprimer cette combinaison, on donne à l'eau la formule H_2O .

Les éléments qui intéressent directement les prospecteurs se divisent en deux catégories: les métaux et les métalloïdes. (Les auteurs anglo-saxons divisent ces derniers en non-métaux et semi-métaux.) Les métaux sont opaques, possèdent l'éclat métallique et, dans la plupart des cas, peuvent être déformés par le martelage; ils sont conducteurs de chaleur et d'électricité. Les métalloïdes comprennent

La prospection au Canada

les éléments gazeux ainsi que des éléments solides comme le soufre, le carbone et le silicium, qui n'ont pas de propriété métallique. Certains éléments, comme l'arsenic et l'antimoine sont appelés semi-métaux parce qu'ils ont à la fois certaines propriétés des métaux et des éléments non métalliques.

Qu'est-ce qu'un minéral?

Un minéral est un élément ou plus communément un composé chimique de deux ou de plusieurs éléments qu'on trouve dans la terre. Plus précisément, un minéral est une substance homogène, inorganique, qui se trouve dans la nature, ayant une composition chimique particulière et des propriétés physiques assez bien définies. Nous disons "qui se trouve dans la nature" pour établir une distinction entre les minéraux et les composés synthétiques qui sont l'oeuvre de l'homme. Les minéraux sont homogènes; par conséquent n'importe quelle parcelle d'un minéral a exactement la même composition que n'importe quelle autre parcelle du même minéral. Les minéraux sont inorganiques, car un usage déjà ancien exclut les os, les coquillages, les perles et d'autres substances organiques, tant à cause de leur origine que parce qu'ils n'ont pas une structure moléculaire homogène. Le mercure et l'eau sont classés comme minéraux parce que le mercure est un métal liquide et parce que l'eau a une composition chimique précise et une structure cristalline incontestable lorsqu'elle se transforme en glace. D'autre part, le pétrole et le charbon ne sont pas strictement classés comme minéraux, car ils sont constitués, dans une mesure variable, de plusieurs composés chimiques; cependant, les industries pétrolière et houillère sont considérées comme secteurs de l'industrie minière.

Classification des minéraux

En vertu d'une coutume établie depuis longtemps, les minéraux sont essentiellement classés selon leur composition chimique; ils sont divisés en groupes, comme les éléments natifs (l'or, le diamant, etc.), les sulfures (combinaison d'un élément avec le soufre; par exemple, la pyrite, qui est du sulfure de fer), les oxydes (élément uni à l'oxygène, comme l'uraninite, qui est de l'oxyde d'uranium), les carbonates (élément uni au carbone et à l'oxygène), et plusieurs autres composés plus complexes. Ainsi classés, les minéraux connus sont au nombre d'environ 2,000.

Certains éléments ou composés sont mêlés à d'autres et forment ce qu'on appelle des séries ou solutions solides auxquelles on attribue des noms de minéraux distincts selon des limites arbitraires d'après la quantité d'un élément ou composé particulier qu'elles renferment. Par exemple, l'argent forme une solution solide avec l'or, ce qui explique que la plupart des mines d'or produisent beaucoup d'argent comme sous-produit, bien que l'argent ne se révèle pas de façon distincte dans le minerai. Une faible quantité d'argent n'empêche pas le minéral d'être considéré comme de l'or, mais si la solution solide renferme une quantité égale d'or et d'argent on appelle alors le minéral "électrum". Les plagioclases, groupe de minéraux de la famille des feldspaths, nous fournissent un bon exemple d'une série de composés: on leur donne des noms distincts selon les pourcentages de sodium ou de calcium qu'ils renferment. Les minéraux peuvent varier légèrement parce que certains éléments ou groupes d'éléments ayant à peu près les mêmes propriétés qu'une des parties constituantes essentielles d'un

minéral peuvent y être substitués dans la forme cristalline du minéral. De cette façon, on peut trouver de faibles quantités de manganèse à la place du fer sans qu'il y ait modification du classement; on pourrait donner beaucoup d'autres exemples.

Un grand nombre de minéraux sont impurs parce qu'ils renferment de minuscules particules d'un autre minéral sous forme d'inclusions ou de veinules, dont certaines sont si petites qu'elles ne peuvent être vues qu'au moyen de microscopes très puissants.

Outre le classement chimique fondamental des minéraux, il est parfois commode de les classer d'autres façons. Par exemple, on peut dire que des minéraux sont métalliques ou non métalliques selon qu'ils possèdent ou non l'éclat ou le lustre métallique. Il convient de noter que nous parlons de l'apparence du minéral même et non pas du contenu du minéral, car un grand nombre de minéraux qui renferment d'importantes quantités d'un métal donné n'ont pas l'éclat métallique. Voici un moyen facile de distinguer les minéraux métalliques: si un minéral métallique est pulvérisé ou frotté sur un morceau de porcelaine rugueuse, la poussière ou "trait" est invariablement de couleur plus foncée que le minéral massif. Pour distinguer les minéraux qui produisent des métaux de ceux qui n'en donnent pas, on peut employer les expressions "métallifères" et "non métallifères".

Les minéraux sont aussi désignés comme *primaires* ou *secondaires*. Les minéraux primaires sont dans l'état dans lequel on les a trouvés à l'origine. Lorsqu'on expose certains minéraux à l'humidité, à la surface de la terre ou à proximité de celle-ci ils se modifient en d'autres minéraux secondaires à peu près de la même façon qu'un morceau de fer attaqué par la rouille. Les minéraux secondaires peuvent constituer d'importants gisements, dont certains sont exploités, mais habituellement ils forment une croûte ou efflorescence qu'on ne trouve qu'en petites quantités mais qui peut cependant constituer un indice important pour le prospecteur, car elle attire l'attention et peut conduire à la découverte d'un gîte de minéraux primaires (*voir* page 156).

Détermination des minéraux

Bien que les minéraux soient classés du point de vue chimique, il existe maintes autres façons de les distinguer, par exemple selon l'éclat, la couleur, le poids, la dureté ou la forme cristalline. Dans certains cas, il suffit d'une caractéristique pour permettre une détermination précise. Pour un certain nombre de minéraux il suffit de deux ou trois épreuves simples. Ainsi, un minéralogiste peut reconnaître une centaine de minéraux en les examinant ou en leur faisant subir sur les lieux ou à la maison quelques épreuves simples. Cependant, on ne peut établir d'une façon absolue l'identité de la plupart des minéraux qu'à la suite de longs travaux de laboratoire, qui peuvent prendre la forme d'examen au microscope, d'épreuves chimiques compliquées, de mesurage des cristaux ou de radiographies qui révèlent la structure cristalline interne des minéraux en question. Heureusement, la plupart de ces minéraux sont rares et ne présentent guère d'importance pour ce qui est de la prospection; la plupart des principaux minéraux peuvent habituellement être reconnus assez facilement. C'est pourquoi la connaissance de cette centaine de minéraux principaux est plus importante pour les prospecteurs que la connaissance de tous les autres. Il n'est même pas essentiel

La prospection au Canada

qu'un prospecteur puisse en distinguer un nombre aussi grand car s'il a une idée générale de l'aspect des minerais, il peut en envoyer des échantillons pour qu'on les analyse, mais il lui est très utile de connaître au moins une cinquantaine ou une centaine des plus importants minéraux.

On peut faire diverses épreuves chimiques simples sur les lieux, à l'aide du chalumeau souvent, afin de produire une flamme chaude au moyen d'une chandelle ou d'une lampe à alcool. On vend dans le commerce des troussees portatives servant à l'analyse des minéraux sur les lieux ou à la maison; les diverses pièces nécessaires peuvent aussi être achetées séparément. D'autres épreuves chimiques peuvent être faites sur le terrain ou à la maison à l'aide de quelques acides et autres produits peu coûteux qu'on achète dans les pharmacies, en utilisant des éprouvettes ou même des verres, de vieilles tasses ou des soucoupes. Il faut prendre soin de bien nettoyer les récipients et d'éviter de répandre les produits chimiques; il faut aussi les tenir loin des enfants. Une loupe ou lentille à main est utile pour examiner de petits échantillons. On trouvera, en appendice au présent ouvrage, une liste de moyens utiles pour identifier les minéraux ordinaires.

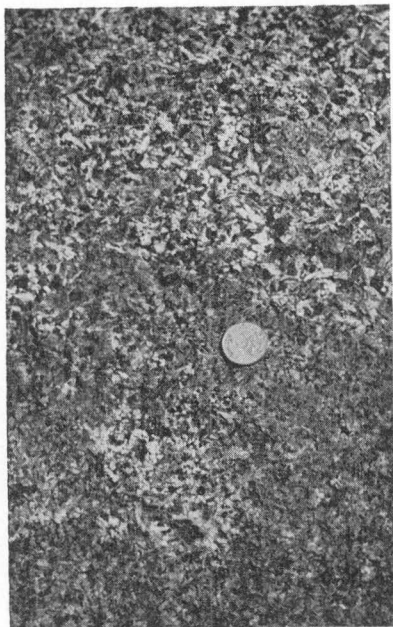
Perfectionnement des connaissances

Les notes qui précèdent ne donnent que les renseignements les plus élémentaires sur la minéralogie. La meilleure façon d'acquérir de plus amples connaissances ou de se rafraîchir la mémoire est de suivre l'un des cours qui se donnent dans plusieurs régions du Canada. On trouvera dans un autre chapitre des renseignements à ce sujet. Si l'intéressé ne peut suivre un tel cours, il peut se procurer d'excellents ouvrages qui lui permettront d'étudier par lui-même; nous indiquons à la fin du présent chapitre une liste de ces ouvrages. Les connaissances acquises dans ces livres devraient être complétées par l'examen et l'analyse d'échantillons. Comme nous l'expliquons dans un appendice, on peut obtenir de la Commission géologique du Canada des collections peu coûteuses de minéraux et de roches, ainsi que de petits échantillons. On peut aussi se procurer d'autres échantillons de commerçants comme la *Wards Natural Sciences Establishment*, de Rochester (New-York). Il faut aussi étudier les minéraux dans leurs affleurements naturels car l'altération leur donne parfois une apparence très différente de celle des spécimens à cassure récente que l'on a à sa disposition pour examen en classe ou à la maison.

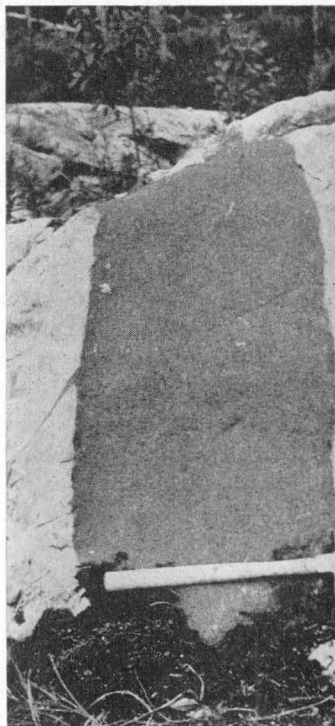
On indique à ceux qui suivent un cours quels minéraux ils doivent étudier et comment procéder pour les reconnaître. Nous indiquons dans un autre appendice, à l'intention de ceux qui désirent étudier par eux-mêmes, une liste des minéraux qui devraient faire l'objet de leurs premières études; nous donnons aussi des notes sur les caractéristiques qui les distinguent. On peut obtenir de la Commission géologique du Canada, moyennant quelques sous, des exemplaires de ce tableau pour emploi sur le terrain ou à d'autres fins. Il est à l'avantage d'un prospecteur d'apprendre à reconnaître un plus grand nombre de minéraux que ceux que renferme cette liste; il devrait aussi prendre l'habitude de recueillir et de distinguer des minéraux qu'on ne rencontre pas souvent. Cependant, il ne devrait pas oublier que son principal objectif est de découvrir des quantités rentables de minéraux utiles.

Planche XX

- A. Diorite (en bas) pénétrant du granite (en haut). Remarquer la texture plus fine de la diorite près du granite; elle vient de ce que la première s'est refroidie rapidement au contact du second.



- B. Dyke de lamprophyre pénétrant le granite.



- C. Diabase d'un grain plus gros que d'ordinaire.



- D. Dyke de porphyre à feldspath.

Roches

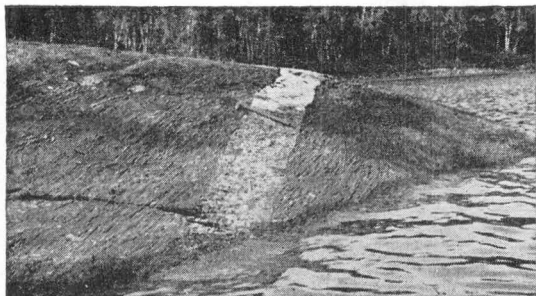
Les roches se présentent en masses assez importantes dans la croûte terrestre. Ce qui distingue les minéraux des roches, c'est que les minéraux sont des substances homogènes sous forme de cristaux ou de grains, tandis que les roches sont des agrégats de minéraux. On les trouve donc en masses assez importantes. Certaines roches ne renferment qu'un seul minéral, par exemple le grès pur, composé exclusivement de quartz, et la pierre calcaire pure, composée seulement de calcite. Cependant, la plupart des roches renferment deux ou plusieurs minéraux répartis de façon assez uniforme. Certaines roches, comme le charbon, se composent de matières organiques, qui ne sont réellement pas minérales.

En théorie, d'importantes masses de liquides, de neige, de glace, de sable, de gravier et d'argile sont des roches mais, à toutes fins pratiques, on peut ne pas les considérer comme telles. A cette exception près, les roches se divisent en trois classes principales dites *ignées*, *sédimentaires* et *métamorphiques*. Nous avons déjà parlé assez longuement, dans le chapitre précédent, de l'origine des roches ignées et sédimentaires; dans les sections suivantes, nous signalerons les caractéristiques et le classement des principales sortes de roches ignées et sédimentaires. Dans le chapitre précédent, nous n'avons pas parlé des roches métamorphiques, car elles constituent une classe à part, étant formées de roches ignées ou sédimentaires qui ont subi certaines modifications.

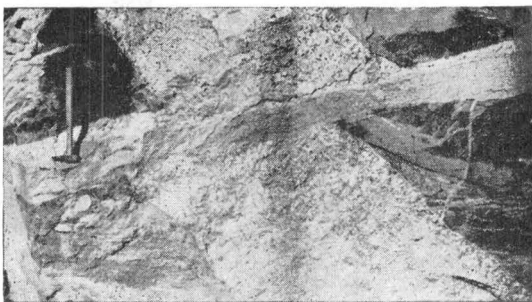
Les géologues utilisent, d'ordinaire, un classement assez simple qui peut s'effectuer sur le terrain à la suite d'observations ordinaires, à l'aide d'une lentille de poche ou de quelques épreuves faciles. Ils se servent au besoin de systèmes de classement plus détaillés, qui requièrent des examens de laboratoire, analyses chimiques, examens au microscope, etc. Le premier genre de classement suffit habituellement pour la prospection et pour comprendre l'essentiel de la plupart des rapports géologiques. C'est donc le seul dont nous parlerons ici.

Roches ignées

Presque toutes les roches ignées sont cristallines. Comme nous l'avons expliqué plus haut, elles résultent soit du refroidissement du magma liquide introduit dans la croûte par-dessous, soit de la fusion ou de la quasi-fusion d'autres roches. La plupart des grains des minéraux qui se cristallisent de cette façon ne peuvent revêtir une forme extérieure cristalline parce qu'ils sont accolés les uns aux autres. Ils forment donc une masse d'apparence irrégulière, composée de grains entremêlés. Dans certains cas, cependant, il se produit des faces cristallines. Dans la plupart des roches ignées, l'élément minéral de formation rocheuse se compose habituellement de minéraux de la famille des feldspaths, généralement accompagnés de quantités plus faibles de quartz. D'autres minéraux communs de formation rocheuse sont ceux qui renferment du fer et du magnésium et qu'on appelle les minéraux ferromagnésiens, comme la hornblende, le pyroxène et la biotite; ces minéraux sont de teinte foncée. Il y a aussi un grand nombre de "minéraux accessoires", comme la magnétite, qu'on peut trouver dans presque n'importe quelle sorte de roche ignée, en petites quantités qui n'obligent pas à ranger la roche dans une autre catégorie. On entend habituellement par *roches acides* les roches ignées qui se composent surtout de feldspath ou de quartz et ne renferment pas ou à peu près pas de minéraux ferromagnésiens. D'autre part, les roches qui renferment de fortes quantités de minéraux ferromagnésiens sont dites



A. Dyke de pegmatite pénétrant le schiste.



B. Dyke de pegmatite pénétrant le grès (gris sombre). Le dyke a été disloqué par une faille et un dyke d'aplite (indiqué par la tête du marteau) a envahi la fracture.

Planche XXI

C. Lave à rhyolite contenant des cassures polygonales comblées par des veinules. Ces cassures sont dues à la contraction de la lave au refroidissement.



D. Roche verte se présentant en "oreillers".



La prospection au Canada

roches basiques. L'emploi de ces adjectifs est malheureux, car ils ont en chimie une autre acception bien établie. Mieux vaut appeler *roches siliceuses* celles qui renferment beaucoup de quartz ou de feldspath, et qualifier de *fémiques* ou *mafiques* les roches ferromagnésiennes.

On distingue les roches "plutoniennes", savoir, celles de profondeur, qui forment les stocks et les batholites, des "roches de demi-profondeur", qui forment les dykes, les sills et les petites masses intrusives irrégulières, et des "roches volcaniques", qui s'épanchent à la surface de la terre. Cependant, comme toutes ces diverses sortes de roches ignées sont de même provenance, leur composition se ressemble. Ainsi, la même substance en fusion se transformerait en granite à cristaux grossiers dans un stock, en aplite à cristaux fins dans un dyke, ou en rhyolite à cristaux fins dans une coulée de lave. La composition minérale serait la même dans les trois cas, mais la grosseur du grain, dite *texture*, serait différente. Il pourrait en être de même de la *structure*, savoir, la disposition des grains minéraux, qui sont parfois épars, comme dans le granite ordinaire, ou rubanés, comme dans certaines laves dont la structure est fluidale. Le sens du mot "structure" appliqué aux genres de structure interne des roches n'est pas à confondre avec celui du même mot désignant l'attitude de gros amas de roches comme ceux des plis ou des failles.

Roches plutoniennes

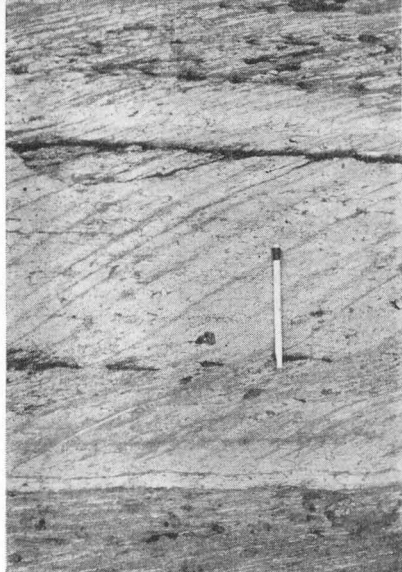
On appelle ainsi les roches à texture plutôt grossière dont on peut habituellement voir les grains à l'oeil nu, comme c'est le cas du granite, que tout le monde connaît. Le classement de ces roches dépend surtout de la quantité de feldspath et de quartz qu'elles renferment; les groupes sont ensuite subdivisés en nombreuses variétés d'après certaines caractéristiques qu'on ne peut découvrir qu'à la suite d'un examen au microscope ou d'une analyse chimique. Pour l'usage du prospecteur sur place, le classement suivant suffit:

Le *granite* est une roche de teinte relativement claire, composée surtout de feldspath; il renferme assez de grains de quartz pour qu'on puisse les voir à l'oeil nu ou à la loupe de poche. Dans plusieurs sortes de granites, on trouve aussi de faibles quantités de mica blanc, de biotite ou de hornblende. Le granite à cristaux plutôt gros, éparpillés dans une gangue de matière rocheuse granitique ordinaire, est dit *granite porphyrique*.

La *syénite* est une roche d'une couleur relativement pâle composée surtout de feldspath. On n'y voit à peu près pas de quartz à la loupe. La syénite à cristaux de feldspath dans une gangue syénitique de texture moyenne est dite *syénite porphyrique*.

La *diorite* est une roche de couleur assez foncée, composée principalement de feldspath plagioclase et d'une quantité assez grande d'un des minéraux à amphibole, — habituellement de la hornblende —, ou d'un des minéraux à pyroxène. La diorite à cristaux relativement gros dans une gangue dioritique est dite *diorite porphyrique*.

Le *gabbro* est une roche de couleur foncée, composée surtout d'un des minéraux à amphibole ou à pyroxène et d'une forte quantité de plagioclase. Habituellement, le gabbro renferme de 40 à 70 p. 100 d'amphibole ou de pyroxène. Comme le plagioclase est pâle et que les minéraux à amphibole et à pyroxène sont foncés, on peut assez facilement distinguer sur place la diorite du gabbro en



A. Clivage de fracture dans une couche de tuf. Remarquer que la stratification est horizontale et que le clivage produit par la compression forme un angle d'environ 45 degrés avec les strates.

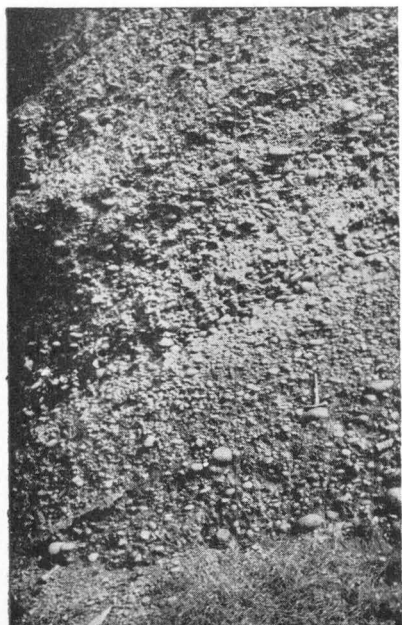


B. Brèche volcanique ou agglomérat recouvert de tuf.

Planche XXII

C. Conglomérat. Comme cette formation, plutôt récente, date du trias, la gangue se désagrège un peu et libère quelques cailloux, petits ou gros. Dans les conglomérats plus anciens, comme ceux qui datent du précambrien, la gangue, d'ordinaire recristallisée, forme avec les cailloux une masse si compacte que les cailloux eux-mêmes se brisent lorsqu'il y a désagrégation ou fracture.

D. Fissures dans le grès. Remarquer les trois directions qu'elles ont prises.





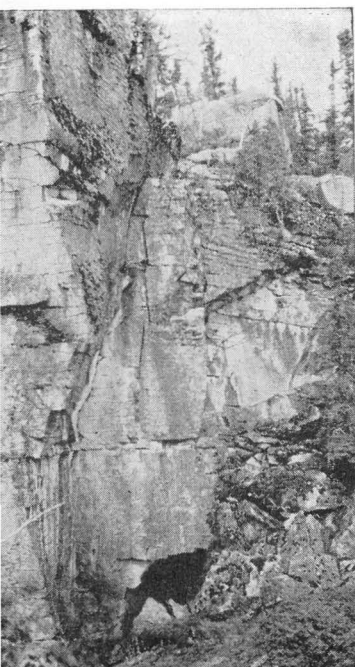
A. *Variété de schiste argileux un peu plus dur et plus en plaques que les variétés ordinaires.*



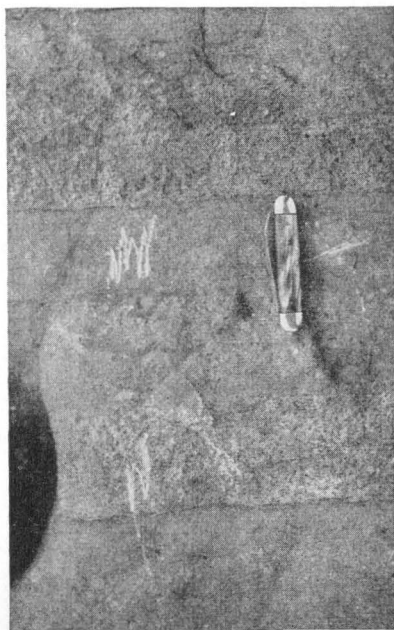
B. *Roche calcaire montrant une surface désagrégée irrégulièrement parce que la composition de la roche varie.*

Planche XXIII

C. *Escarpement de dolomie. Certains affleurements de roche calcaire ont un aspect semblable.*



D. *Grauwacke grossière et grauwacke fine interstratifiée.*



estimant la proportion des minéraux pâles et foncés qu'ils renferment, la diorite contenant de 20 à 40 p. 100 de minéraux foncés et le gabbro de 40 à 70 p. 100. Le gabbro qui renferme des cristaux plutôt gros dans une gangue gabbroïque de texture moyenne est dit *gabbro porphyrique*.

Les roches plutoniennes *ultrabasiques* se composent entièrement ou presque de minéraux ferromagnésiens de couleur foncée et ne renferment que peu ou point de plagioclase. Il y en a plusieurs variétés, comme la péridotite, la pyroxénite et la hornblendite, mais comme on a parfois de la peine à les distinguer sur le terrain, il suffit de les classer dans le groupe des roches ultrabasiques.

Roches filoniennes

Les roches filoniennes ordinaires ressemblent aux granites ou aux autres roches plutoniennes, sauf que leur texture est plus fine car, comme on les trouve en masses plus petites, elles se sont refroidies et cristallisées plus rapidement. La roche de demi-profondeur qui correspond par sa composition au granite est l'*aplite*, roche généralement rose ou rouge, ayant l'apparence du sucre et dans laquelle des grains de quartz se distinguent à l'œil nu ou à la loupe. La roche qui correspond à la syénite est la *felsite*, roche rose ou grise, à texture serrée, dans laquelle on ne voit pas de quartz. Les roches qui correspondent à la diorite, au gabbro et aux roches plutoniennes ultrabasiques sont des roches de couleur foncée à texture fine, habituellement appelées *lamprophyre*, mais parfois appelées aussi *trapp* ou *gabbro*, si leur composition est analogue à celle du gabbro. Plusieurs roches filoniennes qui correspondent à peu près au gabbro ont de petits cristaux en forme de treillis qu'on appelle *texture diabasique*; on désigne communément ces roches par le nom de *diabase*.

Parfois, en plus de se présenter sous forme de roches ayant une texture uniforme, certaines des roches filoniennes des susdites catégories renferment des cristaux distincts dans une gangue à texture fine. Ce sont des *porphyres*, qui diffèrent du granite porphyrique et le reste par la texture plus fine de leur gangue. On désigne habituellement ces porphyres d'après la composition des grands cristaux ou *phénocristaux*; des exemples communs sont le *porphyre à quartz*, le *porphyre à feldspath* et le *porphyre à hornblende*.

On trouve souvent une roche filonienne d'un autre genre, la *pegmatite*, roche à gros grains formée dans des conditions qui ont permis la croissance de masses relativement importantes de minéraux ou de cristaux. Les variétés les plus fréquentes sont les *pegmatites granitiques*, composées essentiellement d'amas de feldspath et de quartz, ayant un diamètre d'un demi-pouce à un pied ou plus; parfois aussi, elles renferment des cristaux de mica, d'apatite, et de nombreux autres minéraux. On rencontre plus rarement des pegmatites dont la composition correspond à celle de la syénite, de la diorite ou du gabbro.

Roches volcaniques

La composition des coulées de lave correspond à celle d'une des variétés des roches plutoniennes. Les coulées pâles qui correspondent au granite ou à la syénite sont dites respectivement *rhyolite* et *trachyte*. Les coulées foncées qui correspondent à la diorite ou au gabbro sont dites respectivement *andésite* et *basalte*. Les coulées d'andésite ou de basalte sont parfois faites de masses arrondies, les *oreillers*, qui résultent de la façon dont la lave semi-fluide se sépare en masses de formes caractéristiques (voir planche XXI, D). La lave

La prospection au Canada

peut être de texture uniformément grenue ou de texture porphyrique; dans ce dernier cas, on parle d'ordinaire de *rhyolite porphyrique*, d'*andésite porphyrique* et le reste, mais on parle aussi, parfois, selon la composition de ses phénocristaux, de *porphyre à quartz* ou *porphyre à hornblende*.

Certaines explosions volcaniques fragmentent la lave déjà cristallisée dans la cheminée d'un volcan, puis la projettent en fragments plus ou moins gros ou sous forme de cendre volcanique. Ces substances se déposent en lits, soit sur le sol soit au fond des nappes d'eau dans lesquelles elles tombent. Les roches formées de cette façon s'appellent *roches clastiques*, ce qui signifie "brisées". Celles qui sont formées par la cendre volcanique s'appellent *tuf*; celles qui renferment des fragments plus gros s'appellent *brèches volcaniques* ou *agglomérats volcaniques*; on les classe, selon leur composition, en *tuf rhyolitique*, *brèche andésitique*, etc. D'une façon, il s'agit de roches sédimentaires, mais on les distingue des roches sédimentaires ordinaires à cause de leur origine volcanique.

Roches sédimentaires

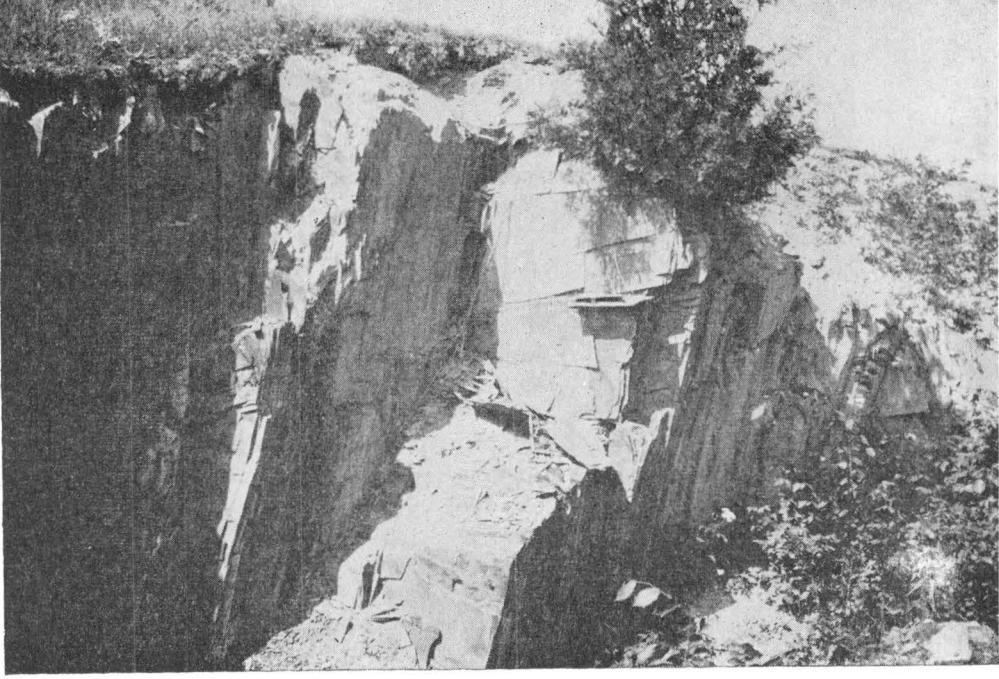
Nous avons déjà expliqué les façons dont les sédiments sont produits par l'érosion et déposés sur le sol ou sous l'eau. Ces dépôts se tassent graduellement sous le poids des matières qui les recouvrent; les grains peuvent être cimentés par la silice, le carbonate de calcium ou d'autres composés cristallisés provenant des impuretés dissoutes dans l'eau qui s'infiltre entre les grains. Les dépôts deviennent ainsi des roches sédimentaires solides, qui sont classées selon la grosseur et la composition de leurs grains.

Les roches sédimentaires dont les éléments sont les plus gros sont formées de gravier contenant des cailloux ou des galets et sont appelées *conglomérats*. Des roches à peu près semblables, renfermant de gros fragments angulaires, comme ceux qui proviennent des éboulements de roches, sont appelées *agglomérats*. Les roches composées de petites particules rondes dont la grosseur ne dépasse pas celle d'un pois, mais dépasse celle des grains de sable ordinaire, sont appelées "grits".

Les roches formées par la consolidation du sable comptent parmi les roches sédimentaires les plus communes. Le sable moyennement pur, composé presque entièrement de grains de quartz, peut se transformer en *grès*. Si les grains sont très petits on appelle la roche "siltstone". Si la roche renferme une quantité assez abondante de grains de feldspath, on l'appelle *grès feldspathique*, mais si le feldspath prédomine on l'appelle *arkose*. Les sables qui renferment de fortes quantités de minéraux ferromagnésiens ainsi que du feldspath, comme ceux qui résultent de l'érosion de la diorite ou du gabbro, produisent la *grauwacke*. Les sables qui se sont déposés au moment où une activité volcanique s'exerçait à proximité sont habituellement mêlés à la cendre volcanique; lorsqu'ils se tassent, ils forment des roches comme le *grès tufacé* ou la *grauwacke tufacée*.

Les dépôts à texture plus fine, surtout la boue et l'argile, produisent le *schiste argileux*. Il s'agit généralement de roches grises ou noires qui se présentent en couches minces, plutôt tendres et frangibles; on peut habituellement briser avec les doigts les petites pièces qu'on détache facilement des affleurements.

En général l'eau, douce ou salée, renferme une forte quantité de carbonate de calcium en solution, ainsi que d'autres composés chimiques. Dans des condi-



- A. Ardoise. Remarquer que le clivage schisteux (sens dans lequel la roche a la propriété de se diviser en feuillets) est à peu près parallèle au plan de la photographie, tandis que la stratification est parallèle au côté gauche de l'ardoisière.

Planche XXIV

- B. Gneiss à granite, abondant dans de nombreuses parties du bouclier canadien.



La prospection au Canada

tions chimiques favorables, ces composés précipitent pour former des dépôts mous qui peuvent durcir et se transformer en roches. La plus commune des roches sédimentaires de cette catégorie est la *roche calcaire*, formée de carbonate de calcium. Elle est assez tendre, généralement blanche ou grise, mais parfois noire; les surfaces altérées prennent d'ordinaire une apparence rugueuse et cariée caractéristique, étant donné que le carbonate de calcium est lentement soluble à la pluie ou dans l'eau. Certaines roches calcaires, surtout si elles sont impures, sont difficiles à reconnaître à l'oeil nu, mais on peut les distinguer par l'effervescence qui se manifeste si on y laisse tomber une goutte d'acide faible. La *dolomie*, composée principalement de carbonate de magnésium, est presque aussi commune que la pierre calcaire. La dolomie ressemble à la roche calcaire, mais d'habitude on peut l'en distinguer étant donné qu'il ne se produit pas facilement d'effervescence lorsqu'on y applique un acide faible. Cependant, si l'on gratte la roche au moyen d'un couteau afin de la pulvériser, il y aura effervescence.

Roches métamorphiques

Lorsqu'on comprime une roche enfouie profondément ou qu'on la chauffe mais pas au point de la faire fondre, les minéraux qui la composent se recristallisent. Ces éléments peuvent se cristalliser sans modifier le minéral même, mais en grains de grosseur et orientation différentes; ils peuvent aussi former d'autres composés chimiques, qui sont plus stables dans les conditions nouvelles de pression et de chaleur. Les roches ainsi transformées sont dites *métamorphiques*. S'il y a métamorphisme proprement dit, aucune quantité appréciable de matière n'est ajoutée ni soustraite. Quand il sera question de gîtes minéraux, il sera fait mention d'autres modifications de roches qui comportent l'apport ou la soustraction de diverses substances.

Les roches qui contiennent surtout du quartz, du feldspath ou de la calcite forment en se recristallisant des roches massives homogènes. Ainsi le grès devient du *quartzite* et le calcaire se change en *calcaire cristallin* ou *marbre*. Le schiste tendre se transforme en *argilite* ou devient de l'*ardoise* si la roche se débite en feuillets indépendants de la stratification. Les minéraux ferromagnésiens tendent à former des minéraux lamellés comme la biotite et la chlorite dont les grains prennent une orientation parallèle les uns aux autres pour former des roches rubanées ou feuilletées. La roche qui, tout en demeurant dure et ferme, prend la forme de minces rubans alternants de minéraux siliceux ou ferromagnésiens s'appelle *gneiss*. D'ordinaire, on établit une distinction entre le *paragneiss*, produit du métamorphisme de grès impur, d'arkose ou de *grauwacke*, et l'*orthogneiss*, produit de la transformation de roches plutoniques. Les roches métamorphiques dans lesquelles prédominent les minéraux tendres et lamellés, tels le mica et la chlorite, s'appellent *schiste*, lequel résulte ordinairement du métamorphisme extrême de schistes tendres ou de roches ignées. Les coulées d'andésite et de basalte, ainsi que les tufs de composition analogue, sont généralement métamorphosés de façon à former des roches verdâtres composées surtout de chlorite, auxquelles s'applique l'appellation générique de *roche verte*.

Autres observations concernant les roches

Les roches peuvent se subdiviser en variétés presque innombrables parce que, contrairement à la plupart des minéraux, les types se fondent les uns dans

les autres. Les types précités sont à peu près les seuls qu'on puisse reconnaître sans analyse spéciale et l'aptitude à les distinguer est tout ce qu'il faut au prospecteur le plus compétent, sauf dans les cas spéciaux où il serait, par exemple, à la recherche de massifs supplémentaires d'un minerai particulier qu'on sait se trouver dans un type de roche très nettement défini. En pareille occurrence, il pourrait prendre des dispositions spéciales pour se renseigner sur la roche en cause.

On ne peut apprendre à reconnaître les roches ordinaires par la simple lecture de traités sur le sujet. La meilleure façon d'y arriver consiste à suivre un cours, de façon à bénéficier et de l'enseignement et de l'examen des spécimens. Si c'est impossible, on peut acheter des spécimens à bon compte (*voir* chapitre XIV et appendice V). On trouvera en appendice des tableaux propres à aider à reconnaître les roches ordinaires; toutefois, l'étudiant sérieux en prospection qui ne peut suivre un cours fera bien de consulter au moins un des ouvrages populaires dont la liste suit et qui lui faciliteront encore l'étude des spécimens. Il devrait aussi se familiariser avec l'aspect des roches telles qu'on les trouve sur le terrain parce que les spécimens ne présentent presque toujours que des surfaces fraîches, tandis que les affleurements sont altérés par l'intempérisme et diffèrent d'ordinaire beaucoup de la roche fraîche qu'il est parfois difficile de découvrir même après maints coups de pioche et de marteau. Par ailleurs, il est plus facile de reconnaître certaines sortes de roches le long d'un affleurement altéré que lorsqu'elles présentent une surface fraîche.

Autres ouvrages à consulter

Pough, F. H.: *A Field Guide to Rocks and Minerals*; Houghton Mifflin. Prix \$4 environ.

Dana, E. S., révisé par C. S. Hurlbut, fils: *Minerals and How to Study Them*; Wiley and Sons, New York, 3^e éd., 1949. Prix \$4 environ.

Miller, W. G., révisé par A. L. Parsons: *Minerals and How They Occur*; Copp Clark Co. Ltd., Toronto, 2^e éd., 1928. Prix \$1.25 environ.

Pirsson, L. V., révisé par A. Knopf: *Rocks and Rock Minerals*; Wiley and Sons, New York, 3^e éd., 1947. Prix \$4. environ.

CHAPITRE IV

LES GÎTES MINÉRAUX

Il y a deux modes de rencontre principaux des minéraux: on en trouve (1) sous forme de composants normaux des roches, soit qu'ils en forment la plus grande partie, soit que, comme minéraux "accessoires", ils s'y trouvent en petites quantités réparties également et (2) sous forme de concentrations, qui varient beaucoup quant à la nature, la forme, la grosseur et l'origine, mais qui se ressemblent toutes en ce qu'elles sont des concentrations locales distinctes de la roche encaissante. Les plus petits de ces amas minéralisés sont dits le plus souvent *venues minérales* et les plus gros, *gîtes minéraux*, mais ces termes peuvent se prendre l'un pour l'autre, lorsqu'il n'est pas question de quantité, comme dans le titre du présent chapitre. Le prospecteur doit apprendre à distinguer entre les petites venues minérales, qui abondent, et les gîtes qui ont quelque chance d'avoir une valeur marchande du fait de leur grosseur et leur richesse (prospect).

Les gîtes minéraux se rangent dans bien des catégories et sont de provenances très diverses. Ce terme inclut d'ordinaire les gîtes métallifères, les gîtes non métallifères et les combustibles minéraux. Ces derniers sont des concentrations de charbon, de pétrole et de gaz naturel, qui seront étudiées séparément. Les gîtes métallifères sont ceux qui contiennent des minéraux qui se prêtent à l'extraction d'un ou plusieurs métaux. Ces minéraux sont parfois appelés "métalliques", mais il vaut mieux réserver ce terme pour désigner les minéraux qui ont l'éclat métallique, car certains minéraux métallifères tels que la scheelite, n'ont pas cet éclat; le mot "métallifère" sert donc à qualifier, dans un sens plus large, les gîtes offrant un intérêt éventuel au point de vue des métaux. Le groupe étendu des minéraux non métallifères (comme l'amiante et le mica, de même que les sédiments meubles, les roches sédimentaires et les roches ignées) qui sont utilisés dans l'industrie, porte ordinairement, lorsqu'il s'agit de concentrations exploitables, le nom général de "minéraux industriels" et ces roches forment une catégorie spéciale de gîtes minéraux. Contrairement aux gîtes métallifères, ce sont généralement les caractéristiques du minéral ou de la roche qui confèrent de la valeur aux gîtes de minéraux industriels.

Comme la plupart des prospecteurs s'emploient surtout à la recherche de gîtes métallifères, c'est sur ces gîtes que portent principalement l'exposé qui va suivre sur les principaux types géologiques de gîtes et sur leur origine. Plusieurs des types en cause produisent aussi des minéraux industriels. Même s'il est très utile de classer les gîtes pour en faciliter l'étude et la description, n'oublions pas que certains gîtes de caractère indéterminé n'entrent pas nettement dans les cadres des différentes classes. De même, on ne sait pas encore très bien comment se sont formés certains gîtes. Les prospecteurs n'ont donc pas à se préoccuper outre mesure de la catégorie exacte de chaque découverte, à moins que la chose

La prospection au Canada

ne soit assez évidente, car les points essentiels sont l'importance du gîte et la teneur des minéraux qu'on en obtient.

Types de gîtes et leur origine

Peu de gîtes ne renferment qu'un seul minéral. Ils renferment d'ordinaire un ou plusieurs minéraux qui peuvent avoir de la valeur dans une gangue sans valeur ou dans des concentrations de minéraux sans valeur. Il arrive que les minéraux de valeur en fait ou en puissance sont disséminés d'une façon si ténue qu'ils ne sont visibles qu'au microscope. On les trouve parfois en grains visibles à l'oeil nu ou encore en amas purs d'une grosseur de plusieurs pouces ou même de plusieurs pieds. On les appelle parfois *minéraux de valeur (ore minerals)*, même si le gîte dont on parle n'en contient pas en quantité ayant une valeur marchande. La roche non métallifère ou les minéraux sans valeur qui accompagnent le minerai s'appellent *gangue* et *minéraux de gangue* respectivement. Les minéraux de gangue les plus répandus sont le quartz et la calcite; il peut cependant s'en trouver bien d'autres comme la dolomite, le feldspath et la chlorite. On englobe parfois dans les minéraux de gangue les minéraux métallifères sans valeur qu'on trouve dans un gîte.

Les gîtes métallifères peuvent se classer de plusieurs façons différentes. Il est parfois souhaitable de les grouper d'après le métal qu'ils renferment; toutefois, comme bien des gîtes renferment plus d'un métal utile, cette méthode est souvent peu satisfaisante. Au point de vue de la prospection, il vaut mieux classer les gîtes d'après leur mode d'origine, parce que cela influe sur le choix des endroits à prospecter.

Il est commode de diviser les gîtes en *gîtes primaires* et en *gîtes secondaires*, puis de diviser les premiers en plusieurs catégories. On considère comme gîtes primaires ceux qui ont encore leur forme primitive et comme gîtes secondaires ceux qui sont le produit de l'altération des premiers sans qu'il y ait eu transport. Cette distinction, qui est très utile, peut n'être pas absolument exacte; il faut, pour expliquer cette réserve, passer brièvement en revue les principales théories relatives à l'origine des gîtes métallifères.

Rares sont les genres de gîtes métallifères qu'on peut trouver en voie de formation. Presque tous se sont formés au cours d'une période géologique depuis longtemps révolue, à une grande profondeur. On les trouve maintenant à la surface de la terre ou près de celle-ci à cause de l'érosion qui les a mis à nu ou les a assez bien rapprochés de la surface (*voir* figure 5). Les expériences de laboratoire aident à faire la lumière sur l'origine de certains genres de gîtes, mais elles sont loin de reproduire les conditions réelles dans lesquelles les gîtes se sont formés. Il faut donc compter surtout sur des renseignements de source indirecte.

Bon nombre de gîtes métallifères doivent leur origine à des intrusions ignées. Certains gîtes se trouvent à la partie supérieure des stocks et batholites et bon nombre d'autres dans les roches envahies en contact avec la roche ignée ou assez près (*voir* figures 5 et 6). Ce phénomène a été observé à tant d'endroits que presque tous les géologues conviennent aujourd'hui que l'origine de ces gîtes se rattache de quelque manière aux roches intrusives. Bien plus, d'innombrables analyses de roches ignées provenant de divers pays établissent que ces roches renferment des métaux en menue quantité, même ceux qui sont aussi rares que l'or ou l'argent, par exemple. C'est pourquoi bon nombre de ces gîtes sont considérés

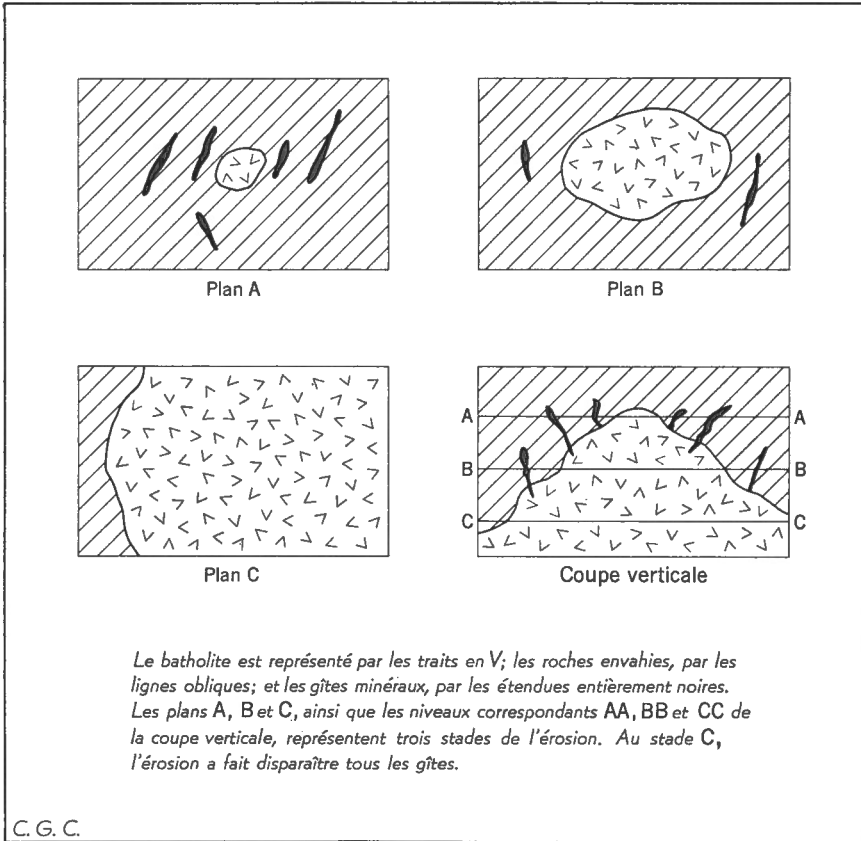


Figure 5. Représentation schématique des stades de l'érosion d'un batholite et de ses gîtes minéraux associés.

comme des concentrations de minéraux "métalliques" provenant de ces roches intrusives. Les uns seraient nés d'une cristallisation aux dernières phases de l'intrusion même. Dans d'autres cas, des solutions chaudes ou des gaz dégagés de la roche intrusive auraient emporté le métal ou les métaux avec eux à l'état liquide ou gazeux. On croyait autrefois que toutes les roches ignées provenaient de la cristallisation d'un magma fondu qui aurait pénétré dans l'écorce terrestre par en dessous. C'est ce qui a fait naître le concept des gîtes primaires, c'est-à-dire ceux qui sont dans l'état de leur mise en place originale. Cependant, on a maintenant de solides motifs de croire qu'au moins certaines roches ignées sont formées, soit d'un magma résultant de la fusion de roches sédimentaires ou d'autres roches de l'écorce terrestre, soit par la recristallisation de telles roches sans fusion réelle. Dans ce cas, tout métal contenu dans les roches intrusives ainsi formées ou émanant d'elles se serait probablement trouvé déjà dans les roches de la lithosphère qui se sont transformées en roches ignées. En outre, les solutions émanant d'un magma peuvent dissoudre puis déposer de nouveau certains minéraux métallifères contenus d'abord dans les roches de la lithosphère recouvrant le massif intrusif, et, cela sans que ces roches soient converties en

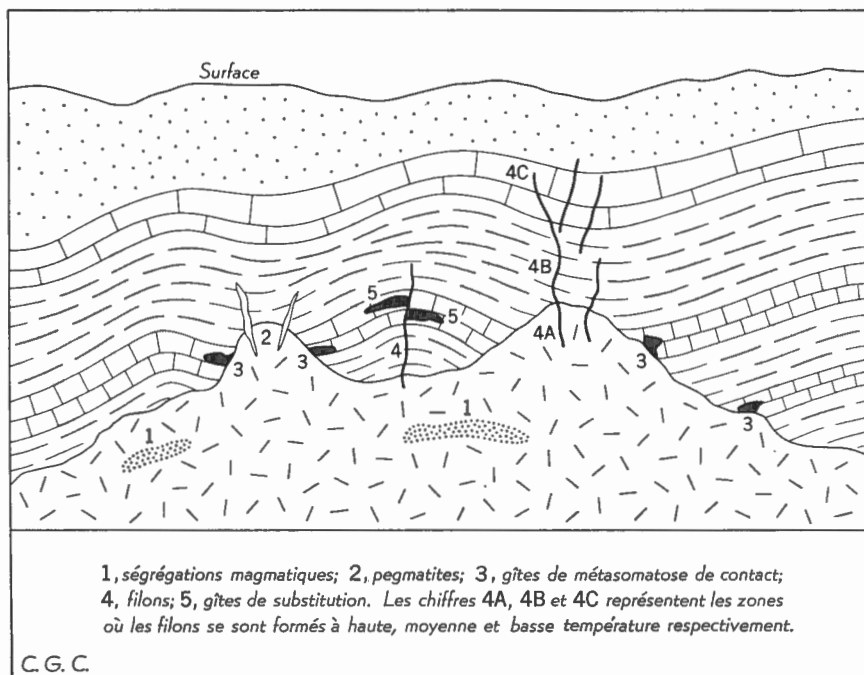


Figure 6. Représentation schématique de gîtes minéraux se rattachant à des intrusions ignées.

roches ignées. Les gîtes minéraux ainsi formés ne sont pas, à vrai dire, primaires, mais il est commode de les considérer comme primaires, tant ils diffèrent de ceux qu'on a classés comme secondaires.

D'autres gîtes importants prennent la forme de sédiments résultant de la désagrégation ou de l'érosion de roches contenant de faibles quantités de minéraux métallifères ou renfermant des gîtes minéraux. Ces gîtes sédimentaires ne sont pas rigoureusement primaires, mais il est commode de les inclure dans cette catégorie générale, qui se subdivise donc en deux groupes principaux: (1) gîtes se rattachant aux intrusions, et (2) gîtes sédimentaires. Il y en a certains autres qui ne semblent appartenir à aucun de ces deux groupes.

Gîtes se rattachant aux intrusions

Les principaux genres de gîtes directement liés aux intrusions ignées sont les gîtes de ségrégation magmatique, les gîtes de métasomatose de contact, les gîtes pegmatitiques, certains gîtes filoniens et les gîtes de substitution. Bon nombre de gîtes métallifères appartiennent à l'une ou à l'autre de ces catégories, mais les gîtes filoniens et les gîtes de substitution sont les plus importants. Toutefois, au lieu de les étudier par ordre d'importance, nous allons étudier d'abord les catégories qui se rattachent le plus directement aux roches ignées.

Gîtes de ségrégation magmatique

Certains gîtes qu'on trouve dans les batholites, stocks et sills (voir figure 6) sont des concentrations de minéraux accessoires comme la magnétite, l'ilménite ou

de minéraux peu communs comme la chromite. Certaines de ces concentrations se forment au moment de la cristallisation de la masse principale de la roche; la plupart cependant semblent s'être formées après la roche principale. Dans ces cas, les minéraux de valeur sont probablement restés dans la partie de la masse encore en fusion jusqu'après la cristallisation de certaines roches ignées et ont formé plus tard des masses d'injection ou de substitution dans la roche précédemment formée. Certains de ces gîtes possèdent donc certaines caractéristiques des gîtes de substitution; toutefois, il est commode de les considérer comme étant d'origine magmatique parce que ce qui importe, c'est que les gîtes de ce genre se trouvent dans les masses d'intrusion et ont plus ou moins les caractéristiques des roches intrusives elles-mêmes.

Certaines concentrations de magnétite, de magnétite titanifère, et d'ilménite, qu'on trouve dans les granites et roches connexes, offrent autant d'exemples de gîtes de ségrégation magmatique. Ces gîtes sont plutôt rares en comparaison des innombrables venues de roches ignées où la magnétite et l'ilménite se trouvent, en très faible quantité, simplement à titre de minéraux accessoires. On considère aussi comme appartenant à cette catégorie les gîtes de chromite, de platine, de diamant et certains genres de gîtes de cuivre et de nickel qu'on trouve dans le gabbro et les roches ultra-basiques.

Gîtes de métasomatose de contact

Nous avons dit au chapitre III que certaines roches sont altérées ou "métamorphosées" par la pression ou par la chaleur de roches intrusives avoisinantes. Le "métamorphisme" proprement dit n'est que la formation de minéraux nouveaux et stables par la recristallisation de minéraux déjà présents dans la roche envahie, sans apport de matière supplémentaire. Quand le métamorphisme s'accompagne d'un apport de matière sous forme de solutions ou de gaz émanant de la masse d'intrusion, on parle de *métasomatose*. Des métaux provenant de la masse intrusive peuvent pénétrer dans les roches ainsi modifiées en quantité suffisante pour former des gîtes minéraux d'une catégorie dite de *métasomatose de contact* ou, communément, "de métamorphisme de contact", mais c'est là une expression moins juste parce qu'elle n'évoque pas l'idée d'apport de minéraux à la roche déjà existante.

On estime que l'eau, la silice, le soufre, le fer, la magnésie ou d'autres corps composés ou éléments de la masse intrusive pénètrent dans les pores ou fissures de la roche envahie et forment par réaction avec elle des minéraux comme le grenat, le diopside et l'épidote. La composition des roches intrusives et des roches envahies influe à un degré important sur la nature et l'étendue de l'altération. La pierre calcaire et la dolomite, par exemple, sont très sujettes à une telle altération, ordinairement causée par des masses d'intrusion granitiques.

Les gîtes reposent d'ordinaire le long de la ligne de contact et lui sont plus ou moins parallèles. Règle générale, ces gîtes ont des contours très irréguliers, parce que l'altération est plus profonde le long des zones favorables ou des zones de fissure, tandis que les amas de roche résistante ne subissent qu'une légère altération. Des gîtes peuvent également se former à une certaine distance du contact dans des roches favorables.

Dans certains de ces gîtes, des minéraux contenant du fer, du cuivre, du zinc, du plomb, de l'or, de l'étain, du tungstène, du molybdène ou du manganèse sont assez abondants pour former des massifs de minerai. Certains sont importants et

La prospection au Canada

étendus; règle générale, cependant, ils sont peu importants et d'exploitation difficile à cause de leur contour irrégulier et de la répartition irrégulière du minerai de valeur qu'ils renferment.

Gîtes pegmatitiques

Au chapitre III, il a été brièvement question des pegmatites. Il y a lieu d'approfondir davantage le sujet ici parce qu'elles sont à l'origine de certains des gîtes les plus répandus. Quand le magma, se cristallisant, forme un stock ou un batholite, certains éléments et corps composés, comme l'eau, le fluor et l'acide carbonique se concentrent dans la partie non encore cristallisée du magma en même temps que des matières qui entrent ordinairement dans la formation des roches. Les métaux et les éléments rares qui se trouvent présents peuvent également s'y ajouter. Lorsque la masse principale d'intrusion s'est cristallisée et que des fissures s'y sont formées, une partie des matières qui restent pénètre le long des fissures pour former des pegmatites, tant dans le stock ou batholite même que dans les roches envahies non loin de la surface de contact. Certaines pegmatites paraissent remplacer les roches antérieures au lieu de remplir de simples cassures. L'eau, le fluor ou d'autres éléments semblent avoir la propriété de provoquer la cristallisation en grains grossiers qui caractérise les pegmatites, dont le grain est généralement plus grossier que celui des roches intrusives ordinaires avec lesquelles elles se mêlent. Certaines pegmatites renferment des cristaux d'une grosseur de plusieurs pieds. Les porphyres diffèrent des pegmatites en ce qu'ils renferment de gros cristaux disséminés dans une masse à grains plutôt fins, tandis que la plupart des pegmatites consistent en matière rocheuse grossière mêlée de petits amas seulement de matière à grains fins, s'il en est, et en ce que les plus gros composants minéraux des porphyres ont toujours des formes nettement cristallines, ce qui n'est pas nécessairement le cas des principaux composants des pegmatites.

Les pegmatites sont le plus souvent associées au granite, et se composent alors surtout de feldspath et de quartz mêlés à une quantité moindre de minéraux accessoires, tels que le mica, l'apatite et le zircon, qui caractérisent le granite dans ce cas. On parle alors de "pegmatite granitique" proprement dite. Les autres variétés moins communes, comme la "pegmatite syénitique" et la "pegmatite dioritique", etc., ont les caractéristiques des roches auxquelles elles sont associées; la première, par exemple, ne contient pas de quartz en quantité appréciable, et la seconde renferme les feldspaths et les minéraux ferromagnésiens propres à la diorite.

Les massifs de pegmatite varient beaucoup quant à leur importance et à leur forme, allant de masses courtes d'un pouce de largeur à de fortes masses de plus d'un mille de longueur et de plusieurs centaines de pieds de largeur; toutefois, la plupart de ces masses sont plutôt petites. Bon nombre constituent à proprement parler des dykes, bien que peu d'entre elles soient de forme aussi régulière que les dykes composés d'autres sortes de roches. D'autres ont la forme de sills et de masses à contour irrégulier. D'autres encore se présentent en couches étroites, plus ou moins parallèles, entremêlées de couches de schiste ou de gneiss, et forment un genre spécial de gneiss appelé *migmatite*. Bon nombre de pegmatites se composent de zones distinguées par la grosseur des cristaux ou la teneur minérale ou par les deux. Nombre de pegmatites ont des épontes bien nettes; d'autres se fondent avec la roche encaissante tout comme s'il y avait eu réaction

Planche XXV

Amas de pegmatite (blanche) contenant des cristaux de phlogopite (mica noir).



de la matière pegmatitique avec la roche encaissante, ou remplacement de celle-ci par la première. Les venues de pegmatite existent souvent en groupes, de sorte que si l'on en découvre une il est probable qu'il s'en trouve d'autres dans la même région. Comme on les trouve à l'intérieur ou près des roches intrusives profondément enfouies avec lesquelles elles sont associées, elles n'affleurent que dans les régions profondément érodées.

Les pegmatites sont très répandues mais relativement peu nombreuses sont celles qui contiennent des gîtes de valeur commerciale. Certaines ont de la valeur parce que, leur cristaux étant grossiers, elles constituent une source de minéraux non métallifères ordinaires, tels que le feldspath, le quartz et le mica; d'autres, parce qu'elles renferment en quantité rentable des minéraux plus rares contenant du lithium, du béryllium, du niobium, du tantale, du molybdène, de l'étain et d'autres éléments. Ces minéraux ne sont ordinairement que des éléments négligeables des pegmatites, lorsqu'on les y trouve, et seules des venues exceptionnelles en renferment suffisamment pour que l'extraction en soit profitable. On trouve dans bien des pegmatites, mais rarement en quantité de valeur marchande, des miné-

La prospection au Canada

raux renfermant de l'uranium ou du thorium. On trouve en quantité restreinte, dans certaines pegmatites, de l'or et des minéraux sulfurés comme la pyrite et la pyrrhotine, mais les pegmatites ne sont pas des sources importantes de ces minéraux.

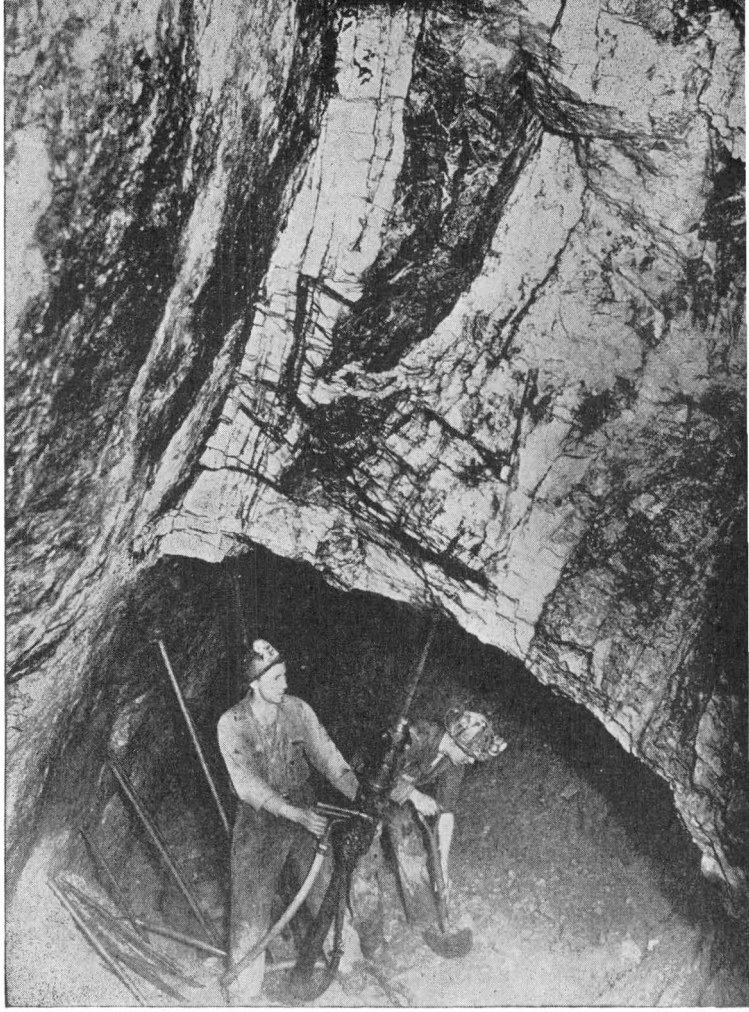
La plupart des gîtes pegmatitiques sont relativement petits et, même si l'on en extrait un ou plusieurs composants de valeur, c'est d'ordinaire en petit. L'exploitation s'en fait ordinairement en surface au moyen d'un outillage portatif qu'on peut transporter à un autre endroit lorsqu'une venue est épuisée. Comme source de métaux, ces gîtes tirent leur importance de la présence de béryllium et de lithium qu'il semble impossible de trouver dans d'autres genres de gîtes plus gros et plus uniformes. Lorsqu'ils recherchent des pegmatites contenant ces métaux, les prospecteurs doivent se rappeler qu'il est assez facile de trouver une pegmatite contenant çà et là un amas ou un cristal d'un minéral renfermant le métal en cause, mais bien plus difficile de trouver des pegmatites d'importance commerciale. Néanmoins, même si l'on ne trouve qu'une petite quantité de métal dans une pegmatite, on peut explorer soigneusement la même région dans l'espoir de découvrir un gîte qui en vaut la peine. Dans certains pays, les pegmatites sont d'importantes sources de pierres précieuses, dont l'émeraude, le saphir et la topaze. Bien que les pegmatites soient très nombreuses au Canada, on n'y a encore découvert aucun gîte important de pierres précieuses; toutefois, les prospecteurs ne doivent pas oublier qu'il est possible de découvrir des gîtes de ce genre.

Filons

Les filons (ou veines) et gîtes apparentés comptent parmi les genres les plus communs et les plus importants de gîtes minéraux. Un filon typique constitue un massif assez régulier composé d'un ou plusieurs minéraux occupant une fissure ou faille et, par conséquent, étroit dans un sens, mais assez étendu dans les deux autres dimensions (voir planche XXVI). Cependant, des gîtes de cette catégorie générale se sont formés dans des ouvertures de bien d'autres formes et dimensions. Bon nombre ont à peu près la forme d'une lentille, masses plutôt courtes à effilement progressif aux extrémités. D'autres, tout en étant de forme assez régulière, sont trop petits pour être rangés dans la catégorie des filons véritables et sont appelés veinules; bien qu'il n'y ait aucune distinction précise, fondée sur la grosseur, entre filons et veinules, on appelle d'ordinaire veinules les gîtes de moins d'un pouce ou deux de largeur. Bon nombre de filons et veinules viennent seuls; toutefois, on en trouve beaucoup en groupes qu'on appelle souvent *filons composés* ou *réseaux de filons*. Une série de veinules parallèles rapprochées forme un *filon en nappes* et un réseau de veinules reliées les unes aux autres à des angles variés forme un *stock-work* (voir planche XXVIII). Une faille marquée par une zone de roche cisailée peut contenir des veines ou lentilles et des minéraux peuvent imprégner également une partie de la roche cisailée; les gîtes de ce genre et ceux qu'on trouve dans les roches cisailées attribuables à d'autres causes s'appellent *gîtes de zone de cisaillement*. Certaines zones de faille renferment une brèche composée de fragments angulaires de roches; les espaces libres dans de telles zones et, moins souvent, dans d'autres sortes de brèches, telles les brèches volcaniques, peuvent renfermer des dépôts minéraux et former un *remplissage de brèche*. Les cavités formées dans le calcaire ou les autres roches solubles par l'infiltration des eaux de surface peuvent par la suite recevoir des dépôts minéraux qui forment des *remplissages de cavité*.

Planche XXVI

Gros filon de quartz rubané.



Il arrive que des filons et autres gîtes de cette catégorie générale ne renferment qu'un ou quelques minéraux de gîte; la plupart cependant renferment aussi des minéraux de gangue, lesquels sont d'ordinaire plus abondants que les minéraux de valeur. Le quartz est le minéral de gangue le plus répandu. Bon nombre de filons ne sont constitués que de quartz ou ne contiennent que quelques grains insignifiants de minéral métallifère. D'autres peuvent contenir des parties riches, les *colonnes de richesse*, d'exploitation rentable, auxquelles font suite des masses de si faible teneur qu'il faudrait les abandonner.

Les gîtes dont il est question aux deux alinéas précédents se trouvent là où des fractures, failles ou autres ouvertures ont créé des conditions favorables au dépôt de minéraux et où des solutions ou vapeurs métallifères ont pu exercer leur action. Certains gîtes semblent avoir comblé une fente ou autre espace libre, d'autres semblent avoir exercé une pression pour écarter les parois d'une fissure. D'autres montrent manifestement qu'il y a eu dissolution partielle et remplacement de la roche dans une zone de cisaillement ou de brèche, ou le long des parois d'une fissure. Certains gîtes de la catégorie générale des "filons" présentent donc certaines caractéristiques des gîtes de remplacement qui seront étudiés dans la section suivante.

La prospection au Canada

Il semble évident que maints filons proviennent d'une certaine façon de magmas ignés, car ils se trouvent à la périphérie de stocks ou de batholites, soit dans la roche intrusive même, soit dans les roches envahies non loin du contact (voir figures 5 et 6). En outre, il arrive que des veines se transforment en dykes de pegmatite par une modification progressive de la composition minérale. Certains géologues en ont conclu que les veines sont réellement des dykes injectés à l'état de fusion et refroidis par la suite. Cependant, bien des indices portent à croire que les filons de presque toutes les catégories proviennent plus probablement du dépôt des métaux qui étaient dissous dans des solutions composées en grande partie d'eau chaude. C'est pourquoi l'on parle de *gîtes hydrothermaux* (ce dernier terme signifie "eau chaude"). On croit généralement que ces solutions chaudes et les éléments qu'elles contiennent sont libérés vers la fin du refroidissement du magma. Certains minéraux de valeur se cristallisent à partir de solutions à haute température, d'autres lorsque la température est moyenne et quelques-uns, à une température assez basse (voir figure 6). Certains gros filons sont rubanés, les bandes mises en place à haute température étant plus profondes ou plus rapprochées de la masse d'intrusion. Une même région peut compter des gîtes formés à diverses températures, selon la distance qui les sépare du massif intrusif. Les minéraux cristallisent lorsque les solutions refroidissent, lorsque la pression baisse ou lorsque l'équilibre chimique est rompu par la présence de roches encaissantes d'une certaine composition chimique. La nature de la roche encaissante influe donc sur l'emplacement des colonnes de richesse de certains gîtes.

Certains filons peuvent être déposés par des eaux superficielles, et non par des eaux provenant d'un magma igné situé en profondeur. L'eau de surface peut s'infiltrer dans les pores ou les fentes de la partie supérieure de la lithosphère et dissoudre de faibles quantités de métaux contenues dans les roches. Si ces eaux atteignent une profondeur suffisante, elles se réchauffent et peuvent déposer des minéraux dans les ouvertures des roches, à la façon des solutions "hydrothermales". Ce phénomène explique peut-être la formation de certains filons, mais ne semble pas expliquer de façon plausible la formation de la plupart d'entre eux à des profondeurs que les eaux de surface ne pouvaient guère atteindre et qui ont plus tard été mis à nu par une profonde érosion. Comme l'indique le schéma de la figure 5, la surface actuelle peut se trouver à des milliers de pieds au-dessous de celle qui existait à l'époque de la formation du gisement de minerai.

Gîtes de substitution

Le processus de substitution comporte deux phénomènes plus ou moins simultanés. L'enlèvement de certaines parties d'un massif rocheux et leur remplacement par du minerai ou des minéraux de gangue (voir planche XXX). Il ne s'agit pas de remplissage des cavités comme dans le cas susmentionné, mais d'un lent processus moléculaire par lequel les solutions se frayent un chemin à travers les fentes et les pores, souvent de dimensions microscopiques, dissolvent la roche voisine et la remplacent par d'autres minéraux. Comme on l'a déjà indiqué, ce phénomène est à l'origine, pour une part, de certains gîtes pegmatitiques, de gîtes de métasomatose de contact et de gîtes filoniens; on lui doit aussi certaines formes spéciales de gîtes, dont certains sont à la fois étendus et importants.

On trouve des gîtes de substitution caractéristique dans les régions où se produisent des intrusions ignées. Comme ces gîtes renferment des minéraux

Planche XXVII

Veinules de quartz plus ou moins parallèles qui traversent de la syénite.



semblables aux gîtes filoniens hydrothermaux, ils sont tenus pour des “substitutions hydrothermales”. Tout genre de roche à peu près peut être remplacé par des solutions appropriées, pourvu que celles-ci puissent se frayer un passage, mais le calcaire et la dolomite sont les roches qui s’y prêtent le mieux. La plupart des minéraux de valeur ainsi mis en place sont des sulfures comme la chalcoppyrite et la galène, accompagnés parfois d’or et d’autres métaux précieux. La gangue peut être constituée de roche non remplacée ou de minéraux comme le quartz, les carbonates ou la chlorite. Les roches rubanées ou formées de masses de composition différente sont ordinairement remplacées sélectivement, les rubans qui se prêtent le moins bien à la substitution demeurant à peu près intacts (*voir* planche XXXI). Certains gîtes renferment d’importants massifs de minerai de valeur, tandis que d’autres, dits *gîtes d’imprégnation diffuse* renferment des grains de minéraux de valeur très dispersés dans le schiste ou d’autres roches. La localisation des gîtes ou de leurs colonnes de richesse est déterminée, d’une part, par le caractère des roches et, d’autre part, par les caractéristiques tectoniques, plans de contact, plis, zones de fissures, zones de cisaillement, zones de broyage, etc., qui favorisent la pénétration et la circulation des solutions dans certaines parties de la roche. Les gîtes de substitution ont d’ordinaire des formes irrégulières et sont privés des épontes bien nettes des gîtes filoniens. Beaucoup de gîtes ont un noyau de minéraux de valeur entouré d’une zone de roche de substitution renfermant certains minéraux non-métallifères qui caractérisent bien les zones

Planche XXVIII

Veinules multiples (stock-work) de quartz aurifère.

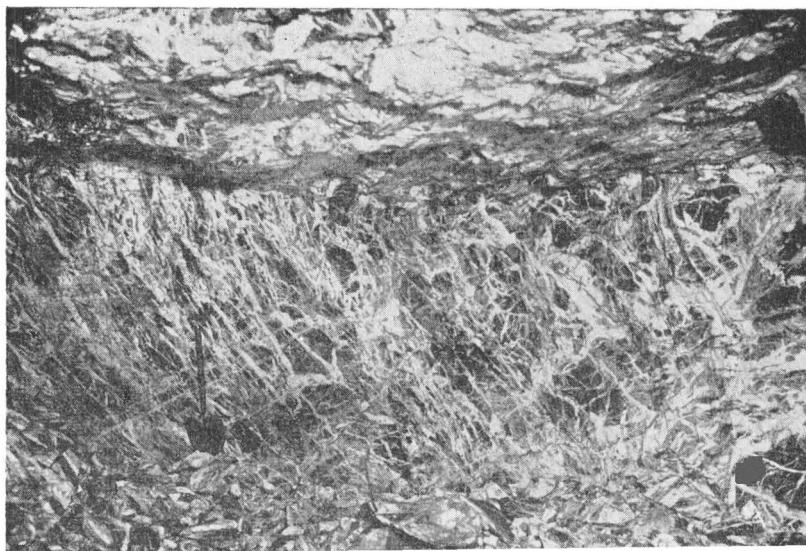




Planche XXIX

Veinules de retrait de quartz, présentes dans le quartzite cassant, mais absentes des bandes de roches argileuses, plus plastiques. Exemple du mode de rencontre de filons de quartz dans des lits de roches résistantes, qui sont parfois de dimensions bien plus considérables.

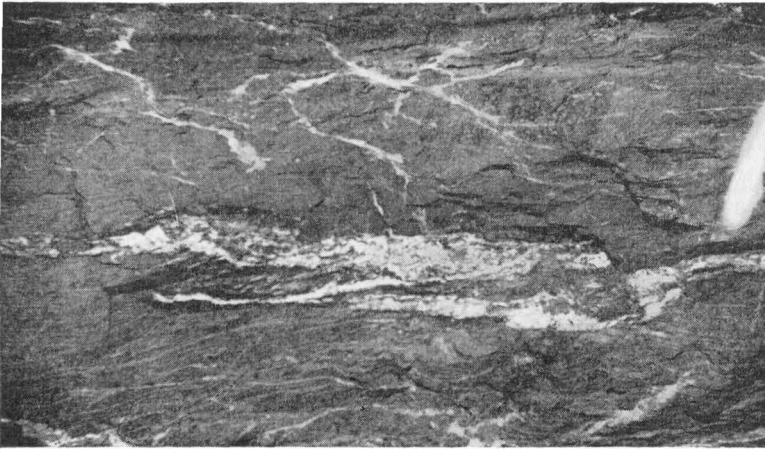


Planche XXX

Quartz filonien (en blanc) qui s'est substitué au schiste chloriteux.

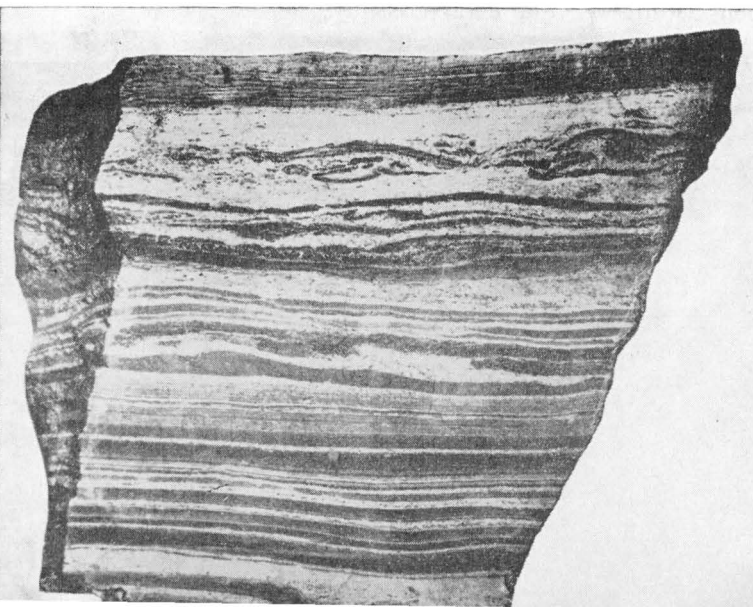


Planche XXXI

Les minéraux blancs ou gris, sulfures de zinc, de plomb et d'autres métaux, ont remplacé certains lits de la roche sédimentaire. La roche non remplacée est gris sombre ou noire. Spécimen photographié aux 2/3 environ de la grandeur naturelle.

“d’altération de la roche encaissante”. La vue de ces roches métamorphiques mène parfois à la découverte d’un noyau minéralisé, par suite soit de nouvelles prospections en surface soit de forages au diamant. Il y a des gîtes de substitution de toutes dimensions; beaucoup sont si petits ou si pauvres en minerai métallifère que leur exploitation n’est pas rentable. D’autre part, certains des gisements les plus importants de cuivre, de plomb, de zinc et de métaux précieux appartiennent à cette catégorie.

Des gîtes de substitution, dont certains très importants, ont été découverts dans des régions où il n’y a ni roche intrusive à découvert ni aucun autre signe d’activité intrusive. Certains géologues croient que ces gîtes proviennent de solutions libérées par des masses d’intrusion sous-jacentes qui n’ont pas été mises à nu par l’érosion; en effet, ces gisements ressemblent tellement à ceux d’autres régions où l’intrusion joue un rôle que cette explication semble la plus plausible. Il se peut, cependant, que certains gîtes de substitution aient été formés par les eaux de surface, froides ou réchauffées, cheminant à travers les pores et les fissures de grandes masses de roches presque superficielles, dissolvant des métaux qui se trouvent en quantités infimes dans ces roches, puis formant des concentrations de minéraux de substitution, aux endroits favorables. Il se peut aussi que des molécules ou des composés contenant de ces métaux, d’abord diffus, se soient concentrés, d’une façon qu’on ne comprend pas encore bien. Ce processus pourrait expliquer la formation de certains filons.

Gîtes sédimentaires

Comme on l’a expliqué au chapitre II, les dépôts qui précipitent de l’eau salée ou qui proviennent de l’érosion de la surface de la terre forment d’abord des sédiments meubles et se transforment ensuite en roches dites sédimentaires. Parfois, ces sédiments et ces roches sédimentaires peuvent être utilisés comme tels par l’homme, surtout sous forme de gisements de minéraux industriels; ils peuvent parfois aussi renfermer certaines concentrations de minéraux denses et constituer ainsi des dépôts détritiques.

Il y a deux principaux types de dépôts détritiques minéralisés: (1) ceux qui ne sont pas encore consolidés et qu’on appelle gîtes alluvionnaires ou placers, et (2) les dépôts détritiques consolidés, placers qui se sont transformés en roche sédimentaire métallifère, grès ou conglomérat par exemple, formant ainsi un des types de gîtes sédimentaires consolidés.

Placers

Certains amas de sable ou de gravier contiennent diverses zones où se sont concentrés les minéraux de valeur qui étaient contenus dans les roches avant leur destruction. Ces concentrations s’appellent placers, ancien mot espagnol qui voudrait dire “banc de sable”. Les minéraux plus légers et plus friables se trouvent rarement en concentration dans les placers. Les minéraux qui forment les placers sont ordinairement lourds; ils résistent à la décomposition ou aux solutions chimiques et ils sont si durs, si résistants, qu’ils ne s’usent pas facilement ni ne se séparent en fragments de plus en plus petits. Les minéraux de placer les plus importants sont donc l’or, le platine, la cassitérite, l’ilménite, le diamant et le rubis. La magnétite qui existe dans les roches ignées à titre de minéral accessoire forme parfois de vastes concentrations de “sable noir”. Toutefois, ces placers sont rarement exploitables comme sources de fer. On trouve ordinaire-

La prospection au Canada

ment des grenats dans les placers et on les confond souvent avec le rubis.

Plusieurs conditions doivent se trouver réunies pour qu'un placer se forme et subsiste assez longtemps. Il faut d'abord que la roche de fond ou ses gîtes aient contenu des minéraux de valeur, ne fût-ce qu'en faibles concentrations; ensuite, que l'intempérisme ait exercé son action pendant très longtemps et, en troisième lieu, que la topographie ait favorisé la concentration, ce qui suppose habituellement une région de collines ou de montagnes dotée de cours d'eau assez rapides pour entraîner les produits plus légers de l'érosion. Les régions les plus favorables sont celles où, grâce à une érosion de longue durée, la surface terrestre a été presque nivelée, puis soulevée et découpée par des cours d'eau qui ont concentré les minéraux résiduels reposant sur l'ancienne surface. Enfin, les placers doivent avoir été conservés. Beaucoup de placers ont sans doute été détruits par une érosion ultérieure, y compris l'action glaciaire. C'est probablement à cause de cette action qu'on n'a pu découvrir de placers exploitables dans le bouclier canadien, même si les roches de ce dernier contiennent beaucoup de gîtes primaires aurifères, que l'intempérisme avait sans doute transformés en placers, lesquels ont été ensuite détruits par la glaciation. L'abondance de placers dans la région de la Cordillère soumise à la glaciation s'explique par sa topographie très accidentée, qui semble avoir protégé bien des placers de la destruction, en empêchant les glaciers de dénuder uniformément toute la surface.

Certains placers se forment sur les pentes en contrebas des affleurements de gîtes minéraux. Il s'agit de placers au premier stade de formation. On n'y trouve ordinairement pas de fortes concentrations, car les minéraux sont bientôt entraînés dans les cours d'eau. D'autres se forment le long des plages où les vagues érodent les roches ou reprennent et concentrent les sables ou graviers glaciaires contenant de faibles quantités de minéraux de valeur. Toutefois, la plupart des placers se trouvent dans les graviers de cours d'eau, particulièrement dans les anciens lits plutôt que dans les lits de cours d'eau actuels. Les minéraux de valeur sont habituellement concentrés à la surface de la roche de fond ou près de celle-ci sous le lit des cours d'eau et peuvent se loger dans les fissures qui s'y trouvent. Toutefois, dans certains placers, les concentrations de métaux peuvent se présenter dans le gravier à quelque distance de la roche de fond. Les minéraux les plus précieux des placers se présentent en grains assez petits mais, dans le cas de l'or, on peut parfois déceler des pépites. Beaucoup de placers qui sont recouverts de "drift glaciaire" sont difficiles à découvrir et à exploiter. La plupart des placers de la région de la Cordillère canadienne sont de l'époque interglaciaire ou postglaciaire; certains, cependant, dateraient de l'époque tertiaire. On en est sûr en certains cas. Quelques rares placers ont été découverts dans des graviers tertiaires recouverts de coulées de lave tertiaire.

Gîtes sédimentaires consolidés

Quant aux placers qui ont été constitués au cours de périodes géologiques lointaines et qui ont échappé à la destruction, ils finissent par se consolider en couches de conglomérats ou de grès contenant des gîtes détritiques de magnétite, d'or ou d'autres minéraux. Certains gisements se sont certainement formés de cette manière. Il se peut que d'autres gisements importants aient la même origine, mais nous n'en avons pas de preuve concluante. Ainsi, a-t-on fermement cru d'abord que les minerais aurifères des conglomérats précambriens de l'Afrique du Sud, qui constituent la principale source d'or du monde, étaient des

placers consolidés. Il a cependant été prouvé plus récemment qu'une partie au moins des minéraux aurifères et autres minéraux métallifères qui accompagnent le placer ont probablement été déposés après la consolidation de la roche. L'importance de ces gîtes, comme on peut se l'imaginer, a provoqué d'incessantes études de ce problème; mais, malgré les efforts de bien des autorités éminentes en la matière, on ne peut encore établir avec certitude si les minéraux de gîte n'ont pas été apportés, par action hydrothermale, pour former des gîtes n'ayant avec les placers qu'une ressemblance accidentelle ou si l'or, après être passé par le stade du placer, ne s'est pas ensuite dissous et légèrement redistribué. Le même problème se pose, à peu de choses près, quand on cherche à expliquer l'origine de certains autres gisements d'or, d'uranium et d'autres métaux. On n'a pas trop de peine à distinguer ceux dont l'origine détritique est certaine, pourvu que les minéraux de gîte ne soient pas si finement dispersés qu'on ne puisse les apercevoir au microscope. En effet, les grains détritiques sont ou bien arrondis par l'eau qui les a transportés ou bien divisés en fragments anguleux, tandis que les minéraux déposés par les solutions présentent certaines caractéristiques (cristaux entrelacés, texture, relations diverses) décelables au microscope. D'autre part, un gîte, qui de l'état de placer est passé par une phase de recristallisation et dont les minéraux constituants n'ont été transportés qu'à peu de distance, serait difficile ou même impossible à distinguer d'un autre dont les minéraux de valeur résultent de solutions hydrothermales en provenance d'une source ignée. Il est important pour les géologues de chercher à résoudre ces problèmes car les colonnes de richesse ou d'autres gisements supplémentaires peuvent se trouver à des endroits bien différents des points de vue sédimentation et structure selon que les minéraux de gîte se sont concentrés en placers ou proviennent de solutions.

D'autres gisements trouvés dans des roches sédimentaires sont composés de précipités chimiques formés dans des nappes d'eau superficielles. Certains gisements de fer en sont l'exemple le plus commun. En certaines régions, on peut assister de nos jours à la formation de gîtes de minerai de "fer des marais". L'eau qui s'infiltré à travers les roches dissout le fer, sous forme de la terre sous forme de sources dans les marais ou près de marais contenant des matières carbonacées qui réagissent avec les solutions ferreuses pour produire de la limonite qui se dépose au fond du marais. On trouve des gîtes de ce genre au Canada, notamment dans la vallée du Saint-Laurent, dans la province de Québec, où, il y a bien des années, ils alimentaient en minerai la première industrie du fer au Canada.

C'est surtout dans les terrains précambriens et paléozoïques qu'on trouve des formations étendues d'origine sédimentaire qui contiennent du fer et de la silice. Le fer et la silice ont évidemment été précipités de l'eau de mer par voie chimique, à l'époque où se sont déposées les couches sédimentaires avec lesquelles ils sont interstratifiés. Dans un cas, des composés ferreux se sont combinés avec la silice pour former de petits grains ronds appelés "oolithes". Dans un autre cas, le gisement se compose de minces couches d'hématite et de magnétite interstratifiées de couches de silice. La plupart des gisements de cette dernière catégorie contiennent trop peu de fer pour être exploitables, sauf s'ils ont été enrichis par des solutions qui ont extrait le fer de certaines parties du gisement pour le concentrer dans d'autres parties, ou qui ont entraîné une bonne part de la silice, accroissant ainsi indirectement la teneur en fer. En recherchant des gisements de ce genre, il faut d'abord découvrir les formations ferrifères et ensuite trouver les parties

La prospection au Canada

qui contiennent peu de silice et beaucoup de fer. On se fonde d'abord sur l'apparence du gisement: l'analyse fournit ensuite des données précises.

Gîtes secondaires

Presque tous les minéraux métallifères qui se trouvent à la surface, ou près de la surface, sont transformés sous l'action des eaux superficielles qui les attaquent et provoquent la formation de nouveaux minéraux, généralement des oxydes ou des hydroxydes (composés formés d'un métal additionné d'hydrogène et d'oxygène). On donne à ces nouveaux minéraux le nom de *supergènes* (ou minéraux *secondaires*) et les gisements qui les renferment sont aussi appelés gisements *supergènes* (ou *secondaires*). Certains minéraux qui contiennent des métaux, tels le cuivre, le fer et l'uranium, sont vite attaqués par les eaux de surface; d'autres le sont moins facilement et quelques-uns, comme l'or et le platine, sont si résistants qu'ils s'opposent aux réactions de ce genre. Les gîtes de fer contenant des minéraux secondaires sont caractérisés par une apparence rouillée et la présence de ce qu'on appelle le *chapeau de fer*.

Au Canada, la plupart des gisements supergènes ne renferment que de faibles quantités de minéraux secondaires, comme la limonite, la malachite, l'érythrine et divers minéraux secondaires contenant de l'uranium. Ils s'étendent à quelques pouces ou à quelques pieds de la surface. Exceptionnellement, cependant, on a trouvé des minéraux secondaires dans des mines à 500 pieds ou plus de la surface. Règle générale, les secteurs altérés des gîtes contiennent à la fois des minéraux secondaires et une partie des minéraux primitifs et, même si la teneur en métal n'est pas exactement la même au total que dans les parties inaltérées du gisement, d'ordinaire la différence n'est pas grande. Par conséquent, dans la plupart des gisements canadiens, les transformations secondaires n'influent guère sur la valeur du gisement. La principale utilité des minéraux secondaires ainsi formés au Canada est d'offrir souvent d'importants indices pour la découverte de gisements primaires. De faibles quantités de minéraux secondaires peuvent teinter une aire assez étendue, ce qui facilite la découverte du gisement, car certains minéraux secondaires ont de vives couleurs. A ce propos, se rappeler trois choses: d'abord, les minéraux secondaires peuvent se rencontrer tout près du gisement inaltéré, mais non pas toujours juste au-dessus. Ensuite, bien des minéraux secondaires sont solubles dans l'eau et peuvent avoir été enlevés de la surface d'un affleurement par la pluie ou quelque autre forme d'humidité, de sorte qu'il est souvent nécessaire de piocher un affleurement pour les découvrir. Ils peuvent se conserver dans d'étroites fissures ou cavités où ils servent de remplissage. Enfin, ne pas oublier qu'un tout petit gisement ou un gisement plus étendu dont la teneur en métal est sans importance peut offrir un étalage spectaculaire de minéraux secondaires, de sorte qu'un chapeau de fer ou quelque autre caractéristique bien visible de gisement secondaire ne constitue pas nécessairement l'indice d'un gisement primaire important.

Par suite d'altération, des métaux de valeur peuvent être disparus de la partie supérieure d'un gisement, de sorte que l'analyse d'échantillons de cette partie du gisement peut donner des teneurs inférieures à la réalité ou ne rien dire d'un métal qui est pourtant présent. Le métal ainsi enlevé a pu être dispersé, ou concentré dans une couche inférieure du gisement pour former ce qu'on appelle des "zones d'enrichissement secondaire" ou *bonanzas*, qui atteignent rarement de

grandes profondeurs. Il y a peu de bonanzas au Canada, surtout, semble-t-il, parce que l'érosion glaciaire a dû enlever les parties altérées de maints gisements. Il se peut aussi que le climat plutôt frais de notre pays ait ralenti la réaction chimique entre les eaux de surface et les minéraux, d'où des conditions moins propices à la formation de bonanzas que celles qui prédominent dans des pays plus chauds. Il importe cependant, surtout pour les ingénieurs et les géologues qui font l'étude des gîtes probables, de tenir compte des possibilités d'enrichissement ou d'appauvrissement.

Autres ouvrages à consulter

Bateman, A. M.: *The Formation of Mineral Deposits*; Wiley, 1951. Prix \$5.50 environ.

Ouvrage destiné aux profanes et aux jeunes étudiants. Très au point et fait autorité.

Lindgren, W.: *Mineral Deposits*; 4^e éd., McGraw-Hill, 1933. Prix \$8 environ.

Cet ouvrage et celui qui suit comptent parmi les nombreux manuels d'études supérieures qui font autorité sur la géologie des gîtes minéraux et peuvent servir d'ouvrages de référence aux prospecteurs d'expérience.

Bateman, A. M.: *Economic Mineral Deposits*; 2^e éd., Wiley, 1950. Prix \$7.50 environ.

Les combustibles

Les principaux combustibles sont le bois, la houille, le pétrole et le gaz naturel. A l'exception du bois, tous ces combustibles sont classés comme *combustibles minéraux*, parce qu'ils sont extraits de formations rocheuses, mais ils ne constituent pas des minéraux au sens défini au chapitre III.

En 1953, la houille, le pétrole et le gaz naturel ont représenté environ le quart de la valeur totale de la production minérale canadienne. La production de charbon s'est élevée à 102 millions de dollars, celle du pétrole à 197 millions et celle du gaz naturel à 11 millions. Malgré l'importance considérable de ces produits, nous ne leur consacrons que peu de place parce que le marché ne favorise pas à l'heure actuelle la découverte de nouvelles houillères et parce que la prospection de pétrole et de gaz naturel est si spécialisée qu'elle dépasse la portée de la prospection ordinaire. Les passages qui suivent en font donc qu'exposer les grandes lignes de ces sujets en vue de fournir certains renseignements d'ordre général à ceux que la question intéresse.

La houille

La houille est formée de matières végétales accumulées au cours de périodes géologiques antérieures. On a pu étudier toutes les étapes de sa formation: tourbe, lignite, houille grasse et anthracite. La houille garde souvent l'empreinte de feuilles, de fougères et d'autres espèces végétales. Croissant dans les marais d'eau douce ou saumâtre, la végétation s'est accumulée au fond de ces bassins, ou bien elle a flotté, formant des concentrations qui se sont transformées en matières tourbeuses. Ces couches, ensevelies sous le sable ou la boue, ont ainsi été protégées et, emprisonnées entre les roches sédimentaires, se sont graduellement transformées en charbon sous l'action de la pression et de la chaleur.

A cause de son origine, la houille se présente en couches ou lits à l'intérieur de roches sédimentaires, comme les schistes tendres et le grès déposés dans les eaux douces ou saumâtres. Les roches sédimentaires du carbonifère et du crétacé

La prospection au Canada

renferment les gisements d'anhracite les plus importants du monde, tandis que les couches de l'époque tertiaire fournissent la plus grande partie de la production mondiale de lignite.

Les trois principaux types de houille se distinguent par les caractéristiques suivantes:

Le *lignite*: couleur noir-brunâtre; structure végétale et ligneuse généralement évidente; haute teneur en humidité qui entraîne la désagrégation au séchage.

La *houille grasse*: noire, cassante, avec alternance de couches mates et lustrées; de nombreux plans de séparation font qu'elle se brise en cubes ou morceaux rectangulaires. En brûlant, elle dégage une flamme jaune et fumeuse.

L'*anthracite*: charbon noir, dur, cassant, avec cassure conchoïdale luisante. S'allume difficilement et brûle en donnant une flamme bleue sans fumée.

Il existe aussi plusieurs houilles intermédiaires, dites semi-bitumineuses et semi-anhracites. Du point de vue chimique, le passage du lignite à l'anhracite est marqué par l'augmentation de la teneur en carbone par rapport à la teneur en matières volatiles et en humidité. D'ordinaire, la houille de formation géologique ancienne a subi l'action de la pression et de la chaleur pendant assez longtemps pour se transformer en charbon à haute teneur en carbone ou peut-être en graphite. Les pressions et les températures particulièrement élevées qui accompagnent les plissements accentués jouent un rôle important dans le passage de la lignite à l'anhracite.

Le plissement des couches de houille augmente les chances qu'elles ont d'affleurer. Toutefois, il en coûte ordinairement plus cher pour exploiter des couches fortement faillées ou plissées que des gisements sans faille, à faible inclinaison.

La nature des roches entre lesquelles sont disposées les couches de houille peut influencer grandement sur le coût d'extraction. Un toit de schiste faible peut exiger un soutènement assez poussé et d'autre part le grès dur peut ne pas convenir à certaines méthodes d'extraction souterraine. La nature du toit est aussi très importante dans le cas d'une exploitation à ciel ouvert.

La plus grande partie du charbon extrait au Canada est bitumineux. On s'en sert surtout pour le chauffage et la production de vapeur, et, en moindres quantités, pour la fabrication de coke et de gaz artificiel. Certaines qualités de coke sont largement employées pour transformer le minerai de fer en fer ou en acier. Les principaux gisements houillers du Canada sont situés dans l'Est et l'Ouest du pays. On exploite des mines très considérables dans les formations carbonifères de la Nouvelle-Écosse et dans les formations mésozoïques de la Colombie-Britannique et de l'Alberta. On extrait aussi des houilles tertiaires dans l'Ouest canadien.

Le Canada possède beaucoup de mines de charbon en exploitation, et d'importantes réserves connues de houille. Toutefois, l'industrie houillère se heurte à des difficultés, entre autres raisons, parce qu'elle doit concurrencer les huiles de chauffage et le gaz naturel que l'on préfère pour certains usages. Certains spécialistes soutiennent même que la houille, dans un avenir plus ou moins rapproché, constituera une source de produits chimiques plutôt qu'une source d'énergie calorifique. Autre raison: bien des industries qui ont besoin de charbon ou de coke sont situées au centre du pays, loin des principales mines de charbon, qui se trou-

vent dans les régions Est et Ouest. Ce marché intérieur est en grande partie approvisionné en charbon provenant des États-Unis. A cause de ces circonstances, il n'est guère probable que la prospection générale en vue de la découverte de charbon vaille la peine d'être entreprise au Canada d'ici quelques années. Il y a sans doute des cas spéciaux; il se peut que des exploitants de houillères, sachant qu'on a besoin d'un certain genre de houille dans certaine région, confient la prospection à un homme compétent. Le prospecteur ordinaire qui poursuit ses recherches dans des régions où il y a peut-être de la houille, devrait, en cherchant d'autres minéraux, prendre note de toute nouvelle venue de houille qu'il observe, pour le cas où il pourrait y intéresser quelqu'un. Ou bien encore, sachant que la houille est en demande à un endroit près duquel affleurent certaines formations dans lesquelles on rencontre parfois du charbon, il pourrait se mettre à la recherche d'un dépôt.

Autre ouvrage à consulter

La houille et le coke; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. des Mines et Relevés techniques, Ottawa.

Le pétrole et le gaz naturel

Le pétrole est parfois désigné, en langage familier, par les mots *huile brute*, ou *huile* tout simplement. On a coutume de distinguer le *gaz naturel* des autres gaz mais, dans le présent ouvrage, le mot *gaz* désigne le gaz combustible d'origine naturelle. Le pétrole et le gaz sont essentiels à notre mode de vie actuel, en raison surtout du grand emploi que l'on fait de l'essence, et le Canada a l'avantage d'en posséder d'immenses réserves, principalement dans la région des Grandes Plaines. Le Canada produit aujourd'hui une bonne moitié du pétrole qu'il consomme et il extrairait aussi beaucoup de gaz s'il pouvait le transporter d'un bout à l'autre de son territoire. Nous avons construit de grands réseaux de pipelines, pour le pétrole et le gaz, et voudrions en établir d'autres, mais, vu les énormes distances à parcourir, nous estimerons peut-être plus économique d'importer le pétrole destiné à telle ou telle partie du pays, même si la production augmente considérablement, et il ne serait guère pratique d'installer partout des conduites de gaz.

Origine du pétrole et du gaz

Le pétrole et le gaz naturel sont des produits apparentés d'origine organique qui, dans des conditions spéciales, se sont accumulés dans certaines couches poreuses de l'écorce terrestre. Au cours d'époques révolues, des matières organiques se sont déposées au fond de masses d'eau avec du sable, du limon et de la boue tout comme le font les sédiments ordinaires que charrient de nos jours les rivières pour aller les déverser dans la mer. Les roches de la période précambrienne n'ont livré ni pétrole ni gaz, par suite sans doute de l'absence, à cette époque, d'organismes vivants appropriés.

Les matières organiques longtemps soumises à l'action de l'air ou de l'eau se décomposent, mais l'eau salée retarde ce processus et, si la sédimentation progresse assez vite, la matière organique se trouve emprisonnée dans les sédiments. On croit que les bactéries qui habitent ces sédiments aident à libérer les cires et les graisses contenues dans la matière organique, cette action étant particulièrement efficace dans l'eau salée. Voilà qui explique sans doute en partie pour-

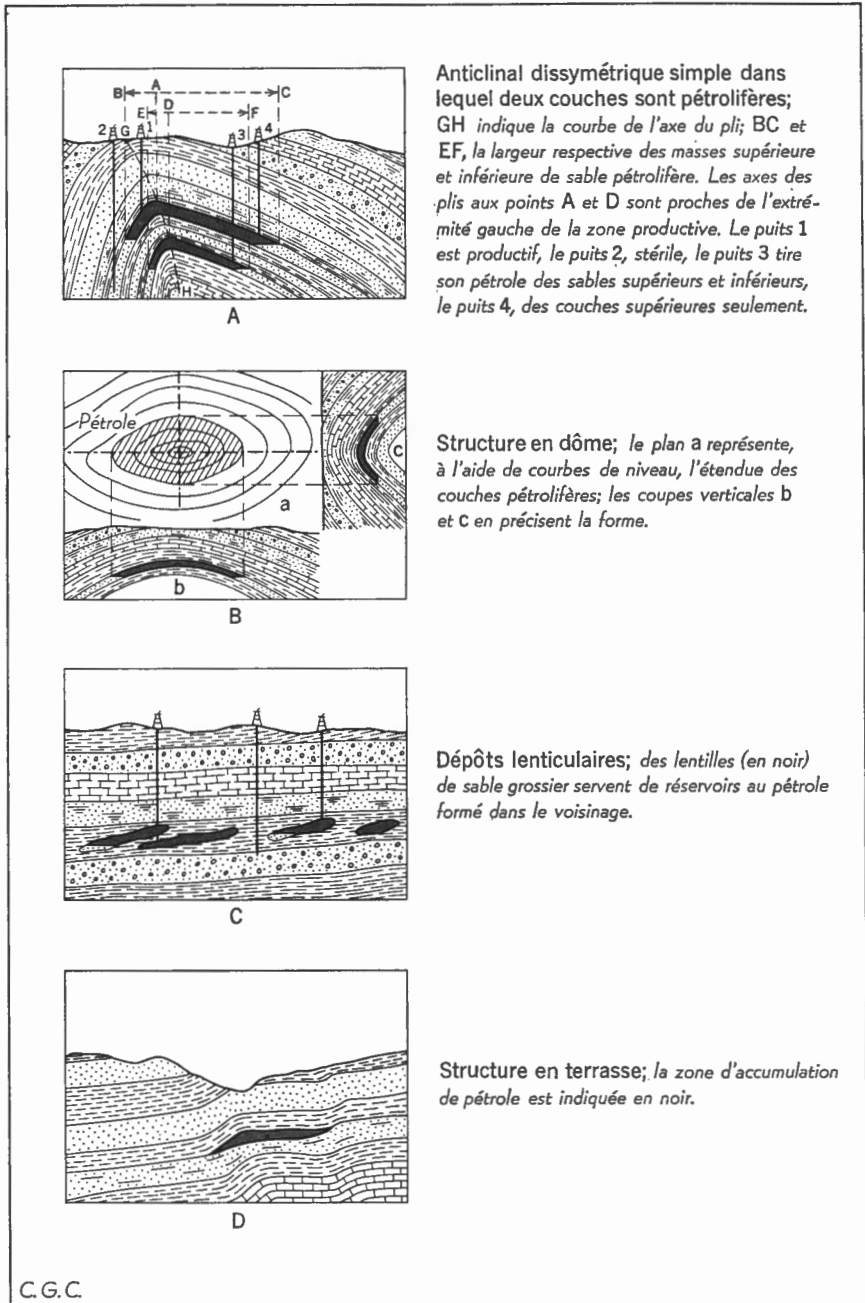


Figure 7. Schémas de structures pétrolifères (A, B et C d'après L. C. Uren).

quoi le pétrole et le gaz se rencontrent plutôt dans les formations sédimentaires marines que dans les formations d'eau douce. Les sables et les graviers peuvent ne renfermer que peu de matière organique, mais l'argile finement divisée pèse à peu près autant que les particules de matière organique, et les schistes foncés, particulièrement ceux d'origine marine, sont donc considérés comme le point d'origine idéal du pétrole et du gaz. Parfois, certains calcaires renferment beaucoup de substances organiques, principalement ceux qui se sont formés dans les mers relativement chaudes. Les substances organiques emprisonnées dans les schistes et les calcaires subissent graduellement l'action de la chaleur et de la pression et se transforment en gaz et en petits globules d'huile qui, tout d'abord épars, ne peuvent constituer des dépôts de valeur marchande que s'ils se sont ensuite concentrés dans des roches-magasins.

Porosité et perméabilité

Presque toutes les roches présentent des espaces libres entre les grains qui les composent. Si ces "pores", suffisamment rapprochés, communiquent entre eux, la roche est perméable et permet aux liquides et au gaz de la traverser lentement. Les roches les plus perméables sont les grès, certains calcaires coralliens et diverses dolomies, en particulier celles qui sont issues de calcaires dans lesquels une partie de la chaux a été remplacée par de la magnésie, avec baisse concomitante de volume, voir quelque fracture. Même les schistes les moins perméables des roches sédimentaires ont de très petits pores où filtrent les liquides par capillarité. Quand le pétrole et le gaz pénètrent dans des roches suffisamment poreuses ou bien faillées ou rompues, ils remontent peu à peu jusqu'à la surface, ou tant qu'ils ne sont pas retenus par une roche plus ou moins imperméable.

Roches-réservoirs

Il existe toute une variété de formations géologiques, d'origine tectonique ou non, qui peuvent retenir le pétrole. Les plus simples sont les anticlinaux et les dômes représentés aux figures 7 A et B. Dans des conditions idéales, le gaz, à cause de sa légèreté, afflue vers les couches poreuses situées à la charnière anticlinale, pour y être flanqué de nappes sous-jacentes de pétrole, lui-même plus léger que l'eau qui remplit les interstices de la partie inférieure de la structure. Mais les choses ne se passent pas toujours ainsi, même dans les anticlinaux simples. Par exemple, le gaz naturel se déplace beaucoup plus aisément que le pétrole: aussi certaines structures ne renferment elles que du gaz. Les anticlinaux, même dans une région pétrolifère, ne renferment pas toujours du gaz ou du pétrole, car la circulation de l'eau dans les couches poreuses suffit parfois à vider un anticlinal du gaz et du pétrole qu'il contient et à les expulser dans une autre structure où l'effet de l'eau se fait moins sentir. D'autres de ces réservoirs sont formés quand, à la suite d'une faille, une couche poreuse est amenée en contact avec une couche imperméable, ou quand des lentilles de roche poreuse sont intercalées dans des couches imperméables (voir figure 7C), ou quand il y a formation de "terrasses" (voir figure 7D). Les gros récifs coralliens forment également des roches-magasins.

L'accumulation du pétrole et du gaz naturel exige donc la présence de roches-mères (schiste tendre et calcaire pétrolifères par exemple), de bancs poreux pouvant constituer un réservoir, de structures géologiques propices à l'accumulation et d'une calotte de roche imperméable, comme le schiste, pour

La prospection au Canada

enrayer toute ascension ultérieure et toute perte. Les roches-mères n'affleurent pas toujours, et gisent parfois à quelque distance de la structure d'accumulation, mais une étude attentive des couches de toute une région montrera parfois que ces roches-mères existent au-dessous d'une structure favorable. Les cartes dressées avec soin et les sondages géophysiques permettent de déceler les structures géologiques favorables, parfois même les suintements de pétrole trahissent leur présence à la surface, mais on n'est sûr qu'il y a accumulation de pétrole ou de gaz qu'en forant des puits coûteux, qui atteignent souvent plusieurs milliers de pieds de profondeur.



Planche XXXII

Sable bitumineux, Fort McMurray (Alb.) et appareil d'extraction, de caractère expérimental.

Schistes et sables pétrolifères

Les affleurements de schiste contenant des hydrocarbures organiques sont assez répandus, et dans certains pays on procède à l'extraction de ces schistes dans des mines ou des carrières pour en séparer le pétrole par distillation. Les hydrocarbures contenus dans ces roches sont ce qui reste du pétrole après que les éléments plus volatils en furent chassés par l'intervention de causes naturelles, chaleur, pression, etc. Ces gîtes ne sont pas rares au Canada, surtout dans les provinces Maritimes et la Colombie-Britannique, mais on n'estime pas qu'ils sont exploitables; toutefois, les plus riches d'entre eux pourraient acquérir une valeur marchande, un jour.

Le Canada possède des gîtes de nature unique, qui couvrent une grande étendue près de Fort Murray (nord de l'Alberta). Il s'agit de matières bitumineuses contenues dans un sable non consolidé de la période crétacique (*voir* planche XXXII), qui repose sur un calcaire dévonien. La substance bitumineuse est le résidu d'un pétrole dont les éléments plus volatils ont été chassés par

certains processus. On ignore si le pétrole a été produit dans le calcaire sous-jacent ou dans les sables. Les gîtes contiennent de grandes quantités de pétrole et l'on a élaboré des méthodes d'extraction et de transformation qui donnent de l'asphalte, de l'essence et d'autres dérivés du pétrole. Jusqu'ici, ces méthodes ne permettent pas de soutenir avantageusement la concurrence du pétrole tiré des puits, mais les gisements pourraient prendre un jour la plus haute importance.

Perspectives de la prospection

La recherche du pétrole et du gaz est une tâche difficile et complexe. Les suintements de pétrole ou de gaz permettent parfois de fructueuses découvertes, mais la prospection repose principalement sur l'étude fouillée des roches et des structures visibles dans des régions où la géologie est favorable d'une manière générale, sur l'analyse détaillée des boues de forage et des carottes de roche extraites des puits qui ont déjà été foncés dans ces régions, et sur les levés géophysiques spéciaux, d'un précieux apport lorsqu'il s'agit d'interpréter les structures souterraines.

On explore les emplacements favorables en fonçant des puits qui coûtent fort cher: en Alberta, le forage de certains puits, qui atteignent près de deux milles de profondeur, a coûté, dans chaque cas, environ un million; plusieurs autres puits, moins profonds, ont coûté plus de \$100,000. En dépit des études préliminaires les plus fouillées, beaucoup de ces forages s'effectuent en vain, soit parce que le pétrole ou le gaz n'existent pas dans la structure ou ne s'y trouvent pas en quantité rentable, soit parce que le puits n'est pas implanté exactement à l'endroit voulu, soit parce que la structure du terrain varie en profondeur.

La recherche du pétrole et du gaz est donc une entreprise hautement spécialisée, hors de la portée du prospecteur ordinaire. A l'occasion, des géologues ou des géophysiciens d'expérience s'y lancent à leur propre compte, mais en général les travaux de prospection sont l'oeuvre de spécialistes de ces deux branches de la science à l'emploi de sociétés pétrolières. Les prospecteurs en question sont bien au courant de l'abondante documentation disponible en la matière. Nous pouvons donc nous dispenser d'en parler longuement dans une publication comme celle-ci.

Le prospecteur en quête de métaux ou de minéraux dans les régions qui contiennent des roches sédimentaires d'origine marine pourra surveiller les suintements de pétrole ou de gaz et les venues de schistes tendres ou de sables pétrolifères. Il devra toutefois se rappeler que, souvent, les prétendus suintements de pétrole à la surface de l'eau ne sont qu'une écume iridescente due à la présence de substances ferrugineuses ou à la décomposition de matières végétales. Souvent aussi, les bulles de gaz qui sont libérées contiennent du gaz de houille ou du gaz des marais et non le gaz qui est apparenté au pétrole et qui présente une telle importance.

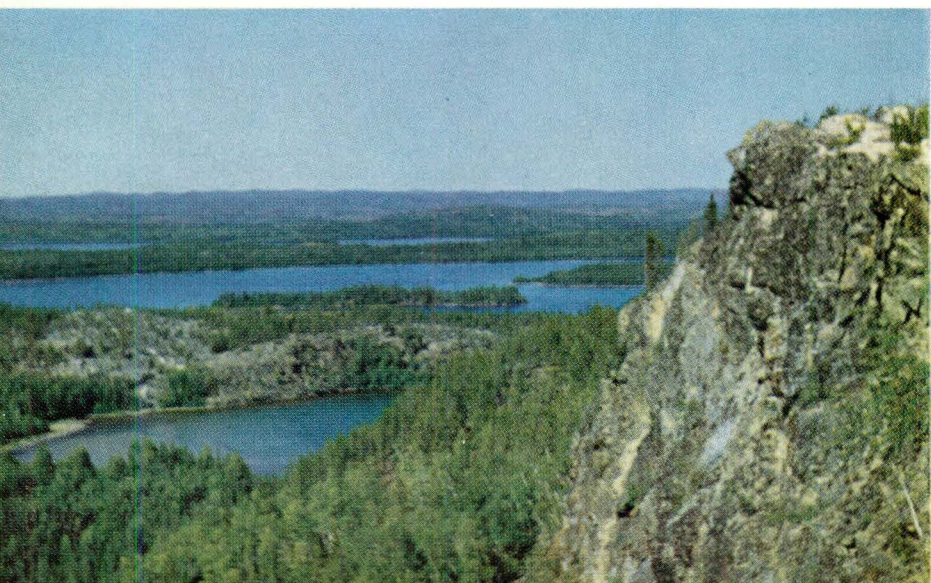
Dans certaines régions du pays, le droit d'exploiter les gisements de pétrole et de gaz accompagne les titres de propriété, tandis qu'ailleurs il est réservé à la Couronne. On ne jalonne pas les concessions de pétrole et de gaz, mais on peut obtenir des baux, soit du propriétaire foncier, soit du Gouvernement, selon le cas. Dans les provinces, ces questions relèvent des gouvernements provinciaux.



Planche XXXIII

A. *Vue d'une partie du bouclier canadien sise au nord de la limite des forêts, partie sud du district de Keewatin (T. du N.-O.)*

B. *Vue du bouclier canadien, partie nord de la Saskatchewan.*



CHAPITRE V

ESQUISSE DE LA GÉOLOGIE DU CANADA

Le Canada se divise en cinq grandes régions géologiques, communément appelées provinces géologiques (*voir* figure 8). Les roches sous-jacentes influent beaucoup sur le caractère de la surface terrestre; aussi ces divisions coïncident-elles avec les principales régions topographiques du Canada. Les provinces géologiques et topographiques revêtent donc la plus haute importance, non seulement à cause de leurs rapports avec la prospection et l'exploitation minière, mais aussi par suite de l'effet qu'une telle répartition exerce sur l'agriculture, l'industrie forestière, la colonisation et d'autres sphères d'activité.

La plus vaste province géologique est le bouclier canadien, qui englobe à peu près la moitié du pays. Cette immense étendue a pour sous-sol un ensemble complexe de roches précambriennes. Elle emprunte vaguement la forme d'un bouclier, et constitue une sorte de partie centrale ou d'armature du continent. Sauf du côté nord-est, où le Bouclier a pour borne l'océan Arctique, des strates relativement récentes et tendres chevauchent la bordure du Bouclier pour former les Plaines. Les plus grandes sont les vastes plaines intérieures, qui jouent un si grand rôle dans notre économie agricole et qui fournissent à peu près tout le pétrole extrait au Canada. Une autre région de vastes plaines s'étend au nord du Bouclier, dans les îles de l'Arctique. Les basses terres de la baie d'Hudson, au sud-ouest de cette baie, se composent d'assises sédimentaires qui recouvrent le cœur même du Bouclier. Les étendues peu élevées qui gisent au nord des lacs Érié et Ontario, et flanquent certaines parties du fleuve Saint-Laurent et de la rivière Outaouais, constituent ce qu'on appelle les basses terres du Saint-Laurent; bien que relativement peu étendues, ces régions sont de première importance au double point de vue agricole et industriel. L'Est du Canada se rattache à la région des Apalaches, qui s'étend des États-Unis vers le nord. Cette région accidentée, et de structure géologique complexe, embrasse l'île de Terre-Neuve, les provinces Maritimes, la Gaspésie et une partie des cantons de l'Est du Québec. Un vaste secteur de l'Ouest canadien est traversé à son tour par la Cordillère canadienne, partie d'un grand système montagneux qui hérissé tout l'Ouest de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud. De récents travaux dans l'Arctique ont révélé qu'une vaste région s'y compose de hautes montagnes et de roches aux multiples plissements. Cette région forme maintenant une province géologique à part, que l'on désigne sous le nom de région Innuïtienne.

Ces grandes divisions se séparent à leur tour en unités géologiques et topographiques moins étendues, mais dont la description détaillée ne saurait entrer dans le cadre du présent ouvrage. Les esquisses qui vont suivre visent seulement à faciliter l'intelligence des chapitres subséquents; puissent-elles être le point de départ d'études plus poussées sur la géologie du Canada. Voilà

La prospection au Canada

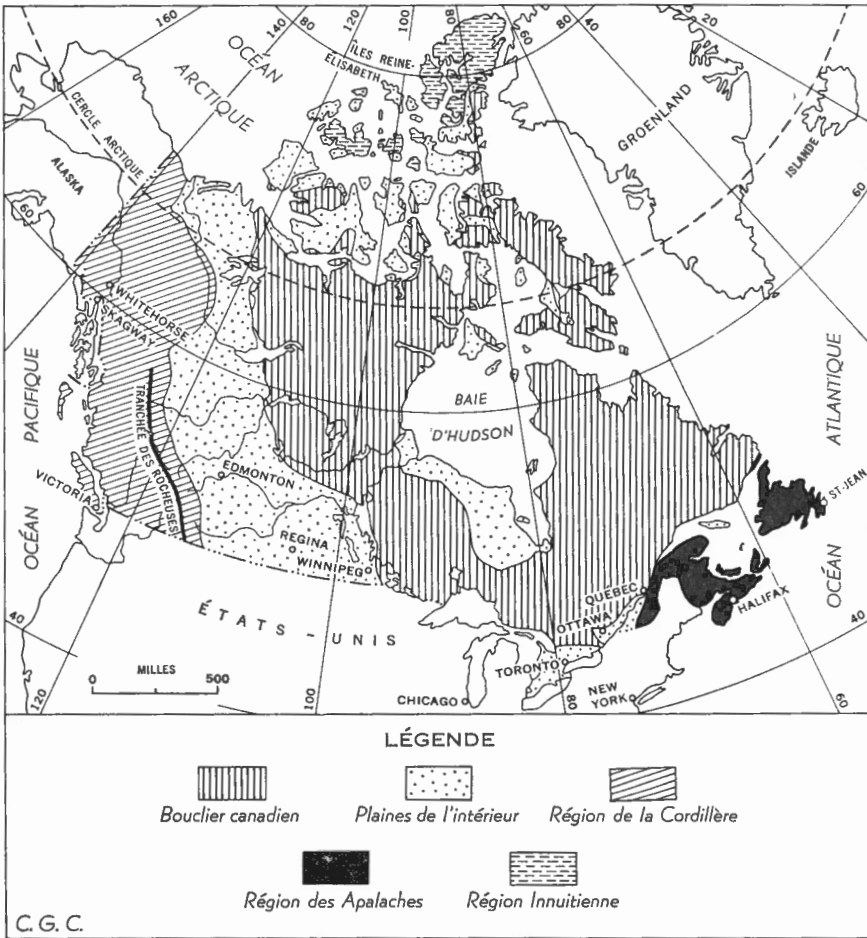


Figure 8. Le Canada et ses principales régions géologiques.

en effet une science qu'il importe non seulement au prospecteur de posséder, mais aussi à quiconque veut mieux comprendre la richesse et les beautés naturelles du pays. On pourra se renseigner plus à fond dans une analyse moins sommaire intitulée *Geology and Economic Minerals of Canada*, et dans diverses publications dont la liste figure à la fin du présent chapitre.

Le bouclier canadien

Cette vaste région occupe une superficie de plus de 1,800,000 milles carrés. La partie méridionale du Bouclier se prolonge en terre américaine, à l'ouest et au sud du lac Supérieur, principale zone du continent pour l'extraction du minerai de fer tiré des roches précambriennes. Une autre partie du Bouclier franchit le fleuve Saint-Laurent à l'est de Kingston, les roches précambriennes, plus dures, formant les Mille-Îles.

Pour une bonne part, le relief du Bouclier est assez peu accidenté; il s'élève à peine, en général, à 2,000 pieds au-dessus du niveau de la mer. Plutôt rares sont les collines et les crêtes dominant de plus de 100 à 200 pieds la ligne générale d'horizon. Cependant, à divers endroits, notamment au nord du lac Supérieur ainsi que dans les hautes terres d'Haliburton et des Laurentides, la topographie se hérissé davantage; dans le Labrador, les monts Torngat comptent des sommets de 5,000 à 6,000 pieds au-dessus du niveau de la mer, et, dans l'île Baffin, certaines cimes atteignent même 8,000 à 10,000 pieds. Vu l'intense glaciation que le Bouclier a dû subir, son anatomie topographique se distingue par des affleurements rocheux arrondis et des crêtes rocheuses, séparés par des dépôts glaciaires de sable et de gravier, ainsi que par d'innombrables lacs, de toutes formes et dimensions, qui sont nés de l'arrêt de l'écoulement des eaux provoqué par la glaciation; celui qui survole plusieurs parties du Bouclier a l'impression que la superficie recouverte par des lacs y est aussi étendue que celle de la terre ferme. Il s'y trouve un grand nombre de fondrières moussues marécageuses, autre preuve d'un mauvais écoulement des eaux. Cependant, la vaste région comprise entre Hearst (Ontario) et Senneterre (Québec) offre des caractères topographiques bien différents; le sous-sol s'y compose d'immenses lits d'argile qui se sont formés dans de grands lacs temporaires lors du recul de la dernière calotte de glace. L'uniformité de surface de cette "zone argileuse" tranche sur le reste du Bouclier, et les affleurements y sont moins nombreux, ce qui a retardé la prospection dans d'importantes régions minières comme Porcupine et Rouyn.

La proportion de roche visible varie beaucoup d'un bout à l'autre du Bouclier. C'est dans la susdite "zone argileuse" que la roche est le plus rare. Elle abonde dans certaines parties des Territoires du Nord-Ouest et du Labrador. Dans la plupart des secteurs dont la carte a été dressée par les géologues, il est probable que le dixième au plus de la superficie globale se compose de roches affleurantes. La partie sud du Bouclier est bien boisée, les résineux se mêlant partout à la forêt feuillue dans les coins les plus méridionaux, et la forêt résineuse couvrant d'immenses étendues vers le Nord. La croissance des arbres est fonction du climat, et parce que ce dernier varie d'un bout à l'autre du pays, la limite de la végétation arborescente suit une diagonale qui serait tirée vers le sud-est, du Grand lac de l'Ours jusqu'à Churchill. A l'est de la baie d'Hudson, cette ligne dessine une courbe vers le Nord, de sorte que seules les parties les plus septentrionales de l'Ungava et du Labrador débordent les boisements, bien qu'au sud de cette ligne on trouve également des régions montagneuses dépourvues d'arbres.

La durée du Précambrien forme au moins les cinq sixièmes de toute la durée de l'histoire géologique. Durant ces longs âges, de grandes accumulations de strates sédimentaires et volcaniques se constituèrent, et furent ensuite le siège de mouvements orogéniques, de vastes massifs de granite et d'autres roches ignées prenant naissance à la racine des montagnes. Ces anciennes chaînes de montagnes ayant été nivelées par érosion, les mers envahirent à leur tour les basses terres ainsi constituées et le cycle de la sédimentation, de l'orogénèse, de l'intrusion et du nivellement par érosion, recommença. Dans certaines parties au moins du Bouclier, le processus se renouvela même plusieurs fois, mais jamais, semble-t-il, le Bouclier ne fut soumis en même temps dans sa to-

La prospection au Canada

talité au même genre de transformation. C'est ainsi que, pendant qu'une région donnée était soumise à l'orogénèse, telle autre était submergée et traversait une période de stabilité, accompagnée de sédimentation. Aux temps paléozoïques, la mer recouvrait, entre autres, la bordure du bouclier précambrien et y déposait des sédiments, érodés en partie depuis. Il est probable qu'à diverses époques certaines parties du Bouclier n'étaient pas recouvertes par les mers paléozoïques et subirent l'érosion. Rien n'indique non plus qu'il y ait eu submersion généralisée aux ères mésozoïque ou tertiaire. Vers la fin du Tertiaire, il y eut surrection, la surface étant relevée, selon toute apparence, de 300 à 700 pieds au-dessus du présent niveau. Ce soulèvement stimula de nouveau l'érosion par les cours d'eau, et collines et vallées en sortirent façonnées plus ou moins en leurs formes actuelles. A ces événements succéda la glaciation du Pléistocène, alors qu'une immense carapace de glace recouvrit tout le Bouclier. Ces masses, en avançant, arrondirent les crêtes et les affleurements et approfondirent les vallées. Quand elles reculèrent, elles laissèrent des moraines de gravier et de sable et d'autres dépôts glaciaires. Au cours des derniers millénaires, seules de légères modifications ont eu le temps de se produire: surrections modérées, altération peu marquée des roches, transformations dues à la gelée, à l'érosion par les cours d'eau et à la déposition du produit de cette érosion.

L'immense richesse minérale, si diversifiée, que recèle le Bouclier est une conséquence de sa lente et multiforme évolution, les roches se prêtant à la mise en place de minerais divers parce que faillées et déformées pendant ou après la montée, en profondeur, d'intrusions ignées. Les longues périodes d'érosion qui suivirent devaient mettre à nu ces gîtes minéraux profonds ou les rapprocher passablement de la surface. Le Bouclier se trouve donc être, parmi les grandes provinces géologiques, la plus favorable à la recherche des gîtes métallifères. On se rappellera toutefois que seules certaines espèces de roches et de structures géologiques au sein du Bouclier sont nettement propices et que, selon toutes probabilités, de vastes secteurs ne renferment aucun gîte important. En outre, les dépôts métallifères ont tendance à s'accumuler le long de certaines zones particulières, et ceux qui se sont formés autour d'une zone déterminée auront d'ordinaire en commun des caractéristiques d'ordre général.

Dans bien des régions, les plus anciennes roches précambriennes exposées sont des roches métamorphiques, sédimentaires et volcaniques, de différents types, les roches volcaniques altérées étant collectivement désignées sous le nom de "pierre verte". Ces couches anciennes sont des vestiges géologiques qui se présentent en lambeaux longs quelquefois de 100 milles ou plus et sont flanqués de zones de granite et de gneiss. On estime que les quatre cinquièmes du Bouclier, ou plus, consistent en granite ou en roches apparentées, mais une grande partie des roches indiquées sur les cartes comme étant du granite sont en réalité des gneiss dérivés de roches, sédimentaires et autres, qui ont été envahies par des venues granitiques ou ont été partiellement converties en ces dernières. Dans bien des régions, les roches du début du Précambrien sont recouvertes de couches discordantes moins déformées, de nature sédimentaire et volcanique, qui remontent, croit-on, à la fin du Précambrien. Il est possible, néanmoins, que cette discordance et la formation des couches sus-jacentes se soient produites à des époques différentes dans les différentes régions, et que

certaines couches qui, selon les cartes, datent de la fin du Précambrien, n'aient presque pas été disloquées depuis le début du Précambrien. C'est et là, des couches de la fin du Précambrien ont été envahies par des granites de la même ère et, dans l'ensemble du Bouclier, celles de ces intrusions qui passent pour les plus récentes du Précambrien sont de diabase.

La plupart des roches du Bouclier ayant subi un intense métamorphisme, on a de la peine à en éclaircir la géologie stratigraphique fort complexe, d'autant plus qu'elles ne contiennent pas de fossiles qui pourraient jeter quelque lumière sur l'âge approximatif et la corrélation des strates, et que souvent des zones étendues de roches granitiques ne permettent pas de suivre les vieilles assises d'une région à l'autre. En outre, on n'a encore dressé aucune carte géologique d'immenses secteurs du Bouclier. Voilà pourquoi on ne peut déterminer avec certitude la formation, l'âge ni la stratigraphie de très vastes zones; aussi certains groupes de roches reçoivent-ils des noms locaux selon les différentes régions, tandis que d'autres ne sont pas classés par formation. Dans certains rapports et cartes antérieurs, on a donné une trop grande extension aux termes utilisés pour caractériser les formations, ce qui a donné lieu à une certaine confusion.

Subdivisions régionales du Bouclier

Vu l'étendue et la complexité du Bouclier, il convient de le diviser en secteurs caractérisés par des types de roches et de structures assez particuliers. Certains indices démontrent que les principales périodes de plissement et d'intrusion ignée sont survenues à différentes époques dans les diverses parties du Bouclier. Au surplus, il semble bien que certains métaux et genres de gîtes minéraux se rencontrent beaucoup plus souvent dans certains secteurs du Bouclier que dans d'autres. Ces associations, qui revêtent beaucoup d'importance aux yeux des prospecteurs, semblent s'appuyer sur des différences fondamentales dans la répartition et l'abondance des éléments métalliques des diverses parties de l'écorce terrestre, et peut-être aussi sur certaines différences dans les types et l'âge des roches et structures des diverses parties du Bouclier, ainsi que dans les diverses profondeurs jusqu'auxquelles l'érosion a découvert les stocks et batholites. D'ordinaire, les gîtes minéraux qui se trouvent dans un camp minier particulier ou une certaine zone minéralisée renferment les mêmes métaux ou minéraux importants; lorsque d'autres minéraux s'y trouvent, ils se rencontrent généralement en quantités minimes ou à la périphérie du camp ou de la zone.

Les géologues reconnaissent maintenant que le Bouclier se divise en régions ou secteurs distincts, comme il est exposé ci-dessus, mais les spécialistes ne s'accordent pas encore au sujet de leur nom ni de leurs limites. Depuis un certain temps, une vaste région de la partie sud-est du Bouclier, appelée Grenville, est reconnue comme unité distincte, du fait qu'elle possède plusieurs caractéristiques propres; les frontières en sont maintenant assez nettement établies entre le lac Huron et la région située juste à l'est du lac Mistassini (partie nord du Québec), mais on ne sait pas encore au juste jusqu'où elle s'étend au nord-est. Dernièrement, on a proposé d'adopter les noms Esclaves, Churchill, Supérieur, Archipel Arctique pour désigner d'autres secteurs étendus du Bouclier, comme l'indique la figure 9. On a proposé d'en adopter quelques autres, mais les noms précités sont ceux qu'on préconise le plus souvent. Certains géologues, parce qu'ils tiennent le

La prospection au Canada

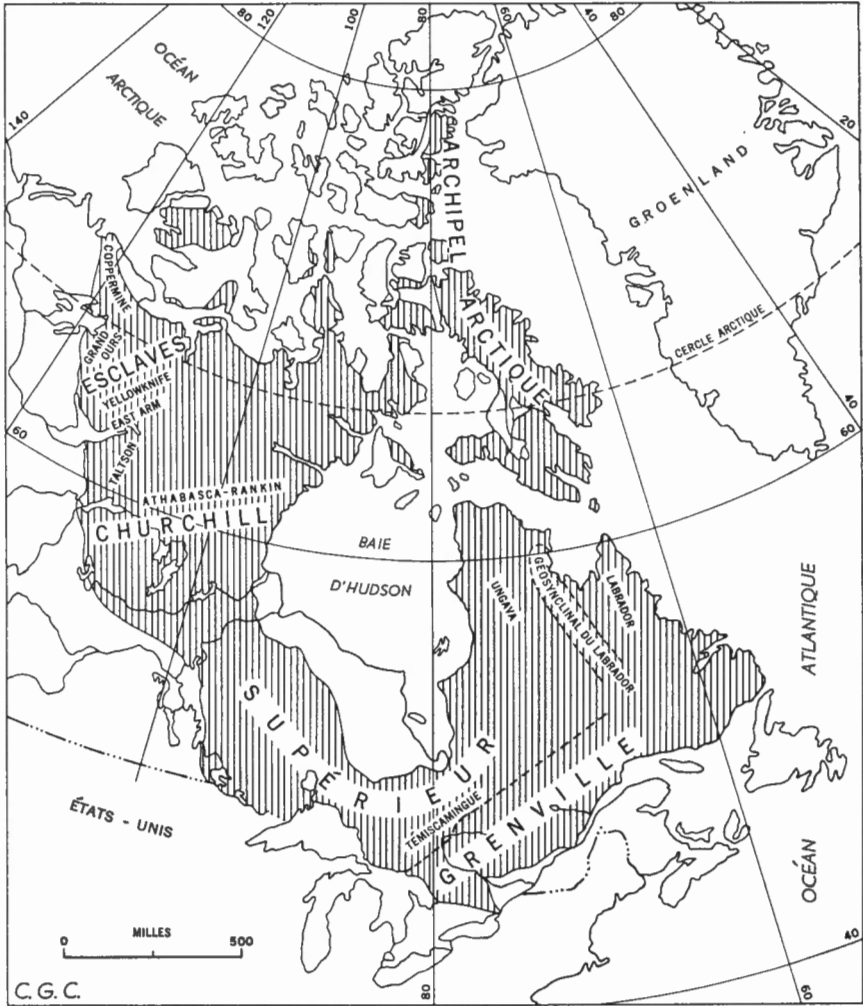


Figure 9. Principales régions et sous-régions géologiques formant le bouclier canadien. Les premières sont indiquées en gros caractères et les secondes, en caractères plus petits.

Bouclier tout entier pour une province géologique, désignent ces régions du nom de sous-provinces. D'autres parlent de "provinces", considérant que le Bouclier est si vaste qu'il ne saurait constituer une province géologique unique; ils réservent le nom de sous-provinces à des subdivisions encore plus restreintes, dont déjà, dans plusieurs cas, on a déterminé les limites.

La figure 9 indique de façon générale en gros caractères les grandes divisions du Bouclier qui rallient l'approbation de la plupart des spécialistes, mais les données disponibles à l'heure actuelle ne permettent d'en délimiter les frontières que dans quelques cas. La question de savoir s'il convient de les désigner du nom de provinces ou de sous-provinces géologiques n'étant pas encore tranchée, nous

les appellerons simplement "régions". Les subdivisions plus restreintes au sein de ces régions sont indiquées en caractères plus petits et appelées "sous-régions"; dans ce cas aussi, on ne saurait indiquer que quelques-unes des limites. Soulignons que les noms de plusieurs des grandes et petites régions inscrites sur cette carte n'ont pas encore été adoptés officiellement et que d'autres appellations finiront peut-être par être choisies. Nous employons ces expressions dans le présent ouvrage pour délimiter plus facilement la géologie et les gîtes minéraux caractéristiques des diverses parties du Bouclier. Au fur et à mesure des progrès de la cartographie et des études géologiques, certains noms changeront probablement, de nouvelles divisions d'importance secondaire seront reconnues et de nouvelles limites établies. Quoi qu'il en soit, les géologues qui se spécialisent dans l'étude du bouclier précambrien semblent s'entendre de plus en plus pour subdiviser le Bouclier, en se servant des désignations ci-dessus ou d'autres du même genre. Elles aideront donc aux prospecteurs à comprendre les publications sur la géologie, ainsi qu'à choisir le champ de leur prospection. Dans les quelques notes qui suivent, nous exposons les divisions par ordre géographique, en commençant par la partie nord-ouest du Bouclier. Les données qui y sont coordonnées sont tirées surtout d'études rédigées par MM. H. C. Cooke, J. E. Gill, A. W. Jolliffe, J. T. Wilson et M. E. Wilson.

Région des Esclaves

On appelle "*Esclaves*" la partie nord-ouest du Bouclier, aux environs du Grand lac des Esclaves et du Grand lac de l'Ours. Comme on n'a jusqu'ici effectué que relativement peu de recherches géologiques dans le territoire situé au nord-ouest de la baie d'Hudson, on n'est pas fixé sur l'étendue de cette région à l'est. Les recherches approfondies poursuivies plus à l'ouest ont permis de subdiviser la partie occidentale de la région des Esclaves en unités plus restreintes dénommées *Coppermine*, *Grand lac de l'Ours*, *Yellowknife*, *East Arm* et *Talston*.

A l'extrémité nord-ouest du Bouclier, la sous-région *Coppermine* recouvre des strates du Précambrien récent, y compris la série de la rivière *Coppermine* qui se compose surtout de schiste et de grès, ainsi que de coulées de lave et de sills de diabase. Des gîtes de cuivre natif et d'autres minéraux cuprifères y ont été découverts mais, vu l'inaccessibilité de la région, on n'a pu jusqu'ici les exploiter.

On a appelé sous-région du *Grand lac de l'Ours* celle qui s'étend vers le nord depuis le bras septentrional du Grand lac des Esclaves et juste à l'est du Grand lac de l'Ours. Elle comprend de vastes étendues de couches sédimentaires et volcaniques plissées remontant, croit-on, au début du Précambrien récent, et dénommées le groupe de la rivière *Snare*. De vastes quantités de roches granitiques traversent ces couches. A l'est du Grand lac de l'Ours même, on trouve des couches semblables à celles du groupe de la rivière *Snare*, recoupées elles aussi de roches granitiques. La sous-région est remarquable pour ses venues d'uranium; elle renferme aussi plusieurs venues d'argent, de cuivre, de cobalt et de nickel.

La sous-région de *Yellowknife*, située au nord du Grand lac des Esclaves et à l'est des venues du groupe de la rivière *Snare*, renferme beaucoup de roches sédimentaires et de moindres quantités de roches vertes classées dans le groupe de *Yellowknife*. Ces roches, plus anciennes que celles du groupe de la rivière *Snare*, sont attribuées au Précambrien primitif. Elles sont pénétrées à certains endroits

La prospection au Canada

de roches granitiques plus anciennes que celles du groupe de la rivière Snare, mais il se peut que d'autres roches granitiques de la région soient plus récentes et correspondent aux roches granitiques qui envahissent le groupe de la rivière Snare. On trouve dans cette sous-région deux importantes mines d'or en production, d'autres mines d'or moins importantes et nombre de gîtes probables d'or et de tungstène. Surtout à l'est, la région comprend de nombreuses venues pegmatitiques de minéraux comme le béryl, la columbite et le spodumène.

Le bassin du bras oriental (East Arm) du Grand lac des Esclaves renferme une large zone de roche sédimentaire du Précambrien récent en direction du nord-est, qui forme la sous-région *East Arm*. Il s'y trouve des venues de cuivre, de plomb, de zinc, d'uranium, de nickel et de cobalt.

Au sud du Grand lac des Esclaves, la sous-région Taltson repose sur des roches surtout granitiques et gneissiques. On y trouve aussi, en allant vers le nord, une zone de strates sédimentaires du Précambrien récent, appelée la série Nonacho. On a découvert dans cette zone quelques venues d'uranium et de métaux communs.

Dans une vaste région située aux environs de la rivière Thelon et du lac Dubawnt, on trouve des couches horizontales de grès et de roches apparentées qui remontent probablement au Précambrien récent.

Région de Churchill

On donne ce nom à un vaste secteur du Bouclier qui s'étend vers le nord depuis les abords du fleuve Nelson et qui comprend le territoire situé immédiatement au nord du lac Athabasca et les environs de l'inlet Rankin. Les terrains précambriens plus anciens de la région Churchill se dirigent surtout vers le nord-est. Ce qui caractérise en outre la région, c'est la présence de pierre calcaire ou de dolomies altérées, interstratifiées avec des gneiss du Précambrien ancien, comme ceux du groupe Tazin au nord du lac Athabasca et le gneiss Kisseynew qu'on trouve près de la frontière séparant la Saskatchewan du Manitoba.

Certains chercheurs ont donné le nom d'Athabasca à une zone plissée qui s'étend immédiatement au nord du lac Athabasca, où l'on a trouvé d'importants gisements d'uranium et découvert aussi de l'or, du cobalt, du nickel, du vanadium et d'autres métaux. Les travaux qu'on y a récemment poursuivis indiquent que cette zone s'étend probablement vers le nord-est jusqu'aux environs de l'inlet Rankin; aussi, l'auteur l'a-t-il provisoirement classifiée comme sous-région *Athabasca-Rankin*. La partie orientale de cette zone comprend de vastes étendues de roche verte et, en moindre quantité, des roches sédimentaires qui sembleraient remonter au début du Précambrien et qui sont recoupées d'intrusions granitiques. Des couches plus récentes, datant peut-être du Précambrien récent, semblent être recoupées d'intrusions granitiques moins anciennes. On y a découvert des gisements de nickel et d'autres métaux. De façon générale, la zone tout entière se prête bien à la prospection.

On ne saurait encore diviser en sous-régions le reste de la région de Churchill, mais une vaste étendue située au sud du lac Athabasca et recouvrant les grès horizontaux formant la série Athabasca, pourrait porter le nom de plaine d'Athabasca. La prospection est difficile dans cette région parce que peu de roches y affleurent. Plus au sud et à l'est se déploie un vaste territoire comprenant plusieurs zones de roche verte et autres couches remontant au début du

Précambrien, dans lesquelles on a découvert d'importants gîtes de zinc et de nickel cuprifères. Ces zones appellent de nouvelles recherches.

Région Supérieur

Ce nom, tiré de celui du lac Supérieur, s'applique ici à un secteur très vaste du Bouclier, qui s'étend vers l'est à partir du fleuve Nelson, au Manitoba, traverse l'Ontario et atteint le nord-ouest du Québec. Ce qui caractérise cette région, c'est que la plupart des nombreuses bandes de roche verte et de sédiments du début du Précambrien qui longent de vastes étendues de roche granitique et gneissique, s'étendent presque directement d'est en ouest, tandis que les couches de la région de Churchill se dirigent vers le nord-est. La partie occidentale de la région Supérieur comprend, outre les grandes étendues de roche granitique et gneissique, des vestiges importants de sédiments et de couches volcaniques du Précambrien primitif, de vastes superficies de roches sédimentaires et volcaniques du Précambrien récent, telles la série d'Animikie, et des sills et dykes de diabase. Parmi les principaux gîtes minéraux dont on a constaté l'existence se trouvent les mines de fer de Steep Rock, à l'ouest de Port-Arthur, plusieurs mines d'or et endroits prometteurs situés entre le lac Winnipeg et le lac Nipigon, ainsi que le gîte de cuivre, de zinc et d'argent récemment découvert à Manitouwadge.

La partie est de cette région *Supérieur* et qui s'étend de la région de Michipicoten (Ontario) à celle de Mistassini (Québec) porte d'ordinaire le nom de sous-province *Témiskamingue*. On serait fondé à placer cette région sur le même pied que les régions de Churchill et de Grenville, plutôt que de la considérer comme sous-région de la région Supérieur, mais nous avons adopté ce classement parce que les structures qui se dirigent vers l'est semblent, de façon générale, constituer un prolongement de celles de l'est du Manitoba et de l'ouest de l'Ontario.

C'est dans la sous-région *Témiskamingue*, le long de la rive nord du lac Huron ainsi que dans les régions de Sudbury, de Cobalt, de Porcupine et de Noranda, qu'on a fait la plupart des premières études sur lesquelles s'appuient notre connaissance de la géologie précambrienne. A maints endroits, la roche ancienne comprend surtout de la roche verte, d'ordinaire composée de masses de lave en oreillers. Dans plusieurs endroits, on range cette roche verte et les roches associées dans le groupe Keewatin, nom d'abord donné à des roches à peu près semblables qu'on trouve plus à l'ouest, près du lac des Bois. A certains endroits, surtout près de Timmins et de Noranda, le groupe Keewatin est recouvert de roches sédimentaires anciennes qu'on a appelées série *Témiskamingue*. Les roches Keewatin et *Témiskamingue* et celles qui leur correspondent sont injectées de batholites granitiques qui affleurent très fréquemment dans la région, les couches volcaniques et sédimentaires plus anciennes se présentant çà et là sous forme de lambeaux entourés de grosses masses de granite. Certains géologues parlent dans ce cas de roches intrusives préhuroniennes et d'autres, de roches intrusives Algoma. Elles se sont formées en profondeur pendant une longue période d'orogénèse vers la fin du Précambrien primitif; elles ont été, par la suite, mises à nu par l'érosion qui a abaissé les anciennes montagnes. Cette érosion a laissé, dans plusieurs parties de la région, une discordance marquée qu'on considère comme la ligne de démarcation entre les roches du Précambrien ancien et celles du Précambrien récent. Ces dernières subsistent surtout dans une large

La prospection au Canada

bande située au nord du lac Huron et qui s'étend de façon discontinue vers le nord-est, en passant par les districts Timagami et Cobalt, jusqu'au territoire voisin de Noranda (Québec). Elles portent parfois le nom collectif de huronien, mais parfois aussi des noms régionaux tels que série *Bruce* ou série *Cobalt*, à cause des différences d'âge ou parce qu'on n'arrive pas à les mettre, d'une région à l'autre, en corrélation parfaite. Elles se composent de roches sédimentaires métamorphiques et, en moindre quantité, de roches volcaniques qui, dans l'ensemble, n'ont pas subi un métamorphisme et un plissement aussi intenses que celles du Précambrien primitif. Elles sont envahies çà et là par des intrusions granitiques comme celles du granite de Birch Lake, au nord du lac Huron, par des roches d'intrusion gabbroïques comme celles qu'on trouve près de Sudbury et par des sills et dykes de diabase comme la diabase de Nipissing, à Cobalt.

La sous-région Témiskamingue comprend certaines des mines les plus importantes du monde et constitue, jusqu'à ce jour du moins, la partie du Bouclier dont on extrait le plus de minéraux. C'est là que se trouvent les importantes mines de nickel, de cuivre et d'or du bassin de Sudbury, les mines d'or de Porcupine, de Kirkland Lake et de la région nord-ouest du Québec, les mines d'or, de cuivre et de zinc de Noranda et de Chibougamau (Québec), les mines de fer de Michipicoten, les vastes gîtes d'uranium (à basse teneur) des environs de Blind River, et un grand nombre de mines et de gîtes probables moins importants de divers genres. Bien que le territoire ait, en grande partie, fait l'objet d'une prospection intense, il offre encore de l'intérêt tant à la prospection ordinaire qu'aux recherches comportant l'emploi de méthodes très spécialisées.

Région de Grenville

On considère depuis assez longtemps la partie sud-orientale du Bouclier comme entité distincte, appelée province ou sous-province de Grenville. Formant une zone large de 150 à 200 milles, elle s'étend de la baie Georgienne, sur le lac Huron, jusqu'au Labrador méridional et se prolonge jusqu'aux États-Unis, où elle constitue les Adirondacks. Sa frontière du côté de la sous-province de Témiskamingue est marquée par une ligne de failles constatées ou supposées allant, pour le moins, depuis un endroit au sud de Sudbury jusqu'au territoire situé à l'est du lac Mistassini (Québec). La présence de ces failles à certains endroits et le petit nombre d'affleurements à d'autres ne permettent pas de préciser si la roche la plus ancienne de la région de Grenville est plus récente ou plus ancienne que celle qu'on trouve plus au nord, ou si elle est du même âge.

La roche la plus ancienne de la région de Grenville, qui s'étend en général en direction nord-est, constitue ce qu'on appelle le série Grenville. Elle renferme surtout des calcaires cristallins et de la roche calcaire, impure, ainsi que des gneiss à grenat et autres minéraux qui résultent du métamorphisme intense de roches calciques et argileuses. Elle est envahie par des masses de gabbro et de diorite et de grandes intrusions de granite et de syénite plus récentes, associées à d'innombrables dykes et masses de pegmatite.

Cette région renferme de gros gîtes de titane situés au nord du golfe Saint-Laurent, des gîtes de fer dû à la métasomatose de contact, tel le vaste gisement qu'on est en train d'exploiter à Marmora (Ont.), certains gîtes de zinc et de plomb, et nombre de gîtes pegmatitiques et de métasomatose de contact plutôt petits, comme ceux d'où l'on extrait périodiquement du feldspath et du mica. On

y a, cependant, découvert beaucoup moins de gîtes métallifères de type hydrothermal que dans la sous-région Témiskamingue.

Ungava et Labrador

Il nous manque encore beaucoup de données géologiques relativement à une bonne partie du territoire situé tout au nord du Québec et du Labrador. Les noms des secteurs du Bouclier ne sont pas encore bien établis dans cette région; en outre, on ne peut fixer nettement les limites nord des régions *Supérieur* ou *Témiskamingue*. Pour faciliter cette tâche, l'auteur utilise le nom d'*Ungava* pour décrire le territoire situé à l'est de la baie d'Hudson, celui de *géosynclinal du Labrador* pour l'importante zone de strates sédimentaires qui s'étend plus à l'est et celui de *Labrador* pour le territoire compris entre le géosynclinal et le littoral du Labrador, tous trois étant classés par lui comme sous-régions.

Les levés de reconnaissance qu'on a effectués donnent à croire que la majeure partie de la sous-région Ungava ainsi délimitée aux fins du présent ouvrage, repose sur du granite gneissique, du granite et d'autres roches apparentées, qui se rattachent au précambrien primitif. Cependant, on a relevé, dans le bassin de la rivière Eastmain, une vaste région renfermant de la roche verte et il en existe probablement d'autres. La roche sédimentaire du précambrien récent forme les îles Belcher (baie d'Hudson) et des affleurements rocheux semblables bordent le littoral est de cette baie, près du golfe de Richmond. On n'a guère encore prospecté ce territoire, où l'on n'a jusqu'ici découvert que peu de gîtes minéraux, à l'exception des vastes gîtes de fer pauvres des îles Belcher.

Le géosynclinal du Labrador est une zone large d'environ 80 milles, qui renferme des couches sédimentaires du précambrien récent, accompagnées d'un peu de roches volcaniques ainsi que de sills et de dykes de gabbro. Sa grande importance vient de ce qu'elle contient les gîtes de fer maintenant célèbres du Nouveau-Québec et du Labrador. La zone s'étend vers le nord-ouest sur une longueur d'environ 600 milles, depuis le cours supérieur de la Romaine jusqu'au littoral ouest de la baie d'Ungava. Les roches qu'elle renferme sont plissées et coupées de nombreuses failles. Du côté ouest de la zone, les strates recouvrent, en discordance marquée, des gneiss du précambrien primitif. Elle est limitée à l'est pas une bordure de roches à structure cisailée, indice probable d'une faille notable.

Nous sommes relativement peu renseignés sur la géologie de la sous-région Labrador, située entre le géosynclinal et le littoral du Labrador, mais certains indices font croire que plusieurs de ses parties renferment de la roche altérée datant de la même époque que celles du géosynclinal. On y a aussi trouvé des roches à peu près semblables à celles de la série Grenville et de grandes étendues de gneiss typiques et des strates sédimentaires du précambrien récent. On a signalé l'existence de venues d'uranium, de cuivre et d'autres métaux dans cette sous-région, que l'on vient seulement de prospecter intensivement.

Archipel arctique

Quoique nous possédions sur l'archipel arctique des données géologiques moins complètes que sur la plupart des régions du Canada, les recherches effectuées nous permettent cependant d'en tracer les grandes lignes. Certains territoires ont même fait l'objet de recherches très poussées. Le Bouclier forme la majeure partie de

La prospection au Canada

l'île Baffin, dont la roche ressemble quelque peu à celle de la région Grenville. Le Bouclier affleure également sur certaines des îles situées au nord de l'île Baffin (*voir* figure 9). On a découvert des roches appartenant au précambrien récent surtout dans l'île Victoria, au nord de Coppermine et à l'extrémité nord-ouest de l'île Baffin. Vu l'éloignement de ces îles, on n'y a tenté jusqu'ici que peu de prospection.

Région de la Cordillère

La région de la Cordillère de l'Ouest du Canada fait partie de la vaste zone de hautes montagnes qui longe le côté occidental de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud. Au Canada, la zone, qui atteint une largeur moyenne d'environ 450 milles, comprend presque toute la Colombie-Britannique, le Yukon, ainsi que les parties occidentales de l'Alberta et du district de Mackenzie (T.N.-O.). Les chaînes de montagnes et les vallées qui les séparent s'orientent vers le nord-ouest, parallèlement à la côte de la Colombie-Britannique et de l'Alaska du Sud. La plus grande partie de la région est boisée, mais dans certaines étendues, au-dessus de la limite forestière, la roche y apparaît lorsqu'elle n'est pas recouverte de glace et de neige.

La région de la Cordillère canadienne se divise en deux parties principales, appelées les Cordillères de l'Est et de l'Ouest et dont les traits topographiques et la géologie diffèrent sensiblement. En Colombie-Britannique ces subdivisions sont séparées par une vallée particulièrement profonde et persistante, appelée Tranchée des Rocheuses. Cette vallée extraordinaire s'étend vers le nord-ouest sur près de 1,000 milles, couvrant à peu près toute la longueur de la province, depuis les environs de Cranbrook jusqu'au lac Watson ou presque. Le Pacifique-Canadien traverse la Tranchée à Golden et la ligne principale du National-Canadien, à la rivière Canoe. La Tranchée provient probablement de l'érosion d'une zone de failles.

La Cordillère de l'Ouest comprend les montagnes situées dans les îles Vancouver et Reine-Charlotte, les hautes montagnes de la Côte qui bordent le continent et les monts Saint-Élie, encore plus élevés, qui séparent le Territoire du Yukon de l'Alaska. Entre les montagnes de la Côte et la Tranchée des Rocheuses s'étend une vaste zone composée, d'une part, de chaînes montagneuses, telles les Cassiar et les Selkirk et, d'autre part, de plateaux ondulés entrecoupés de profondes vallées. L'élément le plus notable de la Cordillère de l'Est est la chaîne des Rocheuses, hautes montagnes allant depuis le 49^e parallèle presque jusqu'au Yukon. On appelle souvent montagnes Rocheuses la Cordillère canadienne tout entière, mais à tort, car ce nom a toujours été réservé officiellement aux montagnes qui s'étendent à l'est de la Tranchée. Une zone de contreforts de plusieurs milles de largeur sépare les Rocheuses des plaines Intérieures.

La région de la Cordillère occupe un vaste bassin de sédimentation où s'étendaient la mer et des bassins d'eau douce pendant la majeure partie de la période allant du Précambrien récent jusqu'à la fin de l'ère mésozoïque et le début du tertiaire. Des sédiments y furent déposés en couches beaucoup plus épaisses que sur la roche précambrienne fondamentale sur laquelle reposent les plaines Intérieures. Les montagnes de la Cordillère de l'Ouest apparaissent comme un assemblage complexe de roche sédimentaire, volcanique et plutonique. On y voit d'épaisses accumulations de strates sédimentaires formées du précambrien

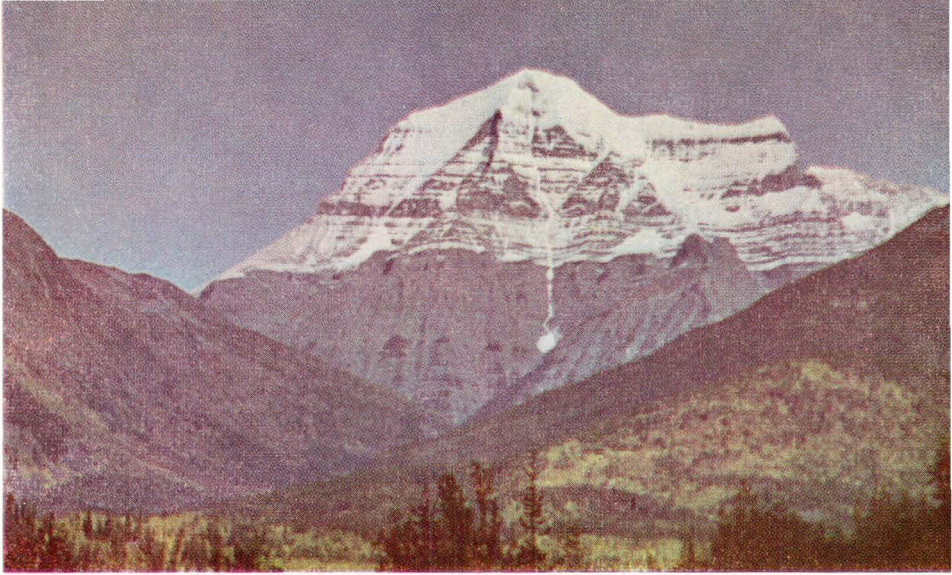
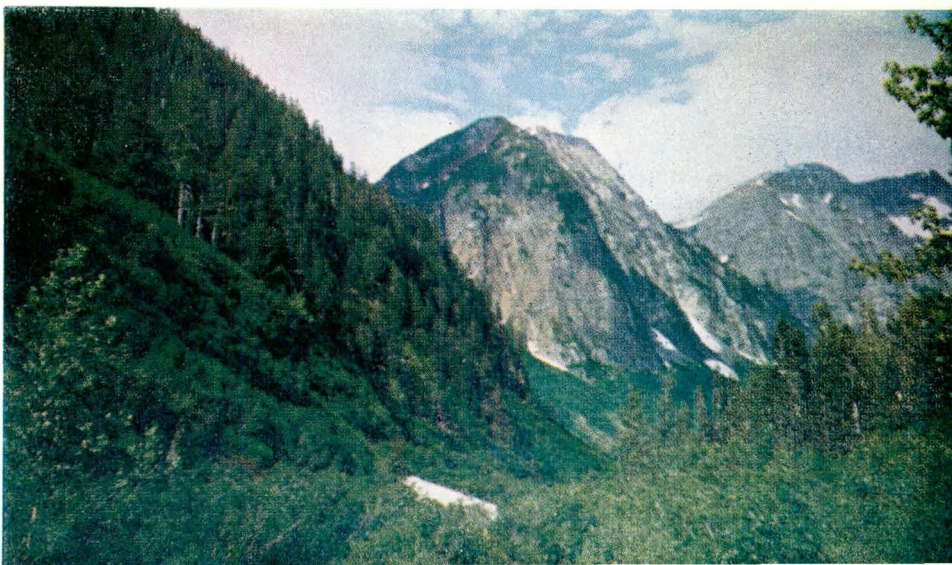


Planche XXXIV

- A. *Le mont Robson, point culminant des Rocheuses au Canada. L'érosion l'a sculpté en rongéant une série de couches sédimentaires horizontales.*
- B. *Vue des monts de la Côte près de Terrace (C.-B.). Exemple des formes arrondies caractéristiques produites par l'érosion des roches plutoniques.*



récent au début de l'ère mésozoïque. Interstratifiées avec ces roches s'étendent, en grosses quantités, des coulées de lave et des roches volcaniques clastiques, remontant surtout au paléozoïque récent et au mésozoïque. Ces strates furent plissées et traversées d'intrusions granitiques à différentes époques, mais surtout pendant le mésozoïque. L'érosion a à peu près aplani les montagnes qui se sont formées à cette époque et mis à jour à maints endroits des intrusions granitiques abyssales dont la plus notable est le batholite vaste et complexe des montagnes de la Côte, le long de la terre ferme de la Colombie-Britannique. Par la suite, des épanchements de lave de l'âge tertiaire, composés surtout de basalte et d'andésite, se sont étendus sur une bonne partie de cette superficie. Plus tard encore, le terrain s'est exhaussé et, durant la fin du tertiaire, l'érosion par les cours d'eau a formé de profondes vallées dans les espaces exhaussés, taillant ainsi les montagnes et les plateaux qui caractérisent aujourd'hui la Cordillère de l'Ouest.

D'épaisses strates sédimentaires remontant du précambrien récent au mésozoïque, forment les monts de la Cordillère de l'Est. Ces strates, où il entre surtout du calcaire, du quartzite et du schiste argileux, atteignent dans les Rocheuses une puissance globale qu'on estime à 68,000 pieds. La sédimentation s'est poursuivie, par endroits du moins, jusqu'au début du tertiaire, longtemps après la principale période de plissement des montagnes à l'ouest. Les Rocheuses et autres chaînes de la Cordillère de l'Est n'en sont donc encore qu'au premier stade de l'érosion. En conséquence, les pics offrent en général l'aspect de dents de scie, sans intervalles de plateaux assez aplanis comme ceux qui marquent l'étendue exhaussée plus ancienne que forma le premier cycle d'érosion dans la Cordillère de l'Ouest.

La complexité de l'histoire géologique de la région de la Cordillère de l'Ouest a particulièrement favorisé la formation de gisements minéraux métallifères et leur mise à découvert du fait de l'érosion profonde et prolongée. Il en résulte que la région a fourni une part importante de la production canadienne de minéraux métallifères et beaucoup de houille; elle renferme d'importantes mines de métaux communs et nombre d'autres mines et gîtes probables plus petits de divers genres. C'est une des régions où la prospection offre le plus de chances de réussite. La moitié méridionale a fait l'objet de recherches assez complètes, pour ce qui est du recours aux méthodes ordinaires, mais il reste bien des étendues dans la moitié septentrionale qui n'ont encore fait l'objet que de prospection préliminaire. La région renferme aussi d'importants gîtes de minéraux industriels. Les seules parties de la Cordillère de l'Ouest où la prospection donne des résultats tout à fait défavorables sont celles où des coulées de lave du tertiaire ou d'une époque plus récente ont recouvert les gîtes filoniens; même sous ces coulées, on découvre parfois des gîtes là où les vallées pénètrent dans ces épanchements et atteignent la roche sous-jacente.

On n'a découvert dans la Cordillère de l'Est qu'un nombre plutôt restreint de gîtes métallifères, sans doute parce que, là, l'effort orogénique, plus récent, n'a pas encore permis à l'érosion de mettre à nu les intrusions et gîtes profonds et étendus sur lesquels repose peut-être la région. On a trouvé dans les Rocheuses, près de Field (C.-B.) et à l'est de Cranbrook (C.-B.), quelques petites masses intrusives et quelques gîtes métallifères. Certains d'entre eux, tels ceux de plomb et de zinc qu'on a découverts près de Field, pourraient se ranger parmi les types

La prospection au Canada

dont l'origine n'est pas directement ignée. La Cordillère de l'Est ne donne donc que peu d'espoir aux prospecteurs de gîtes métallifères. Cependant, il se pourrait fort bien qu'on y découvre des minéraux industriels, et il y existe de gros gîtes houillers.

Régions des plaines

Plaines Intérieures

Les plaines Intérieures recouvrent une longue série de roches sédimentaires horizontales ou légèrement plissées, déposées pendant les ères paléozoïque, mésozoïque et cénozoïque. Les strates paléozoïques du début de cette ère affleurent dans la partie orientale de la région; elles se composent surtout de calcaire, de dolomie, de grès et de schistes des périodes ordovicienne, silurienne et dévonienne. En quelques endroits, des strates mississippiennes et pennsylvaniennes recouvrent les couches dévoniennes. Elles sont le produit des sédiments qui se déposèrent dans les mers, et plus tard dans les cours d'eau, lacs et marais qui se sont formés et ont disparu pendant les millions d'années qui ont suivi le précambrien. La roche sédimentaire ainsi déposée a sans doute recouvert une partie de ce que l'on voit aujourd'hui du bouclier canadien, mais l'érosion l'a par la suite enlevée. Ce qui reste des strates anciennes affleure ou se trouve près de la surface du sol en bandes relativement étroites qui s'étendent près de la limite apparente du Bouclier, au Manitoba et en Saskatchewan, et dans des zones bien plus larges situées dans le bassin du Mackenzie (T. du N.-O.). La plupart des régions de plaines du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta reposent en grande partie sur des schistes argileux horizontaux et des grès de l'âge crétacé, déposés soit dans la mer soit dans l'eau douce. On trouve des strates tertiaires encore plus récentes surtout dans le plateau de Wood Mountain et ses environs (partie sud de la Saskatchewan), dans les collines Cypress (partie sud de l'Alberta) et dans une grande zone de la partie sud-ouest de l'Alberta, voisine des contreforts.

Comme les plaines Intérieures ne renferment pas d'intrusions ignées, on considère d'ordinaire qu'il n'y a pas lieu d'y chercher des gîtes métallifères. La région revêt cependant beaucoup d'importance à cause de ses ressources en pétrole, gaz naturel et houille. On y trouve aussi certains gîtes spéciaux de valeur économique, tels la pierre de taille, les matières brutes qui entrent dans la fabrication du ciment et certains sels qu'on récupère de l'eau salée. On a découvert il y a nombre d'années des gîtes de plomb et de zinc dans du calcaire paléozoïque situé près de Pine Point, du côté sud du Grand lac des Esclaves; le volume de minerai y contenu est si grand que les frais élevés d'exploitation qu'il faudrait faire seraient peut-être justifiés. L'origine de ces gîtes est incertaine, car ils sont renfermés dans des strates qui, autant qu'on sache, ne sont pas recoupées de roche ignée. Il se peut que ces gîtes aient été formés par des solutions hydrothermales venues de massifs intrusifs profonds de la fin du paléozoïque ou d'une période ultérieure, ou qu'ils proviennent de la pénétration d'eaux superficielles qui auraient capté des métaux présents en petites quantités dans des roches avoisinantes. De semblables gîtes existent peut-être dans des calcaires paléozoïques d'autres régions, mais ils sont difficiles à prospector à cause de la rareté des affleurements dans les régions des plaines.

Basses terres du Saint-Laurent

C'est ainsi qu'on désigne les plaines fertiles qui s'étendent au sud du Bouclier entre le lac Huron et les Mille-Îles, ainsi que le long du Saint-Laurent, des Mille-Îles à la ville de Québec et le long de l'Outaouais inférieur. Le sous-sol de ces plaines est formé de couches rocheuses sédimentaires horizontales ou légèrement inclinées, composées en majeure partie de calcaires et de schistes et déposées dans les mers qui recouvraient cette région au cours de certaines périodes du cambrien, de l'ordovicien, du silurien et du dévonien. Cette région présente, en général, l'aspect d'une plaine sauf aux environs de Montréal où s'élèvent les collines montréalaises, dues à de petites intrusions ignées.

Les principales ressources minérales de cette région sont celles qui caractérisent les couches sédimentaires, dépôts de gypse, gisements de sel, de pétrole ou de gaz naturel, etc., comme il s'en trouve au nord du lac Érié. On a découvert en outre des filons plombifères et zincifères dans des strates ordoviciennes des environs de Carleton Place (Ontario). Près de Madoc (Ontario), des filons contenant de la fluorine, datant de la même période, ont été exploités.

Basses terres de la baie d'Hudson

Au sud de la baie d'Hudson et à l'ouest de la baie James s'étend une immense plaine basse dont le sous-sol est formé de couches sédimentaires déposées depuis le silurien jusqu'à l'ère mésozoïque et qui recouvrent le Bouclier. Vu l'absence d'intrusions, la région ne se prête guère à la recherche de métaux, bien qu'elle contienne peut-être des gîtes de plomb et de zinc, comme en renferment les roches dévoniennes des environs du Grand lac des Esclaves. On y a fait des sondages en vue de découvrir du pétrole mais, jusqu'à présent, les recherches ont été vaines. La région est intéressante par ailleurs à cause de la présence de lignites et de dépôts de gypse.

Basses terres et plateaux de l'Arctique

Une grande partie des îles de l'Arctique consiste en plaines basses et en plateaux qui s'élèvent à 3,000 pieds environ au-dessus du niveau de la mer. Le sous-sol de ces régions est formé de couches sédimentaires la plupart du temps horizontales, qui datent du cambrien au crétacé; aussi se contente-t-on d'y rechercher surtout du pétrole, du gaz naturel et de la houille.

Région des Apalaches

La région des Apalaches, qui est un prolongement vers le nord d'une chaîne dont la plus grande partie se trouve aux États-Unis, comprend toute la partie du Québec qui s'étend au sud du Saint-Laurent et à l'est d'une ligne qui serait tracée de la ville de Québec au lac Champlain, et englobe en outre tout le Nouveau-Brunswick ainsi que la Nouvelle-Écosse, l'Île du Prince-Édouard et Terre-Neuve. Cette région est, en grande partie, assez accidentée, étant formée d'un ancien plateau incliné vers le sud-est et dans lequel les cours d'eau ont taillé des vallées et des collines. A l'intérieur de la Gaspésie, les monts Notre-Dame s'élèvent à plus de 4,200 pieds au-dessus de la mer.

Les roches précambriennes affleurant dans la partie ouest de Terre-Neuve ressemblent un peu à celles du bouclier canadien, mais en sont séparées par des couches plus récentes près du détroit de Belle-Isle. Des roches sédimentaires et volcaniques, que l'on fait remonter tant au début qu'à la fin du précambrien, ont

La prospection au Canada

été mises à jour dans certaines régions de Terre-Neuve, de la Nouvelle-Écosse et du Nouveau-Brunswick. En Nouvelle-Écosse, il existe d'autres couches qui datent peut-être du précambrien ou du paléozoïque. Dans la plus grande partie de la région des Apalaches, cependant, les roches superficielles sont composées de calcaire, de schiste et de grès paléozoïques, déposées du cambrien au carbonifère; il existe également des couches triasiques près de la baie de Fundy. Des plissements de terrain se sont produits durant l'ordovicien, puis de nouveau au cours du dévonien, époque d'intrusions ignées généralisées qui ont produit de nombreux stocks et batholites granitiques. A la fin du carbonifère, des plissements et des failles ont de nouveau modifié certaines parties de la région.

Une longue faille, s'étendant en forme d'arc en direction nord-est, à partir du lac Champlain, sépare les couches paléozoïques très disloquées de la région des Apalaches des couches du même âge qui sont demeurées horizontales et qui servent de base aux basses terres du Saint-Laurent. La courbe prononcée décrite par la rive sud du bas Saint-Laurent représente le tracé de cette même faille, laquelle, croit-on, a eu pour principale cause les poussées qui ont accompagné les plissements ordovicien et dévonien, mais il se peut aussi que d'autres déplacements soient survenus le long de cette ligne de faille à d'autres époques.

La région des Apalaches est riche en ressources minérales abondantes et variées. Les roches sédimentaires renferment de gros gîtes de houille, de gypse, de sel et de fer, le minerai de fer se trouvant dans les roches sédimentaires de Wabana (Terre-Neuve). Les cantons de l'Est du Québec contiennent de très gros gîtes d'amiante. Ce sont pour une grande part les plissements et les intrusions du dévonien qui ont amené dans cette région de vastes gîtes de cuivre, de plomb ou de zinc, ceux de Gaspé (P.Q.), de Bathurst (N.-B.) et de Buchans (T.-N.) par exemple. En outre, on exploitait autrefois nombre de mines d'or en Nouvelle-Écosse. Ce n'est là qu'une brève énumération des principaux gîtes minéraux de la région; on y trouve aussi bien d'autres minéraux. La région est donc, en général, très propice aux prospections, sans compter qu'elle est en grande partie assez facilement accessible, ce qui est un autre avantage.

Région Innuïtienne

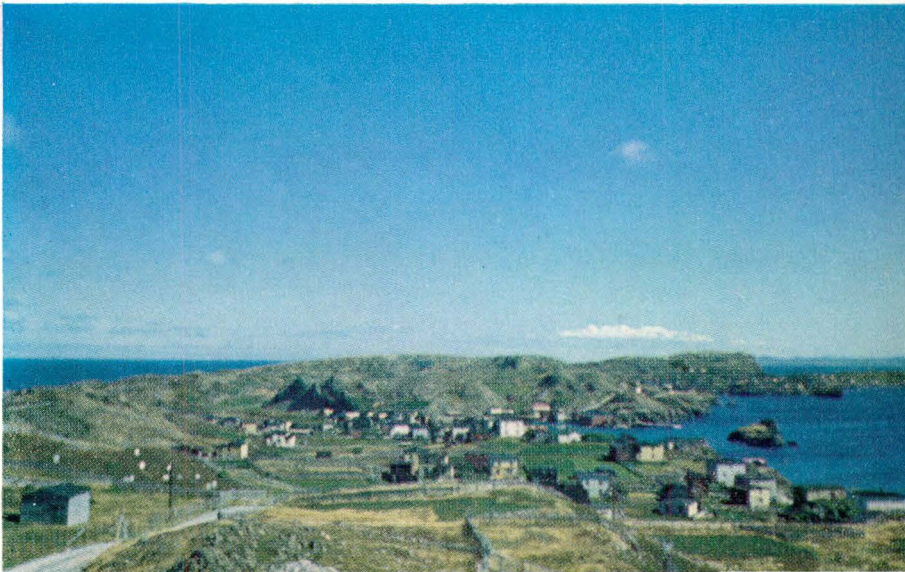
Cette vaste partie des régions arctiques du Nord canadien, qualifiée au Canada d'innuïtienne, se compose de montagnes et de crêtes qui atteignent jusqu'à 10,000 pieds d'altitude. Elle s'étend de l'extrême nord au sud de l'île Ellesmere et vers l'ouest jusqu'au littoral occidental de l'île Melville; à certains endroits, elle a plus de 200 milles de largeur. Son sous-sol est formé de roches moyennement ou extrêmement plissées qui remontent dans certains cas peut-être à l'époque précambrienne, ou qui datent d'une des époques subséquentes s'étendant jusqu'au crétacé. Il s'agit surtout ici de strates sédimentaires auxquelles se mêlent des roches métamorphiques et volcaniques.

Il semble que certaines strates de cette région soient antérieures au silurien, que d'autres datent du silurien ou du dévonien, que d'autres encore remontent à la fin du paléozoïque et que d'autres enfin se soient formées à la fin du crétacé ou au début de l'époque tertiaire. Des intrusions granitiques ont été découvertes dans la partie nord de la région: ce qui rend possible la présence de gîtes métallifères dans cette région. Il semble que d'autres parties soient plus



Planche XXXV

- A. *Relief tourmenté de la partie sud du bouclier canadien, à Walker Lake (P.Q.), au nord de l'embouchure du Saint-Laurent.*
- B. *Partie de la côte est de l'île de Terre-Neuve, dans la région des Apalaches.*



propices à la formation de combustibles d'origine minérale. Toutefois, leur difficulté d'accès retardera les travaux de prospection et l'exploitation des ressources minérales.

Autres ouvrages à consulter

Geology and Economic Minerals of Canada, par le personnel de la Commission géologique; Comm. géol., Canada, Sér. de la géol. écon., no 1, 1947. Prix 75c.

Résumé renfermant une mine de renseignements concernant la géologie et les principaux gîtes de minéraux du Canada. Les prospecteurs trouveront cet ouvrage utile pour compléter l'aperçu que fournit le présent chapitre; c'est aussi un ouvrage de référence qu'ils pourront étudier avant de parcourir des rapports plus détaillés concernant une région donnée. On peut se procurer, au prix de 50c., pour compléter cette documentation, la grande carte géologique du Canada (en couleurs) dont l'échelle est de 60 milles au pouce.

Structural Geology of Canadian Ore Deposits, A Symposium; Can. Inst. Min. Met., 906, édifice Drummond, Montréal (P.Q.), 1948. Prix \$10.

Cet ouvrage renferme, en plus de multiples monographies traitant de certaines mines, la description générale de la géologie du bouclier canadien, celle des régions de la Cordillère et des Apalaches, ainsi que de certains des principaux centres miniers qu'on y trouve.

Fortier, Y.-O., McNair, A. H., et Thorsteinsson, R.: "Geology and Petroleum Possibilities in Canadian Arctic Island"; *Bull. Amer. Assoc. Pet. Geol.*, vol. 38, no 10, 1954.

Sommaire à jour de renseignements d'ordre géologique concernant les îles de l'Arctique, et renfermant d'importantes données obtenues depuis la rédaction de l'ouvrage *Geology and Economic Minerals of Canada*.

Fortier, Y.-O.: "Innuitian Region"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LVIII, pages 1 et 2 (1955).

Autre résumé récent de renseignements sur cette région.

Baird, D. M.: *Mines and Minerals of Newfoundland*; min. Mines et Ressources de Terre-Neuve, circulaire d'information no 7, 1953.

Cette brochure, de même que la suivante, renferme un résumé des renseignements relatifs à la géologie de Terre-Neuve, qui ne faisait pas partie de la Confédération lors de la rédaction de *Geology and Economic Minerals of Canada*.

Weeks, L. J.: "Newfoundland as a Field for Prospecting"; *Proc. Geol. Assoc. Can.*, 1951, pages 75 et 76.

Récent résumé des perspectives concernant la prospection et la géologie de Terre-Neuve.

Quantité d'autres données d'ordre régional figurent dans la brochure 54-1 de la Commission géologique du Canada, intitulée *A List of Publications on Prospecting in Canada and Related Subjects*.

CHAPITRE VI

COMMENT SE RENSEIGNER

On se rend compte depuis longtemps au Canada de la nécessité d'instituer des cours de prospection; aussi, se donne-t-il maintenant d'excellents cours de divers genres dans maintes régions du pays. Avec le temps, on pourra les multiplier dans les écoles techniques et faire de même dans le domaine de l'enseignement postsecondaire. On verra à l'alinéa suivant les cours qui se donnent actuellement dans ce domaine; on exhorte tout aspirant prospecteur à suivre ces cours s'il le peut. Cependant, ceux qui ne suivent ni ces cours ni les cours par correspondance peuvent grandement élargir le champ de leurs connaissances en étudiant par eux-mêmes; c'est pourquoi on indique ici comment procéder afin de compléter, par l'étude personnelle, les renseignements préliminaires que renferme le présent volume.

Cours réguliers

Beaucoup de maisons d'enseignement secondaire et maintes écoles techniques ont inscrit à leurs programmes des cours de minéralogie et de géologie élémentaires, mais ces cours ne comprennent pas habituellement l'enseignement de la prospection en particulier. *L'Institute of Mining*, d'Haileybury (Ont.), a organisé, sous les auspices du ministère des Mines de l'Ontario, un excellent cours sur des matières se rapportant à l'industrie minière, à l'intention de jeunes gens qui n'ont peut-être ni le temps ni les moyens de suivre des cours universitaires. Pour le moment, les frais de scolarité sont de \$25 par année pour les personnes domiciliées dans l'Ontario; des conditions spéciales sont faites aux personnes de l'extérieur.

Cours abrégés

Dans plusieurs provinces, ainsi que dans les Territoires du Nord-Ouest, il se donne des cours à l'intention des prospecteurs et de tous ceux qui, en général, s'intéressent à la prospection. Le nombre de personnes qui retournent assidûment à ces cours d'année en année et les découvertes faites par plusieurs d'entre elles attestent que ces cours ont de la valeur et qu'ils sont en vogue. Ils varient d'une province à l'autre et d'une année à l'autre, mais ils durent habituellement quelques semaines en hiver. Certains cours ne se donnent que le soir, d'autres l'après-midi et le soir. L'entrée est généralement libre. Dans certaines provinces, les cours ne se donnent que dans une seule ville; dans d'autres, ils se donnent dans plusieurs centres. Ils prennent d'ordinaire la forme de causeries sur la géologie, les méthodes de prospection et divers autres sujets connexes; on enseigne à reconnaître les principaux minéraux et les principales sortes de

La prospection au Canada

roches au moyen de spécimens recueillis à cette fin. Quiconque a l'intention de se lancer dans la prospection ferait bien de suivre un de ces cours, même s'il lui fallait prendre un congé d'une semaine ou deux pour se rendre à l'endroit le plus proche où se donnent ces cours.

On trouvera plus loin certains détails relatifs aux cours qui ont été donnés ces dernières années. Les organismes mentionnés ici fourniront de plus amples renseignements sur demande. Peut-être d'autres provinces organiseront-elles des cours à l'occasion. Pour se renseigner, on n'a qu'à écrire au ministère des Mines de la province où l'on habite.

Alberta

Des cours sont donnés à Edmonton, durant l'hiver, sous les auspices conjoints de la Chambre des Mines et des Ressources de l'Alberta et des Territoires du Nord-Ouest, 10,060, 100e rue, à Edmonton, de la section locale du *Canadian Institute of Mining and Metallurgy* et de l'Université de l'Alberta.

Colombie-Britannique

Il se donne des cours à Vancouver, sous les auspices de la Chambre des Mines de la Colombie-Britannique et du Yukon, 790, rue Dunsmuir, à Vancouver.

Manitoba

L'Institut des cours du soir de l'Université du Manitoba a organisé une série de douze conférences sur les minéraux et les roches. La Direction des Mines du ministère des Mines et des Ressources naturelles, à Winnipeg, donne un cours d'une semaine sur la prospection à Flin Flon.

Territoires du Nord-Ouest et Yukon

Chaque printemps, un cours est donné à Yellowknife par la section locale du *Canadian Institute of Mining and Metallurgy*. On peut s'adresser au secrétaire de cette section pour obtenir plus de précisions, ainsi qu'au bureau de la Commission géologique du Canada, à Yellowknife.

La Chambre des Mines de la Colombie-Britannique et du Yukon organise des cours à Whitehorse (Yukon). Les cours sont donnés par le géologue que la Commission géologique du Canada poste dans la région et par d'autres citoyens.

Ontario

C'est le ministère des Mines de la province qui organise à Toronto et dans plusieurs autres endroits des cours qui durent à peu près une semaine d'ordinaire. Des communiqués publiés dans les journaux fournissent des précisions à ce sujet. Les cours donnés à Toronto sont organisés avec le concours de la *Prospectors and Developers Association*, 416-25 ouest, rue Adelaide, à Toronto. Cette même association a également organisé, à l'occasion de certaines de ses assemblées annuelles, des cours spéciaux qui se donnent à Toronto durant le mois de mars.

Québec

Le ministère provincial des Mines a institué, à plusieurs endroits, certains cours à l'intention des aspirants prospecteurs et des prospecteurs plus avancés. Sous l'égide du même ministère, un cours plus complet sur la prospection a lieu

chaque année durant cinq semaines environ à l'Université Laval (Québec) et à l'École Polytechnique (Montréal). Cette dernière institution donne aussi une série de cours, le samedi, dont la durée totale est de 60 heures.

Saskatchewan

La Division des ressources minérales du ministère provincial des Ressources naturelles et de l'Expansion industrielle, à Regina, organise des cours à l'intention des prospecteurs, à La-Ronge (Sask.). Ces cours se donnent habituellement en mai durant trois semaines, dont deux consacrées à l'enseignement théorique et une à l'instruction sur place. Ce ministère s'occupe en outre de former de façon plus poussée les indigènes au travail de prospection, en recourant aux services d'un surveillant qui visite les indigènes de la partie nord de la province.

Cours de secourisme

Le métier de prospecteur n'est pas des plus dangereux, mais celui qui l'exerce est appelé, selon toutes probabilités, à se trouver dans des endroits reculés où il devra compter avant tout sur lui-même. Il ferait donc bien d'ajouter à ses études un cours de secourisme et, s'il projette un long voyage loin des voies de communication, de consulter au préalable un médecin sur la façon de traiter les maladies ou les blessures causées par des accidents, cas dans lesquels le secourisme ne suffit plus.

Cours par correspondance

Le ministère de l'Instruction publique de la Colombie-Britannique a institué d'excellents cours par correspondance sur la géologie élémentaire et l'extraction des métaux. Ces cours consistent en monographies graduées, très claires et bien illustrées, sur ces divers sujets. Chaque leçon est accompagnée de questions auxquelles l'étudiant doit répondre et qu'il doit renvoyer pour correction. Le cours de géologie est une introduction à l'étude de la géologie et de la minéralogie. Il est obligatoire comme préparation au cours sur les mines, cours plus avancé qui n'est destiné qu'à ceux qui ont l'intention de s'occuper activement de l'exploitation minière ou de la prospection. Ces cours sont à la portée des élèves des écoles de l'enseignement secondaire ou des adultes, et les habitants des autres provinces peuvent aussi en profiter. Les frais de scolarité sont de \$10 pour chaque cours. Pour renseignements, s'adresser à: *The Director of High School Correspondence Instruction, Weiler Building, Victoria, B.C.*

Un excellent cours par correspondance est offert gratuitement aux anciens combattants des forces armées du Canada. Sont utilisées à cette fin les brochures préparées par les services d'éducation de la Légion Canadienne sur la géologie, la minéralogie, la prospection au Canada, les méthodes employées dans l'industrie minière et l'administration des entreprises minières et de prospection. Les demandes d'inscription doivent être adressées au ministère des Affaires des anciens combattants, à Ottawa.

Études personnelles

Quiconque suit des cours de prospection doit être disposé à entreprendre, en outre, des études personnelles. Quelqu'un qui ne suit pas de cours, ou qui ne peut en suivre par correspondance, peut beaucoup faire pour s'instruire lui-même. Bien entendu, le talent et le penchant à l'étude varient suivant les personnes. On trouve de bons prospecteurs qui n'ont guère de connaissances livresques,

La prospection au Canada

mais ils concéderaient sans hésiter que la théorie est chose des plus avantageuses, pourvu qu'elle marche de pair avec l'expérience, le bon sens et la volonté de travailler. Nous espérons que le présent ouvrage sera un utile manuel d'initiation; il ne saurait cependant contenir tout ce que doit savoir un prospecteur compétent. Voici donc, à titre de suggestions, quelques moyens pratiques d'acquérir plus de connaissances par l'étude chez soi ou dans les bibliothèques.

- 1) Étudier les règlements relatifs au jalonnage, et autres questions connexes particulières à la province en cause. On peut se procurer des exemplaires de ces règlements en s'adressant aux bureaux du registraire des mines et au bureau central du ministère provincial des Mines, ainsi qu'à d'autres bureaux institués aux mêmes fins. Certaines provinces publient des brochures qui expliquent clairement et sommairement les règlements en question. Ces derniers figurent aussi aux recueils officiels des lois provinciales.
- 2) Obtenir des renseignements précis sur les services des ministères fédéral et provinciaux qui sont chargés de reconnaître certains minéraux et des échantillons d'essai. Il ne saurait s'agir de faire un rapport d'essai de tous les spécimens de minéraux ou de roches que rencontrent les prospecteurs novices, mais ces bureaux peuvent rendre de grands services au prospecteur qui a découvert un gîte ayant peut-être de la valeur. **Beaucoup de réponses sont inutilement retardées du fait de l'envoi de spécimens ou d'échantillons, par erreur, à un bureau officiel qui ne s'occupe pas d'essais, ou parce qu'on réclame un travail dont ne peut se charger aucun service administratif, ou encore parce que l'envoi est adressé de façon imprécise. Aussi l'un des talents que le prospecteur compétent doit posséder, c'est d'être bien au courant de toutes ces questions (voir chapitre XIV).**
- 3) Se procurer un des ouvrages élémentaires recommandés sur la minéralogie, ainsi qu'un assortiment de spécimens de minéraux et de roches communs, et s'appliquer à les reconnaître facilement.
- 4) Lire graduellement d'autres publications recommandées. Pour commencer, il conviendrait de lire un traité élémentaire de géologie, puis *Geology and Economic Minerals of Canada*. Le présent manuel énumère de nombreux autres ouvrages à consulter. On en trouvera d'autres encore qui sont donnés dans *A list of Publications on Prospecting in Canada and Related Subjects*, Étude 54-1 publiée par la Commission géologique du Canada, prix 25c. Ce n'est pas à dire ici que le prospecteur doive lire toutes les publications qui figurent sur la liste; c'est à lui de choisir celles qu'il est en mesure de se procurer. Plusieurs des ouvrages énumérés sont épuisés. D'autres ont paru dans des revues techniques et ne se trouvent que dans les bibliothèques.
- 5) S'abonner au moins à un des journaux ou des revues miniers. On y trouve de temps en temps des articles sur la prospection proprement dite. En outre, ils font savoir au prospecteur quels sont les minéraux les plus recherchés, les prix des métaux et des minéraux, et quelles sont les régions de prospection et d'exploitation minière actives.
- 6) Si un prospecteur décide de ne s'occuper que d'un certain métal ou minéral, ne serait-ce que provisoirement, il devrait étudier au moins un ouvrage portant sur ce métal ou minéral, s'il en existe. L'Étude 54-1 en énumère beaucoup. On peut se procurer des publications plus récentes en écrivant au

ministère fédéral des Mines ou à quelque autre ministère provincial qui s'occupe de cette industrie.

- 7) Que l'intéressé ne songe à prospecter que sa propre région, ou qu'il projette d'étendre ses recherches à d'autres endroits, il devrait se procurer les cartes géologiques et les rapports appropriés ou consulter ceux d'une bibliothèque.

Le prospecteur ferait bien d'assister aux assemblées de la *Prospectors and Developers Association*, par exemple, où l'on donne lecture d'études sur nombre de sujets touchant à la prospection.

Apprentissage sur le terrain

Bien des aspects du métier ne peuvent être connus à fond que si l'on acquiert de l'expérience pratique sur le terrain. Les lectures, si nombreuses soient-elles, ne sauraient remplacer l'expérience. Théorie et pratique se complètent l'une l'autre et chacune a son importance. Le novice dispose de deux bons moyens de devenir rapidement expérimenté; il peut passer au moins une saison à l'emploi d'une compagnie qui engage et forme des prospecteurs sans expérience, ou s'associer à un prospecteur d'expérience. On apprend de la sorte à connaître non seulement les procédés techniques de la prospection mais, ce qui importe autant, à voyager et à vivre dans des régions inhabitées.

Plusieurs sociétés engagent des prospecteurs. Certaines se contentent de fournir les fonds nécessaires à des prospecteurs qui, seuls ou avec un compagnon, travaillent où cela leur plaît et à leur guise, ou à peu près. Il est souvent possible à un novice de devenir l'assistant d'un homme d'expérience qui l'initie aux trucs du métier au fur et à mesure que le travail avance. D'autres sociétés, qui ont à faire faire des travaux de prospection sur quelque concession étendue ou sur quelque groupe de claims, ou qui veulent prospecter une grande zone non jalonnée, organisent des équipes de prospection méthodique, d'arpentage, de cartographie géologique, ou de prospection géophysique ou géochimique. Ces équipes sont dirigées par des investigateurs scientifiques ou des ingénieurs. Elles se composent parfois de prospecteurs d'expérience, d'une part, et d'étudiants ou de manoeuvres habitant la région et qu'on forme à la tâche, d'autre part. Quiconque recherche un tel emploi peut savoir quelles sociétés font de ces travaux en lisant des journaux miniers, puis adresser une demande directement aux sociétés. Il pourrait aussi se procurer un tel emploi par l'entremise du Service national de placement.

D'autre part, on peut acquérir par soi-même l'expérience pratique, par l'observation perspicace des roches et minéraux qui se trouvent dans les environs de chez soi ou dans les localités qu'on visite. Il importe grandement de se familiariser avec les roches et les minéraux en place, non seulement en étudiant des spécimens, car des particularités telles que la conformation et l'intempérisme ne s'observent jamais si bien que sur les affleurements mêmes. Il est également très important d'apprendre à reconnaître l'aspect de gîtes minéraux, d'apprendre comment on les explore et de savoir quels sont les gîtes qui, par leur étendue, justifient de plus amples recherches. On peut se renseigner quelque peu sur toutes ces questions en visitant des gîtes pauvres abandonnés, repérés au moyen de cartes et de rapports géologiques, et en visitant des gîtes probables que l'on est à étudier. Il est rare que les mines productives soient ouvertes aux visiteurs, mais

La prospection au Canada

les propriétaires de terrains où les recherches en sont à leurs débuts permettent souvent aux prospecteurs d'examiner les affleurements minéralisés.

Le ministère des Mines de la Colombie-Britannique, ainsi que le ministère des Ressources naturelles et de l'Expansion industrielle de la Saskatchewan, s'occupent de former les prospecteurs sur le terrain. Le premier avait institué des camps d'instruction, surtout en vue d'enseigner les méthodes d'exploitation de placers sur une petite échelle, au cours de la crise économique qui a précédé la Seconde Guerre mondiale, mais cette entreprise a pris fin. Depuis 1943, ce ministère aide financièrement les prospecteurs méritants qui ont besoin de cette assistance et surveille jusqu'à un certain point leurs travaux. Le ministère des Ressources naturelles et de l'Expansion industrielle de la Saskatchewan, lui, a prévu, à l'intention des prospecteurs, un programme d'assistance comprenant l'aide de conseillers techniques, un service de transport, un service de prêt d'outillage et, comme on l'a dit précédemment, il a aussi établi un service distinct destiné à enseigner la prospection aux Indiens. Parallèlement à ces programmes de formation technique, les chefs des équipes envoyées sur le terrain par la Commission géologique et d'autres fonctionnaires des gouvernements fédéral et provinciaux, en même temps qu'ils s'acquittaient de leurs fonctions, aidaient les prospecteurs rencontrés sur le terrain à se perfectionner dans le métier.

CHAPITRE VII

LE MATÉRIEL ET LES DÉPLACEMENTS

Le matériel, les provisions, le transport, la connaissance de la forêt, etc., sont des aspects très importants de la vie du prospecteur. On ne saurait épuiser tous ces sujets dans une publication comme celle-ci, à cause de la diversité des besoins en différentes régions, des divers genres de prospection, et aussi parce que les préférences et les moyens de chacun y sont pour beaucoup. Certains outils tels que le marteau et la hache, sont essentiels au prospecteur et certains autres lui sont presque indispensables. Il se peut que le prospecteur au travail près de chez lui ne soit pas obligé de s'éloigner beaucoup, ni même de camper. Dans une région assez peuplée, il peut parfois trouver à se loger, mais, règle générale, le prospecteur a besoin de matériel de voyage et de camping et doit savoir comment l'utiliser. On ne saurait donc trop insister sur l'avantage qu'il y a à se préparer minutieusement pour tous les voyages, sauf peut-être les plus courts. Nous ne voulons ici que fournir les renseignements essentiels aux débutants, ainsi qu'aux prospecteurs qui, tout en étant mieux qualifiés, ne sont pas familiarisés avec certaines régions ou certains genres d'équipement. Les débutants trouveront d'autres renseignements utiles dans les manuels sur le camping, la connaissance de la forêt, ou la chasse, même alors que plusieurs de ces manuels écrits à l'intention des amateurs de sport ou de distraction, traitent parfois de sujets qui ne s'appliquent pas à la prospection.

Quelques observations d'ordre général s'appliquent à tous les genres de matériel. Il existe un juste milieu, quant à la qualité comme quant à la quantité. Règle générale, les articles bon marché ne résistent pas à l'usage qu'ils doivent subir; par contre, les articles très coûteux ne sont pas nécessaires. Les articles ordinaires de bonne qualité sont habituellement très satisfaisants. Lorsqu'il s'agit de décider de la quantité à emporter, il faut viser à s'assurer une existence raisonnablement confortable (qui est étroitement liée à l'efficacité du travail), tout en évitant de se surcharger de matériel inutile pour le travail régulier ou pour les déplacements du camp. Un autre point à considérer, c'est qu'on peut acheter certains articles à meilleur marché dans les villes, en particulier dans les magasins de "surplus de guerre", mais que l'on ferait bien de se procurer, dans les magasins des petites villes qui servent de point de départ pour un voyage, de nombreux articles d'une valeur éprouvée pour les fins auxquelles ils sont destinés dans une région donnée. On peut acheter de cette façon tous les articles essentiels de vêtement, d'épicerie, les ustensiles et les outils ordinaires tels que les marteaux, les pelles et les haches, et quelquefois même des canots. Eu égard aux frais de transport du matériel, les prix demandés dans les endroits isolés sont à peine plus chers, sans compter que les personnes de la région pourront vous donner d'utiles conseils. Lorsqu'on projette une tournée de prospection, il

La prospection au Canada

est bon d'écrire à un commerçant de l'endroit qui sert de point de départ et de lui demander des renseignements sur les articles dont il dispose et sur leurs prix. D'ordinaire, le maître de poste de l'endroit transmet la lettre à un commerçant dont on ignore le nom et l'adresse précise.

La plupart des prospecteurs n'ont pas les moyens d'engager sur place un fournisseur ou un guide, mais, chaque fois que la chose est possible, c'est un bon moyen d'acquérir de l'expérience pour un débutant ou quiconque n'est pas au courant du mode particulier de déplacement qu'on utilisera.

Comme il est interdit aux services administratifs de recommander des sociétés ou des commerçants particuliers, la présente brochure ne renferme aucun nom ni adresse de fournisseur. On peut cependant en trouver dans les annonces que publient les journaux et revues miniers ou dans un annuaire de téléphone sous les rubriques d'articles de sport, de matériel de camping, de quincaillerie, d'articles miniers, de matériel de laboratoire et scientifique.

Vêtements et matériel en général

Il n'est pas essentiel d'avoir beaucoup de vêtements spéciaux ou d'équipement. Quiconque travaille à l'extérieur ou tout homme qui pratique des sports en plein air possède à peu près tout ce qu'il faut. Les vêtements de ville ne conviennent pas, encore que, hormis les chaussures, ils puissent servir. Toutefois, lorsque la chose est possible, on est mieux avisé de se procurer des vêtements d'extérieur convenables, dont il existe un bon choix. La liste qui suit n'est pas une énumération complète des articles ordinaires nécessaires, mais elle renseignera les débutants sur certaines questions qui peuvent avoir leur importance et indiquera peut-être au lecteur la façon d'utiliser certains articles.

Chaussures

On ne saurait trop souligner l'importance de bonnes chaussettes et de bonnes chaussures. Les chaussettes doivent être de laine, mi-grosse ou grosse, et doivent être bien ajustées. Parfois, il est bon d'emporter une paire de chaussettes de rechange, durant le jour, au cas de besoin. Sauf pour les voyages bien courts, il faut emporter de trois à six paires de chaussettes.

Il existe plusieurs sortes de chaussures, chacune présentant des avantages pour certaines circonstances, et c'est surtout une question de préférence. Ce qui importe avant tout, c'est de ne pas porter de souliers par crainte des entorses, et de porter des chaussures à semelles assez épaisses pour bien protéger le pied contre les rocs rugueux. Il faut aussi que la chaussure soit bien ajustée au talon pour empêcher celui-ci de jouer dans la chaussure. En même temps, la chaussure doit être assez grande pour permettre au pied de s'étendre, comme c'est le cas durant la marche, surtout lorsqu'on transporte un fardeau. Il y a quelques années, les hautes "bottes" en cuir étaient très en vogue, mais la plupart des trappeurs, veneurs et prospecteurs portent maintenant des bottines qui montent tout juste au-dessus de la cheville, de six ou huit pouces de haut, parce que les "bottes" sont inutilement lourdes, chaudes et enveloppantes. Ces hautes "bottes" sont peut-être utiles dans quelques régions du sud de la Colombie-Britannique et de l'Alberta, où il y a des serpents à sonnettes, et dans certaines parties du bouclier canadien où l'on trouve beaucoup de "bois



- A.** *Vêtements de campagne et façon courante de charger à dos d'homme des sacs, les objets les plus lourds y étant enfermés et les sacs de couchage, plus légers, étant portés par-dessus. L'homme de gauche utilise une sangle frontale aussi bien que des bandoulières.*

Planche XXXVI

- B.** *Façon de porter à dos des fardeaux sur cadre de charge au lieu de les enfermer dans des sacs.*



La prospection au Canada

de savane" ou de "thé du Labrador" (arbrisseaux épais à hauteur du genou qui déchirent les vêtements et les jambes). Dans presque toutes les régions du bouclier canadien, la chaussure préférée est une solide bottine de cuir, pas trop lourde, qui monte juste au-dessus de la cheville et est munie de semelles de néoprène, ou encore une bottine de huit pouces de haut ou plus, en caoutchouc jusqu'à hauteur de la cheville et munie de tiges en cuir cousues et collées au caoutchouc. C'est une chaussure qui n'est pas confortable par temps très chaud. Certaines marques de chaussures de ce genre sont faites de cuir trop rigide et lourd qui cause de l'échauffaison aux talons ou à la cheville, mais les meilleures, appelées quelquefois chaussures de chasse, sont munies de tiges en cuir souple et léger. Ce dernier genre de chaussures nécessite d'épaisses semelles intérieures en feutre, dont une paire de rechange est à conseiller pour permettre le séchage, parce qu'elles absorbent la transpiration. Les semelles de crêpe s'usent rapidement sur le roc, mais conviennent assez bien par ailleurs. Les semelles en cuir sont trop glissantes si elles ne sont pas cloutées, mais les clous sont à déconseiller pour quiconque aurait à s'embarquer en canot ou à mettre le pied sur des flotteurs d'avions. Les semelles en néoprène conviennent pour presque toutes les régions du bouclier canadien et en bien d'autres régions, mais des semelles en cuir cloutées sont nécessaires en haute montagne. Dans les régions accidentées ou montagneuses, il est important que les chaussures soient munies de solides contreforts de chaque côté du talon afin de prévenir la déformation des chaussures par la marche sur les flancs des collines. Les chaussures à coutures genre mocassin à l'extrémité du pied s'usent rapidement en terrain broussailleux. Règle générale, une bonne paire de chaussures dure une saison dans le Bouclier, mais il est bon d'en avoir deux paires afin de pouvoir laisser une paire au camp pour qu'elle sèche. Lorsqu'on emporte deux paires dans son bagage, il y a souvent lieu d'emporter une paire en cuir et l'autre paire du genre chaussure de chasse. Dans les montagnes, on peut user deux paires de bonnes chaussures de cuir en une saison, si l'on passe beaucoup de temps à grimper le long des rochers ou des pentes d'éboulis.

Les chaussures ne doivent pas être mises à sécher trop près d'un poêle ou d'un feu, car elles peuvent être endommagées ou brûlées. Pour en accélérer le séchage à l'intérieur, on peut y placer des cailloux chauffés. Après le séchage, le cuir doit être frotté avec du dégras ou autre graisse ou huile hydrofuge. Il ne faut pas utiliser à cette fin de matières grasses qui contiennent du sel, par exemple du beurre ou de la graisse de bacon, car le cuir se détériore sous l'action du sel.

Des chaussures légères sont à conseiller pour usage dans le camp ou dans les longs voyages en canot. A cette fin, beaucoup d'hommes des bois préfèrent les mocassins indiens achetés sur place et portent par-dessus des caoutchoucs spéciaux pour "mocassins", lorsque c'est nécessaire. D'autres n'aiment pas les mocassins parce qu'il y manque un talon surajouté. En certaines régions, les mocassins portés dans des caoutchoucs sont également en vogue pour les déplacements sur terre.

Sous-vêtements

La plupart des chasseurs et trappeurs expérimentés portent des sous-vêtements de laine ou d'un mélange de laine, sauf par temps chaud. Deux ensembles de sous-vêtements de ce genre sont considérés comme essentiels pour un

voyage qui doit durer plus que quelques jours. Presque partout au Canada, il fait froid quelquefois même en été. Par conséquent, les sous-vêtements de laine sont à conseiller, non seulement parce qu'ils sont chauds, mais aussi parce que la sueur ne les rend pas aussi collants que les sous-vêtements de coton. La plupart des campeurs ont tendance à emporter trop peu de sous-vêtements, ou des sous-vêtements trop légers. Dans certains cas, il est sage d'emporter un gilet de laine qu'on peut endosser au besoin.

Pantalons

En été, la plupart des hommes des bois portent le pantalon ordinaire de coton croisé, khaki ou bleu, mais dans les régions où il pleut fréquemment, ou encore dans les régions broussailleuses, ils utilisent souvent le pantalon en grosse toile. La culotte forme anglaise, portée avec de longues bottes en cuir, a été en vogue dans le passé, mais son usage n'est pas aussi répandu aujourd'hui. Elle avait surtout l'avantage de se déchirer moins facilement que le pantalon et d'offrir une protection contre les moustiques. On arrive au même résultat aujourd'hui en introduisant le bas du pantalon dans les chaussettes. Quand il pleut ou lorsqu'on marche dans les broussailles mouillées, on peut laisser le bas du pantalon flotter par-dessus la chaussure, ce qui empêche l'eau de s'introduire dans les chaussures. Le pantalon ne doit pas avoir de revers. Le revers peut s'accrocher aux broussailles et occasionner une chute. On peut facilement couper les revers des pantalons qui en sont munis.

Vareuses

Il est essentiel d'avoir une vareuse en quelque matière imperméable à l'eau et protégeant contre le vent. Il ne faut pas cependant qu'elle soit en tissu caoutchouté, en feuille de plastique ou en toile cirée, car ces tissus ne permettent pas l'évaporation de la sueur pendant la marche ou le travail. Un léger blouson ou parka, que l'on peut transporter facilement lorsqu'on ne s'en sert pas, convient bien pour les journées chaudes, mais une vareuse de chasse en grosse toile plus lourde, appelée "bone dry", convient mieux par temps frais ou pluvieux. On ferait bien d'emporter avec soi et le blouson et la vareuse en grosse toile. Les nombreuses poches de la vareuse de chasse font qu'elle est très en vogue. Une vareuse ou un blouson doit être assez ample pour qu'on puisse porter en dessous plusieurs chandails. Les parkas sont à conseiller dans l'extrême Nord en été et partout ailleurs au printemps, vers la fin de l'automne ou en hiver. A toutes fins pratiques, les parkas légers que l'on peut porter par-dessus des chandails conviennent mieux que les parkas épais.

Parfois, il est bon aussi d'avoir un manteau en toile huilée ou un deux-pièces imperméable qu'on peut utiliser sous la pluie au camp, en canot, en bateau ou à cheval. Les imperméables en matière plastique conviennent bien à cet usage parce qu'ils sont très légers et compacts; même s'ils subissent des accrocs, on peut les remplacer à bon marché.

Chandails

Un ou deux chandails de laine ou chemises de laine épaisse sont nécessaires. Dans la plupart des régions, il y a lieu d'en emporter au moins un durant le jour pour le revêtir au besoin. Il ne faut pas oublier que deux ou trois vête-

La prospection au Canada

ments légers sont plus chauds qu'un seul vêtement épais et permettent différentes combinaisons selon les besoins. Les chandails seuls ne sont pas très chauds parce que leur tissu n'est pas serré; ils doivent être portés sous une chemise ordinaire ou sous un blouson ou vareuse en grosse toile, ce qui prévient aussi les accrocs.

Gants

En certaines régions, on ne peut se passer de gants ou de mitaines, pour se garantir contre le froid; d'ailleurs, n'importe où au Canada, il en faut à certaines époques de l'année. Des gants épais sont utiles pour protéger les mains durant un travail grossier, tel que l'enlèvement de gros quartiers de roc d'une tranchée; certains préfèrent pour ce travail les gants de travail imperméables que l'on peut maintenant se procurer.

Chapeaux

La plupart des prospecteurs portent un chapeau ou une casquette, du moins par temps très ensoleillé ou pluvieux. Plusieurs préfèrent une casquette parce qu'ils peuvent au besoin ramener par-dessus le capuchon d'un parka. D'autres préfèrent un couvre-chef léger fait de tissu imperméable.

Trousse de couture

Il est bon d'emporter pour les longs voyages des aiguilles, du fil, de la laine à repriser et des boutons de rechange.

Couchage

Règle générale, les sacs de couchage sont préférables aux couvertures de laine parce qu'ils sont légers et parce qu'on peut en attacher l'extrémité et les côtés. Toutefois, les couvertures peuvent servir, si on en a et si on veut s'épargner l'achat d'un sac de couchage. Un bon équipement de couchage pour l'été consiste en un sac léger et une couverture qu'on peut glisser, pliée en deux, sous le sac durant les nuits douces et à l'intérieur du sac pour les nuits froides. Il est bon, même lorsqu'on utilise un sac de couchage, de posséder une grosse toile de six à huit pieds de côté qu'on plie par-dessous et par-dessus le lit, à moins que l'on ne couche dans une tente munie d'un tapis de sol en grosse toile.

Il existe maintenant de petits matelas pneumatiques assez peu coûteux et très confortables, mais ils seraient un fardeau inutile dans une tournée sac au dos ou dans un voyage en canot comportant plusieurs portages.

Pour camper à la belle étoile, ou sous une tente qui n'est pas à l'épreuve des insectes, il est bon de se munir d'une moustiquaire que l'on peut tendre au-dessus du lit au moyen de galons attachés à des piquets. Ces moustiquaires sont à la fois légères, peu coûteuses et peu encombrantes.

Tentes

Pour un petit déplacement fortuit par beau temps, aucune tente n'est nécessaire; au besoin, on peut se construire un abri à l'aide de branches, d'une bâche ou d'un battant de tente. Cependant, la tente est à conseiller pour la plupart des voyages de camping. Il y en a de différents formats, formes, matières et prix, et c'est avant tout une question de préférence personnelle. La tente la plus comode dans les régions boisées est la tente en "A", avec murs de deux à quatre

pieds de haut et toit triangulaire; lorsqu'on désire une tente aussi petite que légère, on laisse de côté les murs. La grandeur ordinaire d'une tente pour un ou deux hommes est de sept pieds sur neuf ou de huit pieds sur dix comme dimensions du plancher. La tente pyramidale, à mâts unique, est préférée pour les régions où les mâts sont difficiles à trouver ou pour les régions où les mâts métalliques télescopiques doivent faire partie de l'équipement. Les tentes en toile sont assez bon marché, mais les tentes en coton traité (dites tentes en soie), qui coûtent plus cher, sont plus légères ou plus compactes. Les tentes vertes ou khaki sont plus fraîches et plus sombres que les tentes blanches. Dans l'extrême Nord, où il ne fait pour ainsi dire jamais nuit en été, certains dorment difficilement sous une tente blanche. Cependant, les tentes blanches étant beaucoup plus faciles à repérer du haut des airs, ce sont ces tentes qu'il faut utiliser si des rendez-vous sont prévus avec des avions, à moins que l'équipement ne comprenne d'autres moyens d'attirer l'attention. Les tentes munies de tapis de sol en toile cousus à même et de battants garde-mouches en gaze sont celles qui assurent le maximum de protection contre les mouches, les moustiques et autres insectes, mais les tapis de sol cousus à même ne permettent pas l'usage d'un poêle à bois dans la tente.

Un léger double toit en "soie", qu'on étend au-dessus de la tente prévient le suintement et tient la tente dans l'ombre, mais il n'est pas essentiel.

Poêle

Un feu de camp suffit pour les petites tournées, mais un petit poêle est utile pour la cuisson sous la tente lorsqu'il pleut, ainsi que pour réchauffer et sécher la tente. Il existe de petits poêles en feuillard d'acier de différentes grandeurs et de différents poids, les plus petits étant très légers. Il y en a de deux genres: démontables et rigides; les poêles démontables sont plus compacts, mais il est quelquefois difficile de les remonter après qu'ils ont servi un certain temps. On place habituellement le poêle sur quatre piquets ou sur une pile de cailloux, mais jamais là où il pourrait venir en contact avec une partie quelconque de la tente. Il faut déposer dans le fond du foyer environ deux pouces de sable ou de terre afin de prévenir la fonte du métal et d'empêcher que les piquets ne prennent feu. Si le poêle est muni d'un four, il est bon de placer un peu de sable ou de terre entre le sommet du four et celui du poêle, pour conserver la chaleur.

La cheminée du poêle doit dépasser à l'extérieur de la tente sur une longueur d'environ deux tronçons de tuyau afin d'assurer un bon appel d'air. On peut attacher un morceau de treillis métallique au sommet de la cheminée pour intercepter les étincelles. Si un trou ou une ouverture n'a pas été prévu dans la tente pour la cheminée du poêle, on peut facilement coudre à la tente une pièce d'amiante ou de fer-blanc percée d'un trou. Certains campeurs préfèrent percer l'ouverture à l'extrémité de la tente afin d'atténuer le danger des étincelles. Un coude est nécessaire pour ce genre d'installation.

Dans l'extrême Nord, où le bois est difficile ou impossible à trouver, on se sert d'un réchaud à essence ou "Primus". Certains campeurs préfèrent le réchaud à essence, même dans les régions boisées.

Lorsqu'on n'utilise pas de poêle, ou que le poêle utilisé n'a pas de four, un panneau réflecteur placé devant un feu à l'air libre ou employé pour cuire du pain

La prospection au Canada

et d'autres aliments se révèle très utile et n'ajoute à peu près rien au poids de l'équipement.

Scie

Une scie est bien commode pour couper du bois de chauffage et pour exécuter divers autres travaux autour du camp. On peut fabriquer une scie légère en fixant de solides anneaux d'environ un pouce et demi de diamètre aux extrémités d'une lame de scie à bûches. Pour s'en servir, une perche en bois vert, d'environ un pied plus longue que la lame et dont les extrémités s'insèrent dans les anneaux, assure la tension de la lame et fait en même temps fonction de poignée pour le maniement de la scie.

Sacs fourre-tout, sacs à dos, etc.

Pour le transport de menus articles durant le jour, le havre-sac ou le sac touriste sont à vrai dire indispensables. Le havre-sac de camping est plus à la portée de la main et très approprié s'il renferme peu d'objets, mais il a l'inconvénient de s'accrocher aux branches, etc., parce qu'il se porte suspendu à l'épaule. Le sac touriste que l'on porte sur le dos, suspendu aux deux épaules, convient mieux à tous égards, sauf qu'il faut l'enlever chaque fois qu'on désire en retirer quelque chose.

Les sacs fourre-tout ou sacs à dos, en grosse toile, sont généralement utilisés pour ranger et transporter le matériel de camp et les vêtements de rechange. Pour les charges à transporter sur le dos, nombre de prospecteurs préfèrent au sac à dos une armature à laquelle ils attachent les articles à transporter.

Sacs à provisions

Des sacs en grosse toile ont le grand avantage de protéger les aliments contre l'humidité et de maintenir en bon état les sacs en tissu léger ou en papier qui renferment ces aliments. On en trouve de différentes grandeurs, depuis les sacs de 50 livres pour la farine jusqu'au sac d'une livre pour les menus paquets. On peut se les procurer déjà hydrofugés à la paraffine pour les rendre encore plus imperméables que la toile non hydrofugée. Par ailleurs, l'utilisateur peut les traiter lui-même, ou traiter d'autres articles en toile, par un badigeonnage à la paraffine dissoute dans de la benzine pure ou de la gazoline.

Bâches

De petites bâches en grosse toile servent à confectionner des abris ou à recouvrir le matériel, le bois de chauffage, etc. Pour les petites excursions, quelques verges de feuille plastique mince, qui se vendent bon marché dans les grands magasins, peuvent remplacer les bâches.

Eclairage

Sauf dans le nord, à la mi-été, une lampe de poche est pour bien dire indispensable. Pour l'éclairage des tentes, on emporte habituellement des chandelles, lorsqu'il s'agit d'une sortie de peu de durée, mais on trouve souvent dans les équipements plus complets de petites lanternes à essence.

Briquets et garde-allumettes

Il faut toujours emporter avec soi au moins un briquet ou un garde-allumettes. On peut facilement acheter de bons garde-allumettes ou même en

improviser en plaçant des allumettes dans une boîte de fer-blanc scellée à l'aide de ruban adhésif ou en enduisant de cire fondue l'intérieur d'une boîte d'allumettes. On peut aussi hydrofuger des allumettes en les trempant dans de la gomme laque. Il est bon de répartir des réserves d'allumettes hydrofugées ou d'allumettes en contenants hermétiques parmi plusieurs paquets différents de l'équipement, de sorte que, si l'on en perd un, il reste toujours une provision d'allumettes.

Couteau

Il est indispensable d'emporter au moins un couteau. On fera bien d'en garder un de rechange. Le choix entre un couteau de poche et un couteau de chasse, gainé, est avant tout une question de préférence personnelle. Pour les longues sorties, il y a lieu d'emporter une petite pierre à affûter.

Engins de pêche

Dans la plupart des régions, il est bon d'emporter au moins quelques articles de pêche afin de pouvoir à l'occasion prendre du poisson pour varier le régime alimentaire. Les cannes ou les autres engins compliqués ne sont pas essentiels. Quelques hameçons, des appâts et des lignes de pêche à la cuillère sont à peu près tout ce qu'il faut, mais il y a avantage, pour une longue excursion, à emporter un petit filet.

Armes à feu

Il y a très peu de régions au Canada où les armes à feu sont nécessaires à des fins de protection. Presque partout dans le pays, les risques d'accident par armes à feu sont plus grands que le danger d'être attaqué par une bête sauvage. A certains endroits, toutefois, il est bon d'avoir une carabine pour se procurer de quoi manger ou pour tuer des ours noirs qui causent parfois des ennuis, même s'ils ne s'attaquent pas aux humains.

Le prospecteur doit se renseigner sur les lois locales qui régissent la chasse et la pêche. On peut s'adresser pour cela aux gardes-chasses locaux ou aux ministères provinciaux qui réglementent la chasse ou la conservation de la faune. Dans le cas des Territoires du Nord-Ouest et du Yukon il faut se renseigner auprès du ministère du Nord canadien et des Ressources nationales. Dans certaines parties du pays, il est permis de transporter un fusil sans autorisation spéciale; il faut cependant un permis spécial, généralement difficile à obtenir, pour porter un revolver ou un pistolet.

Trousse de premiers soins

Il faut toujours avoir dans sa poche une petite trousse de premiers soins, parce que même les chasseurs, prospecteurs ou trappeurs les plus expérimentés en ont besoin de temps en temps. On peut monter une trousse assez simple en plaçant dans une petite boîte de fer-blanc une fiole d'antiseptique, un petit pansement, un petit rouleau de sparadrap et quelques bandes de pansement adhésif. La boîte doit être scellée à l'aide d'une bande de sparadrap. Il faut garder au camp une trousse plus garnie. Une telle trousse peut être confectionnée pour convenir aux exigences de chacun ou l'on peut en acheter une, mais dans ce dernier cas il faut habituellement y ajouter quelques médicaments de ménage,

La prospection au Canada

parce que la plupart des troussees qu'on achète sont destinées à servir en cas d'accident plutôt qu'en cas de maladie. Avant d'entreprendre une longue tournée, il est sage de consulter un médecin ou de demander à un représentant d'une commission des accidents de travail quel matériel médico-chirurgical il convient d'apporter. Il se peut qu'une importante expédition de prospection comprenant des employés rémunérés relève d'une commission des accidents de travail, et alors celle-ci prescrit le matériel qu'on est tenu d'emporter pour donner les premiers soins aux blessés. A tout événement, ces commissions peuvent donner des conseils utiles.

Lunettes

Les personnes qui ne peuvent se passer de lunettes doivent toujours en emporter une paire de rechange. Les lunettes à verres fumés sont à conseiller dans certaines régions telles que les hautes montagnes, où l'on peut trouver de la neige durant l'été. Beaucoup les trouvent utiles également s'ils ont à voyager souvent sur l'eau.

Corde

Il est souvent utile d'emporter avec soi environ 50 pieds de corde légère mais très forte, par exemple de la corde à fenêtre.

Fil métallique

Une petite bobine de fil fin en laiton ou en cuivre, du genre qui sert à fabriquer des "collets" pour piéger les lièvres, est souvent utile pour réparer divers objets ou se procurer de la nourriture en cas d'urgence. Il y a aussi avantage à emporter un peu de fil métallique du genre servant à fixer les tuyaux de poêle ou à botteler le foin. Sauf lorsqu'il s'agit de sorties très courtes, il est toujours bon d'emporter avec soi une pince ou tenaille.

Divers

Quelques clous et rivets sont parfois utiles pour réparer le matériel, de même qu'environ une livre de clous de deux pouces et de quatre pouces, pour monter le camp. Le plus souvent, on fera bien aussi d'apporter un rouleau de ruban goudronné.

Protection contre les mouches et les "maringouins"

En été, les "maringouins", les mouches noires et d'autres insectes à piqûres sont un fléau, presque partout dans le pays. On peut s'y faire dans une certaine mesure, mais dans nombre d'endroits, ces insectes abondent au point que même les campeurs les plus expérimentés doivent se protéger. Grâce aux moyens de protection dont on dispose aujourd'hui, ce fléau ne doit plus s'opposer à la prospection.

De l'avis de l'auteur, les meilleurs produits pour éloigner les insectes sont ceux qui renferment les composants chimiques "612" et "622". Le premier se vend sous forme de liquide clair ou de bâtonnet, que l'on applique sur la peau exposée, sauf près des yeux. Comme il s'évapore ou se dilue assez rapidement dans la sueur, il faut l'appliquer plus souvent que les produits renfermant du "622", qui se vendent sous forme d'onguent en tubes ou en pots. On conseille, pour empêcher

que ces produits ne coulent dans les yeux, de ne pas s'en enduire sur le front; on peut toutefois en étendre sur le dessous du bord d'un chapeau ou d'une casquette pour écarter une partie des insectes.

Dans les régions infestées de mouches, certains prospecteurs s'abritent la tête et la nuque sous de grands mouchoirs, ne laissant que la figure exposée, ou portent par-dessus leur chapeau un voile dont ils glissent la partie inférieure dans le col de leur chemise. On peut acheter ces voiles ou en improviser. Certains prospecteurs portent des chemises et des pantalons à fermeture éclair, pour exclure les mouches; d'autres, au besoin, cousent provisoirement les ouvertures de leurs vêtements et les manchettes de leurs chemises, après les avoir endossés.

Pour écarter les insectes, on fait parfois de la fumée au camp ou à l'endroit où l'on doit travailler pendant quelque temps. Pour qu'un feu fumigène ne puisse se propager, il faut l'allumer dans une grosse boîte de fer-blanc dont on a perforé les parois. Il suffit alors d'allumer un petit feu au fond de cette boîte et de le recouvrir de feuilles ou d'herbe vertes.

Nous avons mentionné plus haut les garde-mouches pour les lits et les portes de tentes. Il est bon, sauf pour les sorties de très courte durée, d'emporter un insecticide à vaporiser, ainsi qu'un petit vaporisateur, ou une "bombe" contenant un insecticide sous pression, qui sont destinés à servir sous la tente. Avant d'en vaporiser sous la tente, il importe de recouvrir les aliments et la vaisselle. On pourrait croire qu'un prospecteur, devant manger de la vache enragée, devrait pouvoir se passer d'insecticide ou de "bombe", mais il ne faut pas oublier qu'une existence trop rude abaisse la qualité du travail du prospecteur.

Provisions

Le choix des provisions varie beaucoup d'après le mode de transport et la durée du voyage. Pour bien des genres de tournées, la question des provisions n'offre pas de graves difficultés et il n'y a qu'un seul conseil à donner à cet égard; il suffit de signaler la nécessité d'emporter une réserve pour les cas d'urgence. Quel que soit le genre de voyage qu'on entreprend, il est imprudent de compter sur le poisson ou le gibier; il faut toujours emporter une quantité suffisante de vivres et ne considérer le poisson ou le gibier que comme supplément.

Lorsqu'il s'agit de longues tournées, il faut généralement éviter d'emporter des provisions lourdes ou encombrantes telles que les conserves de fruits et de légumes, ou en limiter la quantité, et emporter tout juste ce qu'il faut d'aliments périssables pour les quelques premiers jours. Le campeur expérimenté peut vivre assez longtemps d'une petite quantité d'aliments de base qui se conservent bien: farine, bacon, poudre à pâte, haricots, sel, fruits déshydratés et thé, qui constituent un régime assez bien équilibré. Toutefois, lorsque la chose est possible, il y a lieu d'emporter quelques vivres supplémentaires pour accroître la quantité des rations et varier le régime. La liste qui suit peut servir de base à la ration d'un homme pendant un mois, lorsqu'on n'est pas tenu de réduire le poids au strict minimum et qu'on ne veut pas trop alourdir la charge. On peut d'ailleurs modifier cette liste au gré des exigences et préférences particulières:

Farine	25 livres
Poudre à pâte	1 livre
Farine d'avoine (à cuisson rapide)	6 livres

La prospection au Canada

Haricots secs	5 livres
Riz	5 livres
Pommes de terre (déshydratées)	4 livres
Légumes (carottes, navets, haricots, etc., déshydratés)	4 livres
Bacon et jambon	20 livres
Fromage	3 livres
Oeufs en poudre	1 livre
Sucre	15 livres
Thé	1 livre
Café	3 livres
Chocolat (mi-sucré, pour collations et imprévus)	2 livres
Lait (entier, en poudre)	3 livres
Sel	1 livre
Fruits (pruneaux, pêches, pommes, abricots, figes, raisins, etc., déshydratés)	6 livres
Beurre (en boîtes de fer-blanc)	4 livres
Confiture, sirop, miel	5 livres
Poudres à bouillies (puddings préparés)	2 livres
Mélanges de soupes déshydratés	1 livre
Levure	—
Oranges	1 douzaine
Conserves de fruits	6 boîtes
Conserves de saucisses ou de boeuf	6 boîtes
Poivre et autres épices, au choix	—
Saindoux (ou succédané)	2 livres
Bougies	6
Allumettes (les mettre dans deux ou plusieurs contenants hermétiques qui doivent être déposés dans des paquets différents en prévision de la perte d'un paquet)	—
Papier paraffiné (pour envelopper les collations)	—
Savon, y compris savon de toilette et savon de lessive, flocons de savon ou détersifs	—

Ces provisions pèseraient environ 125 livres. Le bacon et le jambon doivent être en boîtes de fer-blanc ou gélatinés, si l'on veut les conserver plus de quelques semaines. Les indigènes peuvent parfois fournir de la viande séchée, mais dans la plupart des cas il ne faut pas compter là-dessus.

Ustensiles

Pour une courte sortie, à l'occasion, on trouve chez soi, ordinairement, les ustensiles nécessaires mais, pour un usage régulier, plusieurs articles qui sont fabriqués spécialement pour le camping sont préférables. Il en existe un vaste choix, depuis le très petit attirail pour une seule personne, qui pèse moins d'une livre, jusqu'aux batteries compliquées. Les casseroles doivent être en fer-blanc ou en aluminium, parce qu'elles sont légères, et doivent s'emboîter l'une dans l'autre pour épargner l'espace. Les assiettes, tasses et bols peuvent être en fer-blanc, en aluminium, émaillés ou en matière plastique, mais les tasses en aluminium sont à déconseiller parce qu'elles brûlent les lèvres. La vaisselle émaillée s'écaillera probablement sous les coups. Certains sont d'avis que les avantages d'un autoclave en compensent le poids et le coût élevé. La liste qui suit constitue un attirail ordinaire pour deux hommes et des visiteurs d'occasion:

Le matériel et les déplacements

Trois ou quatre casseroles s'emboîtant les unes dans les autres, avec couvercles.
1 ou deux poêles à frire.
2 moules à pain, etc.
1 grille-pain en fil métallique.
4 assiettes.
3 tasses.
3 petits bols.
1 grande cuillère.
1 poignée de lavage.

1 mousoir pour dissoudre la poudre de lait.
1 couteau de boucherie.
1 ouvre-boîtes.
4 couteaux, fourchettes et cuillères.
Laine d'acier, ou matière semblable, pour nettoyer les casseroles.
2 verges de torchon de vaisselle (il est plus hygiénique de laisser sécher la vaisselle à l'air après l'avoir rincée à l'eau chaude, mais s'il pleut, des torchons de vaisselle propres sont nécessaires).

Lorsque le poids et l'encombrement ne posent pas de grandes difficultés, on peut ajouter un plat à vaisselle, un tamis à farine, une théière, une cafetière et un ou deux seaux.

Matériel de prospection

Pour ce qui est du matériel de prospection, les articles essentiels, distincts du matériel de voyage et de camping, ne sont pas nombreux. Il y a place pour certaines préférences particulières, même dans la liste suivante des articles les plus usuels. Il n'est pas nécessaire de posséder tous les articles énumérés, ni de transporter constamment tous ceux que l'on possède. On peut faire un choix pour les circonstances particulières. Il est aussi fait mention du matériel requis pour l'exploration préliminaire d'un gisement.

Marteau de prospection

L'outil essentiel est un genre quelconque de marteau de prospection. C'est habituellement un marteau à manche court qui se manie d'une seule main, dont la tête est faite d'un marteau à une extrémité et d'un pic à l'autre. Le marteau même, qui sert à détacher des morceaux de roc, doit être carré et non pas octogone, car un marteau qui a cette dernière forme s'arrondit rapidement. Le pic sert à piocher dans les terrains de couverture ou le roc en décomposition, à enlever la mousse, à soulever des roches détachées et à détacher de petits spécimens. Marteau et pic doivent être de la meilleure trempe possible, mais il ne faut pas pour cela que l'acier soit cassant. L'oeil du marteau doit être aussi grand que possible pour réduire les risques de rupture du manche. Un marteau de maçon convient parfaitement.

Certains prospecteurs préfèrent un marteau à long manche à tête semblable au marteau ordinaire du prospecteur, parce qu'il leur évite de se pencher trop souvent et peut servir de piolet pour les aider à grimper les flancs des collines. On peut fabriquer ce marteau à l'aide d'un marteau ordinaire de prospecteur et d'un manche de masse. Cependant, l'oeil de ce marteau sera probablement trop petit pour prévenir la rupture du manche sous les coups que l'on peut porter avec un tel outil manié à deux mains. Il est donc préférable de demander à un forgeron de fabriquer une tête avec un oeil assez grand.

Pioche à marteau

La pioche à marteau du prospecteur présente de nombreux avantages pour l'enlèvement de la mousse, des racines ou du terrain de couverture de peu d'épaisseur. Elle est plus légère que la pioche à pic ordinaire et la tête prend la forme

La prospection au Canada

d'un marteau à une extrémité et d'une pioche à l'autre. Beaucoup de prospecteurs possèdent une pioche à marteau et un pic proprement dit et emportent celui des deux qui semble le mieux convenir aux besoins du moment.

Hache

La hache est nécessaire, en particulier pour le jalonnage et le camping. C'est habituellement une hache à tête pesant de 1 livre à 1½ livre et munie d'un manche d'environ 26 pouces de long. La tête dite "Hudson's Bay" joint la légèreté à un large taillant, mais les magasins ne l'ont pas habituellement en stock. Pour une longue tournée, on doit emporter un manche de rechange.

Une gaine pour la hache prévient les coupures accidentelles des personnes aussi bien que du matériel, ainsi que la perte de tranchant et l'ébrèchement du taillant. On peut acheter les gaines ou en confectionner à l'aide de cuir d'environ ⅓ de pouce d'épaisseur; une gaine simple couvre le taillant sur une largeur d'un pouce ou deux seulement et s'attache par deux cordes fixées au cuir.

Il est bon d'avoir en sa possession une lime plate à taille simple de six ou huit pouces de long, pour limer la partie de la lame qui vient immédiatement après le taillant, aussi bien qu'une pierre à affûter pour le taillant même.

Certains prospecteurs emportent avec eux une hachette dans une gaine fixée à la ceinture, pour se frayer un chemin ou fendre du bois à l'occasion et laissent leur hache au camp jusqu'à ce qu'ils en aient besoin pour de gros travaux tels que le jalonnage ou le débroussaillage. Peu de prospecteurs s'aventureraient dans une tournée avec une seule hachette à moins d'être obligés de réduire l'équipement au strict minimum. Plusieurs hommes des bois considèrent la hache à deux mains comme l'article dont ils ont le plus besoin après la provision d'allumettes.

Détecteurs de radioactivité et lampes fluorescentes

Ces instruments spéciaux, qui servent à certains genres de prospection, font l'objet des chapitres IX, X et XII.

Pan

Outre son utilité pour l'essai des gisements de placer, le pan est précieux lorsqu'il s'agit de prospector des filons ou des "roches dures". Il ne sert pas seulement, tant s'en faut, à la prospection de l'or. Des échantillons broyés peuvent être lavés au pan sur les lieux pour concentrer les grains les plus lourds du minéral, d'habitude les plus importants. On peut souvent, de la sorte, découvrir des minéraux trop finement disséminés pour permettre la détection dans un échantillon solide. Il y a des pans de différentes grandeurs. Les plus grands servent habituellement au travail sur les placers et les plus petits, à la prospection de filons.

Mortier et pilon

Les mortiers et les pilons en fer ou en acier sont utiles pour le broyage d'échantillons à la maison ou au camp. On peut fabriquer un mortier convenable à l'aide d'un capuchon de tuyau de deux pouces de diamètre ou d'un bout d'environ deux pouces de long de tuyau de même diamètre auquel un fond a été vissé ou soudé, ou encore au moyen d'un morceau d'acier évidé à l'aide d'un tour. Un



Planche XXXVII

Matériel de prospection et échantillon formé d'éclats. 1: grand pan à or; 2: pan moyen; 3: mortier et pilon en acier; 4: pioche à marteau; 5: marteau de prospection, à long manche; 6: marteau de prospection, ordinaire; 7: ciseau à roche; 8: échantillon formé d'éclats; 9: massette; 10: poinçon; 11: sac à échantillons, en toile; 12: lunettes servant à protéger les yeux lors de l'échantillonnage.

morceau d'acier provenant d'un marteau de prospecteur peut servir de pilon. A défaut de ces articles, les échantillons peuvent être déposés dans un sac de grosse toile et broyés à l'aide d'un marteau sur le côté d'une hache ou sur une pierre plate.

Crible

Cet article sert à tamiser des échantillons durant le broyage. Certaines autorités recommandent un crible de 60 ou 80 trous au pouce. On peut en improviser en perçant de petits trous dans le fond d'une boîte de fer-blanc ou en soudant un morceau de treillis fin à une boîte métallique dont on a enlevé les extrémités.

Boussole

La boussole est un article essentiel qu'un prospecteur doit toujours avoir dans sa poche. Il en aura besoin pour s'orienter, pour jalonner un terrain, pour pratiquer des relevés et pour repérer l'emplacement de gîtes miniers découverts ainsi que d'autres particularités géologiques. La meilleure à cette fin est la boussole du géologue dite "Brunton", mais elle coûte cher, elle est encombrante et

La prospection au Canada

elle est plus compliquée qu'il ne faut pour la prospection. On peut quelquefois se procurer de bonnes boussoles du genre utilisé dans l'armée à un prix assez modique, dans les magasins d'occasions ou d'excédents de guerre. On peut même se procurer une boussole utile pour environ \$1 dans les magasins d'articles de sport.

Vu qu'on peut oublier quelle pointe de l'aiguille de certaines boussoles indique le nord, il est bon d'en faire l'essai dans un endroit où l'orientation est connue et de pratiquer une indication à cette fin sur le dos de l'étui.

Porte-cartes

Le porte-cartes est à conseiller à moins que la carte ne soit coupée et collée sur les pages d'un calepin. On peut se procurer des porte-cartes ou lecteurs munis d'une couverture transparente en celluloïde, ou s'en confectionner soi-même. La carte peut être taillée en secteurs ou pliée au format voulu. Il est bon que le porte-cartes ait le format des photographies aériennes ordinaires, soit environ 10 pouces sur 10 pouces, de sorte que l'on puisse y loger en même temps des photographies.

Une autre méthode consiste à coller les parties d'une carte sur un carton de format convenable ou de les disposer sur une grande pièce de coton, laissant entre chaque partie des espaces d'environ un quart de pouce pour permettre de plier l'ensemble. On peut étendre sur la carte une matière hydrofuge transparente, mais il est alors difficile d'y inscrire des notes ou d'autres renseignements. Pour monter les parties d'une carte sur du carton, il faut tremper ces parties et le carton dans l'eau et ensuite y appliquer une mince couche de colle alors qu'ils sont encore humides. Pour monter les cartes sur une toile, étendez sur une surface unie en bois une pièce de coton un peu plus grande que l'ensemble de la carte, et fixez-la à l'aide de punaises disposées à un pouce ou deux d'intervalle. Ensuite, imbibez d'eau la pièce de coton et les parties de la carte, appliquez aux deux une mince couche de colle et collez sous pression les parties de la carte sur la pièce de coton.

Mesure-ruban

Il est bon de se munir d'une mesure-ruban métallique de 50 ou 100 pieds de long pour des cas spéciaux où des mesures précises doivent être prises.

Rapporteur et échelle de carte

Un rapporteur et une échelle de 6 pouces de long permettent de repérer des points sur une carte et de dessiner des croquis. L'échelle doit être graduée en pouces et dixièmes de pouce ou en divisions correspondant à l'échelle utilisée le plus fréquemment pour les cartes. On peut acheter dans les bazars des rapporteurs et des échelles à bon marché et l'on fera bien d'en emporter quelques-uns de rechange parce qu'on les perd facilement.

Crayons

Quelques crayons sont nécessaires, y compris peut-être des crayons de couleur.

Calepin

Il est bon d'emporter un petit calepin pour inscrire des notes d'ordre général et certaines particularités relatives à des gîtes découverts et des échantillons.

Bloc-notes

Il faut un bloc-notes de papier pour faire des croquis, mais il n'est pas nécessaire de l'avoir constamment sur soi. Les dimensions convenables d'un bloc-notes sont de 8 pouces sur 10. Le bloc-notes utile est fait de papier calque et muni d'une feuille de papier quadrillé que l'on glisse sous la feuille de papier calque pour aider à tracer les croquis. Les magasins qui vendent des articles d'ingénieurs et de dessinateurs ont ces blocs-notes en stock.

Loupe

La loupe est presque indispensable pour l'examen des spécimens et pour le lavage au pan. Une simple loupe grossissant quatre ou cinq fois et coûtant environ 50c. suffit, mais beaucoup préfèrent une lentille composée grossissant 8 ou 10 fois et qui se vend \$10 ou plus.

Aimant

On emporte habituellement un petit aimant pour faire l'essai de minéraux magnétiques et pour les retirer des pans.

En plus des instruments et articles décrits ci-dessus qui sont en certains cas nécessaires ou conseillés pour la prospection ordinaire, il existe de nombreux autres articles utiles dans les cas de prospection spécialisée. Ces articles sont décrits dans d'autres sections de la présente brochure où il est traité de méthodes particulières.

Au moins quelques-uns des outils dont l'énumération suit sont nécessaires à la mise à nu préliminaire d'une découverte qui semble justifier ce travail, de même qu'au travail d'évaluation. On peut les garder au camp ou à la base jusqu'à ce qu'on en ait besoin, ou l'on peut revenir exécuter ce travail dans un autre voyage. Un prospecteur peut n'avoir jamais besoin d'accomplir ce genre de travail, ou encore il peut le faire exécuter par quelqu'un d'autre.

Pelle

La pelle est nécessaire pour creuser des tranchées dans le terrain de couverture et pour retirer les fragments de roc détachés à la dynamite dans les tranchées. On se sert habituellement de la pelle arrondie à long manche, mais une pelle courte ou même la pelle militaire pour le creusage des tranchées peut être utile s'il faut maintenir le poids au minimum.

Pic

Le pic ordinaire est utile pour le creusage des tranchées.

Poinçon

Le poinçon est d'usage courant pour l'échantillonnage. Il y en a de deux sortes. L'un consiste en une simple barre d'acier octogone de huit pouces ou d'un pied de long, avec une extrémité aiguisée sur quatre faces. L'autre comprend un manche muni de fleurets amovibles. Dans les deux cas, la pointe peut être faite d'alliage dur. On peut, au lieu de ces outils, se servir d'un gros ciseau à froid. On frappe ces instruments avec une petite masse ou un marteau de prospection, mais la plupart des marteaux sont un peu trop légers pour ce genre de travail.

La prospection au Canada

Au lieu de ce poinçon, on peut se servir du marteau de prospecteur tenu dans la main gauche, la pointe posée contre le roc, et frapper sur l'extrémité du marteau à l'aide d'une masse ou d'un autre marteau. On déconseille habituellement cette méthode parce que beaucoup de marteaux sont faits d'acier cassant, de sorte qu'il y a toujours danger qu'un éclat vole dans les yeux. On prévient ce risque en portant des lunettes de sûreté.

Acier à fleuret

Si des tranchées doivent être creusées dans le roc, il est nécessaire d'avoir quelques tiges d'acier à fleuret à moins que ce travail ne soit exécuté à l'aide d'une perforatrice mécanique. Les fleurets ordinaires à percussion sont habituellement faits de barres d'acier octogones de $\frac{3}{4}$ de pouce ou de $\frac{7}{8}$ de pouce, dont l'extrémité est en forme de ciseau. Ils varient en longueur depuis environ 18 pouces jusqu'à 3 pieds, le taillant des tiges les plus longues étant légèrement plus étroit. Autrefois, ces fleurets étaient affûtés par forgeage, mais on peut maintenant se procurer des fleurets spéciaux munis de taillants au carbure de tungstène que l'on affine par meulage. Rares sont les cas où le prospecteur doit faire des travaux de forge. La tête des fleurets et des pinces doit être meulée ou forgée de temps en temps pour lui enlever les "champignons" qui pourraient blesser la main si l'outil venait à glisser. Une tige de fer munie d'une petite cuillère à l'extrémité est nécessaire pour retirer des trous forés les morceaux de roc.

Massettes

Lorsqu'il travaille seul, le prospecteur utilise une massette à court manche pesant de deux à quatre livres, tenant le poinçon ou le fleuret d'une main et la massette de l'autre. C'est pourquoi cet outil est souvent appelé en anglais "single-Jack". Lorsque deux personnes travaillent ensemble, l'une tient le fleuret et le tourne légèrement de temps en temps, tandis que l'autre utilise une masse à long manche pesant environ huit livres.

Lunettes de travail

Les lunettes de sûreté, que l'on peut porter pendant l'échantillonnage ou le forage, sont peu coûteuses et faciles à transporter. L'usage de ces lunettes peut prévenir les blessures causées par des fragments de roc ou d'acier.

Explosifs

De la dynamite, des capsules et des mèches de sûreté sont nécessaires lorsqu'il s'agit de creuser des tranchées dans le roc. Pour se renseigner sur le choix, la quantité et le maniement de ces articles, il est bon de consulter un commerçant ou une publication telle que *Le Manuel des Explosifs* publié par la *Canadian Industries Limited*.

Perforatrices mécaniques portatives

On utilise largement de nos jours des perforatrices percutantes portatives actionnées par un petit moteur à essence monté sur l'appareil pour forer des trous de mine, lorsqu'il faut aménager des tranchées dans le roc pour l'exploration d'un gîte en perspective. Ces appareils sont assez lourds et coûteux et sont utiles surtout aux sociétés minières ou aux prospecteurs expérimentés qui sont justifiés de pratiquer une exploration assez étendue d'une découverte.

Sondeuses légères à diamant

Ces sondeuses sont utilisées par certains prospecteurs expérimentés pour explorer l'intérieur d'une structure favorable ou pour l'exploration préliminaire d'un gîte en perspective. Cependant, étant donné leur poids et leur prix, ainsi que le temps et l'habileté requis pour faire l'essai d'une structure par sondage, elles ne figurent pas dans le matériel de la plupart des prospecteurs. Elles peuvent aussi servir à pratiquer des trous de mine. Elles sont donc très utiles à certains prospecteurs bien établis qui travaillent à leur compte et aux sociétés qui sont engagées dans certains genres de travaux. La question du forage au diamant est traitée un peu plus loin dans d'autres chapitres.

Transport

Sauf en ce qui concerne la prospection d'occasion, les modes de déplacement et de transport du matériel revêtent la plus grande importance. Les méthodes varient beaucoup d'une partie à l'autre du pays et, même dans plusieurs régions, elles sont jusqu'à un certain point facultatives. Dans la plupart des cas il existe au moins une étude géologique sur la région visée ou sur une région avoisinante. Il y a lieu de consulter ces rapports pour en tirer les renseignements voulus sur les moyens d'atteindre la région et de s'y déplacer. Lorsque ces rapports datent de plusieurs années, on peut s'attendre à certains changements: accès plus facile, abandon ou détérioration de routes ou de pistes, etc. On peut souvent obtenir des renseignements supplémentaires en écrivant aux fonctionnaires provinciaux de la voirie ou des forêts ou en leur rendant visite.

Le sud du Canada est assez bien pourvu de chemins de fer et de routes qui peuvent servir de point de départ à de nombreuses recherches exécutées au fil de courses quotidiennes ou de petites excursions durant lesquelles on transporte à dos le matériel nécessaire. Dans plusieurs endroits, des routes secondaires qui ne conviennent pas à la circulation des automobiles ordinaires peuvent être utilisées par des camions ou des jeeps. Il existe également des services de navires sur les côtes et sur quelques-uns des grands lacs et des grands cours d'eau. On peut obtenir de l'Office du tourisme du gouvernement canadien, à Ottawa, et d'offices de tourisme provinciaux ou locaux, des cartes routières et d'autres renseignements de ce genre. Cependant, il est probable que les régions d'accès facile ont déjà été prospectées passablement à fond. Par conséquent, les prospecteurs doivent, règle générale, se transporter eux-mêmes et leur matériel aussi loin que possible par chemin de fer, route, navire ou avion et ensuite recourir à l'une ou plusieurs des méthodes exposées ci-après. Ces méthodes diffèrent habituellement beaucoup, selon que l'on est en été ou en hiver. Seules les méthodes en usage durant l'été sont expliquées parce que l'été est, par excellence, la saison de la prospection. Ceux qui s'engagent dans des domaines spéciaux de prospection qui peuvent s'exercer en hiver sont probablement au courant des méthodes de déplacement et savent où se renseigner. Dans presque tout le Canada deux demi-saisons appelées prise des glaces et débâcle durent généralement d'un mois à six semaines; c'est alors que la glace se forme sur les lacs et les rivières ou qu'au contraire elle disparaît. Les déplacements à ces époques sont, sinon impossibles, du moins à déconseiller. La plupart des prospecteurs se mettent en route après la débâcle en ayant soin de revenir avant de se trouver isolés par les glaces, mais lorsqu'il

La prospection au Canada

leur faut consacrer tout le temps possible à une prospection effective, il se peut qu'ils se rendent à destination en hiver, leur faudrait-il pour cela transporter un canot sur un traîneau à chiens. Ils attendent alors ou prospectent simplement aux abords immédiats de leur camp de base pendant la période de débâcle ou de prise des glaces, pour revenir l'hiver suivant. La longueur de la saison ouverte ou de l'été varie légèrement d'une année à l'autre et va se raccourcissant progressivement à mesure que l'on remonte vers le nord. Dans les régions situées plus au sud, la meilleure saison de prospection se situe généralement entre mai et fin octobre. Près du cercle polaire, la saison ouverte se place généralement entre juillet et octobre, mais il est déjà arrivé que les glaces n'aient jamais quitté le Grand lac de l'Ours.

Canots et petites embarcations.

Dans un grand nombre de régions du Canada, le canot est le mode essentiel de déplacement estival. C'est particulièrement vrai du bouclier canadien, traversé par un réseau de lacs et de cours d'eau qui permettent l'accès de la plupart des endroits, à quelques milles près. Ces cours d'eau du Bouclier sont en outre caractérisés par de longues étendues d'eau calme séparées par des rapides ou des cataractes plus courtes. C'est dire que les déplacements en canot, en remontant ces cours d'eau, ne sont pas particulièrement pénibles, sauf qu'il faut passer les petits rapides en poussant son embarcation à la perche ou en la tirant. Quant aux gros rapides, il faut généralement recourir aux portages et transporter le canot sur son dos. Les Indiens se sont adaptés à ces conditions il y a des siècles, en utilisant des méthodes empiriques. C'est ainsi qu'ils ont mis au point le canot d'écorce léger à pagayer et à porter et facile à réparer. Les premiers coureurs des bois et les premiers explorateurs n'ont pas tardé à suivre leur exemple et à utiliser le canot d'écorce de bouleau pour pénétrer dans toutes les parties de notre pays à l'exception de l'Ouest. Depuis plusieurs années déjà le canot recouvert de toile, plus durable et plus stable, a remplacé l'embarcation couverte d'écorce. Récemment les canots d'aluminium ont fait leur apparition, mais leur utilisation ne s'est pas encore généralisée. Ils sont en effet plus difficiles à réparer, chauds par temps chaud, et froids par temps froid; en outre, ils risquent de frapper assez durement leur occupant s'ils chavirent. On a aussi utilisé avec avantage des canots faits de contre-plaqué.

Il existe des canots de toile de divers types et dimensions. Les plus utilisés ont de 16 à 17 pieds de long; ils sont du type "prospecteur" ou "croiseur". Le premier est plus léger et à fond plus plat. Le croiseur est un peu plus solide et son fond arrondi permet des chargements plus lourds. Les canots à fond rond sont plus faciles à pagayer, mais ceux dont le fond est plat conviennent mieux aux cours d'eau peu profonds et se manient mieux dans les rapides. On fabrique des canots avec ou sans quille de bois. Les modèles ne comportant pas de quille sont plus faciles à pagayer, sauf par vent de côté, mais cet avantage n'est guère appréciable lorsqu'on utilise des hors-bord, la quille protégeant d'ailleurs le fond. Le modèle dit "de charge" transporte des chargements plus lourds et est en outre plus stable. On le fabrique en longueurs de 18, 20 ou 22 pieds, le modèle de 18 pieds étant le seul, en général, qui se prête aux portages. Le fardeau reste quand même assez lourd pour deux hommes. On fabrique également des modèles de "demi-charge", dont la construction est plus légère que celle des canots dits de charge.



A. Prospecteur solitaire et son canot de 14 pieds, région de Chibougamau (Québec).

Planche XXXVIII

B. Portage du canot par un seul homme. Photographie prise dans la région de Yellowknife (T. du N.-O.), au printemps, avant la fonte totale des glaces.



La prospection au Canada

Un voyageur expérimenté se déplaçant seul, avec un matériel léger, peut utiliser un canot de 14 ou de 15 pieds de longueur, mais on conseille généralement les embarcations de 16 ou de 17 pieds, voire plus grandes encore là où les portages ne sont pas difficiles. Un seul homme peut transporter un canot de 17 pieds de long. Pour cela on attache les avirons à l'intérieur, sur les barrots, les pales étant situées près du centre de gravité. Le canot est ensuite renversé sur la tête, les pales posées sur les épaules. Une sangle frontale peut servir à porter une partie du poids. Lorsque deux hommes transportent un canot, ils le renversent par-dessus leur tête, l'un d'eux se tenant près de l'avant, l'autre près de l'arrière, portant le canot à bras ou sur leurs épaules.

Il faut toujours transporter dans un canot un aviron de rechange, un tube de ciment hydrofuge et un morceau de toile servant au rapiéçage. Il est bon aussi que chaque homme ait auprès de lui un gilet de sauvetage en kapok, même s'il ne le porte pas.

A l'état neuf, un canot de prospecteur de 17 pieds pèse environ 75 livres et peut transporter jusqu'à 600 livres de charge. Un canot de charge de 18 pieds pèse de 90 à 130 livres, et peut transporter de 900 à 1,700 livres. Il y a lieu de repeindre tous les ans le canot afin de protéger la toile et le bois de l'intérieur. On ajoute ainsi au poids comme le fait d'ailleurs l'eau qui imprègne le bois; un canot construit depuis plusieurs années pèse environ le double d'un nouveau canot du même modèle. Il y a avantage à peindre des canots orange ou en une autre couleur vive de manière qu'on puisse les retrouver facilement. C'est là un point très important lorsqu'on a pris des dispositions en vue de se faire visiter par un avion, ou lorsqu'on laisse son canot près du rivage pendant qu'on se dirige à pied vers l'intérieur. En effet, en revenant, il est possible que le prospecteur n'atteigne pas le rivage à l'endroit précis où il l'a quitté.

Planche XXXIX

Canot de charge qu'on tire à la corde le long d'un rapide que le moteur hors-bord (invisible à l'arrière) ne pourrait vaincre.



Il arrive souvent qu'on puisse se procurer sur place des canots neufs ou usagés, mais il faut pour cela écrire d'avance aux marchands afin de s'assurer qu'ils en aient en magasin. On peut également commander son canot du fabricant, qui en assurera l'expédition.

On fabrique aussi des canots démontables et pliants qu'on peut transporter dans une cabine d'avion, mais ce modèle de canot est rare aujourd'hui. En effet, il n'est guère satisfaisant et, du reste, certains avions peuvent maintenant transporter des canots ordinaires. Les canots pliants peuvent aussi être transportés à dos de cheval, mais le cas est rare aujourd'hui. Les radeaux de caoutchouc ne sont guère prisés, étant difficiles à diriger.

Planche XL

Modèle de barque qui sert d'ordinaire à naviguer sur les grands cours d'eau et les lacs, où il n'y a pas besoin d'en faire le portage.



Les embarcations ordinaires ou celles qu'on transporte sur le toit de sa voiture sont excellentes sur les lacs, mais impossibles à transporter dans les portages. Dans l'Ouest, où les cours d'eau sont généralement rapides, l'embarcation ordinaire, là où la rivière est navigable, est une barque à fond plat construite sur place, mesurant de 20 à 30 pieds, et comportant un gros moteur hors-bord (*voir* planche XL). Ces embarcations ressemblent beaucoup aux embarcations dites *pointers* qu'on utilise sur les grands cours d'eau de l'Est canadien.

L'utilisation des canots et des petites embarcations est un art qui ne s'acquiert que par l'expérience. Ce qu'il importe avant tout de retenir, c'est qu'il faut choisir des canots qui ne sont ni trop petits ni trop instables, ranger le plus près possible du fond la charge et les occupants, en les équilibrant aussi bien que possible, éviter les surcharges, toujours attendre la fin des tempêtes et ne pas

La prospection au Canada

essayer de franchir des rapides trop difficiles. Les personnes sans expérience ne devraient jamais essayer de se transporter par canot ou chaloupe, à moins d'être accompagnées de quelqu'un d'expérimenté qui puisse leur en apprendre le manie-ment au cours du voyage. Si la chose n'est pas pratique, il faudrait alors chercher à s'instruire avant le départ, au moins en ce qui concerne les points essentiels.

Radeaux

A défaut d'autre chose, on peut utiliser un radeau solidement construit pour traverser ou descendre une rivière, ou plus rarement pour se déplacer sur un lac. Il ne faut surtout jamais essayer de se déplacer en radeau sur des cours d'eau trop rapides. Il faut aussi que le radeau soit suffisamment grand pour bien flotter et suffisamment solide pour ne pas se briser. Il y a avantage à ce que le radeau soit plutôt rectangulaire que carré de manière qu'on puisse le diriger plus facilement. Un radeau ne devant transporter qu'un seul homme peut être fabriqué de quatre billes bien sèches d'une dizaine de pieds de long et de six à huit pouces de diamètre, de préférence de bois de sapin baumier ou d'épinette. On peut construire le radeau sur des rouleaux et le lancer ainsi à l'eau, ou bien monter les billes en eau peu profonde. Ces billes seront retenues par des barres transversales assujetties par des chevilles de bois (si on dispose d'une tarière), de gros crampons, des cordes, voire des racines ou des écorces fortes et souples. On peut aussi les assembler par entailles et queues d'aronde.

Moteurs hors-bord

On utilise actuellement des moteurs hors-bord sur un grand nombre de canots, presque toujours quand il s'agit d'embarcations du genre de celles qu'au-ront à utiliser les prospecteurs. Ces moteurs augmentent énormément la rapidité et la facilité de déplacement en canot, pourvu que les portages ne soient pas trop nombreux. La décision d'utiliser ou de ne pas utiliser de hors-bord doit tenir compte de l'économie de temps et d'effort, d'une part, et de la perte de temps et d'effort dans les portages, d'autre part, sans parler des frais que comporte l'achat et l'expédition du moteur et l'achat du carburant. Il ne faut jamais utiliser de hors-bord en prospectant le rivage, puisqu'on risque ainsi de ne pas apercevoir les affleurements rocheux.

Les considérations qui doivent entrer en ligne de compte dans le choix d'un moteur sont les suivantes. Il faut veiller à ce que la puissance du moteur ne soit pas trop élevée par rapport au canot, à ce qu'il soit léger et sûr, et à ce qu'on puisse facilement obtenir des pièces détachées. Les canots d'une longueur infé-rieure à 16 pieds sont trop petits pour recevoir un hors-bord. Les moteurs de deux à trois chevaux servent généralement aux canots de 16 à 17 pieds; les canots de charge de 18 pieds peuvent généralement porter un hors-bord de quatre à six chevaux. On peut obtenir des supports pour le moteur lorsque le canot est à arrière pointu. Toutefois, les canots destinés à recevoir des moteurs hors-bord sont maintenant à peu près toujours à arrière en U; ils peuvent également être payayés.

Lorsqu'on utilise un moteur, il faut posséder un bidon pour l'essence, d'une contenance généralement égale à deux gallons, un entonnoir muni d'un fin tamis ou d'un morceau de feutre ou de chamouis destiné à empêcher l'eau et les pous-sières de se mêler à l'essence. Il faut encore une corde de mise en marche de

Planche XLI

Façon courante de transporter par hydravion les canots utilisés pour la prospection ou les levés, notamment lorsqu'on voyage à l'intérieur du bouclier canadien.



rechange, un approvisionnement de goupilles pour l'hélice, de la graisse et quelques outils tels que clé anglaise, pince, outil spécial destiné au réglage des contacts qui commandent l'allumage, etc. Si le voyage doit durer longtemps, il faut également emporter quelques pièces de rechange, y compris bougies d'allumage, hélice et bielles. Il y a également avantage à consulter le dépositaire au sujet de ces pièces de rechange et des réparations éventuelles. Un groupe important qui emporte plus d'un moteur aurait intérêt à faire en sorte que tous ces moteurs soient du même type, de sorte que s'il y a panne irréparable de l'un, on puisse en utiliser les pièces pour en réparer d'autres.

Avions

Depuis quelques années, on utilise de plus en plus l'avion pour les travaux de prospection ou d'exploitation minière. Ils contribuent dans une très large mesure à la mise en valeur de régions qui seraient autrement restées inaccessibles. Le bouclier canadien convient tout particulièrement à l'utilisation d'hydravions ou d'avions à flotteurs en raison du nombre extraordinaire de lacs et de rivières pouvant servir à l'amerrissage. Bon nombre d'équipes de prospecteurs se font transporter en avion avec tout leur matériel jusqu'à un endroit désigné et prennent des dispositions en vue de se faire ramener ou transporter ailleurs à tel ou tel moment. Des services de louage existent dans un grand nombre de

La prospection au Canada

villes. On pourra en trouver les noms et adresses dans les journaux miniers. La location des avions coûte de \$50 à \$100 l'heure ou de 50c. à \$1.25 le mille. Les appareils utilisés vont généralement des tout petits, portant deux hommes et quelque bagage, aux avions de dimensions moyennes pouvant transporter de mille à deux mille livres, y compris un canot attaché aux étais des flotteurs. Les canots utilisés pour des déplacements de ce genre mesurent généralement 16 ou 17 pieds. Prospecteurs et géologues qui se transportent par avion finissent d'habitude par exceller dans l'observation aérienne et l'établissement des croquis, ce qui facilite généralement la détection et l'interprétation des caractères géologiques, le choix des trajets sur le sol et de l'emplacement des camps, etc.

Bon nombre de compagnies de prospection ou de sociétés minières possèdent leurs propres appareils ou les louent pour de longues périodes de temps. On arrive ainsi, non seulement à rendre plus facile le déplacement et le ravitaillement des équipes de prospection, mais encore à permettre la visite de surveillants. Certains prospecteurs libres utilisent leurs propres appareils. C'est un grand avantage et le nombre de ces prospecteurs augmentera probablement, bien que lentement. Toutefois, il ne faut pas croire qu'un pilote privé puisse voler de cette façon sans avoir subi au préalable une instruction particulière et sans posséder certains titres. Ces vols en forêt ont été inaugurés à l'issue de la Première Guerre mondiale par un petit groupe d'excellents pilotes, volant sur des appareils qui nous semblent aujourd'hui fort insuffisants. Les dignes successeurs de ces pionniers ont porté ces vols à un très haut degré d'efficacité et de sécurité. Ils ont non seulement appris à résoudre les problèmes que pose l'emploi de nappes d'eau pour le départ et l'arrivée, mais encore à voler dans certaines régions sans carte précise et à se passer de diverses aides qui facilitent la navigation aérienne.

Dans des endroits où les atterrissages sont impossibles, notamment dans certaines régions montagneuses de l'Ouest, on a réussi à parachuter du matériel et des provisions destinés aux équipes de prospection ou de relevés géologiques. Cette méthode n'est pas encore très répandue, mais, dans certaines conditions, c'est celle qui semble la plus pratique.

L'hélicoptère s'est révélé propre à certaines opérations de prospection et de levés géologiques. Il peut atterrir à bien des endroits qui demeurent inaccessibles à l'avion normal et le fait qu'il peut rester immobile dans les airs facilite les observations de près. Ses principaux inconvénients sont les suivants: frais élevés, autonomie de vol limitée et, dans le cas des petits appareils, faible capacité de charge.

Lorsqu'on emploie des appareils aériens à des fins de ravitaillement ou pour transporter un prospecteur ou une équipe, il importe de prendre des dispositions précises à l'avance. On doit, si possible, laisser au bureau de la compagnie aérienne ou ailleurs des instructions écrites où figurent, notamment, la date et divers détails concernant par exemple les signaux de fumée, ainsi qu'une carte ou un croquis indiquant le lieu de rendez-vous ou le trajet à parcourir au sol. Il se peut en effet que le pilote oublie des instructions verbales, perde des instructions écrites ou ait un accident en rentrant à sa base après avoir déposé prospecteur ou équipe sur le terrain ou être convenu d'un rendez-vous.

Chevaux

Le cheval de bât constitue le meilleur mode de transport dans bien des parties de la Cordillère. Le fait qu'il existe généralement de meilleurs modes de

Planche XLII

Chevaux de bât. A gauche, cheval à demi chargé, sur le bât duquel un homme lie une caisse au moyen d'une corde. A droite, cheval dont la charge est déjà recouverte et liée avec des attaches entrecroisées.



Planche XLIII

Chevaux de bât utilisés au voisinage des monts Driftwood, près de Smithers (C.-B.).

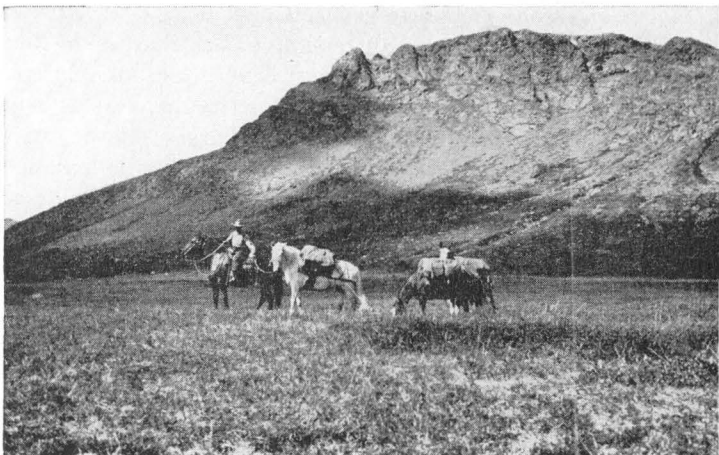
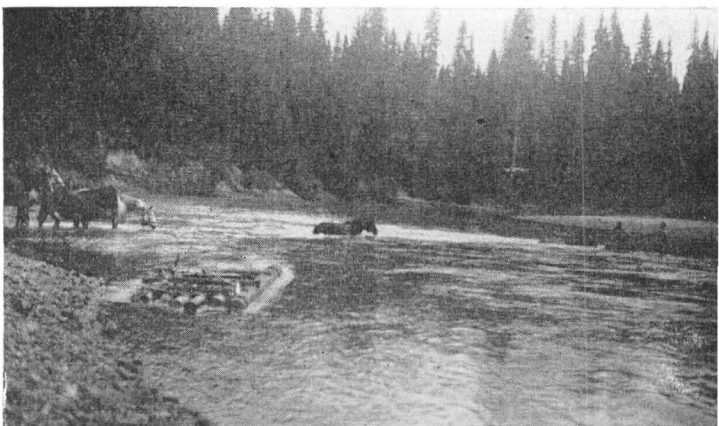


Planche XLIV

Chevaux de bât traversant à la nage la Caribou (partie centrale de la Colombie-Britannique). L'un d'eux est guidé de l'arrière d'une embarcation, les autres, à gauche, sont poussés à l'eau. Au premier plan, petit radeau de fortune.



La prospection au Canada

transport ailleurs explique qu'on l'emploie rarement dans d'autres régions. Rares, en effet, sont les parties du Bouclier où l'on puisse employer le cheval. Cela tient à la disposition irrégulière des lacs et des cours d'eau qui exclut les longs déplacements par route directe, aussi bien qu'au grand nombre de marais et au manque de fourrage. En revanche, il y a dans l'Ouest de multiples régions où des pistes existent déjà ou peuvent être facilement aménagées, ou bien encore où les bois sont assez clairsemés pour permettre d'y circuler sans piste et où, enfin, les flancs de montagne ne sont pas tellement raides qu'un cheval ne puisse passer. Dans certains centres, des entrepreneurs se chargeront de transporter des hommes et du matériel et dans bien des endroits on peut s'adresser aux propriétaires de ranchs pour louer ou acheter des chevaux, des selles, etc. Les chevaux sont en général originaires de la région. Ils sont de sang mêlé et relativement petits de taille.

De bons chevaux vigoureux peuvent transporter de 250 à 300 livres sur de bonnes pistes, mais on ne doit pas leur demander de porter plus de 150 livres en terrain difficile. Le bât ordinairement utilisé est le bât dit "à cheval" (*saw-buck*), mais on préfère souvent le bât réglementaire de type militaire. Le tapis de selle comporte généralement deux couvertures de laine convenablement pliées, l'une double et l'autre simple. Les charges de flanc pesant jusqu'à soixante livres environ et de poids aussi égaux que possible sont fixées aux côtés. Les charges supérieures, constituées de petits articles, de tentes et de matériel de couchage, sont placées sur le dos. Les charges supérieures ne doivent être ni trop lourdes, ni trop hautes, de façon à empêcher le balancement susceptible d'écorcher la peau du cheval ou de faire glisser la charge de côté, voir sous le ventre. On fixe la charge avec une corde d'une trentaine de pieds de long attachée à une sangle de toile munie à son extrémité d'un crochet de bois, le tout agencé selon la méthode du "losange" ou de la "squaw". Ce sont là des moyens de fixation compliqués dont ne sauraient donner une idée ni un texte ni un croquis. Parmi les autres pièces de matériel on peut emporter des boîtes spéciales pour les flancs, une bâche, un licol, une cloche et sa courroie, une muselière en treillis métallique destinée à empêcher le cheval de brouter en route, des entraves, du goudron de pin pour le traitement des coupures et des morsures d'insecte, un remède pour les écorchures, un autre pour la colique, des fers et des clous de rechange et un nécessaire à ferrer. Une bonne façon de traiter et de prévenir les écorchures consiste à frictionner avec de la mine à poêle ou de graphite les endroits qui semblent attaqués, et les parties du matériel qui semblent à l'origine de l'affection.

On peut utiliser des chevaux de selle aussi bien que des chevaux de bât; ou bien le prospecteur peut aller à pied. Dans l'un et dans l'autre cas il mènera probablement son cheval de bât par le licol, ou l'un de ses chevaux s'il en possède plus d'un.

Les chevaux sont une source d'ennuis. En effet, ils risquent de s'égarer, entraînant ainsi une grosse perte de temps, même si on les munit d'une cloche. Par ailleurs, bien des chevaux peuvent marcher aussi rapidement avec entraves que sans entraves. Dans certaines régions on peut les mettre au piquet, chose impossible là où il y a surabondance d'arbres ou rareté d'herbe. Bon nombre de chevaux ont aussi appris à se débarrasser de leurs charges ou à les heurter violemment contre les arbres. Toutefois, un bon cheval bien traité est d'habitude



Camp léger dans le Yukon. Remarquer l'abri fait de bâche, la rallonge du manche de la poêle qui permet de cuire sur un feu découvert, le foyer établi en lieu sûr parmi les pierres et les cailloux, et les chiens utilisés comme bêtes de somme.

Planche XLV

La prospection au Canada

extraordinairement docile, dur à la tâche et fidèle. Les avantages qu'on peut en tirer valent cent fois la peine qu'on peut se donner pour éviter de les surcharger et pour les bien traiter à tous égards. Le choix d'un cheval est chose difficile; de temps immémorial, en effet, les maquignons ont jugé que la découverte des défauts d'une bête était l'affaire de l'acheteur.

C'est par la pratique seulement qu'on peut apprendre ce qu'il y a lieu de savoir sur le choix, le soin et le chargement des chevaux, ainsi que sur l'art de l'équitation. Si le commençant ne peut, lors de ses premiers déplacements, se faire accompagner de quelqu'un qui connaisse la question, il lui sera probablement possible de trouver quelqu'un, là où il se procure ses chevaux, pour l'instruire pendant quelques jours. Il n'y a pas lieu de s'étendre davantage sur ces questions, mais comme les chevaux doivent parfois passer des cours d'eau à la nage et que des cavaliers, même expérimentés, ignorent la technique à employer en pareil cas, il n'est peut-être pas inutile d'en dire un mot.

La plupart des chevaux n'hésitent pas à marcher dans l'eau, même s'ils portent le bât ou un cavalier, pourvu que les accès au gué soient faciles et qu'il n'y ait pas de grosses pierres au fond. La plupart des chevaux sont bons nageurs, mais pour les faire nager, il faut généralement leur donner l'impulsion et la direction voulues. La chose est impossible ou à déconseiller en certains endroits, eu égard aux longues distances à parcourir, à l'escarpement des rives, à la vitesse du courant ou au défaut d'accessoires ou d'assistants, mais, dans des circonstances favorables, il n'est pas tellement difficile de faire traverser un cours d'eau profond à des chevaux et à du matériel. Un bon cheval de selle peut franchir à la nage des passages relativement courts sans qu'on lui enlève sa selle. Pour cela le cavalier quitte la selle et se met à l'eau tout en tenant fermement le pommeau et en évitant que les rênes ne viennent entraver les jambes du cheval. Il a soin de se remettre en selle dès que le cheval a repris pied. Si la distance à parcourir est plus longue, certains chevaux exceptionnellement bien dressés permettront à leur cavalier de les diriger de la façon suivante. On enlève la selle et les rênes, on monte à cru, en restant sur le dos de sa monture jusqu'à ce qu'elle ait perdu pied, puis le cavalier, tenant fermement la crinière, flotte ou nage aux côtés de sa bête en se tenant en amont de celle-ci et l'encourage à nager. Si le cheval essaie de rebrousser chemin, on peut parfois le remettre dans la bonne voie en lui retournant la tête ou en aspergeant celle-ci. S'il faut faire passer plus d'un cheval, un camarade pourra pousser les autres à l'eau immédiatement à la suite du premier, en accompagnant lui-même le dernier. Une autre méthode consiste à attacher des câbles ensemble jusqu'à ce qu'il y en ait suffisamment long pour franchir la rivière tout entière, après quoi l'un des hommes passe celle-ci à la nage ou en radeau en traînant le câble derrière lui. Son camarade, resté de l'autre côté, fixe alors le licol au plus docile des chevaux ou à celui que les autres ont tendance à suivre. En tirant sur le câble ou en poussant par derrière, on finit par convaincre les chevaux de nager, seuls ou en groupe. Le câble doit rester sans cesse tendu, afin d'éviter que le cheval s'y empêtre. Si l'on dispose d'une barque ou d'un canot, la meilleure façon consiste à y placer un homme qui, de l'arrière, tient le meilleur cheval par le licol. On arrive ainsi à entraîner loin de la rive le cheval qui se met à nager généralement assez volontiers en restant derrière l'embarcation. On peut pousser les autres à l'eau derrière le cheval de tête et, s'ils refusent de nager, on peut les faire traverser un à un.

Il ne faut jamais attacher des chevaux ensemble si on veut les faire nager, car fatalement ils s'empêtreront dans le câble. Si l'on utilise la méthode qu'on vient de décrire, il faut transporter tout le matériel d'un côté à l'autre du cours d'eau, en bateau ou en radeau: bât, selle et tout le reste du matériel, sauf le licol d'un cheval qu'on tient. Il faut veiller à ce que l'endroit où l'on veut faire traverser les chevaux à la nage comporte des rives non escarpées de part et d'autre et que le point d'où on part soit en amont du point d'arrivée, à moins que le courant ne soit faible. Le courant fait généralement dériver les chevaux sur une distance à peu près égale à la largeur de la rivière.

Chiens

Dans les parties nord de la région de la Cordillère ou du bouclier canadien, les indigènes font un grand emploi des chiens, en été, pour le transport de charges pesant jusqu'à cinquante livres. Cette méthode est parfois utilisée par les prospecteurs ou les équipes d'arpenteurs là où la végétation est trop dense pour permettre le passage des chevaux et où les voies d'eau manquent. On dispose la charge dans les compartiments du panier de bât placé sur le dos du chien. L'inconvénient de la méthode, c'est que les chiens ont tendance à s'écarter de la route et à se battre, sans compter qu'il faut les nourrir.

Transport à dos d'homme

Presque tous les prospecteurs doivent obligatoirement recourir à l'occasion au transport à dos, soit parce qu'aucun autre mode de transport n'est pratique, soit dans les portages, soit pour le transport du matériel jusqu'au gisement qui fait l'objet d'une étude ou pour le transport d'échantillons à partir de celui-ci. Si l'on dispose d'un matériel satisfaisant, il n'est pas difficile de transporter tout ce qu'il faut pour un déplacement de quelques jours, mais si l'on alourdit la charge, elle devient éreintante. La plupart des hommes ne peuvent guère transporter plus de soixante livres pendant toute une journée. Pendant une période plus courte, comme par exemple dans les portages, le chargement moyen atteint généralement 150 livres. Il consiste généralement en un sac principal sur lequel on en entasse d'autres (*voir* planche XXXVI A). La charge principale est soit un "pack-sack", soit un cadre de charge, soit un gros sac ou ballot auquel on fixe une sangle frontale. Le "pack-sack" comporte généralement une sangle frontale aussi bien que des courroies pour les épaules, de façon que le front puisse supporter une partie du poids. Il arrive souvent que l'on préfère un cadre (*voir* planche XXXVI B) pour les raisons suivantes. Il permet de mieux répartir le poids, empêche les objets lourds de porter contre le dos de l'homme, ménage une couche d'air entre la charge et le dos et permet de fixer commodément les objets dont on peut avoir besoin en route. Ces cadres servent rarement pour les portages, bien qu'ils soient utiles pour le transport de charges encombrantes, des hors-bord par exemple. Les sangles frontales sont de longues courroies de cuir comportant une bande plus large au centre. Elles sont très appréciées de bon nombre de personnes qui en ont fait un long usage et qui ont pu ainsi se faire des muscles du cou particulièrement vigoureux, mais d'autres, par contre, les trouvent peu commodes, tout le poids reposant sur le front.

La prospection au Canada

Vie en forêt et autres questions connexes

Parmi les qualités que doit posséder le prospecteur il y a l'aptitude à vivre et à se déplacer sans accident dans des régions lointaines. Ces choses s'apprennent mieux sous la direction d'un coureur de bois expérimenté, encore qu'on puisse trouver beaucoup de renseignements dans des livres tels que ceux dont une liste figure à la fin du présent chapitre. Quelques-uns des points les plus importants sont traités brièvement dans les alinéas qui suivent.

Campagnons

Seules les personnes de très grande expérience peuvent se permettre de voyager seules dans des régions lointaines. Une équipe de prospection doit par



Planche XLVI

Cache destinée à garder des provisions hors d'atteinte des animaux.

conséquent se composer d'au moins deux hommes, qui peuvent toutefois se séparer quelques heures ou une journée entière.

Camp

Lorsqu'on choisit l'emplacement d'un camp, il faut essentiellement tenir compte de la proximité de l'eau et de la nécessité de trouver du bois de chauffage et des perches pour monter la tente. Dans la plupart des régions non colonisées, on peut boire l'eau des lacs et des rivières, mais celle de certains petits lacs ou de cours d'eau par où se déversent marais ou étangs de castors présente souvent certains dangers. L'eau, dans les régions habitées peut être dangereuse. Si l'on n'est pas sûr de la potabilité de l'eau, il faut la faire bouillir.

Autant que possible, il faut planter sa tente loin des grands arbres qui pourraient s'abattre pendant les tempêtes et sur un sol caillouteux facile à assécher. Les tentes placées dans les dépressions ou sur un sol argileux risquent d'être inondées par grosse pluie, à moins qu'on ne creuse des rigoles autour.

Il importe que le camp reste parfaitement propre et sans immondices. Il y a intérêt à laisser les mâts de la tente appuyés contre un arbre de manière qu'ils puissent resservir. Ce sont là des détails importants, non seulement du point de vue de la santé même du campeur, mais encore du point de vue de ceux qui vien-

dront après lui. Le nombre de personnes voyageant même dans des endroits très reculés va sans cesse augmentant. C'est dire que rien ne saurait excuser ceux qui laissent sale ou en désordre l'emplacement de leur camp. Afin de combattre les mouches porteuses de maladies, il y a lieu de couvrir les fosses d'aisances et de brûler les ordures. Quant aux boîtes de conserve vides, le mieux c'est de les noyer en eau profonde. Si la chose est impossible, il faut les enterrer, mais en ayant soin alors de les passer au feu de façon à détruire toute trace de nourriture; autrement, les ours les déterreraient.

Il est bon de confectionner des cages à viande avec de l'étamine. Ces cages sont suspendues à une perche de façon que la viande reste fraîche et à l'abri des mouches et des animaux.

Porcs-épics et autres petits animaux s'attaqueront aux provisions en l'absence des campeurs ou pendant leur sommeil. Il faut donc conserver les aliments dans des boîtes couvertes, ou les protéger de quelque autre façon. Les porcs-épics détruiront tout ce qui est salé: cuir, manches de hache ou d'aviron qui ont été imprégnés du sel de la transpiration des mains. Il ne faut donc pas laisser ces articles là où les porcs-épics peuvent les atteindre. Règle générale, les ours noirs n'attaquent pas les camps qui ne sont abandonnés que pendant la journée, mais il arrive souvent qu'ils détruisent tout dans un camp abandonné depuis quelques jours et qui a perdu son odeur humaine. Si l'on veut défendre contre les ours une petite quantité de provisions, on peut les placer dans des sacs ou des boîtes protégés par une bâche et suspendus à une perche placée entre deux arbres suffisamment éloignés l'un de l'autre pour que l'ours ne puisse grimper à l'arbre et atteindre la corde. Si l'on désire aménager une cache plus considérable, soit pour y laisser des provisions en quittant son camp ou pour y mettre des provisions apportées par avion en vue d'un séjour subséquent, on choisit trois ou quatre arbres disposés de façon à former un triangle ou un carré dont les côtés auraient de 6 à 10 pieds. Les arbres sont décapités, à environ 8 pieds du sol, les souches étant écorcées de manière à en rendre l'ascension difficile pour l'ours. On construit ensuite une échelle destinée à faciliter le montage d'une plate-forme faite de perches, portée par les souches. On peut recouvrir les souches de fer-blanc pour que les animaux ne puissent y grimper qu'avec encore plus de difficulté. A l'aide de l'échelle on entasse les provisions au milieu de cette plate-forme. On les recouvre ensuite de la bâche qu'on y fixe solidement, après quoi on enlève l'échelle. Par surcroît de précautions, la plate-forme peut être faite de façon à excéder les souches de deux ou trois pieds afin que, même si l'ours parvient à y grimper, il puisse difficilement se hisser sur la plate-forme.

Lorsqu'on s'égare

Quiconque pénètre dans la forêt doit éviter de s'égarer et savoir aussi ce qu'il faut faire en pareil cas ou lorsqu'on se blesse. Encore qu'ils soient rares, ces contretemps restent toujours possibles et peuvent avoir des conséquences graves. La meilleure façon d'éviter de s'égarer consiste à mesurer son trajet d'après la méthode des pas et de la boussole, expliquée ailleurs dans le présent ouvrage et, lorsque le moment est venu, de refaire le même chemin en sens inverse par la même méthode. La chose est toutefois rarement nécessaire dans les cas où l'on se promène un peu au hasard, comme c'est normalement le cas en voyage de prospection. Si donc on ne procède pas par cheminements, on doit toutefois noter la

La prospection au Canada

direction générale au départ, en consultant la carte et la boussole et en tâchant de se rappeler les points de repère importants qui peuvent apparaître sur le terrain. A mesure que la journée avance, notez la direction des ombres des arbres si le soleil brille, la position de celui-ci, faites quelques relevés au compas, et, si la chose est possible, notez les points de repère ou ayez l'oeil ouvert pour noter les nouveaux points de repère, chaque fois que des clairières se présentent. S'ils ne suffisent pas pour le voyage de retour, la boussole indiquera sans doute la direction générale jusqu'à ce que reparassent des signes particuliers. Il y a avantage à marquer les arbres dans les environs du camp ou de l'endroit où on laisse sa voiture ou son canot. On peut ainsi retrouver plus facilement l'endroit exact que l'on cherche car on peut ne rejoindre une route ou une berge qu'assez loin de l'endroit voulu. Il n'est pas non plus inutile de marquer quelques arbres au cours de la journée; si l'on n'est pas sûr de la route qu'il faut suivre au retour, il est probable qu'on retrouvera des marques.

En utilisant une boussole, il importe de l'éloigner des objets métalliques qui peuvent agir sur l'aiguille. La chose est expliquée dans le chapitre consacré aux relevés topographiques. Il arrive que des gisements de roche magnétique fassent donner à la boussole des lectures complètement erronées. Tout ce qu'on peut faire en pareil cas, c'est éviter d'utiliser la boussole près d'affleurements de roches qui pourraient être magnétiques, comme par exemple le gabbro, la magnétite ou la pyrrhotine, de comparer la direction de l'aiguille et la position du soleil, des ombres ou des points de repère sur le terrain. On peut aussi procéder à des visées inverses avec le plus grand soin, tout en se déplaçant le long d'un axe repéré. Dans presque tous les cas, cependant, c'est l'observateur plutôt que la boussole qui est dans le tort.

Lorsqu'on est complètement perdu, il vaut mieux ne pas essayer de se déplacer la nuit. On aura avantage à faire un feu et à se reposer. Il importe au plus haut point de ne pas s'affoler et de ne pas perdre ses forces. Au jour, une observation calme de la situation pourra remettre les choses en ordre. S'il y a deux hommes ou plus en cause, il est certain que les camarades de celui qui s'est perdu se mettront à sa recherche. Ils retrouveront probablement un feu la nuit si celui-ci est fait dans un endroit élevé. Peut-être aussi pourront-ils retrouver un signal de fumée pendant le jour. Ils pourront d'ailleurs eux-mêmes faire de la fumée ou allumer un feu, ou encore lancer des signaux lumineux avec un miroir ou une autre surface polie. Si l'on croit devoir être recherché par un avion ou s'il est possible que des avions survolent la région, on doit préparer un bûcher à fumée auquel on mettra le feu dès qu'on entendra un avion. On pourra aussi utiliser avec avantage les signaux faits avec une surface réfléchissante. Si on le peut, choisir, pour donner ces signaux, un endroit découvert visible d'un avion.

Il est arrivé à des hommes de vivre plusieurs jours en ne buvant que de l'eau. Il est souvent possible d'ailleurs de trouver certains aliments en forêt: baies, racines ou petit gibier. On pourra utilement se munir de quelques hameçons, d'une ligne à pêche et d'une bobine de fil à lacet chaque fois qu'on se trouvera en forêt. La ligne à pêche et le fil ont toutes sortes d'usages quotidiens et il se peut même qu'ils aient une utilité vitale. Dans bien des régions, on peut prendre au lacet le perdreau dit d'épinette en montant la boucle du lacet à l'extrémité d'une perche. On pourra ainsi également prendre des poissons. On peut encore prendre le poisson avec un harpon improvisé. Le perdreau et le ptarmigan se tuent parfois avec des

pierres ou des bâtons; quant au lapin, on peut également le prendre au lacet le long des passages.

Précautions à prendre contre le feu

Abstraction faite même de l'intérêt que présente la conservation en général, on peut trouver de nombreuses raisons pour lesquelles le prospecteur doit éviter de mettre le feu et doit même éteindre les débuts d'incendie qu'il pourra rencontrer. Les grandes causes des incendies en forêt sont le manque de précautions lorsqu'on fume ou lorsqu'on fait des feux de camp ou qu'on veut produire de la fumée. Il faut établir son feu aussi près du bord de l'eau que possible, ou en terrain découvert, loin de toute matière inflammable (terre végétale, racines, mousse, etc.). Il faut veiller à éteindre le feu avec le plus grand soin. Ne pas oublier ici qu'un feu peut couver longtemps, notamment lorsqu'on se trouve en présence d'humus ou de tourbe, même si on croit le feu bien éteint. Les bouts de bois partiellement brûlés devraient être jetés à l'eau ou enterrés, car il leur arrive de reprendre feu même après que l'on a versé de l'eau dessus.

Dans bien des régions, les voyages en forêt sont interdits sans autorisation écrite d'un garde forestier ou d'un autre fonctionnaire compétent.

Autres ouvrages à consulter

Kephart, H.: *Camping and Woodcraft*; Macmillan, New York. Prix \$3.50.

Porsild, A. E.: *Emergency Food in Arctic Canada*; Musée national du Canada, Ottawa.

Provencher, P.: *I Live in the Woods*; Brunswick Press Ltd., Frédéricton. Prix \$4.

Roddick, J. A., et autres: "Symposium on the Use of Aircraft for Geological Surveying"; *Can. Min. J.*, vol. 76, n° 4, pages 51 à 59 (1955).

Vaeger, E.: *Woodsmoke*; Macmillan, Toronto. Prix \$3.35.

Hammett, C. T.: *Campcraft*; Pocket Books. Prix 35c.

CHAPITRE VIII

MÉTHODES ORDINAIRES DE PROSPECTION

Le présent chapitre expose dans leurs grandes lignes les méthodes conventionnelles de prospection, par opposition à celles qui comportent des techniques et des connaissances spéciales et dont il sera question plus tard. La plupart des méthodes dites ordinaires ont été transmises de génération en génération, avec les modifications amenées par l'augmentation des connaissances et la transformation des conditions. Bien qu'elle repose surtout sur des principes d'ordre scientifique, la prospection est un art plutôt qu'une science précise; elle comporte un important élément de chance et elle laisse une large place aux préférences, à l'intuition, au métier et à l'expérience de chacun. Il n'existe donc pas de règles rigides en matière de prospection: tout dépend de chacun, du métal ou du minéral qu'on cherche, ainsi que de la nature de la région prospectée.

L'étude qui suit ne saurait dépasser la description de ce que l'auteur considère comme les façons logiques de procéder au choix d'un champ de prospection et à la conduite de la prospection. On a voulu s'en tenir à une moyenne, afin de ne pas s'adresser uniquement aux prospecteurs à peu près dépourvus de connaissances techniques, ni uniquement aux prospecteurs les mieux renseignés et les mieux rompus au métier; en outre, on y envisage des conditions moyennes, en supposant que le lecteur comprendra que des modifications s'imposeront en fonction d'une situation donnée. Bien que l'étude porte surtout sur la recherche de gisements métallifères, elle vaut aussi, dans une bonne mesure, pour les minéraux industriels. Le sujet est traité comme si le lecteur devait travailler seul et, partant, prendre lui-même des décisions, mais une bonne partie des observations valent aussi pour les travaux de prospection organisés. Si on a inclus ici des renseignements sur l'accès aux cartes topographiques, aux cartes et aux rapports géologiques, et aux photographies aériennes, ainsi que sur l'usage de ces divers moyens, c'est qu'ils sont, d'une façon générale, d'une grande importance pour les prospecteurs, tant pour le choix d'une aire de prospection que pour la conduite des opérations.

Choix d'une région

Il va de soi que la question du choix d'une région ne se pose pas si le prospecteur entend prospecter sa propre région. En pareil cas, il recueillera une documentation géologique, et c'est à partir de cette documentation et de ses propres observations qu'il connaîtra le genre de venues qui existent ou qui peuvent exister dans la région. Ensuite, si la région est le moins favorable, il procédera de la façon ci-après indiquée. Quand le terrain est ainsi restreint, le prospecteur n'a pas, bien entendu, le champ d'action qui s'offrirait à lui s'il

La prospection au Canada

pouvait se rendre dans des régions choisies, mais il aura souvent intérêt à se pencher sur sa propre région.

La plupart des prospecteurs de métier n'hésitent pas à entreprendre des voyages d'une durée de quelques semaines à une saison entière. Le prospecteur ne doit entreprendre de tels voyages qu'après y avoir consacré, peut-être au cours de l'hiver, une longue période d'étude et de préparation, à moins qu'il ne s'agisse d'un prospecteur chevronné qui s'attaque à une région définie que ses recherches antérieures lui ont fait connaître ou de quelqu'un qui veut participer à une "ruée" générale vers une région minière nouvellement mise en lumière. Le choix d'une région repose habituellement sur l'une ou l'autre des considérations suivantes:

- 1) Un objectif donné, comme la recherche de gisements d'un métal ou d'un minéral en particulier.
- 2) La convenance générale d'une région, parce qu'on la croit favorable à la prospection, mais non pas en vue d'un minéral ou d'un métal donné.
- 3) L'annonce d'une découverte importante dans une nouvelle région.
- 4) L'accessibilité de la région.
- 5) Considération d'ordre personnel, comme les ressources financières du prospecteur, son état physique, son expérience, ses préférences et le temps dont il dispose.

1) *Choix d'un objectif donné.* Nombre de prospecteurs s'attachent pour un temps à tel ou tel métal parce qu'il fait l'objet d'une forte demande et qu'il est "à la mode", et alors c'est sans doute là-dessus qu'ils se fonderont pour choisir un champ d'opération. L'or, par exemple, n'a pas ces dernières années attiré beaucoup de prospecteurs, parce que le prix en restait fixé, alors que les salaires et les autres frais de l'exploitation d'une mine augmentaient de façon constante. La découverte d'un gisement d'or devrait donc être d'une qualité exceptionnelle pour attirer des capitaux à l'heure actuelle. En revanche, la recherche d'uranium suscite actuellement un vif intérêt, étant donné que la vente en est assurée, dans certaines conditions, jusqu'en 1962 et qu'il fait l'objet d'un grand battage de presse. Dans le domaine des métaux communs, les gros gîtes de bon minerai de fer sont recherchés, mais la baisse provisoire des prix de certains métaux autres que le fer, surtout des prix du plomb et du zinc, rend ces métaux moins intéressants pour le moment; cependant, les bons gisements de ces métaux d'usage courant seront probablement toujours recherchés. On trouvera au chapitre XII d'autres renseignements sur la demande et les perspectives de prospection à l'égard de nombreux métaux et minéraux. Comme les prix et la demande varient dans le cas de la plupart des métaux et minéraux, le prospecteur doit se dire que des changements ont pu intervenir depuis la rédaction de tout rapport dont il prend connaissance et il doit avant de commencer ses recherches sur le terrain voir quel a été le cours des métaux durant les six mois précédents.

Tout prospecteur devrait être au nombre des abonnés, ou du moins des lecteurs, d'au moins un journal ou revue d'information minière, pour se tenir au courant des cours des métaux, des tendances de la demande à l'égard de divers métaux et des nouvelles découvertes et régions. Quand son choix s'est arrêté à quelques métaux, il a intérêt à étudier des publications officielles, par exemple les exposés sommaires sur les métaux et minéraux produits au Canada,

que publie annuellement le ministère des Mines et des Relevés techniques, des rapports spéciaux comme *Les gisements de manganèse au Canada*, publié par le même ministère, et *Tungsten in Nova Scotia*, publié par le ministère des Mines de la Nouvelle-Écosse. Les rapports du genre de ces deux derniers fournissent une abondante information sur la demande, les venues et les régions connues, ainsi que sur les perspectives de prospection au moment de leur rédaction. De nombreux ouvrages de ce genre sont énumérés dans *Publications on Prospecting in Canada and Related subjects*.¹

Après mûr examen, le prospecteur décidera peut-être de faire porter ses efforts avant tout sur tel ou tel métal; il doit cependant entrer dans ses plans d'être aux aguets quant aux autres gîtes métallifères. Son choix fait, il devrait lire le plus possible de documents sur le mode de rencontre de ce métal, la demande dont il est l'objet, les usages auxquels il se prête, ainsi que des rapports ayant trait à quelques-uns des principaux gîtes dont on l'extrait au Canada ou ailleurs. S'il peut fréquenter une bibliothèque minière, il pourra se procurer ces renseignements sans avoir à acheter une foule de publications qui ne lui serviront peut-être qu'une fois, comme il y pourra étudier des ouvrages épuisés. Après avoir lu des comptes rendus sur quelques-unes des principales régions, il peut consulter les catalogues d'intérêt général, où il trouvera mention de beaucoup d'autres venues de la substance sur laquelle a porté son choix. Il pourra y apprendre que des régions ou des zones bien déterminées sont reconnues comme favorisant, d'une façon générale, la présence de tel ou tel métal.

Il aura ensuite à décider s'il doit choisir une région où l'on a découvert d'importants gisements du genre de ceux qu'il recherche ou une région où la présence de venues d'importance secondaire est connue, ou encore une région qui est simplement favorable, d'une façon générale, à la présence de tels gisements. Le vieux dicton selon lequel "l'endroit le plus favorable à la découverte d'une mine est là où on en a déjà découvert une" n'est pas sans valeur, mais, de telles régions sont ordinairement jalonnées ou, s'il s'agit de régions abandonnées, la prospection ordinaire y a probablement été faite de façon assez complète, de sorte que seules les méthodes spéciales de prospection auront vraiment quelque chance de réussir. Le prospecteur peut décider de se rendre dans une région moins fréquentée par les chercheurs du métal en cause; cette région pourra être plus favorable à la prospection ordinaire et à l'obtention de terrains libres. Il peut également se décider à prospecter une région où la présence de ce métal n'a pas encore été signalée, mais où les conditions géologiques sont assez semblables à celles de régions renfermant de gros gîtes, ou faire son choix d'après une théorie ou intuition toute personnelle.

Quand le choix est réduit à quelques étendues, il y a intérêt à se renseigner sur le nombre de claims qui y sont jalonnés. On peut parfois trouver ce renseignement dans les journaux ou auprès de prospecteurs locaux au fait de la situation; à défaut, il faut se procurer des cartes de claims auprès du ministère compétent, selon les indications fournies ailleurs. Ces cartes, qui se vendent ordinairement 50c., embrassent un township, ou des superficies plus étendues dans le cas d'une région non divisée en townships. Ainsi renseigné, le prospecteur décidera peut-être que le nombre de claims jalonnés dans la région est si grand qu'il ne vaut

¹ Commission géologique du Canada, Étude 54-1.

La prospection au Canada

pas la peine de s'y rendre. De toute façon, nous conseillons aussi de consulter le registraire minier de la région en se rendant sur les lieux, afin de savoir combien de claims viennent d'être jalonnés.

2) *Choix fondé sur la convenance générale d'une région.* Il n'y a pas nécessité absolue de viser à chercher tel ou tel métal ou minéral. Cela est particulièrement vrai dans le cas des métaux, de nombreuses régions renfermant plusieurs métaux en quantité rentable. Nombre d'importants camps miniers présentent certains caractères géologiques analogues, mais non identiques. On peut donc choisir un champ de prospection simplement parce qu'on sait qu'il présente certains traits géologiques ordinairement liés à la présence de gîtes minéraux, même si aucun de ces derniers n'y a encore été trouvé ou signalé. C'est là ce qui arrive, par exemple, dans les zones de roche verte du bouclier canadien et les régions renfermant des systèmes de failles et de fractures prononcées, des zones de contact de stock et de batholite, ou des roches d'intrusion ou des formations sédimentaires ou volcaniques du même genre ou du même âge que celles où l'on a trouvé des gîtes minéraux dans d'autres régions. Les concentrations de métaux ou de minéraux en quantités exploitables étant attribuables à la rencontre de particularités géologiques exceptionnelles, elles se trouvent ordinairement dans des régions où les particularités géologiques sont des plus complexes.

3) *Les nouvelles découvertes.* Il arrive souvent que prospecteurs et autres personnes se ruent vers les régions où l'on signale de nouvelles découvertes. Cela se comprend; mais, à moins d'être de la partie, dès le début, on constatera vraisemblablement que la région est couverte de claims jalonnés sur une longue distance autour des gîtes de découverte. Lors de ces ruées, c'est d'ordinaire une course au jalonnement, ayant comme participants des gens qui, purs spéculateurs, rêvent de vendre leurs claims le plus tôt possible, ainsi que des prospecteurs qui croient bon de jalonner d'abord et de se renseigner ensuite, de peur d'arriver trop tard pour trouver des terrains libres. Les retardataires doivent prospecter à la limite de la région ou attendre que des claims deviennent périmés. Mais ce ne sont pas toujours là des désavantages, car on découvre parfois des gîtes éloignés de plusieurs milles du gîte de découverte, ou des claims qu'on a délaissés après les avoir prospecté à la hâte. Toutefois, il est bon d'y songer à deux fois avant de participer à une grande ruée de ce genre car, en raison de la foule des concurrents, les services publics (transport, etc.) pourront être mis à rude épreuve. D'ailleurs, dans bien des cas, les premiers rapports sont exagérés.

4) *Accessibilité.* Il convient de bien peser les avantages et les désavantages des régions accessibles et des régions éloignées. Celles qui sont proches d'agglomérations et de bons moyens de transport sont plus faciles d'accès, ce qui réduit les frais (déplacement, vivres et matériel). Il en est mieux tenu compte sur les cartes et dans les rapports; l'expédition des échantillons et des résultats des analyses y demande moins de temps. Il est plus facile de persuader des sociétés d'envoyer un représentant chargé d'examiner un gîte de découverte; les frais d'exploration d'un gisement y sont bien moins élevés; enfin (c'est le point le plus important), un gîte n'a pas besoin d'être aussi étendu ni aussi riche pour mériter d'être exploité qu'il doit l'être dans une région où les frais de transport sont plus élevés ou qui doit être desservie par des moyens de transport spéciaux. En revanche, la plupart des régions accessibles ont déjà été prospectées, les unes à fond, les autres à

un degré avancé. Ce sont donc surtout les méthodes spéciales de prospection qui offrent les meilleures chances de réussite dans ces régions; l'emploi des méthodes ordinaires ne permet guère que d'espérer découvrir, tout à fait fortuitement, un coin qui a été négligé, ou d'espérer que, la situation s'étant renversée, un métal ou un minéral hier négligé est aujourd'hui hautement apprécié.

Plus le prospecteur s'éloigne des régions peuplées et des voies d'accès facile, plus il a de chances de faire une découverte au moyen des méthodes ordinaires. Cependant, ses déplacements et ses travaux en régions éloignées lui susciteront plus d'ennuis et les gisements qu'il y découvrira devront être supérieurs à ceux qui seraient suffisants dans des régions mieux situées, pour motiver l'examen, l'exploration ou l'exploitation par des professionnels.

L'accessibilité peut influencer d'une autre façon sur le choix d'un champ de prospection. La construction récente ou prochaine d'une route ou d'une voie ferrée rend plus attrayante pour le prospecteur la région avoisinant cette route ou cette voie et elle favorise la mise en valeur des découvertes.

5) *Considérations d'ordre personnel.* Les moyens financiers du prospecteur ou ceux de ses bailleurs de fonds influent généralement sur le choix d'une région. Les fonds ou le temps dont il dispose peuvent lui interdire les endroits reculés. Il se peut aussi que son état physique lui interdise les endroits trop reculés ou montagneux, ou qu'il ne puisse faire appel à une expérience suffisante en matière de déplacements et d'existence en pareils endroits. Enfin, tel préférera les endroits plutôt reculés, tel autre aimera mieux ceux qui sont assez peuplés, tel autre encore hésitera devant le voyage par canot ou par avion ou quelque autre aspect de la prospection dans une région donnée.

Après le choix de la région

Son choix de la région étant fait, le prospecteur doit se renseigner le plus possible sur le secteur où il se rendra. A cette fin, il peut consulter des listes de publications pour apprendre quels sont les cartes et rapports géologiques qu'il peut obtenir de la Commission géologique du Canada ou du ministère provincial des Mines compétent, si la région se trouve dans une province. Il peut demander aux services gouvernementaux intéressés les renseignements dont ils disposent sur la région en cause, qu'il aura soin de bien préciser. Si les cartes géologiques ne lui suffisent pas, il peut ordinairement obtenir des cartes topographiques des services fédéraux ou provinciaux dont l'adresse est indiquée dans une autre partie du présent volume. Il faut, si possible, étudier soigneusement ces cartes et ces rapports avant de se rendre sur le terrain. Il est utile de noter les renseignements pertinents trouvés dans des publications qui sont épuisées ou qu'on ne peut emporter avec soi sur le terrain. En plus d'inclure un exposé géologique et de décrire les gîtes minéraux, la plupart des rapports géologiques renseignent le prospecteur sur les façons de se rendre dans la région ou de s'y déplacer, sur les routes qu'on peut emprunter, sur l'exposition plus ou moins visible de la roche de fond; ils lui fournissent des conseils sur la prospection et divers renseignements d'ordre général. En organisant ainsi son voyage, le prospecteur peut juger quel matériel et quels approvisionnements il lui faudra emporter, quelle partie de la région il devra d'abord examiner, et il peut établir un plan provisoire de travail.

Il faut, si possible, étudier des photographies aériennes avant de se rendre sur le terrain. Le Canada a maintenant été photographié de l'air sur presque

La prospection au Canada

toute son étendue et on dispose pour certaines régions de photographies de genres ou d'échelles divers. Très utiles s'il s'agit de régions n'ayant encore donné lieu à aucun rapport ou carte géologique, les photographies aériennes ne le sont pas moins dans les cas où l'on dispose de tels rapports et cartes, car elles viennent compléter les renseignements qu'ils fournissent. Celui qui peut visiter la collection de la Photothèque nationale de l'air, à Ottawa, ou celles de certains organismes provinciaux, étudiera les photos portant sur la région qui l'intéresse et il prendra les notes ou les calques qui pourront lui être utiles. A défaut, on commandera des photocopies à la Photothèque, comme nous l'expliquons dans la partie relative à l'utilisation des photographies aériennes; nombre de prospecteurs savent mettre à profit les photographies aériennes tant sur le terrain que pour élaborer leur plan provisoire.

A moins de connaître les règlements régissant le jalonnement dans la province ou le territoire en cause, le prospecteur doit se procurer un exemplaire de ces règlements et l'étudier attentivement. Il doit aussi obtenir un permis de jalonnement ou son équivalent. On peut obtenir des exemplaires des règlements en en faisant la demande, en personne ou par écrit, au siège des services provinciaux intéressés* ou aux bureaux régionaux d'enregistrement; les permis s'obtiennent également des registraires.

En se rendant à la région de son choix, le prospecteur aura souvent l'occasion de s'arrêter au bureau du géologue en poste, du registraire minier ou de quelque autre fonctionnaire, qui le renseignera sur la région ainsi que sur le nombre des terrains déjà jalonnés et sur celui des prospecteurs que renferme vraisemblablement la région; ces bureaux disposent aussi des plus récentes cartes des claims. Le nouvel arrivant peut aussi rencontrer là d'autres prospecteurs qui consentiront à le renseigner, ainsi que divers éclaireurs et autres représentants de sociétés minières auxquelles il voudra peut-être demander plus tard de participer à la mise en valeur d'un gîte qu'il aura découvert. Il n'est peut-être pas inutile de donner ici un conseil aux débutants. La prospection et les autres secteurs de l'industrie minière sont des domaines où s'exerce une vive concurrence; ceux qui se livrent à cette activité n'ont pas l'habitude de crier leurs découvertes sur les toits. Il n'est donc pas sage de demander directement à un prospecteur où il se rend, où il a été, ce qu'il a trouvé ou ce qu'il pense de la découverte ou du terrain de quelque autre prospecteur; mieux vaut attendre qu'il veuille bien donner spontanément des renseignements de cet ordre. Il convient également de se méfier des rapports exagérés; les prospecteurs sont optimistes par définition, mais ils se laissent parfois entraîner par leur optimisme. Il arrive aussi qu'on fasse voir à un prospecteur des spécimens provenant d'une tout autre région ou qu'on le mette sur une fausse piste pour lui jouer un mauvais tour ou pour l'induire en erreur.

Pendant qu'il se trouve dans la ville où commencera la dernière étape de son voyage, le prospecteur doit prendre des dispositions pour qu'on lui garde ou qu'on lui fasse tenir son courrier, pour qu'on lui expédie périodiquement, au besoin, des approvisionnements et, s'il voyage par avion, pour qu'on vienne le prendre à un moment et en un endroit bien définis. Si la ville possède un bureau

* Dans le cas du Yukon et des Territoires du Nord-Ouest, les lettres sont adressées au chef du Service des terres, Direction des régions septentrionales et des terres, ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa (Ontario).

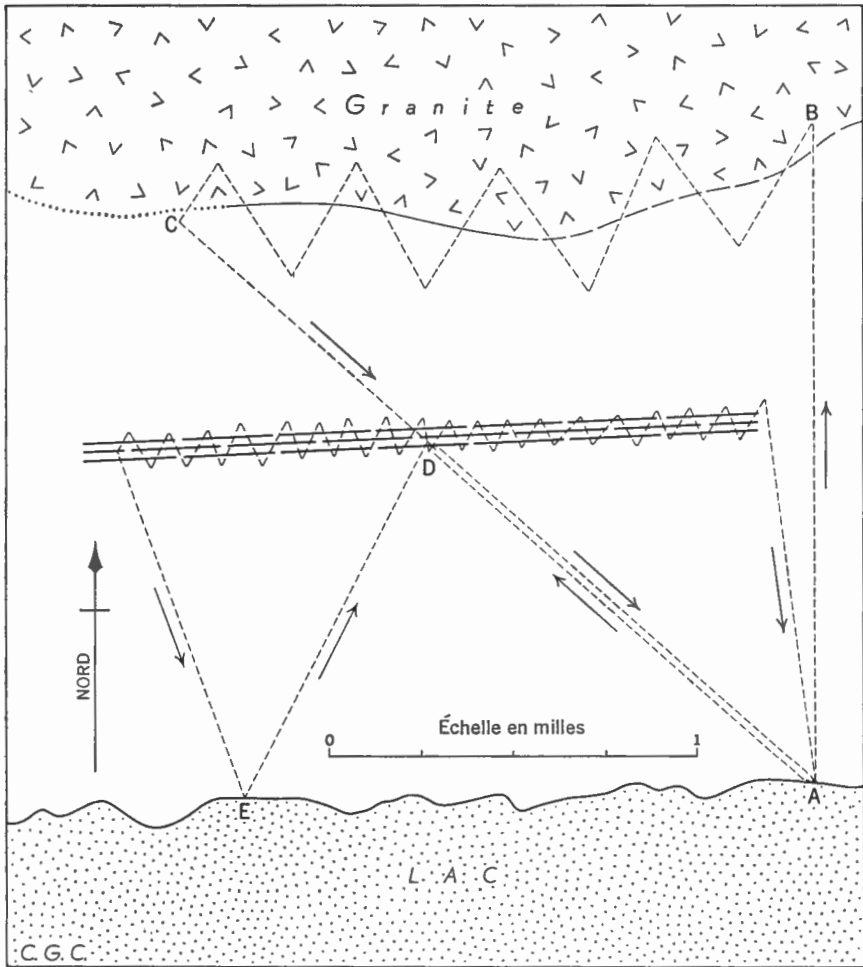


Figure 10. Exemple de cheminements de prospection.

d'essai, il voudra peut-être prendre des mesures pour qu'on fasse l'essai des échantillons qu'il expédiera une fois rendu sur le terrain et qu'on lui transmette le résultat de cet essai.

Travail dans la région choisie

Avant d'atteindre l'aire de prospection, le prospecteur aura probablement acquis assez de données pour savoir si les circonstances lui permettent de travailler pendant un certain temps à partir d'une base à peu près permanente, d'où il fera peut-être quelques brefs voyages sans transporter beaucoup de bagages, ou s'il aura à se déplacer souvent en emportant tout son équipement. Dans le premier cas, l'établissement de sa base lui demandera sans doute un certain temps.

Ensuite, il cherchera probablement à se familiariser avec quelques-unes des roches et des venues dont on connaît la présence dans les environs. Il l'aura déjà

La prospection au Canada

fait partiellement en cours de route car, même s'il voyage par avion, il aura noté le terrain. Peut-être même aura-t-il voulu reconnaître les environs du haut des airs, au lieu de se rendre directement à son premier campement. Si la carte géologique de l'aire de prospection a été dressée, il emploiera son temps utilement à examiner les affleurements de diverses formations et catégories de roches, pour les comparer aux descriptions du géologue. Si cette carte n'a pas été établie, le prospecteur, en canot ou à pied, voudra explorer le terrain pour avoir une idée des roches et des structures qui s'y rencontrent, afin d'être en mesure d'établir la marche de ses travaux. Si la présence de gîtes minéraux abandonnés est signalée dans les environs, il voudra les examiner afin d'en prendre une connaissance de première main. Il s'exercera à déterminer si ces gîtes ont été abandonnés parce qu'ils étaient épuisés, de trop peu d'étendue, trop pauvres, trop erratiques, et de cette façon apprendra à juger de la valeur d'une découverte. Il ne faut jamais oublier qu'il est parfois dangereux, surtout pour des gens non avertis, de descendre dans un chantier de mine abandonné.

Le mode de prospection est déterminé par les préférences et l'expérience de chacun. D'une façon générale, il est aujourd'hui nécessaire de se livrer à des recherches patientes et minutieuses, surtout si la région en cause a déjà été prospectée. Beaucoup dépend, aussi, des conditions géologiques de la région et du genre de gîte qu'on cherche ou qu'on peut rencontrer. Le prospecteur aura probablement décidé d'étudier d'abord certaines formations, failles, zones de contact ou autres particularités dont la présence est connue ou supputée. Puis il continuera par examiner cette aire de façon plus ou moins méthodique au moyen de lignes de cheminement rapprochées si les affleurements semblent rares (*voir figure 10*) ou en allant d'affleurement en affleurement, si ceux-ci sont visibles, et en grattant ici et là, au besoin, la mousse ou le terrain de couverture superficiel. La figure 10 illustre les cheminements effectués en une période de trois jours à un endroit où les affleurements étaient rares. Le prospecteur laissa son canot au point A et marcha, tout en prospectant, vers le nord jusqu'au point B, afin d'étudier la zone de contact d'un massif de granit indiqué sur une carte géologique. En cheminant en zigzag, il pénétra dans le massif et s'en écarta; il trouva quelques affleurements mais aucun signe de venues. Sur la fin du jour, il atteignit le point C, où il détermina approximativement le cap à suivre à la boussole pour revenir à son canot. En regagnant le point A, il traversa un petit ravin au point D et il y trouva des affleurements qui comportaient des zones de fracture; il en conclut que la zone méritait une prospection à fond. Il marqua la route qu'il emprunta jusqu'au point A, afin de pouvoir revenir sur ses pas. Le lendemain, il retourna au ravin, fit, toute la journée, des cheminements en zigzag assez rapprochés, puis il revint à son canot au point A. Le jour suivant, il laissa son canot au point E et se rendit au point D en se guidant sur sa boussole. Après quoi il fit des cheminements sur le prolongement ouest de la zone. Ainsi, en trois jours, il parcourut l'intersection de deux zones pouvant être favorables, fit plusieurs cheminements en divers points du terrain intermédiaire et examina la rive de A à E. Lorsqu'il relevait des affleurements au cours de ces cheminements, il modifiait son tracé afin de pouvoir les examiner.

S'il manque d'indices qui lui permettraient de choisir une aire, ou s'il est moins méthodique, le prospecteur peut se contenter de traverser le terrain comme il l'entend. Presque tous les prospecteurs sont d'accord pour reconnaître que le

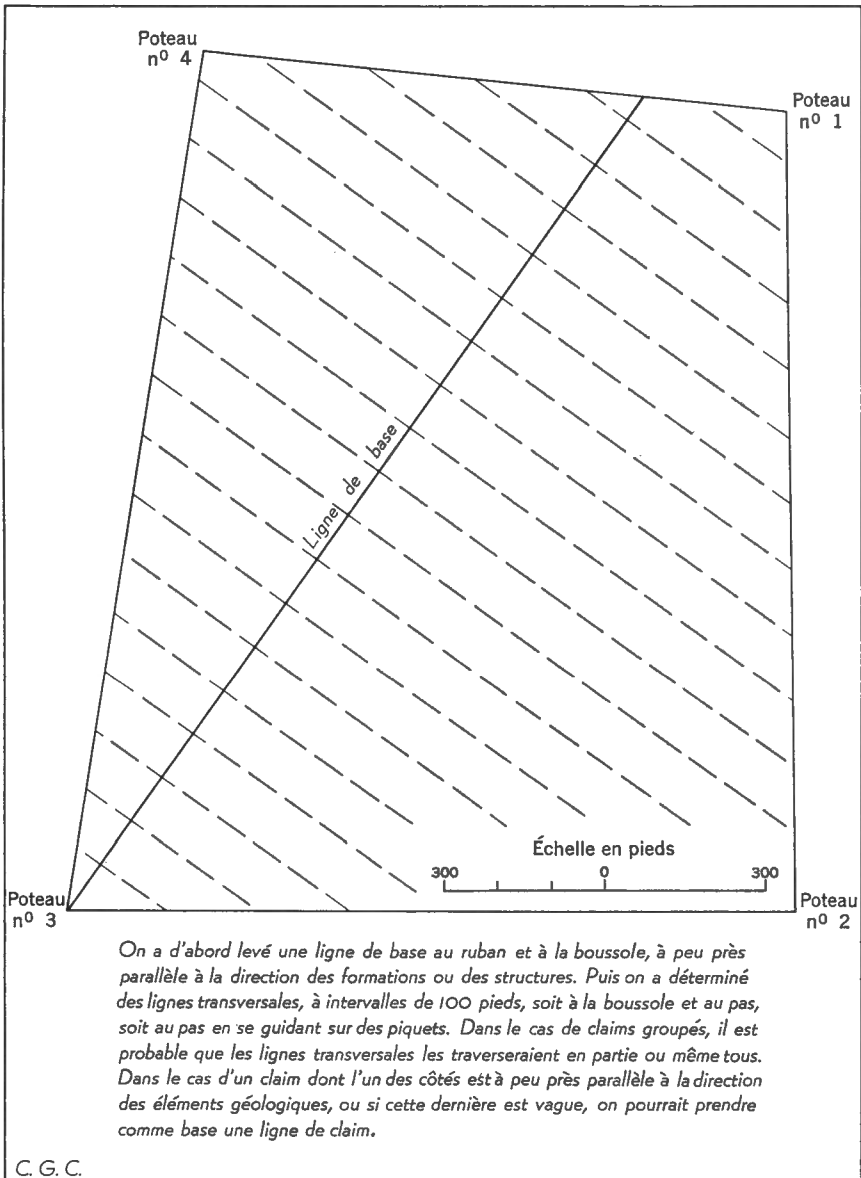


Figure 11. Levé de lignes fait en vue de la prospection à fond d'un claim.

La prospection au Canada

parcours assez systématique de l'aire de prospection, par "cheminements", au moins dans les parties les plus favorables, donne en définitive les meilleurs résultats, bien qu'il ne soit pas toujours sage de retenir trop longtemps ou trop opiniâtrement une seule théorie ou un même ensemble de conditions. Ce sont avant tout la nature du terrain et la visibilité qui trancheront la question de savoir s'il vaut mieux aller d'affleurement en affleurement, se diriger le long des crêtes ou cheminer le long de lignes déterminées à la boussole.

Un troisième cas est celui de la prospection de claims déjà jalonnés. Il est alors d'usage de les parcourir de façon assez poussée et méthodique, en s'arrêtant surtout aux roches ou aux structures jugées les plus favorables. La prospection des claims se fait souvent le long de lignes espacées de 100 à 500 pieds, dans un sens qui traverse plus ou moins la direction dominante des formations ou des structures (voir figure 11). Les lignes sont établies au moyen de la boussole ou du pointage des piquets, ainsi qu'on l'explique au chapitre XI, et on peut, au besoin, les marquer et les déblayer. Si le prospecteur est suffisamment rompu au métier ou si une équipe organisée comprend des géologues, il arrive souvent qu'on fasse des observations géologiques le long de ces lignes; les résultats obtenus seront alors réunis en vue de l'établissement d'une carte géologique. Dans certains travaux, on effectue le long des lignes des lectures au moyen d'appareils comme les compteurs Geiger ou les boussoles d'inclinaison. Dans la prospection détaillée de certains centres miniers reconnus, on peut trouver souhaitable, si les terrains de couverture ne sont pas trop épais, d'enlever de fortes quantités de terre ou de creuser d'importantes tranchées à travers la direction de formations ou structures particulièrement favorables. Quelle que soit la méthode adoptée, il importe de prendre des notes et, si possible, d'indiquer sur une carte l'endroit précis où l'on a pris des notes ou prélevé des échantillons.

Dans la plupart des régions, il est possible d'éliminer certains secteurs jugés moins avantageux et de s'en tenir à d'autres. Néanmoins, il ne faut pas oublier que ces éliminations ne sont pas absolument sûres, mais qu'elles sont uniquement un des moyens de prospecter les terrains qui semblent les plus avantageux. On peut mettre certains secteurs de côté parce que les affleurements rocheux y sont rares; mais il ne manque pas de gîtes importants à des endroits dépourvus ou presque d'affleurements. En effet, des gîtes se forment parfois dans des roches fissurées ou faillées que l'intempérisme altère aisément; d'autres fois, les minéraux d'un gîte se désagrègent facilement. Dans l'un et l'autre cas, il se produit des dépressions dans lesquelles, par un processus naturel, s'entassent les terrains de couverture. Les régions basses se prêtent donc bien à la prospection par les méthodes ordinaires, pourvu que le terrain de couverture ne soit pas trop épais. Il convient donc d'en tenir compte. Les secteurs étendus recouverts de roches granitiques ou gneissiques uniformes sont d'ordinaire placés parmi les terrains les moins avantageux; mais comme il arrive qu'on trouve des gîtes dans un tel milieu, on ne peut les éliminer. Il faudrait ne pas oublier, par exemple, que ces secteurs ne sont peut-être pas constitués aussi uniformément qu'auraient pu le faire croire les résultats des premiers examens.

L'un des premiers faits que doit apprendre tout prospecteur, c'est qu'en dépit de l'abondance des venues, bien rares sont celles qu'il est avantageux d'exploiter. Il ne faut pas que ce fait soit une source de découragement, mais les

débutants doivent apprendre à ne pas s'échauffer chaque fois qu'ils trouvent une venue. Au contraire, ils doivent continuer à chercher les bonnes venues ou les faibles affleurements qui peuvent se révéler plus étendus sous les terrains de couverture ou à de plus grandes profondeurs.

La question de savoir ce que doit chercher le prospecteur est l'une des plus difficiles à traiter, car beaucoup dépend du gîte qu'on cherche, des conditions des lieux et de la personnalité du prospecteur. On se contente ici d'examiner brièvement les principaux indices et méthodes qui se sont révélés utiles, surtout dans la prospection des gîtes métallifères. Soulignons que toutes ces indications ne seront pas réunies dans un gîte donné, mais il se peut que deux ou plus y soient réunies.

Filons. Les filons constituent l'une des catégories les plus usuelles de gîtes, grands ou petits. Ils sont parmi les plus faciles à reconnaître, surtout s'il s'agit de filons de quartz, car le quartz, de couleur claire, tranche d'ordinaire sur la roche encaissante et sa résistance à l'érosion aboutit souvent à des affleurements bien apparents. Par "filons", nous entendons ici non seulement les lits minces qui sont proprement des filons, mais aussi les veinules, les stock-works (ou filons composés) et les amas irréguliers de quartz ou d'autres minéraux filoniens.

Bien des filons et autres masses de quartz, dit souvent quartz stérile (*bull quartz*), ne contiennent pas de minéraux de qualité. La plupart des filons de quartz ne contiennent pas ou guère de ce quartz de la variété transparente qui constitue les cristaux de quartz; d'ordinaire, les filons sont constitués de quartz d'un blanc laiteux, bien qu'on en trouve souvent du bleu, du gris (enfumé) et du rose. Le quartz stérile est d'ordinaire vitreux et il peut avoir une teinte bleuâtre; mais ces caractéristiques ne permettent pas toujours de dire qu'il s'agit d'un quartz sans valeur. Bien des filons de quartz ne sont pas stériles, mais contiennent de l'or, des sulfures ou des minéraux comme la scheelite, qui peuvent se trouver soit en quantités peu importantes soit en quantités suffisantes pour être exploités.

En outre, bien des filons ne contiennent pas de quartz ou n'en contiennent que bien peu. Les filons composés seulement d'un ou de plusieurs minéraux métalliques sont rares; mais il y en a, par exemple les filons d'argent natif. D'ordinaire, cependant, le filon est constitué entièrement ou à peu près de minéraux de gangue et, quand il n'est pas composé surtout de quartz, il est composé le plus souvent de calcite et d'autres minéraux carbonatés.

Tous les filons, si petits soient-ils ou si pauvres qu'ils puissent paraître, méritent d'être examinés soigneusement et suivis aussi minutieusement que s'il s'agissait de gros filons, car les petits filons peuvent en faire découvrir de grands, et des secteurs stériles peuvent conduire à d'autres secteurs qui contiennent des minéraux de valeur.

Pegmatites. Les dykes ou masses irrégulières de pegmatite sont parmi les venues les plus faciles à trouver, parce qu'elles sont d'ordinaire de couleur claire et résistent à l'érosion. La plupart des venues de pegmatite importent peu, mais toutes méritent un examen minutieux, car certaines d'entre elles contiennent des minéraux de valeur en quantités exploitables.

Structures favorables. Le prospecteur doit être à l'affût d'indices de cisaillement, de fracture ou de faille, parce que, même si de telles structures ne contien-

La prospection au Canada

nent ni filons, ni autres gisements à l'endroit où on les découvre tout d'abord, il peut s'en trouver ailleurs et tout près.

Découverte de minéraux de valeur en place. Il se peut qu'on puisse reconnaître des minéraux de valeur à la surface des affleurements ou dans des fragments de roche brisée par le prospecteur ou gisant près de là, ou encore qu'ils soient mis à jour lorsqu'on fait sauter le roc pour l'aménagement de routes ou de chemins de fer. C'est le cas, notamment, des minéraux résistants, comme l'or qui ne se corrode ni ne se décompose facilement; mais, même ces minéraux peuvent être disséminés en grains si petits qu'on les décèle difficilement. Un grand nombre d'autres minéraux, à la surface ou près de la surface, sont facilement altérés par les intempéries et on ne les trouve que par des indices indirects, comme la présence de minéraux associés ou celle de minéraux secondaires (voir plus loin). Par conséquent, bien que de gros gîtes d'un minéral de valeur puissent être parfois bien en évidence, ils se découvrent d'ordinaire à la suite d'un examen soigné du voisinage de l'endroit où l'on a trouvé un peu de ce minéral ou observé quelque indice indirect.

Associations de minéraux. Nombreux sont les minéraux de valeur dont l'apparence est si altérée à la surface qu'on ne saurait les reconnaître ou qui, entièrement dissous, n'existent plus à la surface. Dans ces cas-là, la présence d'un minéral plus dur associé d'ordinaire avec celui qu'on cherche, indique parfois la présence de ce dernier sous la partie altérée du gisement.

Il a déjà été question d'associations de minéraux à propos des filons de quartz. Le plus souvent dépourvu de valeur lorsqu'il est seul, le quartz est un minéral résistant et apparent auquel s'associent souvent des minéraux de valeur. Toutefois, l'association peut être moins évidente dans bien des cas: il en est ainsi quand l'or s'associe à la pyrite ou d'autres minéraux sulfurés, le nickel à la pyrrhotine, l'argent aux minéraux plombifères et zincifères. Le prospecteur doit tâcher de se rappeler le plus possible les associations minéralogiques mentionnées dans d'autres parties du présent ouvrage et dans d'autres écrits sur la minéralogie et les gîtes minéraux. Si l'on découvre des masses assez étendues de minéraux qui pourraient indiquer la présence de minéraux plus importants, on doit laver des échantillons au pan ou les faire analyser.

Chapeaux de fer, colorations minérales, etc. Bien des minéraux métallifères s'altèrent assez rapidement sous l'effet de l'humidité. Cette question est étudiée plus à fond dans la partie visant les gisements minéraux; elle est mentionnée ici, parce qu'elle est importante comme indice dans la prospection. Dans certains cas, les métaux ou d'autres éléments se dissolvent et se dirigent vers l'intérieur du gisement ou en sortent entièrement. D'autres fois, de nouveaux minéraux se forment à l'affleurement du gîte, les minéraux dits communément secondaires parce qu'ils sont produits par l'altération des minéraux tout d'abord formés, des minéraux primaires. Il se peut que certains minéraux primitifs soient entièrement devenus des minéraux secondaires dans la partie quasi superficielle du gisement ou, plus rarement, à des profondeurs de 100 pieds ou plus sous la surface. Mais les minéraux secondaires ne forment parfois qu'une mince croûte ou efflorescence à la surface des minéraux primaires; ils peuvent s'être déplacés légèrement de façon à former une tache à la surface d'autres parties du gisement, sur des roches voisines, dans des terrains de couverture, ou bien remplir des fissures et des cavités près de la surface du gisement. Des venues de

minéraux secondaires de cette sorte sont souvent de précieux indices pour le prospecteur, et parfois ils constituent le seul signe de la présence de minéraux primaires près de là, d'autant plus que nombre de minéraux secondaires sont de couleur brillante et sont ainsi facilement reconnaissables. Il est à noter cependant que la présence de très faibles quantités de certains minéraux primaires peut

Planche XLVII

Le lavage au pan permet au prospecteur de chercher et de reconnaître des filons aussi bien que des placers.



produire des colorations étendues. Il ne faut pas oublier, non plus, que les lichens et autres végétations sur les roches peuvent produire des incrustations colorées qui ressemblent, de prime abord, à des colorations minérales.

Les minéraux secondaires qu'on trouve le plus souvent dans les affleurements sont la limonite et autres composés secondaires ferreux, parce que la pyrite et divers autres minéraux ferreux sont d'ordinaire les parties constituantes primaires des venues minérales. Les minéraux ferreux primaires s'oxydent et for-

La prospection au Canada

ment des affleurements de couleur rouille allant du jaune au brun chocolat ou au rouge et qu'on appelle d'ordinaire des *chapeaux de fer*, expression que leur appliquèrent les anciens mineurs cornouaillais. Le chapeau de fer type est composé de limonite et d'une masse cellulaire de quartz qui a résisté à l'altération; mais au sens large, chapeau de fer désigne tout affleurement de couleur rouille. Malheureusement, beaucoup de chapeaux de fer n'ont pas la moindre valeur, soit qu'ils aient été formés par de très faibles quantités de minéraux de fer sulfurés, soit que le seul minéral primaire soit la pyrite, en demande uniquement dans certaines circonstances particulières. Néanmoins, certains chapeaux de fer peuvent mener à la découverte de gisements utiles qui contiennent de l'hématite ou des minéraux sulfurés de valeur ou d'autres minéraux comme l'or, qui coexistent ordinairement avec ces derniers. Il est à noter que, la magnétite ne s'oxydant facilement que lorsqu'elle coexiste avec des minéraux sulfurés, la présence de magnétite n'est parfois pas indiquée par des chapeaux de fer.

Bien d'autres minéraux primaires importants peuvent se transformer en minéraux secondaires caractéristiques, de façon à constituer des indices très utiles au prospecteur. Voici les principaux: le cuivre produit la malachite et l'azurite, qui ont une couleur respectivement verte et bleue bien caractéristique, la première ressemblant au vert-de-gris et la seconde, au vitriol bleu. Les arséniures de nickel prennent une coloration vert pomme. Les arséniures de cobalt produisent une efflorescence allant du rose au rouge. La molybdénite change de couleur pour devenir un minéral jaune pâle. Les minéraux manganésiens se transforment en minéraux secondaires de couleur noire, qui ressemblent souvent à de la suie ou prennent un aspect chatoyant; ces minéraux peuvent s'éloigner un peu du gisement et former une masse noire appelée "wad ou asbolite" capable de cimenter le sol ou le gravier en une masse dure. Les minéraux contenant de l'uranium s'altèrent aisément, donnant naissance d'ordinaire à des jaunes, des orangés ou des verts vifs. On a désigné et décrit nombre de minéraux secondaires d'uranium de différents jaunes ou orangés; mais, à moins qu'ils ne se rencontrent en grandes quantités, il suffit d'ordinaire de leur donner le nom collectif de produits jaunes à uranium. Les minéraux contenant du plomb ou du zinc peuvent se changer en divers oxydes et carbonates. Dans certains cas, ces composés sont blancs; mais, ailleurs, ils revêtent plusieurs couleurs; d'ordinaire, ils ne sont pas des guides aussi utiles que ceux qui ont été mentionnés auparavant. Beaucoup de colorations et de gîtes secondaires se dissolvent dans l'eau et des pluies abondantes ou la fonte des neiges les font disparaître. Pour les trouver à ces endroits, il faut donc briser la surface rocheuse.

Bien que nombre de chapeaux de fer et d'autres gisements secondaires aient peu de valeur, il vaut cependant la peine de les étudier tous, soit qu'on travaille au pic ou aux explosifs pour atteindre les minéraux primaires, soit qu'on lave au pan des minéraux altérés (dans l'espoir de déceler des traces de minéraux plus lourds, les minéraux primaires), soit qu'on fasse analyser des échantillons.

Altération des roches encaissantes. Les roches encaissantes de nombreux gîtes minéraux sont modifiées par l'introduction de solutions qui ont précédé ou accompagné le dépôt des minerais. D'ordinaire, ces solutions réagissent avec les minéraux constituant la roche primitive pour former de nouveaux composés minéraux ou concentrer en granules ou masses disséminés certains des minéraux qui se trouvent dans le gîte proprement dit. Les zones altérées peuvent s'éloigner de quel-

ques pouces seulement ou de plusieurs pieds du gisement. Les minéraux d'altération les plus communs sont le mica blanc, la chlorite, le quartz ou autres composés de silice, la calcite ou autres composés carbonatés et la pyrite disséminée. En étudiant les zones d'altération à côté de gisements de minéraux connus, le prospecteur apprend à reconnaître les genres les plus usuels; il doit sans cesse songer à la possibilité de rencontrer des venues semblables de roches altérées, parce que cela pourrait lui être bien utile si les roches altérées autour du gisement sont devenues des affleurements alors que le gisement même n'est pas découvert ou facile à reconnaître.

Remontée des traînées de minéral. Il arrive souvent que des fragments provenant de gisements miniers soient transportés par les glaciers, les cours d'eau, les crues, la gelée ou la gravité. Si ces fragments viennent de loin, ils sont presque tous arrondis; mais, s'ils ont fait peu de chemin, ils présentent pour la plupart des angles plus ou moins prononcés. L'expression "traînée" ou "guidon" est d'ordinaire réservée à des fragments de minéraux présentant des angles plus ou moins prononcés, cette expression laissant entendre qu'ils ont été entraînés à quelque distance de leur point d'origine. On trouve de ces traînées dans le lit des cours d'eau ou à la surface du sol, surtout sur le flanc des collines. Si l'on trouve d'autres fragments, on peut ainsi remonter jusqu'à la source. D'ordinaire, plus les morceaux sont gros et anguleux, plus la source est proche. Dans certains cas, on peut remonter un cours d'eau en éliminant au fur et à mesure ses tributaires qui ne charrient pas de fragments du minéral recherché. On circonscrit de la sorte la région où se trouve la source. D'autre part, s'il s'agit du flanc d'une colline, on constatera peut-être que les fragments forment à peu près un triangle dont le gisement constitue le sommet. Là où les affleurements sont rares, il est utile de s'assurer s'il n'y a pas de tels fragments dans les dépressions causées par les arbres renversés ou dans les racines de ces arbres.

Pan. En plus de son utilité dans la prospection des placers et dans les essais, le pan se révèle souvent très utile dans la prospection des gisements en roche dure. Plusieurs autorités ont récemment déclaré que les prospecteurs ne recourent pas suffisamment au pan dans la prospection ou la reconnaissance des gîtes minéraux. Le pan peut concentrer les paillettes ténues, invisibles dans les circonstances ordinaires, qui sont contenues dans le lit des cours d'eau, les graviers ou le sol. Parfois les parcelles peuvent être uniformément dispersées dans le drift glaciaire; mais la découverte des paillettes fines au moyen du pan se révèle aussi utile pour retracer le point d'origine de produits minéraux, si l'on recourt à une méthode d'élimination semblable à celle qu'on vient d'exposer pour retracer les particules plus grosses.

Le pan est également très utile quand on veut faire l'essai d'échantillons prélevés dans des chapeaux de fer ou d'autres affleurements, afin de savoir s'ils contiennent des minéraux lourds de valeur et d'en estimer la quantité. Les premiers essais nécessitent ainsi moins de temps et d'argent. L'essai peut se faire sur les lieux, s'il y a de l'eau, ou au camp. On broie les échantillons dans un mortier ou, à défaut, on les martèle sur une surface plate et dure, comme le côté d'une hache. Pour ne pas perdre de particules, on peut tenir, pendant le martelage, l'échantillon dans un sac de toile. Il faut que la pulvérisation par martelage libère les granules de minéral. La meilleure façon d'y arriver consiste à sasser l'échantillon de temps en temps et de broyer ensuite les morceaux qui ne passent

La prospection au Canada

pas à travers le tamis. Il est bon de se servir de tamis de 60 à 80 mailles au pouce, surtout si les minéraux semblent se présenter en grains très fins; mais on conseille aux novices de commencer par des matières grossières.

Si le concentré obtenu au pan contient des minéraux sulfurés, on les fait griller dans le pan dans d'autres récipients pendant quatre ou cinq heures, sur un feu vif. On libérera ainsi les particules d'or ou d'autres minéraux qui peuvent se trouver dans un minéral sulfuré. La période de grillage peut être réduite, si l'on commence par bien incorporer au concentré une quantité égale de chlorate de potasse. Une fois le chlorate décomposé, le prélèvement doit demeurer sur le feu pendant plusieurs minutes au rouge vif. On pulvérise ensuite l'aggloméré, on le tamise et on le lave au pan.

L'art de laver au pan est expliqué plus au long au chapitre XIII. Les prospecteurs de filons utilisent d'ordinaire de petits pans, parfois même une poêle à frire dont ils ont enlevé le manche.

Tout concentré ou résidu obtenu au pan doit être soigneusement examiné à la loupe. Le prospecteur incapable de reconnaître les composants peut faire un essai ou expédier le concentré au laboratoire pour détermination.

La méthode du lavage au pan n'est pas infaillible: si l'on découvre un gros gîte, il vaut mieux faire analyser des échantillons, même si le lavage n'a pas fait constater la présence de substances de valeur.

Premières recherches sur une découverte

En face d'une venue, le prospecteur se demande combien de temps il passera à explorer sa découverte avant d'en chercher d'autres peut-être plus intéressantes. Il est question, au chapitre XI, de l'exploration et de l'appréciation des gîtes minéraux, plus particulièrement en fonction du travail ultérieur à la découverte d'un gîte possible. Il est uniquement question ici de ce qui se produit pendant la prospection, non de ce qui survient une fois prise la décision de procéder à de grands travaux sur un gîte de découverte. Néanmoins, certains aspects mentionnés plus loin à propos de l'évaluation, l'échantillonnage et l'exploration s'appliquent également aux questions préliminaires et compléteront les brèves remarques formulées ici.

Les venues minérales ne manquent guère, mais il est plutôt rare qu'elles méritent, par leur grosseur et leur richesse, d'être exploitées. Il n'existe pas de données statistiques exactes à ce propos, mais, d'après la plupart des spécialistes, presque toutes les venues minérales ne méritent pas d'être rangées même parmi celles qui donnent des espérances et moins d'une sur cent de ces dernières deviennent des mines productives. Dans une région le moins favorable, le prospecteur peut donc trouver assez fréquemment de faibles venues. Il doit consacrer à l'étude de chacune de ces venues juste le temps de se convaincre qu'elle n'a pas l'air d'être l'indice d'un gîte plus étendu. Lorsqu'il n'en est pas convaincu, comme il arrive parfois, le mieux est probablement de marquer l'endroit en attendant de pouvoir faire des recherches ultérieures, puis de chercher une venue plus encourageante. Certaines venues sont si bien en évidence qu'on peut juger rapidement de leur grosseur et de leur richesse. Dans d'autres cas, il faut enlever la mousse ou un peu de terre de couverture. Parfois, des minéraux primaires apparaissent à la surface ou dans des morceaux de roche détachés au marteau; d'autres sont recouverts de chapeaux de fer ou autres minéraux secondaires qu'il

faut piquer ou gratter en vue d'atteindre les minéraux primaires sans trop perdre de temps. S'il s'agit d'une venue manifestement faible, le prospecteur peut décider de ne pas prélever d'échantillon, ou s'il en prélève quelques-uns, de les jeter plus tard, s'il découvre un gîte plus encourageant.

Aucune règle précise ne permet de dire s'il convient de consacrer beaucoup de temps à la mise à nu d'une venue, de faire des recherches dans le voisinage immédiat ou d'entreprendre une prospection générale. Rares sont les cas de venues apparemment minimes qui sont l'indice de la présence de gros gîtes, mais nombreux sont les cas de prospecteurs qui s'échauffent sans raison à propos de la première venue qu'ils trouvent. L'expérience y est pour beaucoup et il faut se

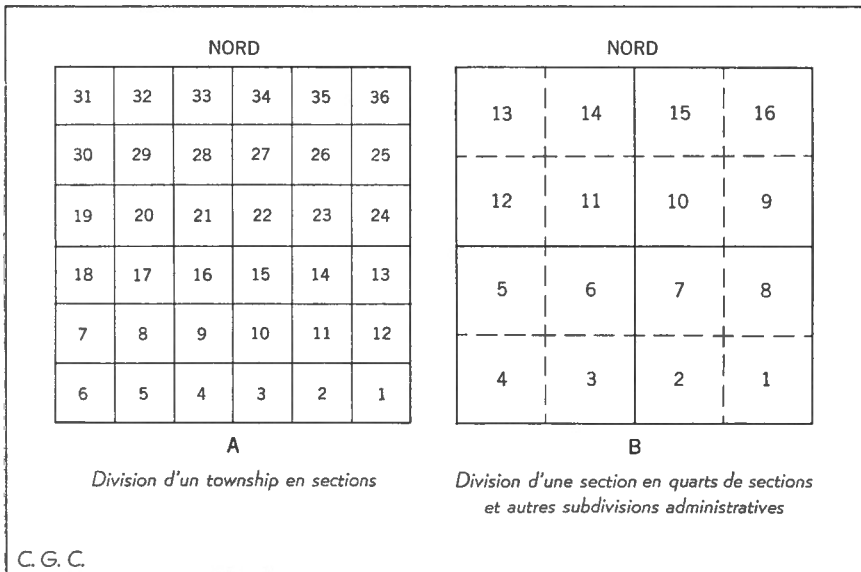


Figure 12. *Division d'un township en sections et autres subdivisions selon la méthode d'arpentage des terres du Canada.*

demander si l'on pourra assez facilement revenir sur les lieux un autre jour. En général, le meilleur conseil à donner, semble-t-il, c'est de faire un peu de mise à découvert et d'échantillonnage, en notant soigneusement l'endroit et les autres détails pertinents, puis de continuer à chercher d'autres venues. Si, après plusieurs jours ou semaines de prospection, on a découvert plusieurs venues, on peut s'occuper plus minutieusement de celle qui donne le plus d'espoir. Pour le cas où elle paraîtrait assez importante pour offrir de l'intérêt, on fera un échantillonnage soigné et, au besoin, on mettra le gîte à nu ou on procédera à des fouilles. Ces questions sont traitées plus à fond au chapitre XII.

Autre ouvrage à consulter

Mertie, John B., fils.: "The Gold Pan: a Neglected Geological Tool"; *Econ. Geol.*, vol. 49, n° 6, pages 639 à 651 (1954).

Cartes topographiques

Le prospecteur peut utiliser trois catégories principales de cartes: les cartes topographiques, les cartes géologiques et les cartes qui indiquent les claims déjà enregistrés. Souvent, il constate qu'une carte géologique contient toutes les données topographiques désirées; mais, dans d'autres cas, il a besoin d'une carte topographique parce qu'il ne dispose pas d'une carte géologique ou que la carte topographique contient des renseignements complémentaires qu'il lui faut connaître.

Détails indiqués

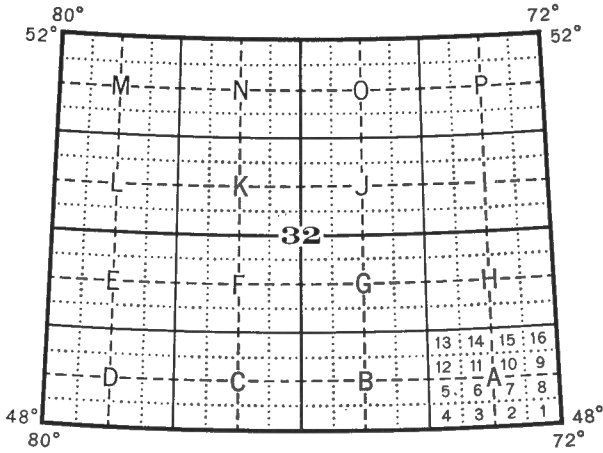
Une carte topographique donne la représentation à l'échelle des lacs, cours d'eau, routes, chemins de fer, villes, etc. Elle peut indiquer en plus le relief terrestre (élévation de la surface du sol au-dessus du niveau de la mer) d'ordinaire par des courbes de niveau, lignes qui joignent les points ayant la même élévation, 100, 200 ou 300 pieds, par exemple, au-dessus du niveau de la mer. Le novice peut se faire une idée du relief terrestre s'il s'imagine que chaque courbe représente ce à quoi ressembleraient le rivage ou les îles qui seraient créés si l'eau s'élevait de 100 pieds, 200 pieds, etc., au-dessus du niveau actuel de la mer. Le degré de précision d'une carte topographique dépend du temps consacré à pratiquer les levés, des méthodes utilisées et de l'échelle employée, étant donné que les cartes à grande échelle sont d'ordinaire plus précises. Autre point important: il faut s'assurer de la date de la carte, car il se peut que des routes ou d'autres détails semblables apparus par la suite ne figurent pas sur une carte déjà ancienne.

Orientation

La plupart des cartes sont dressées de telle sorte que le nord soit en haut, les bordures droite et gauche de la carte donnant exactement ou presque la direction nord-sud vraie. Les lignes qui indiquent la latitude et la longitude et souvent deux flèches, dont l'une pointe vers le nord vrai (le nord astronomique) et l'autre, vers le nord magnétique, permettent aussi d'orienter une carte. La différence entre le nord magnétique et le nord vrai, qu'on appelle déclinaison ou variation, change d'un endroit à un autre, mais elle est généralement la même dans une même région cartographiée.

Échelles

L'échelle d'une carte peut être indiquée de trois façons différentes, les trois méthodes servant souvent simultanément. On peut mentionner le rapport entre un ou plusieurs pouces sur la carte et le nombre de pieds ou de milles que cette longueur représente sur le terrain, par exemple: "mille pieds au pouce" ou "2 pouces au mille". Une autre façon consiste à placer sur la carte une ligne, qu'on appelle "échelle graduée", et à indiquer le long de celle-ci les distances appropriées en pieds ou en milles. Pour trouver la distance entre deux endroits, on les relie sur la carte par le bord d'un papier, on y fait deux marques et cette longueur est reportée sur l'échelle graduée. Les distances peuvent ainsi être relevées. La troisième façon d'indiquer l'échelle consiste à exprimer sous forme de fraction le rapport entre une longueur quelconque de la carte et la distance équivalente du terrain. Ainsi, $1/63,360$, l'échelle fractionnaire d'une carte de 1 pouce au mille,



L'unité est une feuille de 4 degrés de latitude sur 8 de longitude, publiée à l'échelle d'un millionième (environ 16 milles au pouce) et numérotée, par exemple, **32**

Chacune des susdites feuilles est divisée en 4 feuilles de 2 degrés de latitude sur 4 de longitude, publiées à l'échelle de 8 milles au pouce (1:506,880), représentées par les abréviations N.-O., N.-E., S.-O., S.-E., et numérotées, par exemple, **32 S.-E.**

Chaque feuille à l'échelle d'un millionième est divisée en 16 feuilles de 1 degré de latitude sur 2 de longitude, publiées à l'échelle de 4 milles au pouce (1:253,440) ou à celle de 1:250,000, portant les lettres de A à P et numérotées, par exemple, **32 A**

Chaque feuille de 4 milles au pouce (ou au 1: 250,000) est divisée en 4 feuilles de 30 minutes de latitude sur 1 degré de longitude, publiées à l'échelle de 2 milles au pouce (1:126,720), représentées par les abréviations N.-O., N.-E., S.-O., S.-E., et numérotées, par exemple, **32 $\frac{A}{S.-E.}$**

Chaque feuille de 4 milles au pouce est divisée en 16 feuilles de 15 minutes de latitude sur 30 de longitude, publiées à l'échelle de 1 mille au pouce (1:63,360) ou au 1:50,000, et numérotées, par exemple, **32 $\frac{A}{2}$**

Nota: Quelques-unes des cartes de 1 mille au pouce et la plupart des cartes au 1:50,000 sont publiées en deux moitiés, la moitié est ou la moitié ouest. Le numéro devient alors, par exemple, **32 $\frac{A}{2}$ Moitié Ouest**

Chaque feuille a pour nom celui de la plus grande ville ou municipalité de la région représentée ou celui d'un accident géographique bien connu.

On a publié une carte-index générale, intitulée "Index Map of Canada According to the National Topographical System." Elle divise l'ensemble du Canada conformément au système précité. On peut l'obtenir du Directeur de la Division des levés et de la cartographie, Ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.

C. G. C.

Figure 13. Schéma représentant le mode de numérotation des feuilles établies à diverses échelles, d'après le Système topographique national.

La prospection au Canada

indique que toute distance sur le terrain égale 63,360 fois la distance équivalente sur la carte.

Subdivisions des terres

La plupart des parties du Canada méridional ont été divisées en unités indiquées sur le terrain par des lignes d'arpentage et des bornes de diverses espèces. Les cartes topographiques font d'ordinaire voir ces subdivisions et il est important que les prospecteurs sachent ce qu'elles signifient, car elles servent de repères pour trouver un endroit donné, décrire les découvertes et jalonner les claims.

Dans l'est du Canada, on appelle d'ordinaire comtés ou districts les grandes divisions administratives. Elles se divisent en cantons, ayant habituellement la forme d'un carré de 10 milles de côté. Dans les districts arpentés il y a nombre d'années, le tracé des cantons est d'ordinaire irrégulier; mais, dans ceux qui ont été arpentés ces derniers temps, le tracé va d'ordinaire nord-sud ou est-ouest. Les cantons portent soit un nom, soit un numéro. Ils sont généralement divisés en bandes d'un mille de large qu'on appelle "concessions" dans l'Ontario, et "rangs" dans le Québec. Ces bandes s'allongent de l'est à l'ouest et sont numérotées consécutivement du sud au nord en chiffres romains. Elles sont divisées en lots, d'ordinaire numérotés en chiffres arabes et allant d'est en ouest. Voici donc comment peut se lire la description d'un lot: "Lot n° 16, concession IV, canton Percy, comté de Northumberland". Dans certaines des régions arpentées récemment en Ontario, on a recouru au régime fédéral des terres expliqué ci-après et, dans les régions les plus anciennes du Québec le mot "paroisse" remplace le mot canton.

La méthode d'arpentage des terres du Canada en usage dans la majeure partie de l'ouest du Canada repose sur les principes suivants: les townships ont 6 milles de côté, sont numérotés et rattachés à une série de méridiens (orientés nord-sud). Le premier méridien, ou le principal, passe par un point de départ situé non loin de Winnipeg (on en a établi plus tard la longitude: 97°27'30" ouest de Greenwich). Toutes les autres longitudes sont en fonction de celle-là. Les autres méridiens sont espacés à des intervalles réguliers de 4 degrés de longitude. Les rangées verticales de townships s'appellent "rangs" et sont numérotés successivement en chiffres romains, à partir des méridiens. On numérote les townships en chiffres arabes à partir du 49^e parallèle, en allant vers le nord. Chaque township se divise en sections d'un mille de côté, ainsi qu'on le voit dans la figure 12A. A son tour, chaque section est divisée en quarts de section, dont chacun peut se diviser en quarts qu'on appelle les "subdivisions légales", comme on le voit dans la figure 12B. La description d'un lopin de terre peut donc se lire: LS 14, section n° 12, township n° 2, rang III, ouest du 1^{er} méridien. En Colombie-Britannique, les townships sont tracés à peu près comme le veut la méthode d'arpentage des terres du Canada, mais ils sont subdivisés différemment.

Quadrillage

Sur certaines cartes topographiques, on trouve en bordure des lettres ou des chiffres, grâce auxquels on peut trouver n'importe quel endroit de la carte en traçant vers le nord, le sud, l'est ou l'ouest des lignes rejoignant le bord de la carte. La situation approximative de l'endroit peut alors être donnée d'après les lignes du quadrillage qui font intersection. Une autre méthode consiste à tracer

au crayon à travers la carte, des lignes joignant les amorces de quadrillage afin de diviser ainsi la carte en petits carrés. Au besoin, on peut quadriller une carte qui ne porte pas ces amorces de quadrillage en traçant des lignes, mettons à un pouce l'une de l'autre, et en les indiquant par des chiffres ou des lettres.

Cartes topographiques fédérales

Le ministère des Mines et des Relevés techniques publie des cartes topographiques qu'il vend quelques sous l'exemplaire. Elles appartiennent pour la plupart à la Série topographique nationale et sont numérotées comme on l'indique à la figure 13. Les premières cartes de la série étaient à l'échelle de 1, 2, 4 ou 8 milles au pouce; les plus récentes sont aux échelles fractionnelles de $\frac{1}{50,000}$, $\frac{1}{125,000}$, $\frac{1}{250,000}$ et $\frac{1}{500,000}$, les trois premières échelles dans les deux cas correspondant à peu près. L'échelle de ces cartes peut être traduite en pieds ou en milles en divisant le chiffre inférieur par 12 (soit le nombre de pouces au pied).

Exemple: $\frac{1}{50,000}$ équivaut à $\frac{1}{12 \times 4166}$.

Pour se procurer des cartes topographiques fédérales, il faut généralement s'adresser au Directeur de la Direction des levés et de la cartographie, ministère des Mines et des Relevés techniques, à Ottawa. Les bureaux divisionnaires de la Commission géologique du Canada peuvent fournir des cartes de certaines superficies prises dans leurs régions générales. C'est provoquer des retards et des travaux d'écriture inutiles que de s'adresser, pour obtenir des cartes topographiques, à la Commission géologique du Canada. Pour commander une carte, on peut se reporter aux diverses cartes-index disponibles, ou bien indiquer l'endroit précis désiré et l'échelle préférée. Dans la plupart des cas, le prix est de 25c. l'exemplaire.

Cartes topographiques provinciales

Certains ministères des gouvernements provinciaux, surtout celui des Terres et Forêts en Colombie-Britannique, en Ontario et dans le Québec, publient aussi des cartes topographiques.

Autres ouvrages à consulter

Elementary Map and Aerial Photograph Reading, manuel élémentaire de campagne, département de la Guerre aux États-Unis, FM 21-25, 1941. En vente chez le surintendant des documents, à Washington (D.C.), prix 30c.

Manuel élémentaire sur l'utilisation des cartes topographiques et des photographies aériennes, ne visant pas expressément la prospection ni la géologie, mais renfermant des renseignements utiles pour le novice en prospection. Il existe aussi un manuel plus avancé sur les mêmes sujets (FM 21-26, prix 20c.).

Map and Aerial Photograph Reading Complete, Military Service Publishing Company, Harrisburg (Pa.), 1943, prix \$1.

Ouvrage sur l'utilisation des cartes topographiques et des photographies aériennes, rédigé principalement pour l'instruction militaire, mais utile pour le novice en prospection.

Cartes géologiques

La carte géologique renseigne, selon des données obtenues par observation et par déduction, sur le genre, la distribution et la structure des roches d'une région donnée. Les renseignements sont superposés à une carte topographique de base, et la plupart des observations que nous venons de présenter

La prospection au Canada

ci-dessus sur l'orientation, les échelles, etc., valent pour les cartes géologiques. Le genre et la distribution des roches sont indiqués au moyen de couleurs ou de grisés. Les couleurs sont préférables, mais l'impression des cartes à grisé est plus rapide et moins coûteuse. Sur maintes cartes, les affleurements et les formations rocheuses sont indiqués par des symboles, et sur certaines cartes plus précises, ils sont représentés par des teintes plus foncées de la couleur dont on se sert pour indiquer la région générale où le sous-sol ne donne lieu qu'à des hypothèses. Les structures sont indiquées par des symboles qui représentent l'inclinaison et la direction, la schistosité, les failles, les axes de plissement, etc.

On ne saurait indiquer tous les détails sur une carte géologique. Ainsi, la même couleur ou le même grisé peut représenter des roches de plusieurs espèces apparentées; bien des traits secondaires, failles, fractures, etc., sont ordinairement omis. La carte indique généralement les venues minérales, les mines, les puits de pétrole et les autres faits connexes connus au moment où elle a été préparée. Dans le cas d'une région riche en gîtes et venues minéraux, on fait d'ordinaire figurer les plus gros sur la carte et, si la carte est accompagnée d'un rapport, on y mentionne les venues secondaires, mais non pas toutes, le plus souvent. Si, au cours d'un levé géologique, on découvre des venues minérales qui semblent importantes ou intéressantes, le lieu et la nature de la découverte sont ou bien indiqués sur la carte ou bien mentionnés dans un rapport.

Plusieurs cartes s'accompagnent d'une ou plusieurs "coupes structurales" illustrant, peut-être d'une façon seulement hypothétique, la distribution rocheuse du tréfonds. Une légende fournit la signification des couleurs, des grisés et des symboles; elle indique d'ordinaire l'ordre chronologique des formations, à commencer par les plus récentes. Nombre de cartes portent des notes marginales résumant les données topographiques et géologiques et expliquant brièvement les venues minérales connues et intéressantes. La carte porte toujours l'indication du nom du géologue (ou des géologues) qui a exécuté le travail sur le terrain et a préparé la carte, et fait ordinairement mention du rapport afférent, le cas échéant.

Échelles et espèces de cartes géologiques

Les cartes en couleurs que publie depuis quelques années la Commission géologique du Canada sont pour la plupart à l'échelle d'un mille au pouce et de 4 milles au pouce; les premières s'emploient couramment pour faire des études assez minutieuses et les secondes, des travaux de semi-exploration. On publie parfois des cartes préliminaires aux mêmes échelles, ou à celles d'un demi-mille au pouce ou de 2 milles au pouce. Les résultats d'explorations effectuées moins en détail sont parfois publiés à une échelle encore plus petite. Ceux d'explorations particulièrement détaillées sont d'ordinaire publiés à des échelles variant entre 400 pieds au pouce et mille pieds au pouce.

La Commission géologique du Canada établit aussi et publie des cartes de compilation, qui coordonnent les renseignements figurant sur d'autres cartes plus précises. Il en est ainsi par exemple de la série des cartes régionales à l'échelle de 8 milles au pouce, et des cartes géologiques des provinces, pour la plupart à l'échelle de 20 milles au pouce.

Depuis qu'elle existe, la Commission géologique du Canada a cartographié des milliers de régions et les organismes provinciaux en ont cartographié une multitude d'autres, mais le pays est si vaste et le personnel disponible pour ce genre de travail relativement si peu nombreux, qu'une grande partie du pays n'a

fait l'objet que de travaux de reconnaissance très incomplets. Une superficie assez grande a été cartographiée sur des données encore incomplètes, mais la partie qui l'a été à l'échelle d'un mille au pouce et sur des données maintenant jugées normales est à la vérité très faible. Les personnels dont nous pouvons disposer ne permettent d'espérer qu'une faible amélioration chaque année, car les cartes faites il y a quelque temps datent déjà; elles perdent leur valeur à un rythme presque aussi rapide que celui auquel on termine les cartes de précision d'un mille ou moins au pouce.

Interprétation des cartes géologiques

La précision ou la quantité des détails représentés sur les cartes géologiques varie avec l'échelle et le but de la carte, le nombre d'affleurements rocheux examinés, la méthode qui a servi à en établir la position, et la compétence du géologue et de ses aides. Ce n'est que lorsqu'il s'agit des cartes les plus détaillées ou des régions où les affleurements sont très rares, qu'il devient possible d'examiner plus qu'une faible fraction des surfaces rocheuses présentes. Même celles qui sont examinées peuvent donner lieu à plus d'une interprétation. Exemple: la même région peut renfermer des intrusions granitiques de deux âges et si semblables entre elles que certains affleurements seulement peuvent être reconnus comme appartenant nettement à l'une ou à l'autre intrusion; ailleurs le géologue s'en remet à son jugement. De même, une région peut renfermer deux formations de la même espèce de roche mais d'âges bien différents; en pareils cas, les erreurs ou imprécisions de corrélation peuvent être faciles à commettre, sauf si l'on découvre des fossiles d'âges bien connus.

Une carte géologique est donc une combinaison de faits et de déductions. Pour tirer convenablement parti d'une carte, le prospecteur doit donc vérifier si elle montre la présence d'affleurements à l'endroit qu'il examine ou dans le voisinage et noter si les contacts géologiques, les failles, etc., sont indiqués comme "définis", "approximatifs" ou "supposés". Les failles et les contacts définis sont indiqués par une ligne continue dont la position sur la carte est exacte, d'ordinaire, à un huitième de pouce près. L'indication "approximatif" signifie que l'accident géologique en cause se trouve dans le voisinage. Les détails dits "supposés" sont indiqués très vaguement ou même ne le sont pas du tout.

Les coupes géologiques ou structurales, parce qu'elles décrivent l'interprétation que fait le géologue des conditions en profondeur, sont d'ordinaire bien plus incertaines que la carte elle-même, attendu qu'il peut se présenter en profondeur des changements que ne sauraient révéler aucune étude de surface ni forage partant de la surface.

Malgré les imperfections inhérentes qu'elles présentent, les cartes géologiques sont universellement reconnues comme des plus précieuses pour le prospecteur; en effet, nombreux sont les cas où elles ont aidé à faire repérer des gisements minéraux. La façon de se procurer des cartes est expliquée dans la section suivante.

Autre ouvrage à consulter

Dake, C. L., et Brown, J. S.: *Interpretation of Topographic and Geologic Maps*; McGraw-Hill, 1925. Prix \$3.50.

Ouvrage complet sur l'interprétation des cartes topographiques et des cartes géologiques, s'adressant aux personnes qui ont fait des études assez poussées et sont censées posséder les rudiments de la géologie et de la trigonométrie.

Rapports géologiques

Le prospecteur, on le sait déjà, s'en remet surtout aux rapports géologiques et aux cartes qui les accompagnent assez souvent, lorsqu'il décide quelle prospection il doit entreprendre, sur quelle région doit porter son attention et sur quel point il doit concentrer ses recherches. Il lui faut donc se renseigner sur les caractéristiques des différents rapports, ainsi que sur la façon de se les procurer et d'en tirer le plus de renseignements possibles.

La Commission géologique du Canada, l'organisme géologique le plus ancien et le plus important du pays, s'occupe depuis plus d'un siècle de la préparation de cartes et de données géologiques de base et de cartes de grande précision (centres miniers et autres régions d'importance particulière). Elle compile les données géologiques obtenues par d'autres organismes, travaille à l'uniformisation de la nomenclature géologique et, depuis quelques années, coordonne les recherches géologiques. Plusieurs ministères des Mines ou organismes équivalents dans les provinces entreprennent aussi des recherches géologiques et publient d'excellents rapports et cartes géologiques, portant généralement sur des régions particulières. Il existe une troisième catégorie de rapports que peut à l'occasion se procurer le prospecteur, les rapports privés préparés par des géologues-conseils ou des géologues à l'emploi des sociétés minières.

Les rapports de la Commission géologique du Canada, au nombre de plusieurs centaines, se répartissent en divers groupes appelés "séries". Jusqu'à 1935, les rapports paraissaient annuellement et présentaient, sous la même couverture, les résultats de plusieurs enquêtes différentes. Ils ont porté divers titres: "Rapport sur les opérations", "Rapport annuel" ou "Rapport sommaire". Cette pratique a été abandonnée; aujourd'hui, les publications de la Commission portent les rubriques suivantes: "Série des études", "Série des mémoires", "Série de la géologie économique" et "Série des bulletins".

La "Série des études" comprend les rapports et cartes préliminaires, publiés d'ordinaire avant l'achèvement d'un projet sur place ou avant l'achèvement de tous les travaux de laboratoire et de bureau. Ces cartes et rapports visent d'ordinaire des régions particulières; ils permettent la publication dans le plus bref délai des faits saillants des levés; pour en hâter l'impression, les cartes portent des grisés et non des couleurs; les rapports sont polycopiés ou, depuis peu, imprimés par procédé rapide. Les rapports, s'ils visent une région généralement favorable à la prospection, résument les renseignements disponibles sur la distribution des formations et sur les types de gîtes connus ou susceptibles d'être découverts.

La "Série des mémoires" comprend des rapports complets, imprimés et contenant les résultats définitifs de l'examen de la superficie représentée par la carte, ou d'un endroit particulier, ou d'un projet de bureau. Les cartes qui les accompagnent sont ordinairement en couleurs. Les rapports eux-mêmes sont en général volumineux et débordent de données scientifiques; il faut les rédiger de façon à les rendre le plus utiles et le plus clairs possible pour les prospecteurs et d'autres personnes qui peuvent se dispenser de certains détails techniques, mais il faut leur conserver quand même leur haut caractère scientifique. Le prospecteur pourra lire, dans l'introduction de la plupart des mémoires, toutes sortes de renseignements sur les traits caractéristiques généraux de la région visée, sur la

façon de s'y rendre et de la parcourir. Les notes d'introduction sont d'ordinaire suivies d'un court synopsis géologique, couché en langage le moins technique possible. Viennent ensuite des descriptions complètes des formations où les précisions sont exposées en langage tellement technique que tout autre qu'un géologue de profession s'y perdrait. Au demeurant, le prospecteur peut sauter ces passages ou s'efforcer simplement de comprendre le mieux possible la description d'une formation ou d'une roche intrusive dont l'importance est réelle au point de vue de la prospection. Il passera ensuite aux descriptions des structures géologiques, qu'il lui importe grandement de connaître dans certains cas, puis à l'exposé sur les gisements minéraux. Si, à l'aide d'un lexique ou d'un manuel, il se renseigne sur le sens des mots qu'il ne comprend pas, il accroîtra ainsi son bagage de notions géologiques.

La "Série de la géologie économique" se compose de rapports préparés sur un sujet en particulier mais en tenant compte du pays entier. Elle débute par la publication intitulée "Géologie et minéraux industriels du Canada", et renferme d'imposants rapports portant des titres comme le suivant: "Plomb et zinc au Canada". La série est loin d'être aussi complète et à jour qu'on pourrait le souhaiter; le besoin s'est toujours fait si pressant de cartes géologiques et d'études régionales que les géologues n'ont que très rarement pu concentrer leur attention sur les études spéciales qui alimentent la Série de la géologie économique. Le prospecteur trouvera dans la série des renseignements de base sur le mode de rencontre et de distribution des gisements de tel métal ou de tel minéral, ainsi que la description de maints districts et gisements particuliers.

La "Série des bulletins" se compose de rapports imprimés qui suivent les recherches spéciales ainsi que d'autres documents dont la publication s'impose dans une forme définitive, mais qui ne se rattachent ni à la Série des mémoires ni à la Série de la géologie économique.

Comment se procurer cartes et rapports géologiques

On peut se procurer les publications de la Commission géologique du Canada en s'adressant en personne ou par lettre au bureau principal ou aux bureaux secondaires de la Commission; toutefois, ces derniers ne distribuent que les publications d'ordre général ou local, et non les publications régionales portant sur des territoires très lointains. Ceux qui peuvent désirer se procurer assez fréquemment les publications de la Commission peuvent faire venir les catalogues et les index des publications et se faire inscrire parmi ceux à qui on annonce, par carte, l'addition de nouvelles publications. Ceux qui ont moins souvent besoin de telles publications peuvent soit se présenter en personne, soit indiquer en détail par écrit les sujets ou les régions sur lesquels ils désirent se renseigner. Les publications ne sont pas envoyées contre remboursement ni sur paiement différé; on demande à l'acheteur d'estimer approximativement la valeur de la commande et d'acquitter le montant par mandat postal payable au receveur général du Canada; tout montant versé en trop sera remboursé.

Les demandes de cartes et rapports géologiques publiés par les organismes des gouvernements provinciaux doivent être adressées au ministère des Mines, ou à l'organisme équivalent, dans la capitale de la province. Les adresses postales

La prospection au Canada

paraissent en appendice. Certains gouvernements provinciaux publient des catalogues desdites publications.

La Commission géologique du Canada, dans l'Étude 54-1, donne la liste des principaux index et catalogues des publications émises par le gouvernement fédéral et les gouvernements des provinces.

Photographies aériennes

La photographie aérienne a établi son utilité comme aide à la prospection dans plusieurs régions du Canada. Son utilisation ne garantit pas le succès, elle n'est pas non plus essentielle, mais rares sont les régions du pays où elle n'a été d'aucune assistance. Il a déjà été fait mention des services que cette photographie peut rendre au prospecteur; mais vu que le sujet prend de plus en plus d'importance, il importe d'y revenir ici plus longuement.

La photographie aérienne du Canada a débuté en 1920, et presque toute la superficie sise au sud du 60° de latitude a été photographiée, du moins d'une

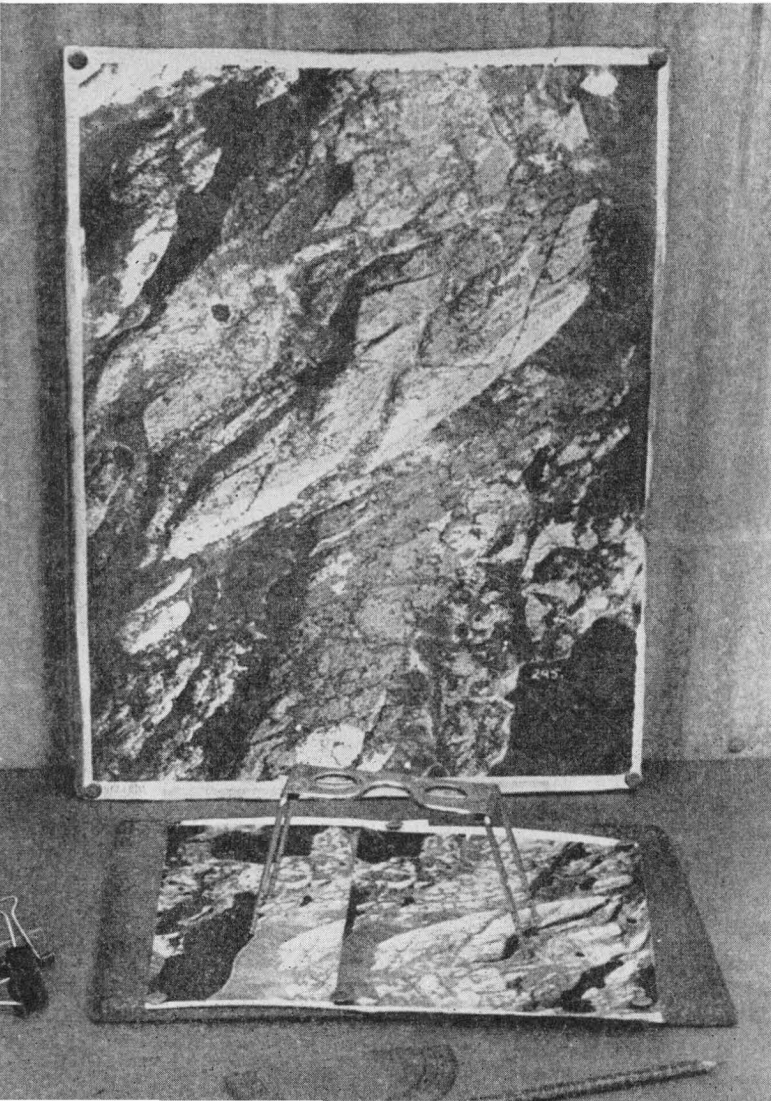


Planche XLVIII

Petit stéréoscope et paire de photos aériennes verticales disposées de façon à pouvoir être examinées au stéréoscope. A l'arrière-plan, photo aérienne verticale agrandie.

façon préliminaire. Les aviateurs et les arpenteurs du Canada ont été parmi les premiers à établir les méthodes de travail et à appliquer la technique aux levés topographiques. Du même coup les géologues canadiens ont adapté l'emploi de la photographie aérienne à leurs propres exigences. Rien d'étonnant alors que le prospecteur ait vite compris que la photographie pouvait, dans bien des cas, lui rendre de précieux services.

Genres de photographies aériennes

Les photographies aériennes se répartissent en trois groupes principaux: les *verticales*, les *obliques ordinaires* et les *trimétragonales* (voir les planches VII, X, XI, XII, XV et XVIII). Toutes sont d'ordinaire prises en série suivant une ligne de vol bien précise. Les progrès récemment réalisés dans la fabrication des lentilles, des pellicules et des papiers assurent de bien meilleures photographies. Toutefois, maints détails géologiques se trouvent masqués par la végétation, sauf dans les régions stériles. C'est pourquoi les meilleures photographies destinées à la géologie ou à la prospection sont en général prises de bonne heure le printemps ou tard l'automne. De plus, si la région est accidentée ou montagneuse, des ombres viennent masquer certains détails, sauf si la photographie est prise au milieu du jour. Dans la plupart des cas, cependant, il faut utiliser des photographies qui ont été prises à d'autres moments; ces dernières donnent néanmoins assez satisfaction dans l'ensemble. Toutes les photographies ou à peu près sont en blanc et noir. On a tenté l'emploi des pellicules en couleurs pour certaines photographies aériennes spéciales, mais les résultats obtenus ne sont pas particulièrement utiles au travail de géologie au Canada, à cause des arbres, de la mousse et du lichen qui recouvrent les roches. Des progrès techniques pourraient cependant accroître la valeur de la photographie en couleurs.

Photographie verticale

Les photographies verticales sont prises avec la caméra directement tournée vers le sol; le procédé donne une surface plane presque sans distorsion d'échelle. Chaque photographie se superpose sur une partie de la voisine, ce qui permet de voir les mêmes détails terrestres sur deux photographies adjacentes. On peut ainsi obtenir une vue en relief par l'examen au stéréoscope. L'emploi de cet appareil est avantageux surtout pour examiner les terrains accidentés ou montagneux, car il crée une image à trois dimensions, qui donne du "relief" à l'anatomie topographique. Le stéréoscope est également utile pour étudier les photographies de certaines régions passablement planes car ces régions présentent souvent des dénivellations qui intéressent les prospecteurs et les géologues. D'aucuns préfèrent ne se servir du stéréoscope que dans une photothèque ou au bureau principal, où ils soulignent les traits qui les intéressent; d'autres se servent sur le terrain d'un petit instrument pliant. On peut se procurer des stéréoscopes chez les marchands de fournitures pour ingénieurs et dessinateurs; les dimensions et les prix varient. Certains stéréoscopes accentuent le "relief" topographique; ils aident à l'étude des régions à faible relief.

Le stéréoscope ne peut servir que pour les photographies verticales qui ont été prises de façon que chacune couvre une partie de la superficie représentée sur la suivante. Au moyen de l'instrument, un œil peut voir une photographie et l'autre œil, la partie correspondante de l'autre photographie prise par l'avion

La prospection au Canada

un peu plus loin le long de la ligne de vol. L'observateur voit en profondeur ou en "relief" la surface terrestre photographiée. Il existe deux sortes de stéréoscopes, l'un à miroirs et l'autre à lentilles. Certains instruments de la première catégorie sont fabriqués de manière à pouvoir se plier; on peut les apporter sur place, pour utilisation sur le terrain. Le stéréoscope à lentilles, format de poche, vaut environ \$15; il présente l'avantage spécial de pouvoir être apporté avec soi le jour, mais son emploi est plus difficile à apprendre. Voici la façon d'utiliser le stéréoscope: placer, l'une à côté de l'autre et dans la position réelle qu'elles occupent par rapport à la ligne de vol, deux photographies montrant la région ou le point que l'on désire étudier; disposer l'instrument sur les photographies de façon à permettre d'apercevoir le point central de chacune dans le miroir ou la lentille qui lui est propre; choisir ensuite une île ou un petit affleurement qui apparaît sur les deux photographies; placer l'index de la main gauche et l'index de la main droite sur ce point sur chacune des photographies; approcher les yeux directement au-dessus des petits miroirs ou au-dessus des lentilles; déplacer quelque peu les photographies à droite ou à gauche, puis en haut ou en bas, les deux doigts bien en place, jusqu'à ce que les deux extrémités des doigts n'en fassent plus qu'une seule; enlever enfin les doigts; un léger rajustement assure ensuite aux deux images l'exacte "fusion stéréoscopique", et alors tous les détails avoisinants apparaissent en relief. Il faut beaucoup de patience et de pratique pour en venir à obtenir rapidement la "fusion" des photographies et pouvoir reconnaître tous les traits. On recommande au novice dans l'utilisation des photographies aériennes de recourir d'abord à d'autres moyens que celui du stéréoscope. Par la suite, il pourra juger utile de se procurer un stéréoscope et d'apprendre à manier cet instrument.

Les premières photographies verticales aériennes ont été généralement prises à une altitude d'environ 10,000 pieds du sol, au moyen d'un objectif de huit pouces. Le procédé donnait une échelle d'environ un quart de mille au pouce, et la photographie était reproduite sur papier de huit pouces sur dix. Par la suite, les améliorations apportées aux avions et aux chambres photographiques ont permis de photographier le sol d'une altitude de 15,000 à 20,000 pieds, ce qui donnait à peu près un demi-mille au pouce. La photographie était reproduite sur papier de dix pouces sur dix. Depuis 1950, on a tendance à photographier à de très hautes altitudes, 30,000 à 35,000 pieds, ce qui donne à peu près un mille au pouce. Pour des fins spéciales, par exemple pour des travaux de précision à proximité des camps miniers, des photographies verticales ont été prises à des altitudes bien plus faibles, ce qui avait pour effet de préciser davantage les détails et d'augmenter l'échelle. Certaines régions ont été survolées plusieurs fois, de sorte qu'il en existe des photographies à plusieurs échelles et de qualités différentes.

Les photographies verticales sont celles qui d'ordinaire donnent le plus satisfaction. Mais la photographie verticale exigeant plus de temps et d'argent que les autres, on n'a recours pour le moment, dans certaines régions, qu'à la photographie oblique et à la photographie trimétragonale.

Photographie oblique ordinaire

Au début, les photographies obliques ordinaires étaient prises du nez d'un hydravion, la caméra légèrement tournée vers le sol à un angle d'environ 45 degrés par rapport à la direction du vol. Trois photographies étaient prises de

chaque position de l'aéronef; on les désignait "obliques" de gauche, du centre, et de droite. Lorsque des aéronefs à cabines plus modernes ont remplacé les hydravions, on a pu utiliser des chambres triples disposées de façon à prendre une "oblique", dans la direction arrière le long de la ligne de vol, et des "obliques" de gauche et de droite dans la direction arrière à un angle d'environ 45 degrés de la ligne de vol. Toutes les photographies obliques donnent lieu à des effets de perspective et perdent graduellement de la précision dans la direction de l'horizon. Le novice peut les lire plus facilement, car elles présentent une vue plus naturelle que les photographies verticales, mais les distances sont difficiles à estimer. Les photographies de cette catégorie sont aujourd'hui jugées désuètes pour des fins de cartographie, et la plupart des régions que l'on avait d'abord photographiées de cette façon ont été survolées de nouveau pour prendre des photographies verticales.

Photographie trimétrigonale

La photographie trimétrigonale, qui a débuté au cours de la dernière guerre, est une combinaison du procédé vertical et du procédé oblique; une photographie est prise directement dans la direction du sol, et des "obliques latérales" de gauche et de droite à angles droits par rapport à la ligne de vol. Les photographies de cette catégorie sont généralement prises à une altitude d'environ 20,000 pieds du sol, avec des objectifs de six pouces, la photographie verticale étant à l'échelle d'à peu près 3,000 pieds au pouce.

La photographie trimétrigonale est beaucoup plus rapide et bien moins coûteuse que la photographie verticale, et s'adapte parfaitement à la cartographie des vastes étendues. Elle ne convient pas aussi bien au travail de précision à cause de l'échelle adoptée et parce qu'elle ne se prête pas à l'examen stéréoscopique. La photographie trimétrigonale présente un avantage pour l'interprétation géologique, attendu que les vastes étendues qu'elle embrasse peuvent révéler d'importants traits, comme les replis de terrain, qui pourraient échapper à la photographie verticale. Parce qu'elle est faite avec de l'outillage plus moderne et à de fortes altitudes, elle devient plus utile à cette fin que l'ancienne photographie oblique.

Agrandissements

Des agrandissements de photographies verticales s'avèrent très utiles dans le cas des travaux géologiques détaillés et des entreprises spéciales de prospection. Cependant, si les photographies sont trop agrandies, les détails s'estompent. L'agrandissement à l'échelle de 400 ou 500 pieds au pouce est satisfaisant dans une foule de cas.

Mosaïques

Si l'on désire obtenir une vue d'une région plus étendue que celle que représente une seule photographie verticale, on peut assembler plusieurs photographies de régions avoisinantes et les monter sur un carton, ou les photographier pour en permettre la reproduction. On désigne ces montages sous le nom de mosaïques "non contrôlées et non rectifiées" parce qu'il y a une certaine distorsion. Elles fournissent une vue utile d'une région, d'un groupe de claims miniers par exemple, mais elles ne sont pas rigoureusement exactes quant à l'emplacement et à

La prospection au Canada

la distance. Dans le cas de certaines régions, la Division des levés topographiques a préparé des mosaïques non contrôlées et en vend des copies photographiques. Pour ce qui est d'autres régions, il arrive que des sociétés minières se fassent préparer par une entreprise commerciale des photographies spéciales en vue de la préparation d'une mosaïque. D'autres achètent des copies de photographies disponibles et préparent leurs propres mosaïques.

Utilisation des photographies aériennes

Les prospecteurs et les géologues se servent des photographies aériennes surtout pour préciser la position de divers détails topographiques comme les affleurements, les contacts, les failles, les plis et les variations dans les types de roc. Du sol, on peut difficilement discerner la configuration générale de ces accidents de terrain, à moins d'être placé sur une haute colline ou une montagne. On pourra voir ces caractéristiques sur les photographies sous forme de roc dénudé, de différences dans l'altitude, ou de différences dans la végétation dues aux caractéristiques différentes de la roche ou du sol sous-jacent. Celui qui est rompu à l'examen de ces photographies pourra aussi distinguer les variétés générales de roc, comme le granite, la roche verte, les roches sédimentaires à stratification mince et les dykes de couleur pâle et de couleur foncée. On peut les reconnaître aux différents tons que présentera la photographie, ou d'après la texture mise en relief par la désintégration de la roche le long des fractures, des zones de cisaillement et des zones de contact. Ceci est surtout vrai de celui qui a déjà parcouru la région. Il connaît l'aspect que prennent certaines formations sur les photographies et peut se servir de ces connaissances pour interpréter les photographies d'autres parties de la région.

Il ne s'agit pas de demander au novice en prospection de maîtriser immédiatement l'utilisation des photographies aériennes; il devra d'abord s'occuper de plusieurs autres questions. Cependant, il pourra les utiliser bientôt pour mieux comprendre la géologie, choisir les régions de prospection, diriger son travail, rédiger ses notes et préparer ses esquisses. On traite ces sujets succinctement ci-dessous.

Un prospecteur qui étudie la géologie ou qui désire apprendre comment les accidents géologiques apparaissent sur les photographies aériennes trouverait probablement avantageux de se procurer le "Catalogue de photographies aériennes remarquables des collections de la Commission géologique" publié par la Commission géologique du Canada à titre d'Étude 47-26. Ces collections comprennent environ 200 photographies choisies spécialement en vue d'illustrer différents accidents géologiques et diverses régions physiographiques. Le catalogue donne les numéros de commande de photocopies, ainsi qu'une courte description de chacune, mais il ne renferme pas de reproductions des photographies. On peut se procurer la plupart de ces photocopies de la Photothèque nationale de l'air, mais c'est seulement la Commission géologique qui envoie sur demande des épreuves tirées de quelques négatifs spéciaux.

Nous avons déjà décrit de quelles manières les photographies aériennes pouvaient faciliter le choix d'une région de prospection, la préparation des plans de travail lorsqu'une région a été choisie et diriger le prospecteur vers des accidents de terrain que n'indiquent pas les cartes topographiques ou géologiques. Il est bon de répéter ici que les photographies montrent rarement tous les affleure-

ments. D'ordinaire, en parcourant le terrain on pourra en découvrir d'autres que cachent les arbres ou d'autre végétation, ou qui se trouvent le long des rives des cours d'eau. Ainsi, on ne devrait pas se passer de prospecter certains endroits simplement parce qu'on n'y voit pas d'affleurements, sur les photographies aériennes. Cependant, une personne qui s'y connaît peut discerner de vastes régions couvertes de marais, de drift glaciaire ou d'autres terrains de couverture où l'on ne trouvera probablement pas d'affleurements.

Les photographies aériennes servent aussi à compléter les cartes topographiques, car la plupart d'entre elles sont à plus grande échelle et bien souvent elles permettent de repérer presque exactement un endroit en se reportant à quelque objet: arbre isolé, petite île, détail de la ligne du rivage, courbe dans un cours d'eau, petit affleurement, etc. On peut ainsi marquer sur la photocopie des gîtes de découverte ou d'autres détails, ou les endroits où l'on prélève des échantillons ou des spécimens. Une autre méthode consiste à planter une épingle à travers le point à marquer et à inscrire un numéro ou une note au dos de la photocopie à côté du trou d'épingle.

Lorsqu'un prospecteur fait rapport à ceux qui l'emploient ou qui lui avancent des fonds, ou cherche à convaincre une société d'envoyer un représentant examiner une découverte, il est pour ainsi dire essentiel de fournir un croquis. Rien ne saurait être plus utile à cet égard qu'une photographie aérienne sur laquelle on a marqué les détails importants, ou qu'un calque sur lequel on a reporté, d'une ou plusieurs photographies, les routes, sentiers, principaux lacs et cours d'eau, les accidents géologiques importants et les emplacements des découvertes. On devrait toujours indiquer sur ce calque l'échelle approximative et la direction nord.

La plupart des photographies sont prises le long de lignes de vol orientées aussi exactement d'est en ouest que possible; on fait une envolée en une direction et la suivante en direction contraire. Cependant, par exception, l'envolée se fait dans n'importe quelle direction. Règle générale, on fixe la direction approximative au nord en choisissant un accident de terrain comme un lac, une route, ou un cours d'eau indiqué à la fois sur la photographie et sur une carte, et au moyen de ces accidents on oriente la photographie de manière à faire correspondre ces détails tant sur la photographie que sur la carte. Il arrive parfois qu'une photographie indique une ligne arpentée qu'on a coupée à travers la forêt, ce qui permet de mieux s'orienter dès que l'examen de la carte montre où sont le haut et le bas de la photo.

L'échelle d'une photographie, ou d'une série de photographies varie dans une certaine mesure à cause de l'aberration de l'objectif de l'appareil, de l'inclinaison de l'avion, de l'irrégularité de la ligne de vol, et de l'inégalité de la surface du terrain qu'on photographie. On rectifie ces inexactitudes de l'échelle lorsqu'on prépare des cartes précises au moyen de photographies aériennes, mais il est permis de ne pas en tenir compte pour la prospection. L'échelle approximative figure au dos de beaucoup de ces photographies. Sinon, on peut choisir deux points qui figurent sur une carte, puis mesurer et comparer les distances sur la photographie et sur la carte. Une autre méthode consiste à mesurer sur le sol la distance entre deux points notés sur une photographie.

La prospection au Canada

Comment consulter ou se procurer des photographies aériennes

C'est l'Aviation royale du Canada et diverses sociétés commerciales d'aviation travaillant à forfait pour le compte de ministères du gouvernement fédéral qui ont effectué la plus grande partie de la photographie aérienne au Canada. On a aussi fait beaucoup de photographie pour le compte des gouvernements provinciaux, de sociétés minières, pétrolières et d'exploitation forestière, mais il est rare que le public puisse se procurer des épreuves de photographies prises pour le compte de ces sociétés.

Services de l'administration fédérale

Le ministère des Mines et des Relevés techniques assure le service de la Photothèque nationale de l'air, à Ottawa. On y garde une copie de chaque photographie prise pour le compte du gouvernement fédéral, soit environ trois millions en tout. Les visiteurs à la Photothèque peuvent étudier les photographies de toutes les régions, mais la Photothèque ne les prête pas. Elle transmet les commandes de copies à l'Aviation royale du Canada, qui garde les négatifs et tire les copies et agrandissements désirés. On désigne les photographies par des numéros de série, qui se composent d'ordinaire d'un numéro de vol et d'un indicatif du rang de la photographie dans la série qui a été prise en une occasion donnée. La description indique aussi la direction dans laquelle une photographie oblique ou trimétragonale a été prise.

On peut se procurer gratis à la Photothèque une carte indiquant le genre de photographies disponibles pour n'importe quelle région du Canada.

Les épreuves par contact coûtent 50c. chacune. Les agrandissements peuvent coûter jusqu'à \$12.50 dans le cas des plus grands qui mesurent 40 pouces sur 60. Le prix des copies des mosaïques est à peu près le même que celui d'un agrandissement de même grandeur.

On peut commander par la poste à la Photothèque les photos requises en insérant un exemplaire de la meilleure carte disponible, ou un calque de cette dernière, qui indique l'emplacement exact de la région pour laquelle on désire obtenir une photographie. On devrait communiquer les renseignements suivants:

1. L'échelle désirée, s'il s'agit de photographies verticales. Dans le cas de certaines régions, on peut se procurer des photographies aux échelles d'environ 1, 2 et 4 pouces au mille, et même à une échelle encore plus grande pour ce qui est de certaines régions.
2. Si l'on désire obtenir des copies à fini mat ou glacé. Les premières sont préférables pour les inscriptions à la plume ou au crayon, mais le fini glacé fait ressortir les détails davantage.
3. Si l'on désire en faire l'examen au stéréoscope. Sinon, on n'aura besoin que de la moitié autant de photographies.

La Photothèque fait savoir quel est le montant à verser et commande les photographies au reçu dudit paiement, qui devrait être fait au moyen d'un mandat-poste payable au Receveur général du Canada.

Services des gouvernements provinciaux

En Colombie-Britannique, en Alberta, en Ontario et au Nouveau-Brunswick, on peut examiner des photographies qui couvrent une bonne partie de ces pro-

vinces et, dans certains cas, on peut les acheter de bureaux des gouvernements provinciaux. On peut obtenir des renseignements des organismes suivants:

1. Photothèque de l'air, ministère des Terres et Forêts, Victoria (C.-B.).
2. Directeur des services techniques, ministère des Terres et Forêts, Edmonton (Alb.).
3. Arpenteur général, ministère des Terres et Forêts, Toronto (Ont.).
4. Directeur de la Photogrammétrie, ministère des Terres et Forêts du Nouveau-Brunswick, Frédéricion (N.-B.).
5. Fondation de recherches de la Nouvelle-Écosse, Halifax (N.-É.).
6. Directeur des arpentages, ministère des Mines et Ressources naturelles, Winnipeg (Man.).
7. Contrôleur des arpentages, ministère des Ressources naturelles, Regina (Sask.).

Autres ouvrages à consulter

Smith, H. T. U.: *Aerial Photographs and Their Applications*; Appleton-Century, 1943.
Prix \$5.80.

Ouvrage sur les photographies aériennes, leur utilisation et leur interprétation. Il comprend des chapitres qui traitent de l'utilisation des photographies aériennes dans différents secteurs de la géologie, y compris la géologie minière et la géologie appliquée au génie.

Outstanding Aerial Photographs in North America; *Amer. Geol. Inst.*, Rapport n° 5, 1951. Publié par l'*Amer. Geol. Inst.*, 2101, avenue Constitution, Washington (D.C.).

Cette publication renferme des renseignements élémentaires sur la photographie aérienne, une liste de photographies marquantes illustrant divers phénomènes géologiques, et une excellente liste de renvois à d'autres ouvrages et articles sur l'interprétation des photographies aériennes. La publication ne comprend pas de reproductions de photographies aériennes.

Lang, A. H., Bostock, H. S., et Fortier, Y. O.: *Catalogue provisoire de photographies aériennes remarquables incluses dans les collections de la Commission géologique*; Comm. géol., Canada, Étude 47-26 (1947). Prix 15c.

Une liste de photographies aériennes choisies de façon spéciale, avec notes explicatives. On pourra ensuite commander, à la Photothèque nationale de l'air, des photographies appropriées illustrant certains accidents géologiques particuliers, ainsi que la façon dont ils apparaissent sur les photographies aériennes.

Selected Papers on Photogeology and Photo Interpretation; Research and Development Board, Washington (D.C.), 1953.

Exposé assez complet des sujets, utilisable dans les études avancées, mais d'obtention peut-être difficile.

CHAPITRE IX

MÉTHODES SPÉCIALES DE PROSPECTION

Dans le chapitre précédent, on a traité des méthodes traditionnelles de prospection auxquelles peuvent recourir tous ceux qui en apprennent les rudiments, sans qu'il faille employer d'instruments spéciaux ni posséder de connaissances approfondies. A mesure que les affleurements de gîtes de minerai devinrent plus difficiles à trouver, on inventa ou on chercha à mettre à point des méthodes spéciales en vue de faciliter la recherche de gisements cachés par les terrains de couverture ou par du roc stérile ou de gîtes affleurants mais difficiles à reconnaître. On connaît certaines de ces méthodes spéciales depuis un certain temps, mais ce n'est que depuis peu qu'on les met à l'essai à une grande échelle; d'autres n'en sont encore qu'à leur début et il faudra les examiner ou les améliorer davantage; on en découvrira certes encore d'autres. Dans certains pays, c'est au moyen de méthodes spéciales qu'on a découvert ces dernières années presque tous les gîtes de minerai, car on avait déjà étudié attentivement la plupart des affleurements. Le Canada est heureux de posséder encore beaucoup de territoire où l'on peut utiliser les méthodes ordinaires, mais même s'il en est ainsi, on s'intéresse de plus en plus aux méthodes spéciales, surtout parce qu'elles rendent possible la découverte de massifs de minerai dans des régions déjà colonisées et desservies par des moyens de transport et autres installations. La limite des régions déjà étudiées au Canada au moyen de méthodes ordinaires de prospection est située passablement au nord, mais le domaine non encore touché par les méthodes particulières de prospection s'étend encore jusqu'au sud du pays. Un champ immense s'ouvre donc aux chercheurs qui voudront découvrir de nouvelles méthodes, éprouver l'efficacité de celles qu'on connaît déjà, améliorer les techniques actuelles, ou simplement utiliser celles qui sont maintenant bien établies. Les indices découverts de cette manière sont parfois incertains: d'ordinaire, il faut pour les confirmer procéder à de coûteux sondages ou recourir à d'autres moyens; ces méthodes n'en jouent pas moins un rôle important dans l'industrie minière. L'amélioration des techniques spéciales actuelles et la découverte de nouvelles méthodes offrent un immense champ à de nouvelles recherches.

La plupart des méthodes particulières sont coûteuses et de caractère si technique qu'il faut recourir à des investigateurs scientifiques ou à des ingénieurs pour le choix du lieu à explorer et des méthodes, pour la direction des travaux et l'interprétation des résultats. Les prospecteurs bien compétents pourront en utiliser quelques-unes, celle des levés géophysiques ordinaires avec la boussole d'inclinaison ou les détecteurs de radioactivité, par exemple, et même aussi certaines méthodes géochimiques, mais les prospecteurs moins expérimentés devraient d'abord se familiariser complètement avec les méthodes ordinaires et feraient bien d'y acquérir plusieurs années d'expérience avant de recourir aux

La prospection au Canada

méthodes particulières, à moins que ce ne soit sous surveillance. Au prospecteur novice qui cherche de l'uranium, on conseille de se procurer, comme seul appareil spécial, un appareil de radioprospection ou, s'il cherche du tungstène, une lampe à ultraviolet. Les débutants sont portés à croire que ces nouvelles méthodes les dispenseront d'apprendre les méthodes ordinaires et de les mettre en pratique; certains vont jusqu'à demander le nom d'un compteur Geiger qui leur permettra de découvrir de l'or ou d'autres métaux non radioactifs.

Bien qu'on puisse se procurer bon nombre de dispositifs spéciaux sûrs pour faciliter la prospection, l'attrait de la richesse minérale cachée et les incertitudes que comportent ces travaux ont fourni un champ d'action fructueux aux chevaliers d'industrie et exposé les naïfs à bien des embûches. Au moyen âge, d'après Agricola, on pendait ceux qui prétendaient être capables de découvrir des gisements de minerai au moyen de baguettes divinatoires comme celles que les sorciers emploient pour chercher de l'eau. De nos jours, certains prétendent encore pouvoir trouver du minerai par des moyens aussi simples, ainsi que par des appareils plus mystérieux, et même par des procédés mentaux qui ne requièrent aucun appareil. On s'évitera des déceptions et des pertes financières en n'achetant que de marchands dignes de confiance, ou en n'achetant que les instruments qui sont recommandés dans les manuels réguliers ou les rapports officiels, et en s'abstenant de recourir à des méthodes ou des appareils mystérieux, et d'ordinaire secrets, à moins que celui qui les recommande ne soit un spécialiste dont l'honorabilité est reconnue.

Le forage au diamant n'est pas en soi une méthode spéciale de prospection, mais une façon presque indispensable de contrôler les indices et les théories résultant de l'utilisation de méthodes particulières. De fait, le grand essor qu'ont pris les méthodes particulières et leur emploi grandissant sont attribuables en grande partie aux progrès réalisés par les fabricants de matériel de forage au diamant et par les entrepreneurs, les ingénieurs et les foreurs qui y recourent, étant donné que ce sont ces appareils qui permettent de contrôler la valeur de prospection.

Les principales méthodes particulières ou indirectes de prospection, qu'on utilise souvent deux ou plus à la fois, sont traitées ci-dessous. On ne les traite pas par le détail, parce que la plupart ne peuvent être utilisées que par des professionnels qui sont bien versés dans cette science et au courant des nombreux ouvrages publiés sur ces sujets, et aussi parce qu'on consacre un chapitre distinct aux méthodes géophysiques. On continue et l'on continuera sans doute les recherches visant à améliorer les méthodes spéciales de prospection connues et à en créer d'autres.

Études géologiques détaillées

On trouve parfois des gisements de minéraux en forant ou en éprouvant autrement les indices géologiques qui figurent sur les cartes géologiques régulières ou que fournissent les observations géologiques ordinaires. Cependant, il faut, règle générale, effectuer des recherches géologiques spéciales. Dans les camps miniers bien établis les études géologiques détaillées et la préparation de cartes constituent la plus ancienne et la plus essentielle de toutes les méthodes particulières de prospection. On s'est graduellement rendu compte qu'il est d'importance capitale de déterminer de façon aussi complète et aussi concluante que possible

les facteurs géologiques qui font que les massifs de minerai connus se trouvent là où ils sont; d'étudier les mines et régions minières, y compris les anciennes, pour trouver si les massifs de minerai connus n'auraient pas de prolongement et pour découvrir des configurations semblables, qu'on appelle en langage minier populaire des "gageures géologiques". Les travaux de ce genre comportent d'ordinaire une étude approfondie des gîtes métallifères connus à la surface et dans le sol dans un camp minier donné, et la préparation d'une carte détaillée de tous les affleurements de roche dans ledit camp. On peut appliquer d'un camp à l'autre, de façon générale, les principes qui régissent la formation de gîtes minéraux, mais les détails varient, de sorte qu'il faut procéder à de nouvelles études pour chaque camp. Les sociétés d'exploitation minière font d'ordinaire une bonne partie de ce travail elles-mêmes, et les organismes gouvernementaux font tout ce qu'ils peuvent lorsque plus d'une propriété minière et plus d'un propriétaire sont en cause, mais étant donné les nombreuses demandes qui existent pour ce genre de travail, sa lenteur, et la haute qualité du travail exigé, le personnel et les services actuels ne peuvent pas accomplir toute la besogne qu'il serait souhaitable.

L'emplacement d'un gîte minéral dépend d'ordinaire de causes structurales, stratigraphiques, ou lithologiques. Il est déterminé par diverses structures (failles, zones de laminage, systèmes de fissures, plis, etc.) qui ont ouvert la voie aux solutions minéralisatrices, ou par le contact de roches de composition différente. La mise en place du minerai dépend parfois de l'ordre stratigraphique de certaines couches particulièrement favorables ou de la présence d'une ou plusieurs roches favorables. Souvent, les conditions déterminantes incluent plusieurs de ces éléments. Dans certains camps, on peut établir nettement l'intervention de ces facteurs, mais dans d'autres, on ne peut que les conjecturer. Dans l'un ou l'autre cas, il est entendu qu'on doit faire tout ce qui est possible pour résoudre chaque problème, y compris la préparation de cartes détaillées et d'études approfondies de la région environnante, en appuyant fortement sur les éléments déjà connus ou supposés. Parfois, on obtient des résultats extraordinaires facilement rattachables à l'emploi de ces méthodes, mais plus souvent, il semble s'agir plutôt des progrès lents auxquels donne lieu un camp d'exploitation minière après les succès du début lorsqu'on complète les travaux géologiques détaillés par des études géophysiques ou autres. Pour ces deux raisons, on juge maintenant indispensable d'effectuer des recherches géologiques détaillées dans le cas de camps miniers.

Nous avons une preuve de l'efficacité de ce travail dans les importants progrès réalisés dans la zone minéralisée qui s'étend de la région de Rouyn jusqu'à Bell River, dans le nord-ouest du Québec. Après la mise en valeur fructueuse de la mine *Horne* à Noranda, des prospecteurs et des géologues examinèrent les affleurements sur une distance de près de cent milles le long de cette zone, et par la suite plusieurs autres mines entrèrent en production. On a reconnu la nécessité de faire des études géologiques plus détaillées pour compléter la carte régulière préparée à l'échelle d'un mille au pouce, et l'on a en somme refait une carte détaillée de toute la zone en portant une attention toute particulière aux types de roc, aux lits supérieurs et inférieurs des formations et aux coulées de lave, ainsi qu'aux zones de faille. Ce travail, complété à certains endroits par des études géophysiques, a permis d'élaborer des programmes de forage au diamant

La prospection au Canada

qui ont abouti à la découverte de plusieurs gisements importants dans des régions recouvertes de drift.

La mine d'uranium *Ace*, en Saskatchewan, nous fournit un autre exemple. Au cours de la Seconde Guerre mondiale et aussitôt après la fin des hostilités, lorsque l'uranium était relativement peu connu et en grande demande, on a effectué des recherches bien organisées dans la Saskatchewan septentrionale, parce qu'on y avait découvert de faibles traces de pechblende quelques années auparavant. On retint les services de prospecteurs d'or expérimentés et on leur montra à utiliser le compteur Geiger. Des géologues choisirent les régions générales où il fallait chercher et contrôlèrent les découvertes des prospecteurs. Pendant ce temps on dressa une carte géologique à l'échelle d'un mille au pouce pour compléter une carte de reconnaissance beaucoup plus ancienne de la région, et l'on prépara des cartes plus détaillées de certaines régions favorables. En moins de deux ans les prospecteurs et les géologues découvrirent environ mille indications de substances radioactives dans la région; on explora les plus prometteuses au moyen de tranchées et de forage au diamant. L'établissement d'une nouvelle carte révèle la présence d'une grande faille que la carte de reconnaissance n'avait pas montrée. L'une des découvertes radioactives se trouvait près de cette faille et le géologue-conseil proposa à la société d'explorer cette partie de la faille et le roc de chaque côté au moyen de forages, parce que même si les indications n'étaient pas très impressionnantes, les perspectives structurales semblaient beaucoup plus favorables que celles d'autres découvertes. A la suite de ces travaux on découvrit un massif de minerai infiniment plus important que ne l'indiquaient les signes superficiels. Bien qu'on ait effectué des travaux considérables sur d'autres découvertes dans la région, au moment de la préparation de ce texte, la mine *Ace* est la seule grande productrice d'uranium dans la région, mais il se peut que la mine *Gunnar* lui fasse concurrence sous peu.

Des études minéralogiques spéciales aident beaucoup d'ordinaire à déterminer la nature précise de la distribution des minerais et des minéraux auxquels ils sont associés. Ces connaissances peuvent aider à trouver l'origine d'un dépôt, la répartition de poches de minerai dans un gisement, et la distribution des dépôts dans une région. Ces dernières années on a inventé des instruments qui permettent de mener des expériences sur les températures auxquelles les minéraux se sont formés et de déterminer approximativement le temps qui s'est écoulé depuis que les minéraux radioactifs ont été déposés.

En parlant de la prospection ordinaire, on a fait allusion au fait que beaucoup de gîtes minéraux sont entourés d'une zone de roc qui a été altérée d'une façon quelconque. Des études spéciales en vue de déterminer la nature des formes d'altération propres à une région et la recherche de rocs altérés de cette façon ont démontré leur efficacité dans certains cas. Étant donné que l'enveloppe altérée qui entoure un dépôt minéral peut être aussi large, ou beaucoup plus large, que le dépôt lui-même, la reconnaissance du phénomène d'altération, soit dans les affleurements, soit dans les carottes-témoins, accroît les chances de découverte. Les travaux de recherche de ce genre peuvent comprendre l'examen microscopique de roches et de minéraux, des estimations de la température de formation des minéraux, des recherches spéciales (d'après une méthode désignée sous le nom "d'analyse thermique différentielle") sur les substances argileuses

qui se forment communément dans les zones d'altération, et des études géochimiques comme il en est question plus loin.

Autres ouvrages à consulter

- Behre, C. H., fils: "Geology in exploration"; *Precambrian*, oct. 1952, pages 16 et 17. (Résumé d'un article publié d'abord dans le *Mining Congress Journal*, avril 1952.)
- Broderick, T. M.: "Exploration for Ore Deposits"; *Econ. Geol.*, vol. 44, n° 5, 1949, pages 357 à 375.
- Callaway, H. M.: "Expense of Exploration"; *Econ. Geol.*, vol. 49, n° 3, 1954, pages 328 à 330.
- Davidson, S.: "Modernized Exploration Technique in Eastern Canadian Mining Fields"; *Bull. Can. Inst. Min. Met.*, janv. 1944, pages 49 à 52.
- Dawson, A. S.: "The Application of Geology in the Search for Industrial Mineral Deposits"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LII, 1949, pages 23 à 26.
- Forrester, J. D.: "Mining Geology and the Engineering Aspects of Mineral Exploration"; *Econ. Geol.*, vol. 44, n° 6, 1949, pages 545 à 550.
- Hulin, C. D.: "Factors in the Localization of Mineralized Districts"; *Mining Technology*, vol. 9, n° 1, 1945, pages 1 à 17.
- Kerr, Paul F.: "Mineralogical Methods in Mineral Exploration"; *Mining Engineering*, août 1949, pages 22 à 25.
- Kuhn, Truman, H.: "Subsurface Methods as Applied in Mining Geology"; *Subsurface Geologic Methods*, Colorado School of Mines, 1950, pages 969 à 988.
- Langford, G. B.: "Mining Geology in Canada"; *Bull. Can. Inst. Min. Met.*, sept. 1948, pages 517 à 520.
- Locke, A.: "Profession of Ore Hunting — The New Mining Geology"; *Precambrian*, vol. 26, n° 10, 1953, pages 8 à 15, 28, et suite dans le n° 11, pages 15 à 17, 27.
- Lovering, T. S., et d'autres: "Rock Alteration as a Guide to Ore—East Tintic District"; *Econ. Geol.*, Mono. n° 1, 1949.
- McDougall, David J.: "The Marginal Luminescence of Certain Intrusive Rocks and Hydrothermal Ore Deposits"; *Econ. Geol.*, vol. 49, n° 7, 1954, pages 717 à 726.
- Nolan, T. B.: "The Search for New Mining Districts"; *Econ. Geol.*, vol. 45, n° 7, 1950, pages 601 à 608.
- "Report of The Committee on Research on Ore Deposits of The Society of Economic Geologists"; *Econ. Geol.*, vol. 42, n° 6, 1949, pages 524 à 562.
- Schmitt, H.: "Modern Aspects of Mining Geology"; *Eng. Min. J.*, février 1939, pages 69 à 72.
- Sullivan, C. J.: "Geology as an Aid to Ore-Finding"; *Chem. Eng. Min. Rev.*, vol 39, n° 3, 1946.
- Swanson, C. O.: "A Perspective on Mining Geology"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LII, 1949, pages 89 à 92.

Prospection géophysique

La géophysique peut se définir ainsi: la physique du globe terrestre et de son atmosphère. Dans ce sens général, elle englobe divers sujets d'étude: la météorologie, la chaleur intérieure de la terre, la résistance des roches et les phénomènes magnétiques, électriques, séismiques et radioactifs qui sont la base de la prospection géophysique. Depuis nombre d'années, on se sert de méthodes magnétiques pour déceler des prolongements de gîtes magnétiques de fer déjà connus et d'autres gîtes de minéraux magnétiques qui sont invisibles en profondeur. D'autres méthodes furent ensuite mises au point et, tout en étant fort spécialisée, la prospection géophysique est devenue une aide précieuse dans la recherche et le délimitation d'une foule de gîtes minéraux. Elle représente d'ordinaire un travail intermédiaire entre des études détaillées de géologie et le forage. La prospection géophysique a donné d'excellents résultats dans les recherches de



Planche XLIX

Trousse portable de détermination des métaux contenus dans l'eau de rivière.

pétrole, probablement parce que la plupart des nappes de pétrole, étant bien plus étendues qu'un massif de minerai, sont de ce fait plus faciles à découvrir.

La plupart des travaux de géophysique demandent à être exécutés et interprétés par des spécialistes compétents seulement. La prospection faite à la boussole d'inclinaison, au magnétomètre, ainsi qu'à l'aide de certains types d'appareils à polarisation spontanée et des détecteurs de radioactivité peut, toutefois, dans certaines conditions, être réussie par des prospecteurs expérimentés dont les connaissances techniques sont peu étendues. Ces méthodes ainsi que les méthodes plus compliquées de prospection géophysique seront décrites dans le prochain chapitre. Le compteur Geiger et d'autres types d'appareils de radioprospection sont, au fond, des instruments géophysiques et leur emploi systématique sur le terrain ou du haut des airs pour la mesure de la radioactivité est généralement considéré comme faisant partie de la prospection géophysique. Il va de soi que les appareils de radioprospection sont d'un emploi courant en matière de recherches ordinaires d'uranium.

Une série d'études sur les différentes méthodes géophysiques viennent d'être rédigées à l'intention du profane par la *Society of Canadian Exploration Geophysicists*, mais le tirage en a été vite épuisé. La société a bien voulu nous permettre de reproduire la matière de ces études, qui, légèrement modifiée, forme le prochain chapitre.

Prospection géochimique

Les méthodes géochimiques de prospection se fondent sur la présence probable dans le voisinage d'un massif de minerai de très faibles quantités d'un ou de plusieurs des métaux qui y sont contenus. On peut les découvrir dans les roches entourant le massif de minerai, dans le sol recouvrant ces roches, dans l'eau qui a filtré à travers ce sol ou ces roches, ou dans les plantes croissant dans un tel sol. Une concentration inusitée de métal se produisant de l'une de ces manières s'appelle une anomalie géochimique. Les métaux dispersés dans la roche encaissant un gîte de minéraux primaires forment une *auréole de dispersion* ou *ceinture* de minéraux primaires et les métaux dispersés dans la roche altérée encaissant un gîte, ou dans le sol, l'eau ou les plantes, forment une auréole de dispersion ou ceinture de minéraux secondaires. Une répartition variable de la teneur en métal, diminuant ou s'élargissant à peu près en forme de triangle et apparemment orientée vers une source, s'appelle *éventail de dispersion*. Certains éléments associés d'ordinaire à un métal recherché, et qu'il est parfois plus facile de découvrir que ce métal lui-même, s'appellent *indicateurs géochimiques (pathfinders)*.

Certains pays utilisent depuis quelque temps déjà avec un certain succès les méthodes géochimiques. Ces recherches deviennent plus efficaces quand on les combine avec l'emploi des méthodes de prospection géophysique et géologique. Les méthodes géochimiques n'ont pas été beaucoup employées au Canada avant ces dernières années, car on jugeait que les terrains de couverture d'origine glaciaire, qui recouvrent les roches dans la plupart des régions du Canada, ne donnent pas une assez bonne idée des roches sous-jacentes, mais on estime maintenant que cette considération a moins de poids qu'autrefois, au moins en ce qui a trait à certaines régions et dans certaines conditions.

Les relevés géochimiques de reconnaissance peuvent se faire en recueillant des échantillons au hasard ou en suivant et en examinant des cours d'eau. Les relevés détaillés se font à des points situés sur un quadrillage à maille plus ou moins serrée selon le détail désiré et les résultats sont reportés avec précision sur une carte. A certaines fins, on dispose de troussees portatives pour effectuer des essais chimiques très précis d'échantillons (*voir* planche XLIX); à d'autres fins, on peut se servir d'un laboratoire mobile ou établir un laboratoire temporaire à l'intérieur ou près de la région à l'étude; et à d'autres fins, on envoie des échantillons à un laboratoire permanent. Certains essais peuvent être faits par des prospecteurs expérimentés mais, en général, la prospection géochimique donnera probablement de meilleurs résultats si elle est faite par des scientifiques ou surveillée et interprétée par ces investigateurs. Quoi qu'il en soit, personne ne devrait employer ces méthodes sans étudier minutieusement quelques-unes des nombreuses publications sur le sujet. La Commission géologique du Canada ne fait pas d'analyses géochimiques pour le public. Les notes suivantes ne portent que sur quelques-uns des principaux points concernant les différentes méthodes.

Études de la roche en place

Elles se font d'ordinaire parallèlement à de minutieuses investigations géologiques, des échantillons spéciaux étant prélevés à intervalles réguliers. Pour certaines investigations, on peut faire l'essai d'échantillons sur le terrain, au moyen d'une trousse chimique portative; sinon, on les envoie à un laboratoire pour leur faire subir une analyse chimique, spectrographique ou autre.

La prospection au Canada

Études des sols

On prélève des échantillons des terrains de couverture en creusant des fosses ou des tranchées étroites, en se servant d'une tarière, ou en pratiquant des saignées dans une berge. Il faut prélever des échantillons de la roche en place, mais là où la roche en place se trouve à une profondeur excessive, il est possible de recueillir certains renseignements en prélevant des échantillons aussi profondément que possible. On peut réduire le poids des gros échantillons par un mélange soigné du tout et le prélèvement de quarts successifs. La plupart des sols constamment gelés ne se prêtent pas à l'étude géochimique.

Études de l'eau

On effectue d'ordinaire ces relevés géochimiques en remontant un cours d'eau et ses tributaires, un peu comme on le fait dans la prospection au pan ou lors de la recherche des traînées minérales. Les cours d'eau dont les ramifications sont nombreuses méritent la préférence car, drainant plus également le terrain, ils ont plus de chances de dissoudre le métal d'un gîte ou de donner une idée de la teneur en métal de la roche ou du sol avoisinant. L'eau stagnante ne convient pas autant aux essais, car elle contient probablement des matières organiques qui nuiraient aux essais. Les échantillons d'eau sont d'ordinaire examinés au moyen de troussees de campagne ou dans un laboratoire peu éloigné, vu la difficulté d'expédier un grand nombre d'échantillons liquides.

Études de la végétation

Les plantes absorbent les métaux du sol et certaines espèces retiennent un métal dans les feuilles, le bois ou les fruits, en proportion directe de la quantité de métal que renferme le sol. Si elles le font sans donner des indices visibles de l'accroissement de la teneur en métal, on les appelle "plantes à indication cachée", tandis que les quelques plantes qui manifestent des modifications ou une préférence pour la croissance en un milieu particulier s'appellent "plantes à indication visible". Des échantillons se prélèvent d'ordinaire des feuilles ou des bourgeons et certaines des principales autorités recommandent l'échantillonnage de tiges de la deuxième année. On apporte d'ordinaire ces échantillons à un laboratoire où, après combustion totale, les cendres subissent diverses analyses chimiques ou spectrographiques. S'il est difficile d'expédier un échantillon, on peut faire en sorte de le réduire en cendres sur le terrain.

Les études géochimiques portant sur des végétaux s'appellent communément prospection "biogéochimique" ou "botanique".

Autres ouvrages à consulter

Boyle, R. W., Illsley, C. T., et Green, R. N.: *Geochemical Investigation of the Heavy Metal Content of the Streams and Spring Waters in the Keno Hill - Galena Hill Area, Yukon Territory*; Comm. géol., Canada, Bull. 32 (1955).

Geochemical Prospecting Abstracts Through June 1952; U. S. Geol. Surv., Bull. n° 1000-A. Chez Supt. of Documents, Washington 25, D.C. Prix 20c.

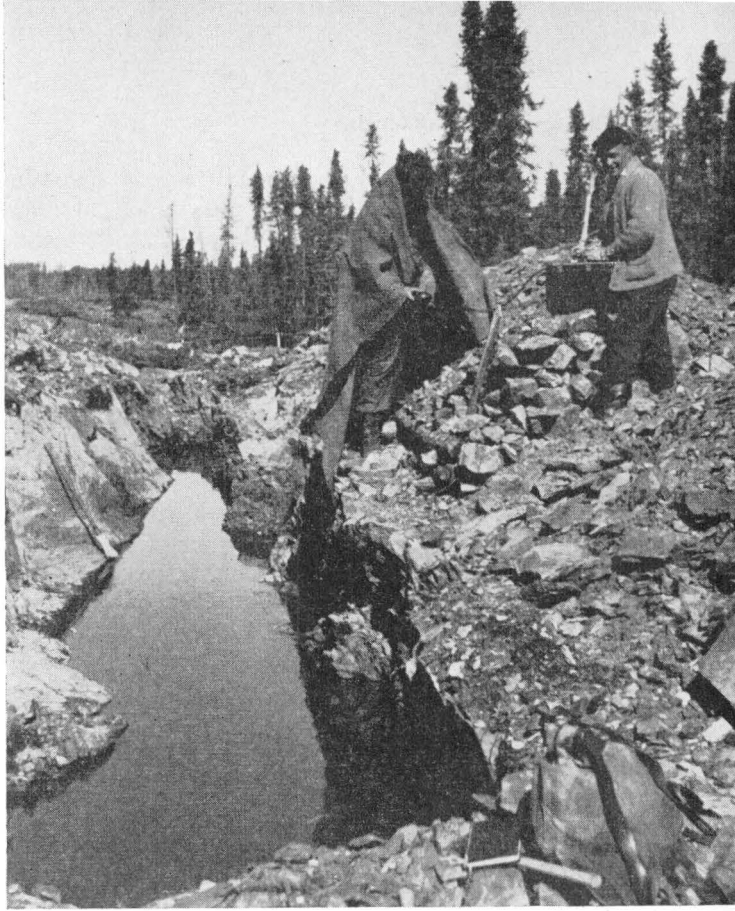
Hawkes, H. E., fils: "Geochemical Prospecting for Ores; A Progress Report"; *Econ. Geol.*, vol. 44, 1949, pages 706 à 712.

Ostle, D.: "Geochemical Prospecting for Uranium"; *Mining Magazine*, oct. 1954.

Riddell, John E.: *Relevés géochimiques du sol et de l'eau dans le canton de Lemieux*; min. Mines, Québec, R.P. 302 (1954).

Planche L

Appréciation d'un gîte de scheelïte au moyen d'une lampe à ultraviolet tenue sous une bâche. Remarquer la tranchée (à moitié pleine d'eau de pluie) creusée pour dénuder le gîte.



- Wark, W. J.: "Geochemical Prospecting in Lakes and Rivers"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LVIII, pages 111 à 114 (1955).
- Warren, H. V., et Delavault, R. E.: "Geochemistry in Minefinding"; *Western Miner and Oil Review*, mars 1955.
- Warren, H. V., Delavault, R. E., et Irish, Ruth I.: "Acetonic Dithizone in Geochemistry"; *Econ. Geol.*, vol 48, n° 4, 1953, pages 306 à 311.
- Williams, David: "Geochemical Prospecting Research Centre at the Royal School of Mines, Imperial College of Science and Technology"; *Bull. Inst. Min. Met.*, nov. 1954, pages 51 à 58.

Fluorescence

Certains minéraux brillent ou deviennent fluorescents lorsqu'ils sont exposés dans l'obscurité aux radiations ultraviolettes de lampes dites lampes fluorescentes ou lampes à ultraviolet. L'effet est saisissant. Il permet de déceler la présence et de déterminer la répartition de certains minéraux qui possèdent cette caractéristique, mais ce n'est pas un guide sûr pour la détermination des minéraux. On demande parfois une liste ou une carte colorée des couleurs diagnostiques des minéraux fluorescents, mais la question est loin d'être aussi simple.

La fluorescence est causée par l'excitation des atomes de certains minéraux sous l'influence de rayons ultraviolets (rayons dont les longueurs d'ondes sont plus courtes que celles de la lumière ordinaire). On parle parfois à cet égard de

La prospection au Canada

“lumière noire”. Les lampes portatives, qu'on a perfectionnées ces dernières années, projettent des rayons ultraviolets accompagnés de très peu de lumière ordinaire, laquelle nuit à l'effet produit. Elles sont plus légères et plus compactes que les modèles antérieurs. Certaines lampes, du fait de leur construction, émettent à la fois des radiations longues et courtes.

Par malheur, la fluorescence de certains spécimens d'un minéral est visible, tandis que celle d'autres spécimens est invisible. Parfois, un seul spécimen brille en présentant différentes couleurs, probablement à cause de la présence d'impuretés. Aussi la liste des couleurs n'aide guère à reconnaître rapidement les minéraux. La fluorescence fournit le moyen de distinguer entre ceux qui sont doués de fluorescence visible et ceux qui ne le sont pas, et elle permet de faire des essais de fluorescence sur les “perles” produites au chalumeau.

Là où la fluorescence est le plus utile, c'est pour découvrir la scheelite, principal minéral du tungstène, et en apprécier les gîtes ou pour trier les fragments de roches qui en contiennent. La scheelite ressemble à d'autres minéraux qui ne brillent pas; aussi la lampe à ultraviolet est-elle utile pour en chercher dans des gîtes qui pourraient en contenir. On peut le faire le soir ou sous un capuchon ou un drap de toile le jour, ou à tout moment de la journée, dans les chantiers de mine souterrains. La scheelite et le molybdotungstate de calcium (autrefois appelé “powellite”) sont les seuls minerais de tungstène qui soient fluorescents.

Quand régnait une pénurie aiguë de tungstène au début de la Seconde Guerre mondiale, il fut remédié à la situation grâce à de la scheelite récupérée d'une grande mine d'or canadienne où fut découvert beaucoup plus de scheelite qu'on ne le prévoyait, quand un géologue examina les chantiers souterrains à l'aide d'une lampe à ultraviolet. Un autre géologue élaborait une méthode de mesurage des zones fluorescentes, qui permet d'estimer le taux de tungstène présent dans des gîtes de scheelite.

La fluorescence a également été utile pour déceler certains autres minéraux, comme les minéraux secondaires d'uranium, mais mieux vaut d'ordinaire se servir d'un appareil de radioprospection pour chercher de l'uranium au Canada.

Les lampes à ultraviolet dont l'énergie provient de petites piles et qui sont réalisées spécialement pour les prospecteurs, les géologues et les minéralogistes sont en vente chez plusieurs marchands d'instruments de laboratoire et d'arpentage (voir planche LXV).

Voici une liste de certains des principaux minéraux fluorescents et des notes sur leur comportement. Vu que les connaissances s'améliorent peu à peu, il ne faut pas considérer ces notes comme complètes ou définitives.

L'apatite: n'est pas fluorescente d'ordinaire, mais certains spécimens provenant de quelques localités sont fluorescents.

La barytine: peut, dans certains spécimens, présenter une fluorescence d'un vert bleuâtre ou d'un blanc jaunâtre, qui est pâle.

Le béryl: n'est pas fluorescent d'ordinaire, mais on dit que certains spécimens présentent une fluorescence verte.

La calcite: plusieurs spécimens sont fluorescents, avec une gamme de couleurs étendue.

La célestine: certains spécimens présentent une fluorescence bleue ou blanche avec reflets bleus.

Le *cinabre*: n'est pas fluorescent, mais on peut découvrir la présence de mercure au moyen d'une lampe de quartz à ultraviolet et d'un écran spécial.

La *dolomie*: des spécimens de plusieurs localités sont fluorescents.

La *fluorine*: fut le premier minéral qui donna lieu à des études sur la fluorescence, d'où la dérivation du nom désignant le phénomène. La plupart des spécimens présentent des couleurs vives quand on les expose à des radiations longues.

Le *gypse*: la plupart des spécimens ne sont pas fluorescents, mais certains présentent une fluorescence verte.

La *scheelite*: présente d'ordinaire une vive fluorescence, lorsqu'elle est pure, et à l'état impur, elle présente une fluorescence jaune; aussi, le minerai présentant une fluorescence bleue est-il probablement plus précieux que celui qui présente une fluorescence jaune.

Le *spodumène*: présente parfois une intense fluorescence rouge.

Composés d'uranium: bien des minéraux uranifères secondaires, tels que l'autunite et l'uranophane, présentent une fluorescence d'un vert jaunâtre. La gummite, mélange variable, présente d'ordinaire une fluorescence violette.

Le *zircon*: certains spécimens présentent une brillante fluorescence orange qui pourrait en faciliter la découverte et aider à en estimer la quantité dans les roches et les placers.

Autres ouvrages à consulter

- Dake, H. C.: *The Uranium and Fluorescent Minerals*; Mineralogist Publishing Co., Portland, Ore. (1953). Prix \$2.
- Jolliffe, A. W., et Folinsbee, R. E.: "Grading Scheelite Deposits With an Ultra-Violet Lamp"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLV, 1942, pages 91 à 98.
- McLaren, D.: "Detection of Scheelite by Ultra-Violet Radiation"; *Can. Min. J.*, vol. 64, n° 8, 1943, pages 494 à 500.

CHAPITRE X

PROSPECTION GÉOPHYSIQUE*

Aperçu historique

La géophysique n'a rien de nouveau, sauf peut-être dans sa présente acception populaire. En tant que science, elle est vieille de plus de trois siècles mais à titre d'instrument d'exploration elle est un peu plus jeune, même si elle n'est pas d'origine aussi récente que la plupart des gens le croient.

Pour ceux qui s'intéressent d'abord à l'exploration des ressources minérales, le mot géophysique signifie certaines techniques spécialisées de prospection qui sont de fait nées de la géophysique, science plus ancienne et plus étendue. La géophysique désigne l'étude de la physique de la terre et certaines des connaissances ainsi acquises, une fois appliquées à la recherche des gîtes minéraux, deviennent la science de l'exploration géophysique.

L'histoire de la géophysique remonte à l'antiquité. On pourrait dire que la géophysique a commencé avec l'invention de la boussole. Celle-ci est un instrument géophysique, car elle obéit au magnétisme terrestre, qui est une force physique. D'après certaines légendes, les Chinois connaissaient l'emploi de la boussole 2,000 ans avant Jésus-Christ, mais la première description véritable de cet instrument a été faite au 12^e siècle par Alexander Neckham.

On a fait peu de progrès dans l'étude du magnétisme pendant bien des siècles, probablement parce que les anciens croyaient que la propriété d'attirer l'aiguille magnétique résidait dans les cieux. C'est seulement lorsque sir William Gilbert publia sa magistrale étude sur le magnétisme en 1600 qu'on apprit que la terre elle-même était l'aimant qui régissait l'orientation de l'aiguille de la boussole. Gilbert, qu'on a appelé le "père de l'électricité" et le "Galilée du magnétisme" mérite le titre de "premier géophysicien".

La boussole d'inclinaison

Quelque 20 ans après la publication du traité de Gilbert, des prospecteurs suédois utilisaient des barres magnétiques pour trouver plus facilement les massifs magnétiques de minerai de fer. La boussole d'inclinaison a été perfectionnée à partir de ces premières expériences, mais c'était un instrument si rudimentaire qu'elle ne pouvait servir que dans la prospection de massifs de minéraux fortement magnétiques comme la magnétite et la pyrrhotine. Elle resta le principal instrument de prospection magnétique jusque vers le milieu du 19^e siècle, mais,

* Le présent chapitre est une réédition du livret intitulé *Elementary Mining Geophysics* et publié par la société *Canadian Exploration Geophysicists*; on l'inclut dans ce volume avec la bienveillante permission de cette société. Le texte et quelques illustrations ont été modifiés légèrement par L. W. Morley, chef de la Division de géophysique, Commission géologique du Canada, pour répondre aux besoins du présent ouvrage.

La prospection au Canada

à partir de ce moment-là, on a constamment amélioré la prospection magnétique tant pour ce qui est de la théorie que des instruments. La mise au point de l'appareil "Hotchkiss Superdip", de la balance magnétique Schmidt, du magnétomètre Askania, et du magnétomètre aéroporté a accru l'emploi et étendu les applications des techniques de la prospection magnétique.

La méthode gravimétrique

Une autre force physique utilisée pour la prospection est celle de la gravité. Jadis, aussi, elle constituait un mystère, jusqu'à ce que sir Isaac Newton énonçât les lois de la gravitation universelle en 1687. Toutefois, les études en laboratoire, à petite échelle, n'ont commencé qu'à la fin du 18^e siècle lorsque Henry Cavendish, en Angleterre, inventa sa balance de torsion.

Elle comprenait un fléau muni d'une masse de plomb à chaque extrémité, mis en équilibre et suspendu au milieu par un long fil. L'attraction entre le poids à une extrémité du fléau et un objet mis à proximité faisait tourner légèrement le fléau et la torsion imprimée au fil de suspension mesurait alors l'attraction due à la gravitation entre les deux objets.

C'était essentiellement un instrument de laboratoire, mais en 1880 le baron Roland von Eötvös de Hongrie mit au point une balance de torsion qu'on pouvait utiliser sur le terrain pour mesurer les variations de la gravité d'un endroit à un autre. Au début du siècle actuel, on découvrit que les différences de structures géologiques des régions faisaient varier l'accélération de la pesanteur.

Dès 1917, la balance de torsion servait en Europe à l'étude de dômes de sel et de structures anticlinales. Elle fut introduite aux États-Unis en 1922 par Everett DeGolyer, géologue américain, comme outil de prospection dans la recherche de structures pouvant contenir des gisements de pétrole.

Au cours des 15 années suivantes, la balance de torsion se révéla extraordinairement utile dans la recherche de structures, surtout les dômes de sel, dans lesquelles le pétrole pouvait se trouver. En raison de la lenteur de son fonctionnement, toutefois, on mit au point des techniques plus rapides, en appliquant un principe d'abord formulé par sir John Herschel vers 1833. Il proposait de mesurer les variations de la pesanteur de l'équateur aux pôles par l'allongement d'un ressort hélicoïdal auquel on attachait un poids.

A cette époque, on ne disposait pas des moyens voulus pour fabriquer un instrument suffisamment sensible et précis; aussi ne fût-ce que vers 1918 qu'un instrument pratique de ce genre fut construit par le professeur Gustav Ising, de Suède. Les gravimètres les plus répandus aujourd'hui s'inspirent de celui que Kenneth Hartley a fabriqué aux États-Unis, en 1932, en appliquant le principe de Herschel.

Essentiellement, ces gravimètres mesurent les différences observées dans la densité de massifs rocheux ou minéraux de types différents sous la surface de la terre. On s'en est surtout servi dans l'exploration pétrolière, mais la possibilité de leur emploi dans l'exploration minière mérite une étude plus poussée.

Dans l'exposé précédent, nous avons traité de deux forces physiques, la gravité et le magnétisme, qui tirent leur origine de la terre même. Ce sont des champs de force créés par la nature, et le géophysicien ne peut en modifier ni l'intensité ni le point d'application. Il doit prendre la force telle qu'elle est, cela le dispense d'apporter sur le terrain des appareils plus ou moins encombrants

pour créer un champ de force, mais il subit l'inconvénient de ne pouvoir la régler. Toutefois, dans les méthodes sismiques d'exploration exposées ci-dessous, il crée un champ de force conforme à ses besoins en faisant sauter des explosifs. Il imite ainsi la nature en créant artificiellement des tremblements de terre en miniature.

Méthodes sismiques

On observe les tremblements de terre depuis 20 siècles. Les premiers instruments, fort rudimentaires, dont on se servait en Orient, indiquaient à peu près la direction et l'intensité de ces secousses. L'idée de calculer avec précision le moment de l'arrivée des ondes sismiques à différentes stations pour déterminer leur point d'origine a d'abord été proposé par le révérend John Michell, d'Angleterre, en 1761. Quelque 80 ans plus tard, un éminent ingénieur irlandais, Robert Mallet, reconnut que différentes formations géologiques pouvaient influencer sur la vitesse de propagation des secousses. Il a même employé des dispositifs de mise de feu et de chronométrage électriques dans les expériences qu'il effectuait à l'aide d'explosifs, pour mesurer la vitesse à laquelle les secousses se transmettaient dans différentes formations géologiques. En 1888, A. Schmidt a émis l'opinion que les vitesses de propagation des ondes ou secousses sismiques varient en fonction de la profondeur, notion fondamentale dans l'exploration sismique.

Ce fut la Première Guerre mondiale qui amena vraiment l'utilisation pratique des vibrations sonores ou sismiques. L'armée allemande fit des expériences avec des détecteurs de vibrations pour repérer la position de gros canons. Ces recherches en ce sens aboutirent aux brevets Mintrop de 1919, qui forment la base de la méthode de prospection par réfraction. La même année, J. C. Karcher, aux États-Unis, prit le brevet de base de la méthode de prospection par réflexion, fruit des efforts déployés par l'armée des États-Unis pour repérer par le son la position de gros canons; on l'expliquera ci-dessous. Dans la méthode de prospection par réfraction, le point récepteur est placé à une grande distance du point d'explosion ou de détonation et l'on mesure le temps pris par les ondes pour se réfracter dans les couches de roches sous-jacentes puis parvenir au sismographe récepteur.

La méthode d'exploration sismique par réflexion a remplacé la méthode par réfraction parce qu'elle est plus simple et consomme moins d'explosifs. Essentiellement, elle utilise l'intervalle de temps entre l'explosion et la réception, à la surface, de la vague sismique qui a été réfléchi, plus ou moins comme un écho, par une couche souterraine. Un chronométrage précis permet aux géophysiciens de mesurer la profondeur à laquelle se trouve le banc réfléchissant. La méthode de réflexion est supérieure à celle de réfraction comme moyen de déterminer la réflexion provenant de plusieurs couches.

C'est dans le domaine de l'exploration pétrolière que les procédés sismiques s'appliquent le plus en grand, car ils se prêtent très bien au calcul de la profondeur à laquelle se trouvent les grandes formations plus ou moins horizontales sur lesquelles reposent les nappes pétrolifères, et ils permettent de se rendre compte des plissements ou des failles qui s'y trouvent. La méthode sismique convient moins à l'étude des variations d'étendue assez restreinte et souvent presque verticales, d'une roche à l'autre, qui caractérisent la plupart des gîtes minéraux.

Méthodes de prospection électrique

Les méthodes électriques de prospection minière sont d'utilisation extrêmement souple. Tantôt, c'est le géophysicien qui crée un champ de force adapté à ses besoins, et en détermine le point d'application; tantôt, c'est la nature même qui fournit le champ, et le géophysicien ne fait qu'en chercher le point d'origine.

Le champ électrique naturel que recherche le géophysicien est celui qui émane spontanément de la plupart des gîtes de minéraux sulfurés. C'est un ingénieur cornouaillais, Robert Fox, qui découvrit en 1830, dans les mines de cuivre de Cornouailles, que des courants électriques circulent dans les filons sulfurés. Ses découvertes suscitèrent beaucoup de discussions et d'essais en Angleterre et en Allemagne, entre 1830 et 1845, alors que Fox découvrit effectivement un massif souterrain de minerai de cuivre dans l'une des mines corniques.

On peut aussi produire artificiellement dans le sol des courants électriques au moyen d'un accumulateur ou d'une génératrice: les observations faites à la surface avec un voltmètre spécial permettent alors de mesurer la conductivité électrique des formations sous-jacentes.

A Robert Fox revient également l'honneur d'avoir pressenti, en 1843, que la nature et la composition des formations rocheuses, la teneur en sel des eaux souterraines, et la proportion des minerais sulfurés que renferment les roches influent sur leur conductivité électrique. Les expérimentateurs subséquents réalisèrent peu de progrès, jusqu'au jour où Alfred Williams, d'Angleterre, et Leo Daft, ingénieur américain spécialisé en électricité, employèrent ce qu'on appelle la ligne volante, circuit dont on se sert pour mesurer le courant dans le sol, et qui est entièrement distinct du circuit auquel on a recours pour créer le courant électrique dans le sol. Cette invention fut brevetée en 1902. Les méthodes d'exploration souterraine à base de résistivité électrique ont par la suite pris deux voies différentes. Conrad Schlumberger, poursuivant en France son activité, inventa le procédé par courant continu, qu'il fit breveter vers 1912. A la même époque, Hans Lundberg et H. Nathorst, en Suède, élaboraient une autre méthode de prospection électrique à l'aide de courant alternatif; dès 1918 et 1919, ils firent d'importantes découvertes grâce à leur technique.

En 1916, les travaux de Frank Wenner, de l'*U.S. Bureau of Standards*, rendirent ces méthodes de résistivité capables de donner des résultats quantitatifs plus précis par l'utilisation de quatre électrodes placées à égale distance, ce qui simplifiait les calculs et permettait une étude quantitative de la conductivité électrique.

Induction électromagnétique

Les méthodes électromagnétiques, qui servent à établir, par induction électromagnétique, des courants secondaires dans des conducteurs enfouis, eurent pour point de départ les travaux de Conklin, ingénieur électricien et minier des États-Unis, qui obtint le premier brevet à cet égard en 1917.

Une boucle de fil isolé étant posée par terre, Conklin y faisait circuler un courant afin d'engendrer des courants secondaires dans toute matière conductrice du sous-sol. Puis, pour étudier minutieusement ces courants induits il analysait le champ magnétique qu'ils provoquaient. Presque tous les procédés en usage aujourd'hui s'inspirent, d'une manière ou d'une autre, de ce principe.

Jusqu'ici, les méthodes électriques et magnétiques ont été de beaucoup les plus importantes dans la prospection géophysique du minerai. Dans la prospection du pétrole, ce sont les techniques gravimétriques et sismiques qui priment toutes les autres. Ces quatre procédés sont les principaux auxquels on a recours actuellement pour surmonter les difficultés que soulèvent la découverte et la localisation des modifications sous-jacentes des formations rocheuses ou minéralisées. Ils ne sont pas les seuls cependant, et d'autres se font jour qui pourraient bien s'avérer, dans l'avenir, égaux sinon supérieurs aux techniques établies.

Dans la recherche de l'uranium, on a tiré un grand parti, ces derniers temps, d'instruments enregistrant les désintégrations qui se produisent dans les noyaux atomiques des "éléments radioactifs". C'est là le principe du compteur Geiger qui connaît une telle vogue, comme aussi du compteur à scintillations, plus sensible encore que le précédent lorsqu'il s'agit de procéder à des sondages radioactifs poussés sur le sol. Ce second compteur est utilisé, sans qu'on ait vraiment dépassé le stade des recherches, pour le relèvement aérien de la radioactivité du sol.

Les méthodes géophysiques d'exploration servent à déterminer l'emplacement et la nature des formations géologiques cachées, et à déceler ou délimiter certaines masses minéralisées. Quand les modifications sont assez prononcées pour éveiller l'attention, on leur donne le nom d'"anomalies". Une anomalie géophysique peut se définir comme un groupe de valeurs physiques observées ayant une intensité plus forte ou plus faible que celles qui les entourent. Ces méthodes ne permettent pas encore de déterminer quel métal ou minerai précis se trouve enfoui dans le sol ni quelle quantité y est présente. Il faut toujours recourir aux forages pour savoir si ces substances, par leur nature ou leur quantité, ont une valeur marchande.

Autres ouvrages à consulter

(De caractère général)

Edge, A. A. B., et Laby, T. H. (éditeurs): *Geophysical Prospecting*; Cambridge Univ. Press (1931). Prix \$5.

Heiland, C. A.: *Geophysical Exploration*; Prentice-Hall (1940). Prix \$8.

Jakosky, J. J.: *Exploration Geophysics*; Trija Publishing Co. (1950). Prix \$12.50.

Nettleton, L. L.: *Geophysical Prospecting for Oil*; McGraw-Hill (1940). Prix \$5.

La boussole et l'aimant

L'aimant est un morceau de fer ou d'alliage de fer ayant le pouvoir d'attirer d'autres fragments de même nature. Ce pouvoir s'appelle magnétisme, et c'est la propriété physique dont on tire parti dans des instruments de prospection géophysique tels que la boussole ordinaire, la boussole d'inclinaison et le magnétomètre. Un simple aimant permet même de reconnaître certains minéraux.

Une aiguille que l'on frotte à maintes reprises dans la même direction vers l'un des pôles d'un aimant devient elle-même un aimant. Si cette aiguille est suspendue à son milieu au bout d'un fil ténu, elle se stabilise dans une direction nord-sud et incline vers le bas. Quels que soient les mouvements qu'on lui imprime, l'aiguille revient toujours à la même position, ce qui prouve qu'une force directrice influe sur elle. L'extrémité qui pointe vers le nord s'appelle le pôle nord et celle qui pointe vers le sud s'appelle le pôle sud. La terre entière agit, de

La prospection au Canada

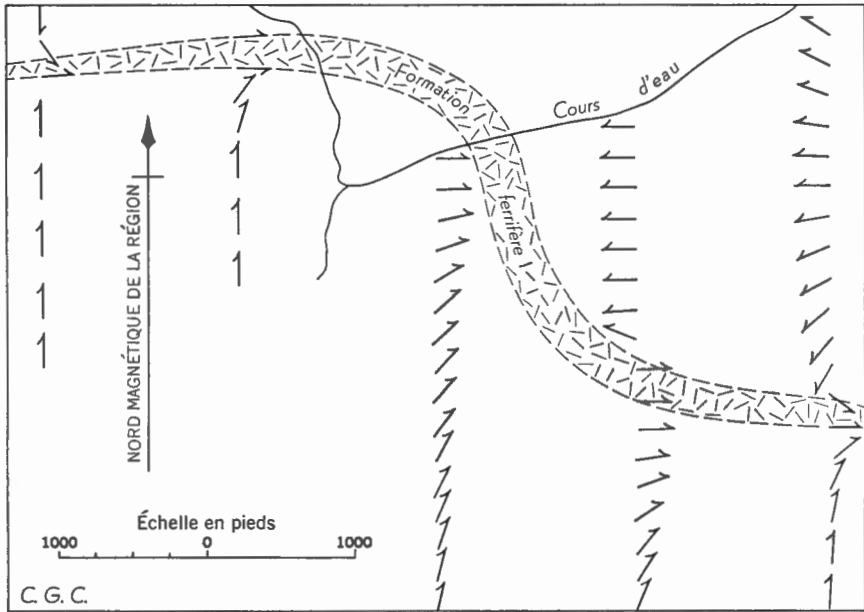


Figure 14. Façon de délimiter une zone ferrifère au moyen d'un levé à la boussole.

fait, comme un immense aimant, et l'aiguille magnétique s'oriente parallèlement à la ligne du champ magnétique terrestre. Ce champ peut être considéré comme le résultat de deux composantes, l'une horizontale et l'autre verticale.

L'aiguille ne pointe pas directement vers le nord vrai ou géographique, car le pôle nord magnétique terrestre est actuellement situé dans l'île Prince-de-Galles (district de Franklin, Territoires du Nord-Ouest).

L'angle horizontal entre l'orientation d'une aiguille suspendue qui pointe vers le nord magnétique et la direction du nord vrai s'appelle "déclinaison" ou variation de la boussole. L'angle vertical que fait l'aiguille suspendue avec l'horizontale est dit "inclinaison". La boussole ordinaire mesure la direction de la composante horizontale; la boussole d'inclinaison mesure l'inclinaison du champ terrestre par rapport à l'horizontale; et le magnétomètre mesure soit l'intensité du champ terrestre, soit la composante verticale, soit la composante horizontale.

La détermination des minéraux

Tout prospecteur devrait posséder une boussole, le plus simple des instruments géophysiques. Elle permet de reconnaître certains minéraux, de localiser diverses espèces de roches et de déterminer l'endroit où certaines masses entrent en contact.

La magnétite (oxyde noir de fer) et la pyrrhotine (sulfure de fer couleur bronze avec teintes de rouge) sont deux minéraux qui, à proximité de la boussole, attirent nettement l'aiguille. La franklinite (oxyde de manganèse, fer et zinc),

la chromite (oxyde de fer et de chrome) et l'ilménite (oxyde de fer et de titane) exercent une attraction beaucoup plus faible. Pour bien établir l'attraction magnétique d'un minéral, il importe de poser la boussole bien à plat et d'approcher l'échantillon de l'aiguille plusieurs fois et dans des directions différentes.

Pour repérer, à l'aide d'une boussole, les formations enfouies, il faut qu'il y ait un fort écart entre l'attraction magnétique des formations rocheuses que l'on recherche et celle des roches environnantes. On peut vérifier s'il en est ainsi en approchant tour à tour de la boussole des échantillons de la formation rocheuse et de la roche environnante, et en notant la déviation de l'aiguille. Si l'aiguille bouge beaucoup dans un cas et très peu dans l'autre, la différence de susceptibilité magnétique devrait permettre de repérer magnétiquement la formation. Même si un fragment tenu en main est incapable de faire dévier l'aiguille de la boussole, toute la masse que constitue une formation étendue peut parfois exercer assez d'influence pour le faire.

Comment procéder à un levé magnétique avec la boussole

Pour apprécier les variations du magnétisme d'une grande zone rocheuse à une autre et dresser une carte des formations et des lignes de contact au moyen d'une boussole, on conseille d'adopter la méthode suivante sur le terrain :

Établir une ligne par jalonnement en travers du contact ou des formations en s'assurant que la ligne s'étend bien au-delà du contact ou bien en deçà des formations dont on veut dresser la carte. Commencer à une extrémité de la ligne, et faire soigneusement des lectures à tous les cent ou deux cents pieds le long de cette ligne; noter ensuite ces lectures. Si l'aiguille s'éloigne de cinq à dix degrés de la direction prise au commencement de la ligne (déviation de la normale), c'est qu'un changement s'est produit dans le caractère magnétique de la roche sous-jacente et, selon toute probabilité, dans sa nature.

La déviation de l'aiguille peut être forte comme on le voit dans la figure 14. En l'occurrence, des lectures ont été faites à des intervalles de cent et de deux cents pieds, tout le long de la ligne jalonnée, à travers la formation ferrifère. La direction de l'aiguille est indiquée par de petites flèches. De cette manière, on peut dresser la carte de dykes de diabase, de masses de gabbro, de syénite de granits, d'ardoise et de roches volcaniques tout autant que de formations ferrifères. Si les déviations magnétiques se révèlent très prononcées dans un même secteur peu étendu, on est presque en droit de conclure à une concentration locale de magnétite, mais seul l'échantillonnage permettra de savoir s'il s'agit d'un gisement exploitable.

L'aimant ordinaire (en forme de fer à cheval ou de barreau) peut être très utile au prospecteur. Sa plus forte aimantation le rend plus apte que la boussole à la détermination des minéraux susmentionnés. Quiconque en fait usage a le choix entre trois modes d'emploi: ou bien le mettre en équilibre tout délicatement et en approcher l'échantillon; ou bien le suspendre à une ficelle et l'approcher de l'échantillon; ou encore pulvériser l'échantillon et en faire l'essai à l'aide de l'aimant. On peut repérer ainsi des quantités étonnamment faibles de substance magnétique. Pour avoir une idée de la proportion de matière aimantée que renferme un échantillon, il faut broyer d'abord un morceau de grosseur suffisante, faire la séparation de toutes les particules magnétiques en passant et repassant plusieurs fois l'aimant dans cette matière et en ayant soin de bien nettoyer l'ai-

La prospection au Canada

mant chaque fois; puis, lorsqu'il ne se produit plus aucune attraction, comparer ce qui a été enlevé à ce qui est resté.

La boussole d'inclinaison

Bien que la boussole ordinaire puisse servir à localiser la ligne de contact entre des masses rocheuses de caractères magnétiques très différents, elle perd de son utilité à mesure que le caractère magnétique des masses rocheuses s'uniformise davantage. Force est alors de recourir à un instrument plus sensible pour différencier les deux zones magnétiques. C'est là que la boussole d'inclinaison se révèle précieuse.

La première "boussole d'inclinaison" s'appelait "cercle d'inclinaison", et consistait en une aiguille magnétique délicatement montée sur un axe horizontal. Si l'on tenait la boussole magnétique de façon que l'aiguille fût libre d'osciller dans le plan vertical du méridien magnétique, cette aiguille finissait par se stabiliser dans la direction des lignes de force magnétique de la terre (champ magnétique), permettant ainsi de mesurer l'inclinaison du champ magnétique terrestre.

La boussole d'inclinaison couramment employée en prospection est une adaptation du cercle d'inclinaison, en ce que l'aiguille est pourvue d'un contrepoids mobile attaché à l'une de ses extrémités. Sous l'effet du contrepoids, l'aiguille prend un angle arbitraire par rapport à l'inclinaison du champ magnétique terrestre, quand la boussole d'inclinaison est maintenue dans le plan de ce champ. En utilisant le contrepoids, on fait intervenir la pesanteur. Elle agit sur l'aiguille contrairement à la force magnétique. L'intensité de la pesanteur est à peu près constante d'une région à l'autre, tandis que la force magnétique varie en direction et en intensité, d'un point d'observation à un autre, modifiant ainsi la position d'arrêt de l'aiguille. On peut ajuster l'appareil de façon que l'aiguille soit à peu près horizontale quand on entreprend le levé d'une région donnée, ce qui accroît la sensibilité de l'instrument. Dans l'utilisation de tous les genres d'instruments magnétiques, il importe au plus haut point que le manipulateur mette un soin extrême à n'avoir ni sur sa personne, ni à proximité de l'instrument, la moindre parcelle de fer, car une telle présence agit sur la boussole ordinaire, la boussole d'inclinaison et le magnétomètre, et donne lieu à des indications erronées. Durant les mesures, il faut s'assurer que trousseau de clés, couteau de poche, boucle de ceinture, pic de géologue et autres objets métalliques sont suffisamment éloignés de l'instrument pour ne nuire en rien aux observations.

Les lectures faites à la boussole d'inclinaison montrent les variations plus ou moins grandes de l'intensité et de l'inclinaison du champ magnétique terrestre. Il importe donc que l'opérateur, au cours de ses observations, suive une méthode constante, afin que les seules modifications que la boussole d'inclinaison enregistre soient bien des modifications du champ, et non des variations dans le mode d'opération. On fait donc en sorte que l'aiguille oscille dans le plan du champ magnétique terrestre. Cette orientation et la lecture s'obtiennent ainsi qu'il suit:

1. Tenir l'instrument à plat de manière que l'aiguille se trouve dans un plan horizontal, et dégager l'aiguille.
2. Observer la direction du nord magnétique.
3. Se poster solidement face à l'ouest magnétique.

4. Élever l'instrument juste devant son visage, de façon que l'aiguille oscille dans un plan vertical, s'assurant ainsi que le plan vertical de l'instrument coïncide avec celui du champ magnétique terrestre.
5. Noter la position de l'extrémité nord de l'aiguille.
6. Quand la position de l'extrémité nord de l'aiguille est au-dessous de l'horizontale, on fait précéder la notation du signe "plus". Quand elle est au-dessus de l'horizontale, on fait précéder la notation du signe "moins".

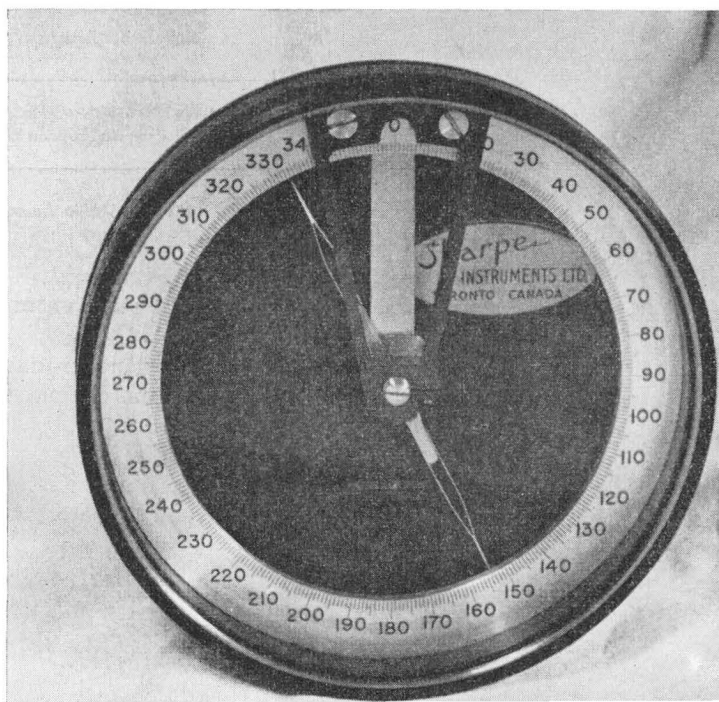
Les lectures au-delà ou en deçà de la normale sont dites "anomalies". Une anomalie aura plus ou moins d'importance selon la nature du problème ou des masses à l'étude. Par exemple, des bandes de magnétite donnent lieu à de grandes anomalies, tandis que les dykes de diabase, de faible teneur en magnétite, ne déterminent que des écarts de quelques degrés par rapport aux masses rocheuses ordinaires que coupent ces dykes.

Mise en plan des résultats

Si l'on met beaucoup de soin à manipuler la boussole d'inclinaison, on pourra porter sur la carte les résultats obtenus à chacun des points d'observation et relier les points d'intensité relative égale par des lignes analogues aux courbes de niveau que l'on inscrit sur les cartes topographiques. Supposons que les lectures de la boussole d'inclinaison sont faites à des intervalles de 200 pieds le long de lignes établies par jalonnement et éloignées de 400 pieds les unes des autres et que les points d'observation sont scrupuleusement notés.

Planche LI

Boussole
d'inclinaison



La prospection au Canada

On peut ensuite reporter ces points sur un plan, à l'échelle voulue, et inscrire auprès de chacun les données recueillies à la boussole d'inclinaison. On relie alors par une courbe les points où l'intensité a été la même ou à peu près, ce qui facilite l'interprétation des observations, comme le montre la figure 15. Il faut évidemment être très circonspect dans la supputation des valeurs ma-

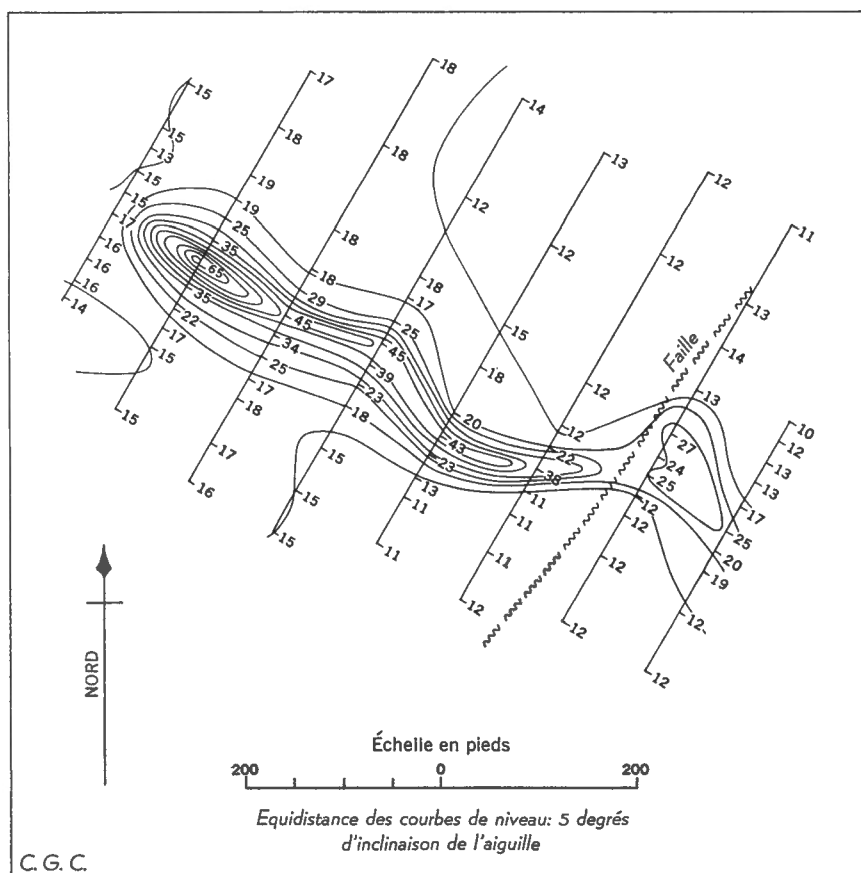


Figure 15. Exemple d'un levé à la boussole d'inclinaison.

gnétiques probables des emplacements sis entre les endroits où des données ont été recueillies.

On supprimera bien des causes d'erreur dans l'utilisation de la boussole d'inclinaison en en faisant l'essai avant chaque levé et en la manipulant toujours avec soin. Certaines erreurs résultent parfois d'un usage maladroit ou d'une défectuosité de l'instrument.

Règle générale, l'opérateur tient la boussole d'inclinaison dans ses mains, en sorte que l'orientation et le niveau ne se prennent qu'à peu près. Théorique-

ment, l'instrument devrait être de niveau, à plomb et exactement dans le plan du champ magnétique de la terre. Bien des boussoles d'inclinaison sont dépourvues de niveau, mais elles sont censées être presque de niveau lorsqu'on s'en sert, puisque l'instrument, suspendu d'un seul point déterminé, est mis de niveau sous l'influence de la pesanteur. L'expérience a démontré que même si l'aiguille s'écarte de cinq degrés de la verticale ou du plan du champ magnétique terrestre, les lectures de l'angle de déplacement ne sont incorrectes que d'à peine un degré. En procédant avec soin, on arrive à placer l'instrument dans un plan qui s'éloigne de moins de cinq degrés du plan du champ terrestre et à moins de deux degrés de la verticale, ce qui suffit à éliminer les effets de ces erreurs.

Voici quelques facteurs d'ordre mécanique qui peuvent entraîner des erreurs dans le fonctionnement de la boussole d'inclinaison:

1. Défectuosités des coussinets, telles que chapes qui se piquent ou accumulation de poussière.
2. Défectuosité des pointes du pivot telles que piqûres, irrégularités, et bouts épointés.
3. Démagnétisation graduelle de l'aiguille.

Les défectuosités qui précèdent influent sur le comportement de l'instrument. Si la boussole d'inclinaison ne répète pas les lectures enregistrées une première fois à un endroit donné, si l'aiguille oscille de façon irrégulière avant de se stabiliser, si elle bouge par saccades, c'est qu'elle fonctionne mal. Quand ces symptômes se manifestent, il faut en tenir compte quand on utilise la boussole jusqu'à ce qu'elle ait été remise en état par un spécialiste compétent.

La boussole d'inclinaison rend des services inappréciables lorsqu'il s'agit de reconnaître rapidement les anomalies magnétiques qui accompagnent ou révèlent certaines structures géologiques, certains massifs rocheux, ou certaines répartitions des minéraux. Elle est l'instrument tout désigné pour localiser les formations ferrifères, déceler les failles dans les formations fortement magnétiques, repérer les dykes et les zones de contact des masses ignées, et, si les roches s'y prêtent, faciliter la mise en carte des frontières qui séparent les formations géologiques avec une précision qu'on ne pourrait obtenir en se fondant seulement sur la présence d'affleurement épars. Elle est donc souvent utile aux prospecteurs et aux géologues d'expérience.

Autre ouvrage à consulter

Stearn, Noel H.: "The Dip Needle as a Geological Instrument"; *Geophysical Prospecting*, 1929, American Institute of Mining Engineering, 1929.

Le magnétomètre

Depuis au moins trois siècles les chercheurs de minerai de fer emploient la boussole ordinaire et la boussole d'inclinaison. Ces instruments suffisent parfaitement tant qu'on a affaire à des gisements très magnétiques, mais il faut un instrument plus sensible lorsqu'il s'agit de déceler une matière de faible puissance magnétique. Étant donné l'extrême sensibilité du magnétomètre, on peut l'utiliser non seulement pour rechercher le minerai de fer

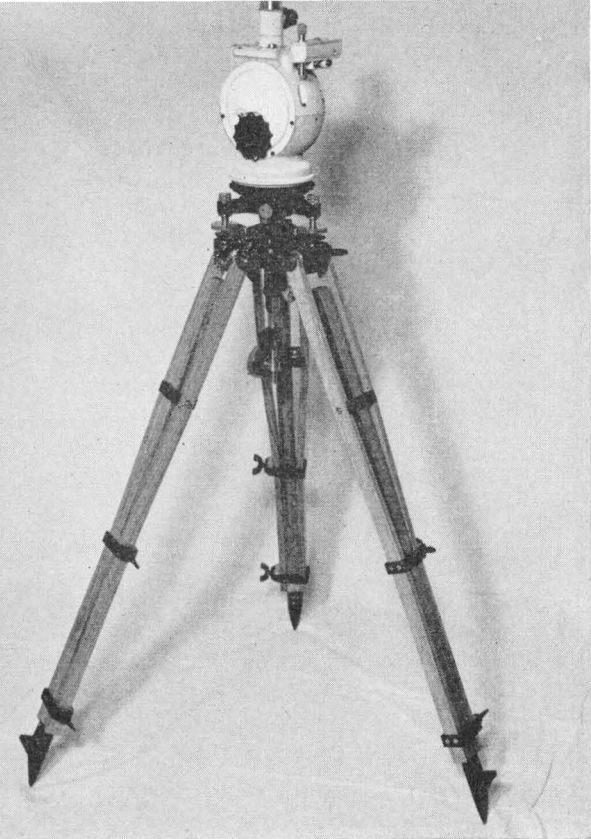


Planche LII

Magnétomètre de Schmidt

magnétique, mais aussi pour déceler la présence de roches et de minerais faiblement aimantés.

Des magnétomètres destinés aux observatoires scientifiques furent mis au point il y a environ un siècle, mais ce n'est qu'en 1915 que l'Allemand Adolf Schmidt a conçu le premier instrument pouvant servir sur le terrain; encore aujourd'hui il sert de modèle à la plupart des magnétomètres. Schmidt appelait son magnétomètre une balance magnétique. De fait, cet instrument diffère de la boussole, d'inclinaison ou autre, en ce qu'il mesure ou "pèse" l'intensité du champ magnétique, au lieu de marquer tout simplement les angles de déclinaison ou d'inclinaison. Certains magnétomètres mesurent la variation de la composante verticale du magnétisme terrestre, de la force magnétique qui s'exerce vers le bas. D'autres magnétomètres, pouvant mesurer la composante horizontale ou l'attraction vers le nord, servent surtout dans les régions équatoriales, où la composante verticale est très faible.

Le champ magnétique de la terre se mesure en unités qui ont reçu le nom de "gammas": on ne doit pas confondre ces "gammas" avec les rayons gamma dont il est question à propos des mesures de la radioactivité.

Le magnétomètre Schmidt (comme tous ceux qui ont été fabriqués d'après ce modèle) est un merveilleux instrument qui allie la précision et la sensibilité à la rusticité. Il consiste essentiellement en deux aimants suspendus à la manière d'un fléau de balance de précision, par l'entremise d'un couteau de quartz qui repose sur des appuis de même substance. La masse des aimants

est disposée de façon qu'ils prennent une position horizontale quand le champ magnétique est normal. On a recours à un microscope pour faire la lecture des déviations qui se produisent. Celles-ci correspondent aux variations de la composante verticale du champ magnétique.

Les magnétomètres Askania, Watts, Wolfson, Sharpe et Ruska sont tous essentiellement les mêmes, et ne présentent que des divergences de détail, soit dans le mode de réalisation soit dans la qualité de la fabrication. Chacun d'eux peut être ajusté de manière à donner des indications d'une précision de 2 gammas, ce qui représente 1/25,000 de la valeur totale du champ magnétique terrestre. Pour être aussi sensible, une balance devrait pouvoir peser un milliardième d'once, atteignant ainsi une précision deux cent cinquante fois plus grande que celle des balances d'usage courant pour l'essai de l'or.

L'Askania et les autres magnétomètres du type Schmidt pour utilisation sur le terrain sont décrits dans tous les ouvrages classiques de prospection géophysique, mais il convient de signaler ici le *Manual on Geophysical Prospecting with a Magnetometer*, de M. J. W. Joyce, du bureau américain des Mines, American Askania Corporation (1937), Houston (Texas). On trouve dans cette brochure tous les renseignements voulus sur les ajustements et soins que requiert le magnétomètre.

Le magnétomètre pour usage sur le terrain est un instrument délicat, dont on ne doit confier l'entretien qu'à des techniciens spécialisés. Il se dérègle assez souvent, mais l'opérateur sur le terrain n'en a pas toujours connaissance. Les magnétomètres employés par des gens qui ne sont pas bien renseignés sur leur fabrication et leur utilisation devraient faire l'objet d'une révision périodique, mensuelle par exemple.

Une autre difficulté que soulèvent les levés magnétiques au moyen d'instruments sensibles provient de l'inconstance du champ magnétique terrestre, qui subit des variations quotidiennes plus ou moins régulières de moyenne ou faible importance, ainsi que des perturbations majeures connues sous le nom de tempêtes magnétiques. Il convient de signaler que les tempêtes magnétiques n'ont rien de commun avec la température. On ne les détecte qu'au moyen de levés magnétiques. Les plus violentes tempêtes magnétiques coïncident avec les périodes de mauvaise réception radiophonique.

Les géophysiciens parent de deux façons à ces inconvénients: ils évitent de se servir du magnétomètre de champ au cours de tempêtes magnétiques, et ils apportent les corrections que nécessitent les variations quotidiennes, en effectuant des mesures de contrôle aux stations de base. Lorsqu'il s'agit de dresser des cartes magnétométriques précises, il ne suffit pas de tracer des profils en se fondant sur les chiffres non corrigés; on doit procéder aux rectifications qui s'imposent par suite des variations diurnes et climatiques, comme l'enseignent les manuels courants de géophysique (voir la liste des ouvrages à consulter).

Comparaison entre le magnétomètre au sol et le magnétomètre aéroporté

Le magnétomètre aéroporté est un instrument assez compliqué qui, se fondant sur des principes d'électronique, sert à mesurer l'intensité du champ magnétique. Comme il est très encombrant, on ne peut le porter à dos d'homme dans la brousse. Le magnétomètre aéroporté est un peu plus sensible que le

La prospection au Canada

magnétomètre pour usage au sol; on l'utilise d'ordinaire à une altitude de 500 à 1,000 pieds au-dessus du sol.

La perception des anomalies magnétiques causées par des minéraux magnétiques ou les variations des propriétés magnétiques de la roche, diminue très rapidement dès qu'on s'éloigne de la source. Les cartes aéromagnétiques étant établies à une altitude de plusieurs centaines de pieds, n'indiquent que les aspects géologiques les plus marquants. Le magnétomètre aéroporté ne remplace pas le magnétomètre au sol; l'emploi des cartes aéromagnétiques devrait précisément nous porter à recourir davantage aux levés magnétiques au sol.

Interprétation des lectures de magnétomètre

Les magnétomètres au sol ont servi à repérer des gisements de minerais et à délimiter les structures géologiques que masquent les terrains de couverture. Règle générale, plus le massif magnétique est gros, qu'il s'agisse de minerais

Planche LIII

Magnétomètre aéroporté.



magnétique ou d'une formation rocheuse plus magnétique que son milieu, plus la profondeur augmente à laquelle on peut le déceler. Aussi, arrive-t-il souvent que le magnétomètre n'enregistre pas les gîtes de magnétite peu étendus et profondément enfouis.

Le magnétomètre sert à la recherche directe de massifs de minerai magnétiques, tels que le minerai de fer magnétique ou les gîtes complexes de minéraux sulfurés à pyrrhotine. Aussi, a-t-il permis de découvrir nombre de gîtes de minerai; le mieux connu de ceux qu'on a découverts ces dernières années est sans doute celui de Quémont, près de Noranda (P.Q.). Toutes les anomalies magnétiques ne résultent pas, cependant, de gisements de minerai; de fait, on ne peut leur en attribuer en moyenne qu'une seule sur cent. Néanmoins, dans des régions comme celles de Sudbury ou de Noranda, où l'on a trouvé des venues de minerai magnétique, il vaut la peine de forer dans la plupart des massifs dont l'anomalie est particulière à certains égards. Par l'analyse minutieuse de certaines anomalies, des géophysiciens compétents peuvent parfois savoir quelles sont la profondeur et la largeur du massif produisant l'anomalie et l'intensité du magnétisme, ainsi que distinguer les gîtes minéraux des roches d'intrusion.

Le magnétomètre pour usage au sol peut servir à découvrir des minéraux non magnétiques importants lorsqu'ils sont associés aux minéraux magnétiques ou à la roche qui en contient. A titre d'exemples typiques, signalons les massifs de serpentine renfermant de l'amiante et les dykes de diorite quartzifère contenant des filons aurifères.

Le magnétomètre peut servir à repérer des structures métallifères enfouies sous les terrains de couverture lorsqu'on sait qu'elles reposent à une distance précise d'une zone de roche magnétique n'ayant aucune valeur économique. C'est ainsi qu'on a effectué au sol des levés au magnétomètre dans la région de Cadillac (P.Q.), où des zones métallifères sont contiguës à des zones de formations ferreuses. Le cas le plus célèbre de cet emploi indirect du magnétomètre est celui de la découverte du prolongement occidental, au-delà d'une faille majeure, de la fameuse série de couches aurifères du Witwatersrand (Afrique du Sud).

Les exemples ci-dessus ont trait à des minerais directement ou indirectement associés à des anomalies magnétiques. L'utilité du magnétomètre au sol s'étend à bien d'autres circonstances. Dans les régions minières du Canada, où la plupart des formations géologiques ont été bouleversées et enfouies sous les couches glaciaires, le magnétomètre au sol sert peut-être surtout à délimiter les structures et formations géologiques qui se cachent sous les terrains de couverture. Les structures associées aux gîtes métallifères, étant d'ordinaire de faibles dimensions, ne se dénotent à peu près jamais à la lecture d'une carte aéromagnétique. On compte d'ordinaire sur le magnétomètre au sol pour déceler les structures géologiques de dimensions moindres qui peuvent renfermer du minerai. Le magnétomètre au sol a fait ses preuves au Canada: c'est un excellent instrument géophysique pour découvrir le minerai et déceler les structures géologiques enfouies sous les terrains de couverture. Lorsqu'il s'agit de travaux d'exploration, on peut abattre plus de besogne et à moins de frais au moyen de levés aéromagnétiques que de levés faits avec le magnétomètre au sol. Pour le travail de précision, cependant, les levés au sol s'imposent.

Les levés aéromagnétiques

Depuis 1947, les levés aéromagnétiques faits par la Commission géologique du Canada lui ont permis de publier près de 225 cartes aéromagnétiques de nombreuses régions du pays; elle en prépare sans cesse d'autres. Comme chacune d'elles comprend environ 375 milles carrés, une vaste superficie a déjà fait l'objet de levés. En outre, plusieurs gouvernements provinciaux et de nombreuses sociétés minières font des levés aéromagnétiques aux termes de contrats passés avec des entreprises de levés aériens, certaines sociétés d'exploration utilisant leur propre matériel.

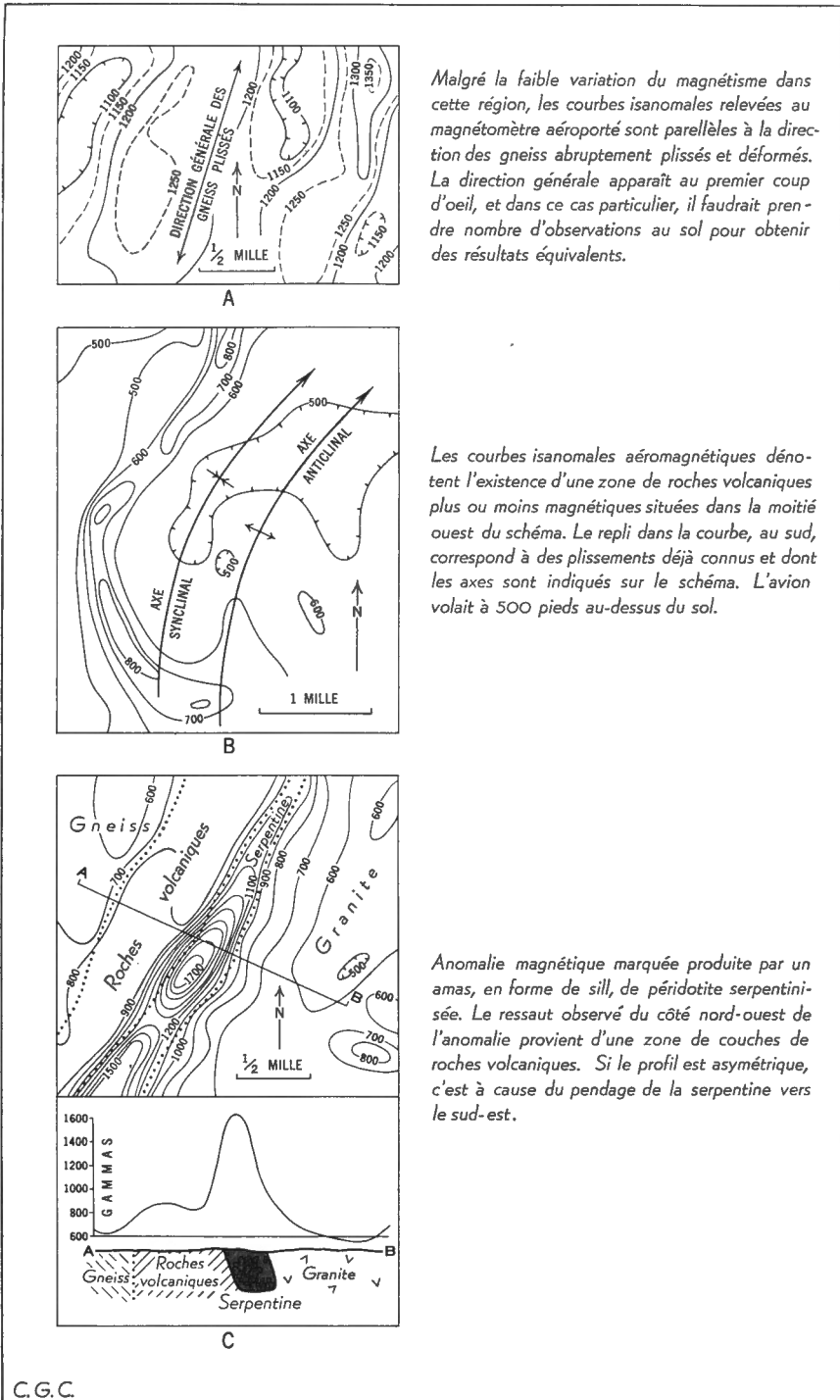
Ainsi il devient, avec les années, de plus en plus probable qu'une région encourageante au point de vue géologique fera l'objet de levés aéromagnétiques. Le prospecteur ou géologue canadien, aux prises avec des difficultés croissantes, ne peut se permettre de négliger aucun moyen utile; ce seul motif lui ferait un devoir de se rendre compte des limites que comportent les levés aéromagnétiques.

Quoique une interprétation détaillée des cartes aéromagnétiques relève plutôt du spécialiste, le prospecteur qui étudie ces cartes lui-même peut en tirer des renseignements très utiles. Nous exposons dans le présent chapitre certains éléments dont il faut tenir compte lorsqu'il s'agit d'analyser les données aéromagnétiques. Nous ne touchons ici ni aux particularités des instruments ni aux techniques de recherches.

Le magnétomètre aéroporté, inventé au début des années 40 pour déceler les sous-marins, a rendu de grands services à cet égard. Une fois le conflit terminé, on appliqua immédiatement cette technique aux recherches de pétrole et, peu après, à celles d'autres minéraux.

Les profils magnétiques sont obtenus le long de lignes de vol espacées selon les exigences géologiques (règle générale, perpendiculairement aux formations dans la région) et à une altitude spécifiée, allant, généralement, de 300 à 1,000 pieds. En même temps, on prend de l'avion la photographie ininterrompue d'une lisière du terrain, afin de pouvoir par la suite situer exactement sur la carte les divers profils relevés. Avant de le reporter, il faut rectifier le profil pour tenir compte de plusieurs éléments variables, telle la variation diurne du champ magnétique de la terre. Souvent on établit un instrument distinct à une station de base dans la région étudiée ou dans le voisinage pour déterminer l'effet des orages magnétiques. Quand surviennent des orages magnétiques importants, les levés sont interrompus.

Les résultats rectifiés des levés, une fois reportés point par point sur la carte, sont reliés par des lignes semblables aux courbes de niveau; les renseignements sont plus faciles à étudier de la sorte. On met parfois en doute l'exactitude des cartes aéromagnétiques. Cela tient à ce qu'on ne fait pas la distinction entre l'exactitude et la multiplicité des détails. Instrument extrêmement stable et sensible, le magnétomètre aéroporté d'aujourd'hui est capable de mesurer d'aussi légères variations dans le champ magnétique de la terre que celles d'une partie sur 60,000. A cet égard, il surpasse la moyenne des instruments utilisés au sol, mais les deux sont plus sensibles et exacts qu'il n'est nécessaire pour répondre à leurs fins respectives. Le magnétomètre aéroporté, cependant, étant utilisé à une altitude de 500 pieds, mettons, réagit aux influences magnétiques qui s'exercent à un moment précis sur une superficie assez étendue. Par exemple, deux anomalies voisines que le magnétomètre au sol pourrait enregistrer comme nettement dis-



Malgré la faible variation du magnétisme dans cette région, les courbes isomales relevées au magnétomètre aéroporté sont parallèles à la direction des gneiss abruptement plissés et déformés. La direction générale apparaît au premier coup d'oeil, et dans ce cas particulier, il faudrait prendre nombre d'observations au sol pour obtenir des résultats équivalents.

Les courbes isomales aéromagnétiques dénotent l'existence d'une zone de roches volcaniques plus ou moins magnétiques situées dans la moitié ouest du schéma. Le repli dans la courbe, au sud, correspond à des plissements déjà connus et dont les axes sont indiqués sur le schéma. L'avion volait à 500 pieds au-dessus du sol.

Anomalie magnétique marquée produite par un amas, en forme de sill, de péridotite serpentinisée. Le ressaut observé du côté nord-ouest de l'anomalie provient d'une zone de couches de roches volcaniques. Si le profil est asymétrique, c'est à cause du pendage de la serpentine vers le sud-est.

Figure 16. Schéma d'interprétation de données aéromagnétiques.

La prospection au Canada

tinctes, peuvent figurer à la carte aéromagnétique comme n'en faisant qu'une. L'insuffisance de détails attribuable à l'altitude à laquelle l'instrument est employé, est compensée pour une part par l'enregistrement d'un profil ininterrompu; les données relevées au sol, par contre, visent certains endroits particuliers.

Le terme "anomalie", employé à tout propos, est souvent accolé au mot "géophysique" lorsqu'il est question de recherches minières. De fait, "anomalie", signifiant tout ce qui sort de l'ordinaire, ne saurait comporter un sens économique. En matière de levés aéromagnétiques, ce mot s'applique à tous les cas où l'on observe un champ magnétique plus intense ou plus faible qu'ailleurs.

En dressant une carte aéromagnétique, on adopte une valeur arbitraire pour le magnétisme afin de n'avoir que des courbes de valeur positive, c'est-à-dire, supérieures à zéro. On conçoit sans peine qu'on ne saurait comparer le degré de magnétisme représenté par une certaine courbe d'intensité ou inscrit comme anomalie maximum avec les données des cartes d'autres régions. C'est d'après l'écart avec le champ normal environnant qu'il faut toujours exprimer l'intensité d'une anomalie, plutôt que d'après le chiffre sommet consigné sur la carte.

Il importe de bien savoir que presque toutes les anomalies magnétiques se rattachent à des variations dans la teneur en magnétite des roches associées. Au surplus, la magnétite étant l'un des minéraux accessoires les plus répandus, surtout dans les roches ignées ou métamorphiques, il est presque aussi extraordinaire dans certaines régions de ne trouver aucune anomalie magnétique que d'en trouver un grand nombre. De ce fait, il n'y a pas lieu de prêter à l'anomalie magnétique découverte dans le bouclier canadien plus d'importance qu'elle n'en mérite et, sans autre preuve, de la considérer comme indice de la présence d'un gîte minéral d'importance économique.

On peut trouver des anomalies magnétiques associées à plusieurs conditions géologiques, notamment:

- a) Un dyke de diabase à olivine recoupant des sédiments plissés.
- b) De l'andésite métamorphosée, en bordure d'une intrusion granitique.
- c) Une formation à magnétite rubanée.
- d) Une ségrégation de magnétite dans du gabbro.

Données corrélatives fournies par la géologie

Si l'on dispose, comme il arrive d'ordinaire, de la carte géologique d'une partie au moins de la superficie à l'étude, on peut comparer les données magnétiques aux formations déjà connues. C'est en rapport avec les données géologiques déjà connues qu'il faut établir la valeur du champ magnétique d'une formation, son degré de variation (désigné, en termes techniques, du nom de relief magnétique) et la texture du champ magnétique (orientation, importance, forme, espacement et continuité des anomalies). On peut alors considérer comme étant du même type de roche les régions présentant le même relief et la même texture magnétiques, surtout lorsqu'elles correspondent à des formations connues.

Lorsqu'on ne dispose que de rares données ou lorsqu'on ne possède aucun détail géologique à l'égard d'une région ayant fait l'objet d'un levé aéromagnétique, il est quand même possible d'interpréter de façon générale les types de roche. Il faut en cela exercer le plus grand soin, car le comportement magnétique de

plusieurs formations est difficile à prévoir. Voici certaines données d'ordre général aptes à en faciliter l'interprétation. Les sédiments très faiblement magnétiques ne donnent lieu qu'à des courbes d'intensité magnétique très espacées et mal délimitées. Les roches volcaniques présentent des caractéristiques variées, le magnétisme allant du faible au fort, une même coulée de lave présentant généralement des variations de haut en bas. Les laves basiques sont d'ordinaire plus magnétiques que celles de type acide, la répartition de l'intensité magnétique étant beaucoup plus irrégulière. Les séries inclinées ou plissées de roches stratifiées, surtout celles qui renferment des couches d'origine volcanique, donnent lieu à des tendances magnétiques linéaires. Les figures 16 A et 16 B illustrent cette caractéristique. Les massifs d'intrusion produisent d'ordinaire un champ magnétique irrégulier, même quand la roche, examinée au sol, semble uniforme. Les directions magnétiques ne tendent à peu près pas à s'aligner mais de telles orientations se trouvent parfois près des contacts ou parallèlement à ceux-ci. Les roches d'intrusion basiques sont d'ordinaire très magnétiques, comme l'indique la figure 16 C; les roches intrusives allant du type acide au type intermédiaire, ne le sont généralement que modérément. A la figure 17, la granodiorite constitue une anomalie par rapport à la lave voisine. Les contours d'un massif géologique, que révèle les données magnétiques, peuvent renseigner sur la nature de la roche. On peut de la sorte distinguer entre les gros massifs ignés d'intrusion et la lave et les sédiments.

Les exceptions aux données énumérées ci-dessus se produisent si souvent que l'expérience nous porte à décourager l'emploi de telles "règles". Par exemple, on peut trouver des formations de sédiments ferreux très magnétiques dans des séries uniquement sédimentaires; la lave acide peut, par endroit, se révéler très magnétique; des veines de diabase peuvent n'être pas plus magnétiques que le grès contigu; dans certaines régions le granit cause d'importantes anomalies positives; certaines sortes de serpentines n'ont à peu près aucune propriété magnétique; et les sills de gabbro peuvent manifester des tendances linéaires marquées, tant au point de vue géologique que du point de vue magnétique.

Détermination des structures

La géologie économique, de nos jours, attache beaucoup d'importance aux structures dans la recherche de gîtes minéraux. Dans la cartographie des structures régionales, le géologue collige d'ordinaire toutes les bribes de renseignements recueillis au sol jusqu'à ce qu'il obtienne, à l'aide de ces preuves, un schéma structural. Il faut parfois des années de travail pour se faire une idée de la structure d'une région. Les données obtenues au moyen du magnétomètre aéroporté peuvent, par contre, fournir en peu de temps d'amples données sur les aspects structuraux relatifs à une vaste région et, aussi, en repérant des gîtes minéraux, démontrer la présence de structures importantes moins étendues. Lorsqu'il s'agit d'interpréter les structures, il faudrait toujours examiner les données aéromagnétiques conjointement avec les photographies aériennes et toutes les cartes géologiques qu'on peut se procurer; ces données combinées seront très utiles à l'établissement des structures de vaste envergure.

Celui qui interprète les données géologiques doit donc être parfaitement conscient des dangers que présente l'interprétation "aveugle", c'est-à-dire en l'absence de toute donnée géologique. Il devrait toujours indiquer jusqu'à quel point son

La prospection au Canada

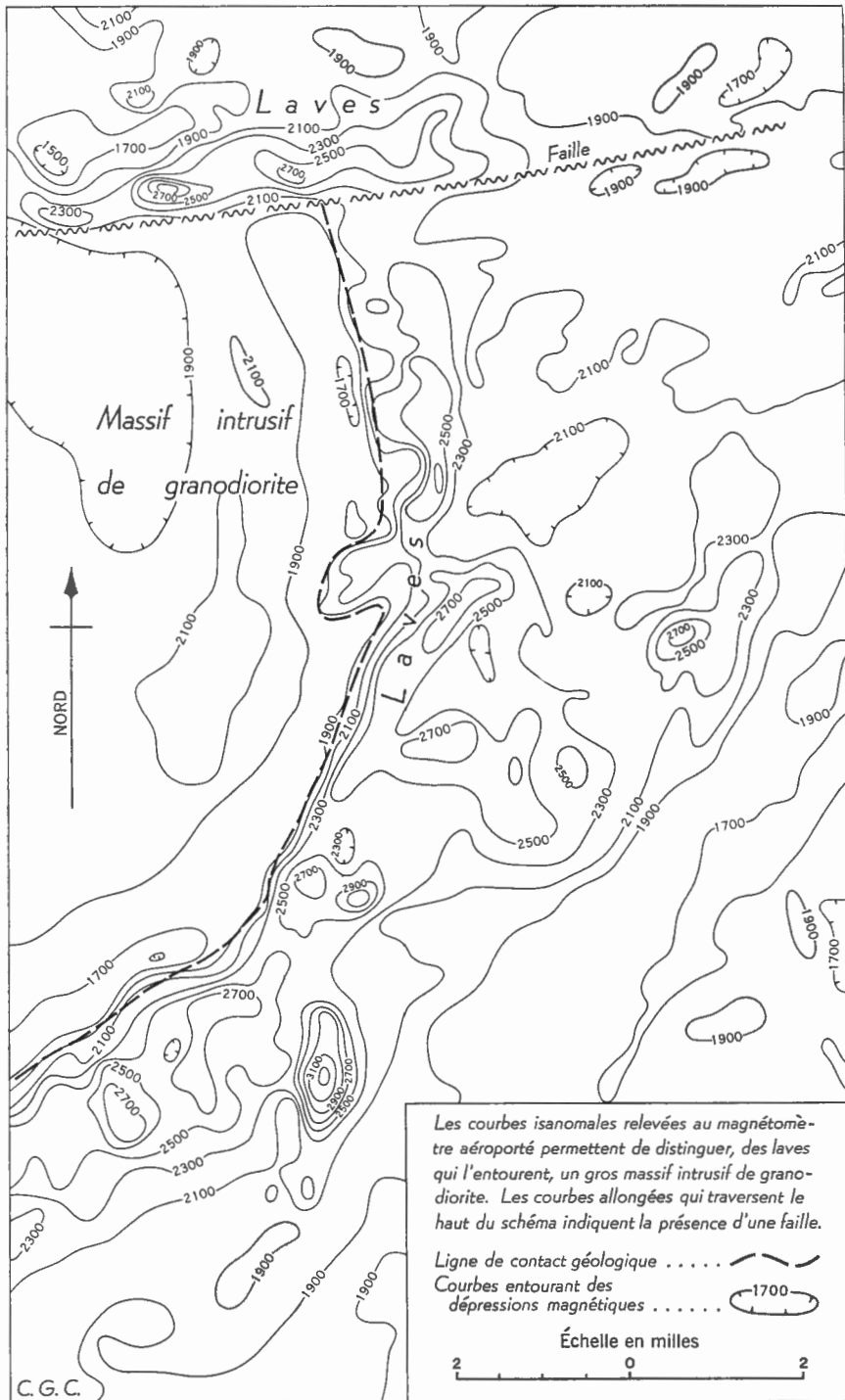


Figure 17. Courbes isonomaes relevées au magnétomètre aéroporté et dénotant l'existence d'un massif intrusif de granodiorite.

interprétation a été vérifiée au moyen des faits géologiques et ne rien négliger pour tenir compte dans son travail de tous ces faits. Cependant, en l'absence de tout renseignement géologique, force lui est de s'en passer, en escomptant que certaines de ses interprétations se révéleront exactes, mais que beaucoup d'autres devront être révisées à la lumière de constatations géologiques ultérieures.

Applications de la méthode à la prospection

Le prospecteur qui utilise à bon escient les données géologiques peut aussi tirer, des cartes aéromagnétiques, des indications précieuses, mais le bon sens "géologique" reste son meilleur atout. Il faut s'arrêter moins à l'intensité de l'anomalie qu'à sa configuration. Le prospecteur devra s'en rappeler lorsque les indices suggèrent, mais ne démontrent pas la réalité d'un fait. Il doit être prêt, par la suite, à modifier son interprétation dès que de nouvelles preuves semblent l'infirmer. Le prospecteur, évidemment, ne saurait remplacer le géophysicien-interprète d'expérience, mais après s'être exercé à examiner les résultats de levés aéromagnétiques et y avoir acquis une certaine familiarité, il est en mesure d'en tirer une aide précieuse dans le domaine des recherches géologiques.

Le prospecteur expérimenté, règle générale, a dépassé le stade où l'on croit trouver un massif de minerai dans chaque contact et chaque zone de laminage mais, du point de vue géophysique, il n'a pas évolué tout autant. Ce n'est que depuis tout récemment que lui et, de façon générale, tous ses confrères du monde minier, s'intéressent vraiment à la géophysique appliquée; et il n'a d'yeux que pour l'"anomalie" (vague conception qu'il peut étendre à l'électromagnétisme, à la radiation gamma ou aux lignes équipotentiellles). Il est malheureusement vrai aussi que la découverte de bien des anomalies magnétiques n'ayant révélé rien qui ressemblât aux régions de Marmora ou de Bathurst, le prospecteur a tendance à verser dans la position tout opposée, c'est-à-dire, à ne plus tenir aucun compte des données du magnétomètre. Des cartes aéromagnétiques sont périodiquement mises à la disposition du public, mais il arrive souvent qu'on ne se serve pas des données précieuses qu'elles renferment.

Les cartes aéromagnétiques offrent l'un des meilleurs moyens de se renseigner sur les régions trop nombreuses à l'égard desquelles il n'existe pas encore de cartes géologiques. Elles ont d'abord pour objet de suppléer aux lacunes des données géologiques sur ces régions. Grâce à une connaissance plus exacte et plus détaillée des conditions géologiques qui existent en dessous du drift, le prospecteur aura, en grande partie, triomphé des obstacles que lui posent l'insuffisance des affleurements et l'absence de cartes géologiques récentes.

Les détecteurs de radioactivité

Parmi les diverses méthodes de prospection géophysique décrites au présent chapitre, aucune n'a atteint la popularité actuelle de l'emploi de détecteurs de radioactivité pour la recherche de gisements d'uranium. Ces dernières années, des milliers de personnes, munies d'une formation technique plus ou moins complète, ont entrepris cette prospection à l'aide de dispositifs de conception récente qui permettent de déceler la radioactivité. Une telle popularité tient non seulement à ce que certains modèles de détecteurs de radioactivité sont faciles à porter et peu coûteux, mais aussi à ce qu'ils sont faciles à manier et qu'ils fournissent des

La prospection au Canada

indications directes de la présence d'éléments radioactifs. Heureusement qu'il en est ainsi, car il n'est pas facile d'identifier à l'oeil nu les principaux minéraux uranifères, surtout lorsqu'ils sont très disséminés et, comme dans le cas, mettons, de la région de Blind River en Ontario, non accompagnés de minéraux secondaires aux teintes vives. Les méthodes de détection géophysiques s'étant ainsi révélées presque indispensables, elles sont beaucoup plus employées pour la recherche, l'exploration et l'extraction de gisements d'uranium que pour celles d'aucun autre métal.

Principes de la radioactivité

L'atome d'uranium est le plus lourd qui soit et tend constamment à s'alléger par la libération de matière et d'énergie: c'est le processus dénommé "désintégration radioactive". En même temps, l'uranium se transforme en éléments dont le poids atomique diminue constamment. Le terme de ce processus est le plomb, élément stable, qui ne se désintègre plus.

Une certaine part de la matière et de l'énergie libérées par l'uranium (et malheureusement pour le prospecteur d'uranium, par l'élément de tête d'une autre série radioactive, le thorium) peut franchir de longues distances dans l'air ou dans d'autres matériaux. C'est cette propriété des rayons qui permet l'emploi de dispositifs de détection.

L'uranium émet spontanément trois types de rayons, appelés rayons alpha, bêta et gamma. Les rayons alpha consistent en particules relativement importantes de matière projetées à des vitesses peu élevées. Ces rayons sont si facilement absorbés qu'ils ne traversent que de un à quatre pouces d'air et qu'une feuille de papier suffit à les arrêter; il est donc impossible de les déceler au moyen d'appareils de prospection. Les rayons bêta sont des électrons, petites particules à charge électrique négative, qui sont émis à des vitesses approchant celle de la lumière; les rayons bêta sont beaucoup plus pénétrants que les rayons alpha mais sont arrêtés par moins d'un dixième de pouce de laiton ou d'aluminium. Il y a des appareils de radioprospection qui ne peuvent pas les déceler, mais les compteurs adaptés aux rayons bêta le peuvent et sont utiles dans certaines circonstances. Les rayons gamma constituent l'arme la plus pénétrante de l'artillerie uranienne. Ils consistent en des émissions d'énergie assez semblables à celles des rayons-X bien connus qui, nous le savons, peuvent pénétrer profondément dans la matière compacte. Les rayons gamma, encore plus pénétrants que les rayons-X, peuvent traverser jusqu'à 7½ pouces de fer et jusqu'à un pied de roche solide. C'est là le type de rayons qu'enregistrent normalement les détecteurs de radioactivité; aussi revêtent-ils plus d'importance que les deux autres dans la prospection de l'uranium. Les compteurs spécialement adaptés aux rayons bêta décelent aussi les rayons gamma.

Les minéraux radioactifs émettent directement des rayons alpha, bêta et gamma. Le prospecteur d'uranium doit cependant se rappeler que le radon, gaz radioactif dérivé de la désintégration de l'uranium ou plus précisément du radium, existe en faibles quantités dans les minerais d'uranium. Ce gaz peut cheminer très loin de sa source dans une venue d'uranium, en traversant les zones de fractures, les terrains de couverture meubles ou l'eau. Ce gaz radioactif peut donc révéler la présence d'uranium quand l'instrument détecteur est encore très éloigné du champ des rayons gamma directement émis par le minéral uranifère.

Appareils de radioprospection

Les appareils modernes de radioprospection, dont on trouve de nombreux modèles sur le marché, forment deux catégories principales: celle des compteurs Geiger et celle des compteurs à scintillations.

La partie essentielle de tout compteur Geiger est le tube Geiger-Müller, ampoule de verre contenant deux électrodes, dont l'une prend la forme d'un fil mince traversant le tube d'un bout à l'autre (anode ou électrode positive) et dont l'autre est un cylindre, souvent de cuivre, s'appuyant sur la paroi de verre (cathode ou électrode négative). Le tube contient un gaz inerte à faible pression, d'ordinaire de l'argon, et une quantité minime de vapeur d'alcool ou d'éther.

On applique dans le tube une tension électrique élevée, mais pas suffisamment élevée pour vaincre la résistance qu'offre le gaz au passage du courant. Dès qu'un rayon gamma frappe la cathode, le cuivre émet des électrons et le gaz à l'intérieur de l'ampoule s'ionise de façon à laisser passer une impulsion électrique d'une électrode à l'autre. On peut comparer ce mouvement au passage de l'électricité dans l'eau. L'eau pure offre de la résistance au passage de l'électricité, mais si l'on y ajoute une pincée de sel, la solution saline, en ionisant, laisse facilement passer le courant. L'impulsion qui naît ainsi dans le tube peut être amplifiée au point de devenir perceptible dans des écouteurs reliés à l'instrument. Elle peut aussi s'enregistrer de façon que l'aiguille d'un compteur indique sur un cadran gradué le nombre d'impulsions par minute. Certains compteurs ont d'autres indicateurs, par exemple, une lampe qui s'allume chaque fois qu'un rayon gamma produit une décharge.

Quoique le compteur Geiger constitue un bon instrument pour la détection des rayons gamma, il n'a, à l'emploi, qu'une efficacité minime, étant donné qu'un dixième pour cent seulement, c'est-à-dire un sur mille, des rayons gamma qui frappent la cathode produit une indication, c'est-à-dire, une décharge électrique dans l'ampoule. Cet inconvénient apparent se transforme en avantage à certaines étapes de l'exploration, par exemple, quand il faut analyser une carotte de sonde au diamant ou examiner le minerai mis à nu à l'intérieur d'une mine, alors qu'il est souhaitable de ne détecter la radiation bêta que sur une superficie très réduite et d'en exclure toute radiation gamma provenant d'ailleurs. A cette fin, on se sert d'un compteur de rayons bêta. Le compteur de rayons bêta est simplement un compteur Geiger muni d'un tube qui a ou bien une cathode très mince et une paroi de verre ou bien une fenêtre terminale, parfois de mica, dans une sonde à blindage de plomb. Les rayons bêta peuvent donc pénétrer directement dans le tube et causer une décharge. Bien entendu, le tube d'un compteur de rayons bêta laisse également pénétrer les rayons gamma, mais les rayons bêta sont dix fois plus efficaces pour assurer le passage du courant dans le tube. Sur dix impulsions inscrites, donc, neuf sont dues à des rayons bêta et une seule à des rayons gamma. Le compteur de rayons bêta s'est également révélé utile pour l'analyse des échantillons de minerais d'uranium à basse teneur. Par suite des plus grandes propriétés ionisantes des rayons bêta, le compteur de rayons bêta peut découvrir facilement la radioactivité à très peu de distance, là où un compteur de rayons gamma n'accuse qu'une faible réaction.

Le compteur à scintillations est devenu ces dernières années un instrument populaire de détection. Son principe est tout différent de celui du compteur Geiger. On tire parti de ce que certains cristaux émettent de la lumière

La prospection au Canada

lorsqu'ils sont frappés par un rayon radioactif; chaque choc produisant de la luminescence dans le cristal. Afin d'enregistrer cet effet, une section de cristal est adaptée très exactement à l'extrémité d'un tube photomultiplicateur. Ce dernier élément est un "oeil magique" très sensible qui transforme les impulsions lumineuses en impulsions électriques, comme le font les appareils plus simples utilisés dans les posemètres et les dispositifs de fermeture de portes, et qui de plus relève le voltage primitif et émet une impulsion électrique amplifiée pour chaque scintillement. Ces impulsions, après une nouvelle amplification, peuvent être enregistrées par un compteur ou rendues audibles dans des écouteurs.

Caractéristique intéressante des compteurs à scintillations, certaines substances employées comme cristaux scintillants ne sont sensibles qu'aux rayons gamma, tandis que d'autres ne le sont qu'aux rayons alpha. Les compteurs à scintillations peuvent donc être sélectifs pour chaque espèce de rayons. Le compteur à scintillations alpha est employé à peu près comme le compteur de rayons bêta Geiger, pour l'étude de la radiation localisée. Le compteur à scintillations gamma est un détecteur de radiation très efficace et est plusieurs fois plus sensible que le compteur Geiger. Cependant, quand on compare la sensibilité du compteur Geiger et celle du compteur à scintillations, il faut se rappeler que l'efficacité de chaque instrument dépend aussi de la surface utile et que, lorsqu'il s'agit d'appareils portatifs, la surface utile du cristal scintillant est beaucoup moins considérable que celle de la cathode des tubes de Geiger. La plus grande sensibilité du compteur à scintillations gamma et sa plus grande promptitude à réagir en font le meilleur détecteur encore conçu pour servir dans les avions ou les hélicoptères. Sur le sol, le compteur à scintillations peut découvrir les matières radioactives sous une plus grande profondeur de mort-terrain que le compteur Geiger, ce qui le rend bien utile pour délimiter les zones radioactives déjà connues recouvertes par le mort-terrain ou pour procéder au relevé détaillé de régions recouvertes en partie de terrain erratique. Toutefois, il ne faut pas en surestimer la sensibilité, vu que la radiation diminue très rapidement à mesure qu'on s'éloigne de la source, de sorte que les radiations produites partout à la surface et la radiation cosmique finissent par masquer l'indication. Quand ce point est atteint, l'appareil, quelle qu'en soit la sensibilité, est incapable de déceler les matières radioactives sous le terrain de couverture. En général, environ quatre pieds d'eau, deux pieds de terrain de couverture et six pieds de neige réussissent à masquer la radiation d'une source de pechblende, quand on utilise un compteur à scintillations. Ces distances sont d'environ 30 p. 100 plus faibles lorsqu'on emploie un compteur Geiger.

De façon générale, beaucoup de prospecteurs expérimentés préfèrent encore le compteur Geiger en raison de son coût moins élevé, de sa légèreté et de la simplicité de son fonctionnement. On a constaté que les compteurs Geiger sont assez sensibles pour découvrir toutes les venues importantes de minéraux, ainsi que bien d'autres qui sont relativement peu importantes. Une plus grande sensibilité ne pourrait servir qu'à multiplier les découvertes de venues peu importantes. Les compteurs à scintillations sont avantageux pour découvrir une radioactivité légère et pour effectuer des levés détaillés.

Interprétation

L'interprétation des résultats géophysiques fournis par les compteurs Geiger et les compteurs à scintillations est relativement simple et directe au regard des autres méthodes géophysiques dans lesquelles les calculs, les corrections et le tracé graphique des résultats sont nécessaires. Une anomalie radioactive doit indiquer une venue de matière radioactive dans son voisinage et, si l'anomalie semble importante, on peut, pour contrôler, prélever et analyser des échantillons. Il faut aussi se rappeler que ce qui semble une anomalie est parfois causé par un instrument défectueux. On peut le vérifier en essayant le compteur à un autre endroit où l'on ne peut s'attendre de trouver de la radioactivité, comme au-dessus de l'eau profonde. Si le compteur semble bien fonctionner, en un tel endroit, on peut revenir l'utiliser à l'endroit où l'"anomalie" a été découverte.

Malheureusement, "tout ce qui brille n'est pas or" et tout ce qui fait réagir le compteur n'est pas nécessairement non plus de l'uranium. Parfois, un minerai de thorium est la source des radiations et, à l'heure actuelle, le thorium offre peu d'intérêt du point de vue économique. On n'a pas encore trouvé de méthode parfaitement sûre permettant de distinguer le thorium de l'uranium au moyen d'un détecteur portatif. En théorie, le thorium émet une plus forte proportion de rayons bêta que l'uranium et si, utilisant un compteur de rayons bêta, on établit une comparaison entre le nombre de rayons bêta et celui des rayons gamma émis par un spécimen, on obtient un indice de sa composition; mais cette méthode ne s'est pas révélée très pratique. D'ordinaire, il faut un genre spécial d'essai radioactif, une analyse chimique, des essais au chalumeau ou une détermination minéralogique pour confirmer la présence d'uranium.

Ainsi qu'il a été déjà mentionné, le radon, s'il chemine dans les zones de fracture ou les terrains meubles de couverture, peut donner lieu à des anomalies radioactives. L'on ne peut alors trouver à la surface la cause de l'anomalie. Si l'anomalie est considérable, le creusement de fossés profonds ou le forage au diamant peut s'imposer pour atteindre la source du radon; en outre, il se peut qu'on ne la trouve pas immédiatement sous l'endroit où a lieu la lecture.

Vu que la pechblende et l'uraninite sont solubles dans les solutions acides, elles peuvent avoir été dissoutes dans la zone superficielle d'un gisement, surtout s'il s'y trouve des sulfures. Le prélèvement d'échantillons à la surface là où se présente une anomalie radioactive peut donc ne fournir à l'analyse qu'une quantité négligeable d'oxyde d'uranium. En conséquence, si l'anomalie est considérable, il peut être nécessaire de creuser une tranchée dans la roche ou recourir au forage au diamant pour obtenir un échantillon représentatif.

Certaines roches peuvent, à l'analyse, se révéler bien pauvres en uranium bien qu'elles produisent une anomalie marquée en raison de ce qu'on appelle l'"effet de masse", en vertu duquel une vaste superficie de minerai à basse teneur produit une cote plus élevée qu'une faible superficie de la même matière. Cet état de chose cause bien des déceptions, surtout lorsque des personnes inexpérimentées examinent des affleurements étendus, des faces de falaise et des chantiers souterrains dans les mines.

Indices importants

Une des questions qu'on pose le plus souvent au sujet de la prospection en vue de la découverte de matières radioactives est la suivante: "Qu'est-ce qu'un indice important?" D'ordinaire, voici ce qu'on veut dire: "Une certaine cote donnée indique-t-elle un minerai d'une certaine teneur?" Il n'y a pas de réponse simple à cette question, ainsi qu'on peut en conclure des paragraphes précédents. De façon générale, on estime qu'il vaut la peine d'examiner plus à fond le terrain lorsque le nombre d'impulsions atteint le double du nombre d'impulsions régulièrement perçues, mais même cette règle empirique ne doit pas être interprétée trop à la lettre. La radiation de fond est due à la légère radioactivité des roches en général et aux rayons cosmiques. Elle peut donc différer selon le genre de roches. Dans la région de Beaverlodge, par exemple, il n'est pas rare que le nombre d'impulsions augmente du double au moins quand on passe des roches sédimentaires ou de l'amphibolite au granit. La radioactivité plus grande du granit, surtout du granit rose ou du granit rouge, peut être due à la présence de potassium radioactif dans le feldspath, et une telle "anomalie" n'a souvent aucune signification, ainsi que le prospecteur l'apprend rapidement. D'autre part, dans une région où il n'y a qu'un genre de roche, une indication deux fois plus élevée peut signifier que des minéraux radioactifs se trouvent dans le voisinage et que la radiation a été simplement amoindrie par la distance ou par le terrain de couverture. Il faut donc alors examiner plus attentivement le voisinage jusqu'à ce qu'il soit établi qu'il n'existe pas de source importante de radiations. Si l'on obtient une mesure qui semble révélatrice, surtout au-dessus de plus d'un endroit, il faut prélever des échantillons et, dans un endroit où la radiation est normale, placer le fragment près du compteur. Cette méthode élimine l'effet de masse qui n'est que trop commun. Si les échantillons augmentent de deux fois ou plus l'indication du compteur, il faut alors les expédier en vue d'essais de laboratoire. Si, à plusieurs reprises, ces essais révèlent de basses teneurs, il ne faut envoyer pour essai que les échantillons qui donnent une indication plus forte. L'expérience enseignera graduellement au prospecteur ce qu'il doit attendre de son instrument et des méthodes utilisées.

Avant de faire des recherches dans une certaine région, il convient d'abord d'examiner toute venue connue de minéraux radioactifs qui s'y trouve et d'y faire des observations avec son propre instrument, si la chose est le moins possible. Il n'y a pas de façon plus efficace d'apprendre à reconnaître un indice important.

Malgré la simplicité apparente des méthodes de prospection géophysique en vue de la découverte de l'uranium, il est évident qu'il se présente des problèmes d'interprétation dont l'intéressé doit être au courant.

En plus de servir à la prospection ordinaire, le compteur est très utile lorsqu'on veut procéder à des levés détaillés portant sur la radioactivité. On fait des lectures à des intervalles variant de 10 à 100 pieds le long des lignes arpentées et on établit ensuite des "courbes de niveau" de la même manière que celle qui a été exposée au sujet des levés au magnétomètre. Cependant, ces levés sont habituellement faits par des géologues ou des géophysiciens ou bien sous leur surveillance.

Levés faits à l'aide du compteur à scintillations aéroporté

Le survol d'une région vierge avec un compteur Geiger sensible constituerait de premier abord une méthode rapide et facile de détection de gisements d'uranium. La demande d'uranium une fois établie, les investigateurs scientifiques n'ont pas tardé à mettre cette idée à l'épreuve, mais ils ont constaté avec déception que les compteurs ordinaires Geiger n'étaient pas assez sensibles. Ils ont cherché à employer plusieurs tubes de Geiger disposés en rangées afin d'accroître l'efficacité de l'instrument et, de cette façon, ils ont mis au point un instrument de recherches vraiment pratique.

Vers 1947, cependant, un nouvel instrument fonctionnant d'après un principe tout à fait différent de celui qui s'applique au compteur Geiger a été conçu en vue de servir sur le sol. C'est le détecteur à scintillations pour rayons gamma, déjà mentionné dans la partie précédente. Tandis que le tube ordinaire de Geiger ne peut détecter qu'environ 3 p. 100 des rayons gamma qui le frappent, le compteur à scintillations peut en détecter jusqu'à 30 p. 100. La partie sensible du compteur à scintillations est un cristal transparent spécial d'iodure de sodium, habituellement de forme cylindrique, d'environ 1 ou 2 pouces de diamètre et de 2 pouces de longueur. Quand les rayons gamma pénètrent dans le cristal et y sont absorbés, ils causent de minuscules jaillissements de lumière qu'on appelle scintillations en termes techniques. Ces scintillations, trop faibles pour être observées par l'oeil humain, sont détectées par un tube photomultiplicateur, qui est tout simplement une cellule photo-électrique très sensible placée en contact optique avec le cristal. Le tout est placé dans une enveloppe opaque qui, cependant, peut être traversée par les rayons gamma, puisque ces derniers sont semblables aux rayons-X très pénétrants.

Peu après sa mise au point, le compteur à scintillations a été appliqué aux levés d'essai effectués du haut des airs. A cette fin, le débit du tube photomultiplicateur, après avoir traversé un amplificateur et un circuit électronique compteur, est enregistré comme une ligne continue sur un rouleau de papier à graphiques. La lecture sur le graphique en un point quelconque représente le nombre d'impulsions par seconde et peut être considérée comme le nombre de rayons gamma qui frappent le cristal durant la seconde qui précède immédiatement le point du graphique qui est lu. Il n'en est ainsi que si la constante de temps de l'instrument, c'est-à-dire la période pendant laquelle l'instrument additionne les impulsions avant de les enregistrer, est d'une seconde. La constante de temps est réglable et l'on obtient une meilleure moyenne du nombre des impulsions par seconde, si la période au cours de laquelle se font les impulsions est assez longue. Toutefois, vu que l'avion se déplace rapidement, la constante de temps ne doit pas être trop longue, sinon la moyenne des impulsions serait établie sur une distance trop grande et l'on ne saurait déterminer avec exactitude sur le sol l'endroit correspondant à un point donné du graphique de scintillations. Ainsi, plus l'avion se déplace lentement, plus on peut allonger la constante de temps de l'instrument et plus la lecture est exacte. Si la constante de temps était inférieure à environ une demi-seconde, l'enregistrement présenterait une fluctuation dépourvue de signification et toutes anomalies réelles seraient voilées. Pour un avion qui se déplace à 120 milles à l'heure à une altitude de 500 pieds, la constante de temps la meilleure est d'environ une seconde. La méthode idéale consiste à utiliser un instrument

La prospection au Canada

ayant une constante de temps assez longue dans un avion qui vole lentement et à faible altitude. On peut se procurer maintenant des compteurs enregistrant rapidement un nombre élevé d'impulsions, ce qui permet de prospecter en avion à des vitesses plus grandes et des constantes de temps plus courtes.

Les deux éléments radioactifs que l'on trouve dans la nature, l'uranium et le thorium, sont généralement présents dans les roches. Toutes, selon la quantité de ces éléments qu'elles contiennent, sont plus ou moins radioactives et émettent des rayons gamma. En général, la plupart des roches sédimentaires contiennent très peu de thorium et d'uranium comparativement aux roches ignées et métamorphiques, bien que des gisements d'uranium se rencontrent dans les roches sédimentaires. Parmi les roches ignées, les granits, les syénites et les pegmatites sont beaucoup plus actives que les roches plus foncées comme le gabbro, le basalte et la péridotite. Pour ce qui est de la radioactivité, le terrain de couverture formé de sable et d'argile est ordinairement assez inactif; environ 3 à 5 pieds de cette matière interceptent effectivement la plupart des rayons gamma provenant des roches sous-jacentes. Environ 5 à 10 pieds d'eau absorbent la plupart des rayons gamma. Les radiations gamma comprennent deux sortes de rayons: les rayons de grande énergie, qu'on désigne sous le nom de "rayon durs", et les rayons de faible énergie, qu'on appelle "rayons mous". Trois ou quatre pieds d'air absorbent les rayons mous mais les composants durs peuvent traverser 3,000 pieds d'air avec une intensité qui va en diminuant. Contrairement au magnétomètre, le compteur à scintillations ne peut déceler les massifs de minerai qui se trouvent à plus de trois pieds environ sous la surface. A toutes fins pratiques, ce ne sont donc que les affleurements de la roche en place qui émettent les radiations détectées par le compteur à scintillations aéroporté.

Quand on fait de la prospection par avion en vue de la découverte d'uranium dans des régions où la plupart des roches sont ignées ou métamorphiques, comme dans le bouclier canadien, il est difficile de distinguer les anomalies attribuables à des roches sans valeur de celles qui sont attribuables à des gisements d'uranium. Ces roches ne sont jamais aussi radioactives que les gisements d'uranium; mais les radiations cumulatives provenant d'un vaste affleurement de granit, par exemple, peuvent souvent causer des anomalies aussi considérables que les veines de pechblende, qui affleurent rarement sur des superficies plus vastes qu'environ quatre pieds sur cent pieds. Dans les régions contenant des roches ignées et métamorphiques, les radiations non significatives sont élevées. En outre, le Bouclier renferme en grand nombre des concentrations de minéraux d'uranium de faibles dimensions et de peu d'importance, qui peuvent causer bien des anomalies peu importantes. Cependant, dans les régions, où les roches sédimentaires prédominent, les difficultés d'interprétation ne sont pas aussi grandes, parce que les radiations du milieu ne voilent pas les radiations provenant des gisements d'uranium. Par exemple, l'utilisation de l'avion a été fructueuse dans la région du plateau du Colorado, aux États-Unis. Les corps radioactifs s'y présentent en quelque sorte comme des inclusions radioactives dans des roches sédimentaires relativement non radioactives, de sorte que toute anomalie observée du haut des airs vaut la peine d'être examinée sur le sol. D'autre part, on a constaté que les levés effectués au-dessus du bouclier canadien révèlent une telle profusion d'ano-

malies, dont la plupart sont attribuables à des affleurements de granit ou de syénite, qu'il faut se montrer très prudent dans l'estimation de leur valeur.

Dans l'interprétation, il faut se rappeler que trois éléments principaux influent sur la lecture du compteur à scintillations aéroporté: premièrement, la radioactivité des roches de surface (la quantité qu'on désire mesurer); deuxièmement, le rapport qui existe entre l'ensemble de la région située au-dessous de l'avion et la partie qui ne porte pas de terrain de couverture; et, troisièmement, la hauteur de l'avion au-dessus du sol. Pour ce qui est du deuxième élément, le compteur à scintillations "voit" à un moment donné sur le sol une région circulaire dont le rayon est à peu près égal à la distance de l'avion au-dessus du sol. L'élément important dans ce cas-là est donc la proportion de cette région circulaire qui ne porte pas de terrain de couverture. On peut estimer cette proportion en examinant la bande de sol photographiée au fur et à mesure que se fait le relevé mais on n'obtient là qu'une approximation puisque la mousse et les arbres voilent souvent les affleurements. Quant à l'importance de la hauteur de l'avion au-dessus du sol, les radiations gamma deviennent moins intenses aux grandes altitudes parce qu'elles se dispersent dans toutes les directions en quittant les affleurements. De plus, les radiations gamma sont absorbées par l'air, de sorte que l'épaisseur de la couche d'air entre la source et le compteur à scintillations réduit sensiblement la lecture obtenue.

Le compteur à scintillations aéroporté peut être employé plus avantageusement d'un avion volant à une altitude de 200 pieds ou à peu près que d'un avion volant à 500 pieds ou plus. A de faibles altitudes, les difficultés d'interprétation dont il a été question sont minimisées. Parce que le compteur à scintillations "voit" une région relativement peu étendue aux faibles altitudes, les radiations émanant d'un petit affleurement de gisement d'uranium dans cette région sont proportionnellement plus intenses qu'elles ne le seraient si l'avion volait plus haut. En outre, aux faibles altitudes, l'intensité des radiations gamma est plus grande, vu qu'elles n'ont pas une distance aussi longue pour s'étaler et se disperser. Il n'est pas nécessaire de se préoccuper autant des corrections de hauteur aux faibles altitudes, puisque la proportion de rayons représentant une anomalie au regard de la radioactivité du milieu est d'autant plus forte.

Bien qu'il soit préférable de prospecter à de faibles altitudes, les opinions sont fort partagées quant à la sécurité du vol rasant. On reconnaît généralement que les avions lourds ne peuvent voler en toute sécurité à des altitudes inférieures à 500 pieds au-dessus du terrain qui constitue normalement le bouclier canadien. Certains estiment que des avions légers dont la vitesse d'atterrissage est faible peuvent être employés sans trop de danger à une altitude aussi faible que 50 pieds. D'autres préfèrent l'hélicoptère pour le vol très bas, surtout dans les régions où il y a beaucoup de lacs et peu de terrains permettant l'atterrissage. Actuellement, toutefois, l'emploi de l'hélicoptère est plus coûteux que l'utilisation d'avions ordinaires, petits et moyens. Cependant, si l'on inclut le coût de l'examen complémentaire sur le sol, l'utilisation de l'hélicoptère peut être la méthode la moins coûteuse pourvu que, faisant atterrir l'hélicoptère, on fasse la vérification sur place. Autre avantage de l'hélicoptère, on peut décider de l'importance de l'anomalie sur les lieux en planant au-dessus de la région à diverses altitudes, ce qui évite de procéder

La prospection au Canada

à un enregistrement continu. En d'autres termes, l'interprétation se fait durant le vol.

Une autre méthode permettant d'obtenir des lectures au niveau de la cîme des arbres sans trop de danger consiste à remorquer le compteur à scintillations dans un contenant (appelé "oiseau") à environ 400 pieds au-dessous de l'avion. Les sociétés qui se servent d'appareils électromagnétiques aéroportés de cette façon trouvent commode d'inclure un compteur à scintillations dans l'installation.

Il est à peu près établi que la détection de gisements économiques d'uranium du haut des airs à des altitudes dépassant 350 pieds n'est possible dans le bouclier canadien que dans les très rares cas où la superficie du gisement mis à nu est exceptionnellement étendue.

Étant donné que les compteurs à scintillations qu'on peut se procurer chez les marchands sont légers et assez bon marché, on se servira sans doute beaucoup de cet instrument dans les avions au cours des quelques prochaines années. Déjà, au Canada, on aurait découvert plusieurs venues de cette manière, et l'amélioration des instruments, des techniques et de l'interprétation rendra peut-être la méthode plus précieuse à l'avenir.

Autres ouvrages à consulter

- Brownell, G. M.: "Radiation Surveys with a Scintillation Counter"; *Econ. Geol.*, vol. 45, n° 2, pages 167 à 174 (1950).
- Brownell, G. M., et Schaller, R. J. A.: "Prospecting Local Areas with the Airborne Scintillometer"; *Precambrian*, vol. 27, n° 3, pages 6 à 11 (1954).
- Chadwick, James: *Radioactivity and Radioactive Substances*; 4^e édition, Pitman (1953). Prix \$3.
- Gregory, A.: "Aerial Detection of Radioactive Mineral Deposits"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LVIII (1955).

La méthode de la polarisation spontanée

Certaines méthodes de prospection géophysique, telles la méthode magnétique et la méthode gravimétrique tirent parti des champs de force qui se présentent naturellement. Dans ces cas, le géophysicien se fonde sur l'attraction magnétique ou la gravitation inhérente au corps minéral même. D'autres méthodes exigent l'emploi d'appareils spéciaux pour produire un champ artificiel, de manière à pouvoir mesurer les réactions des corps minéraux à de telles forces. Les méthodes séismiques et électriques sont de ce genre. Cependant, il y a une méthode électrique qui se range effectivement dans la première catégorie et qui consiste à observer les champs électriques, sous forme de courants électriques, qui sont produits naturellement par certains corps minéraux. C'est la méthode de la polarisation spontanée ou de l'auto-potential. L'expression "polarisation spontanée" signifie que le corps minéral acquiert spontanément une polarité électrique, c'est-à-dire qu'une extrémité devient positive et l'autre extrémité, négative. L'expression "auto-potential" signifie que le corps minéral produit lui-même un potentiel ou une force électrique.

Il ne s'agit pas ici d'enseigner ni à faire des levés au moyen de la méthode de la polarisation spontanée ni à en interpréter les résultats. Les deux exigent de l'expérience. Nous voulons simplement donner au lecteur une idée des méthodes d'application, des cas où elle peut servir, de la signification des

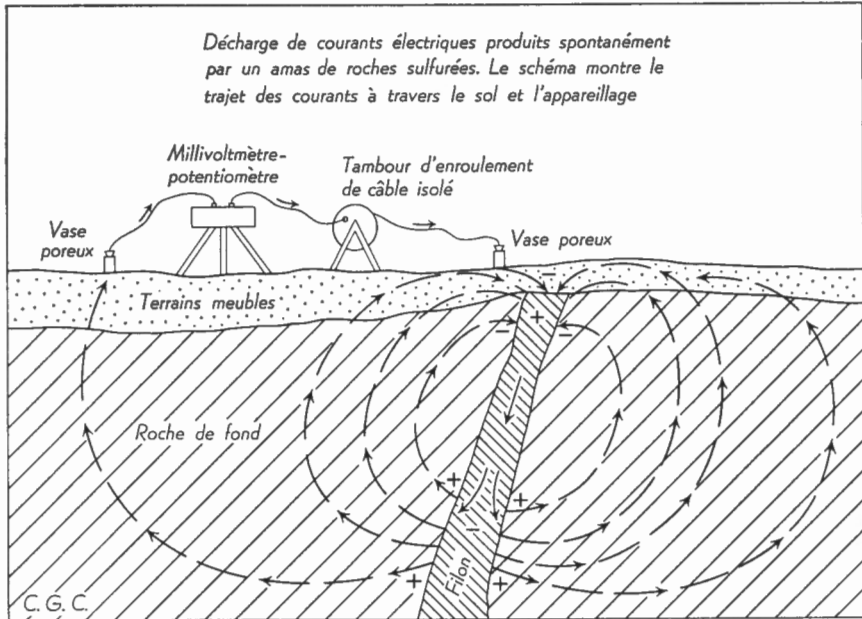


Figure 18. Emploi de la méthode de la polarisation spontanée.

résultats et de la façon de les faire entrer dans le cadre d'un programme d'exploration. La première question qui se présente est naturellement la suivante: "Quels genres de gisements produisent ces courants électriques spontanés?". De tels gisements s'apparentant à des piles électriques, on peut se faire une idée de leurs caractéristiques géologiques. Une pile, qu'il s'agisse d'une pile ordinaire de lampe de poche ou d'un accumulateur, produit des courants électriques parce qu'une ou plusieurs substances métalliques sont en contact avec une solution acide ou alcaline. Dans le sol, les sulfures ordinaires fournissent l'élément métallique comme celui de la pile, et ces corps sulfureux sont en contact avec des solutions légèrement acides à la surface et avec des solutions légèrement alcalines en profondeur. L'acidité des solutions qui se trouvent près de la surface peut être attribuable à l'humus et au gaz carbonique puisé dans l'atmosphère; elle peut être également accrue par l'oxydation des sulfures. L'eau contenue dans les roches en profondeur est habituellement alcaline par suite de l'action chimique des minéraux rocheux.

Ces solutions en contact avec le conducteur métallique (amas de sulfures) produisent un courant qui descend dans cet amas, pénètre dans les roches encaissantes et revient à la surface, où il complète le circuit en revenant au sommet du corps sulfuré. Presque tous les sulfures métalliques conduisent l'électricité et peuvent servir d'élément métallique dans une pile naturelle de ce genre. La seule exception assez fréquemment observée est la sphalérite. A ce propos, on peut faire remarquer que la sphalérite n'a pas d'éclat métallique: presque tous les sulfures ayant un éclat métallique sont également conducteurs d'électricité et peuvent faire fonction de piles naturelles. Il peut toutefois

La prospection au Canada

arriver que la sphalérite agisse faiblement comme une pile naturelle. Outre les sulfures, quelques autres minéraux se comportent de la même manière et produisent des courants naturels. Le principal de ces minéraux est le graphite, mais l'anhracite sert souvent à produire des courants, de même que la pyrolusite et la psilomélane, qui sont des oxydes de manganèse. La magnétite (oxyde de fer) ne possède pas toujours l'éclat métallique, n'est pas bon conducteur et ne produit pas normalement de courant appréciable par polarisation spontanée.

Bien qu'on dise parfois que la production de ces courants spontanés résulte uniquement de l'oxydation des sulfures, cette affirmation est fort inexacte; c'est évident, puisque le graphite, conducteur à la façon des métaux, produit, en l'absence de sulfures, aussi un courant qui peut être même plus puissant que dans le cas des sulfures.

Le passage de ces courants spontanés dans le corps sulfuré, dans la roche encaissante, et leur retour dans le corps sulfuré à son sommet déterminent un point d'entrée du courant, ou un centre négatif, au-dessus du sommet du gisement. L'écart entre le potentiel ou tension de ce centre négatif et celui du sol environnant, à une certaine distance, peut varier d'environ 0.1 volt à 0.6 ou 0.7 volt et parfois même être encore plus marqué. C'est cette différence de potentiel qui indique la présence en profondeur d'un conducteur métallique, que le géophysicien recherche en procédant à une exploration systématique du sol. L'appareil employé pour mesurer ces faibles potentiels est un instrument appelé potentiomètre-millivoltmètre, relié à une paire de pots poreux (pots de terre non vernis), qu'on appelle électrodes impolarisables et qui servent à établir le contact électrique avec le sol. Chaque pot est rempli d'une solution saturée de sulfate de cuivre dans laquelle plonge une petite barre de cuivre. Les tiges de cuivre sont reliées à l'appareil de mesure. L'une des électrodes est fixe au point de mesure. On inscrit les indications pendant que l'autre électrode, reliée à l'instrument par quelque quinze cents pieds de fil, se déplace le long d'une ligne jalonnée et est mise en contact avec le sol à intervalles réguliers. D'ordinaire on fait des observations à des intervalles de 50 ou de 100 pieds le long d'une série de lignes parallèles espacées de 50 à 400 pieds, selon le but visé dans le levé, l'ensemble des observations formant un quadrillage. Il faut prendre soin de placer les pots sur de la terre fraîche, non sur du terreau en décomposition qui produirait de faibles erreurs de potentiel.

Les potentiels qui s'établissent dépendent en grande mesure de la concentration des sulfures dans le gisement, et nullement de la largeur du gisement. Plus les gîtes sont compacts, plus les potentiels obtenus sont élevés. Au fur et à mesure que diminue le pourcentage de sulfures dans un filon ou dans une lentille, la résistance interne croissante, causée par les minéraux non conducteurs de la gangue, réduit le voltage observé. Il est ordinairement impossible d'obtenir des réactions se prêtant à interprétation au-dessus de gisements dont la teneur en sulfures est inférieure à 5 p. 100. Le potentiel produit par le gisement et celui qu'on observe à la surface du terrain au cours d'un levé géophysique ne sont pas nécessairement les mêmes. Plus le terrain de couverture est épais, plus l'observateur s'éloigne de la source électromotrice dont il mesure le potentiel. Lorsque le terrain de couverture a plus de 300 pieds d'épaisseur, il peut être impossible d'obtenir en surface des réactions se prêtant à l'interprétation.

Un autre élément important est l'étendue verticale du gisement de sulfure. Les poches, les fissures de retrait et les petites lentilles d'une étendue verticale restreinte produisent des foyers locaux d'activité électrique sans grande étendue. D'autre part, de grandes lentilles et des filons continus atteignant des profondeurs considérables produisent des bandes ininterrompues d'activité électrique qui s'étendent aussi notablement en largeur.

Les potentiels observés en surface et leur répartition fournissent donc en eux-mêmes des indices utiles dans l'évaluation des gisements de minéraux sous-jacents qui en sont à l'origine. Le géophysicien ne peut toutefois pas par déduction indiquer l'étendue en pieds du gisement sulfureux, ni préciser la teneur en sulfure, ni encore moins identifier les métaux. Il peut obtenir quelques indications relatives au gisement sous-jacent et guider très utilement les sondages subséquents. De toutes les méthodes géophysiques applicables à la recherche des sulfures, la technique de la polarisation spontanée est la plus rapide et renseigne également avec une grande certitude sur la présence ou l'absence de dépôt sulfureux. La présence possible de graphite dans la région oblige toutefois à apporter une réserve à cette assertion. En effet, la méthode enregistre également les réactions de cet élément. Il est parfois possible de distinguer les formations graphitiques des gisements sulfureux soit par l'intensité des potentiels ou par leur répartition. Cette distinction n'étant pas possible d'ordinaire, il faut interpréter les résultats en tenant compte, là où du graphite peut se trouver, de ce que cet élément peut être la cause des potentiels observés.

Si on excepte le graphite, il n'y a que quelques facteurs sans importance qui soient de nature à induire en erreur le géophysicien dans l'interprétation des résultats de la polarisation spontanée. Par exemple, une pente prononcée introduit parfois un effet topographique, minime d'ordinaire, facile à repérer et dont il ne faut pas tenir compte. Cette méthode peut servir à repérer des canalisations métalliques. Ainsi donc lorsqu'on a lieu de s'attendre à trouver des canalisations dans le sol, il faut se tenir aux aguets. De l'eau, juste au-dessous de la surface, coulant à travers des lits de sable ou de gravier, peut causer de faibles potentiels mais on ne peut guère les confondre avec les potentiels plus forts provoqués par les gisements sulfureux. Si ces derniers se trouvent sous l'eau des lacs, il n'est pas possible d'ordinaire de recourir à cette méthode, sauf en hiver sur la glace.

Nous avons surtout expliqué, dans ce qui précède, l'application principale de la technique de la polarisation spontanée, c'est-à-dire la recherche directe des gisements sulfureux. Sa rapidité, sa simplicité et sa précision la rendent très apte à cette fin. De plus, il est parfois possible de recourir à cette méthode pour obtenir une idée de la structure des formations cachées de roche de fond. Il en est ainsi, par exemple, lorsque les sulfures eux-mêmes ou les formations graphitiques se sont trouvés atteints par des bouleversements ou des plissements, ou lorsqu'ils se sont déposés sélectivement en ces endroits. Il arrive parfois que le repérage des horizons graphitiques fournit des données stratigraphiques ou structurales qui aident à découvrir des formations d'intérêt économique qui leur sont associées.

Dans les études de polarisation spontanée, le géophysicien observe certaines réactions physiques qui se produisent à l'intérieur d'un dépôt de minéraux. Il ne

La prospection au Canada

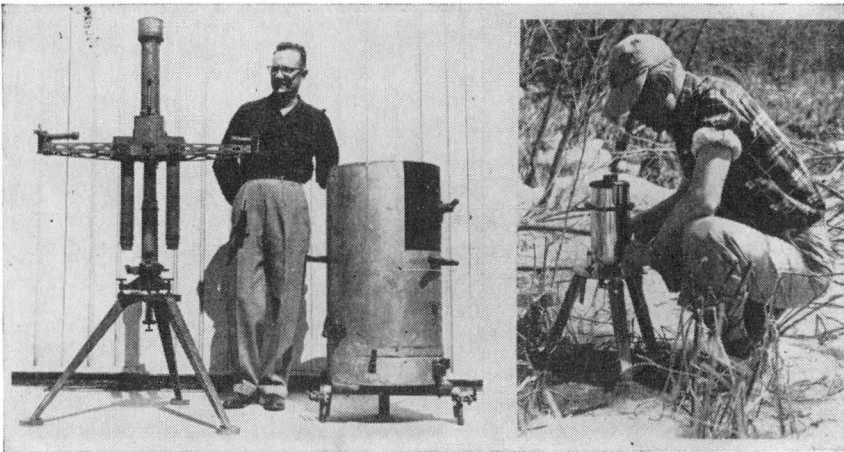
peut voir les minéraux ni ne peut en faire l'essai et les réactions physiques qu'il observe n'indiquent malheureusement pas quels minéraux ou métaux s'y trouvent. Les réactions indiquent tout simplement la présence possible d'un certain genre de minéral, les sulfures. De plus, rien n'indique quel est le volume de la substance minérale qui provoque les réactions. Il devient donc nécessaire d'examiner les résultats géophysiques à la lumière de toutes les données géologiques, et de se demander si celles-ci permettent de croire à la présence d'un genre de minéral plutôt que d'un autre en quantités considérables.

Autre ouvrage à consulter

Edge, A. A. B., et Laby, T. H.: *Geophysical Prospecting*; Cambridge Univ. Press, 1931.

Les levés gravimétriques

La prospection gravimétrique, de nos jours, repose sur la mesure des variations infimes de l'attraction qui s'exerce entre une petite masse de matière et la terre. On donne à cette attraction le nom de pesanteur. Tout le monde connaît bien ce phénomène. En 1686, sir Isaac Newton a formulé la loi de l'attraction universelle. On peut la définir ainsi: "Tous les corps matériels dans l'univers exercent les uns sur les autres une attraction directement proportionnelle au produit de leurs masses et inversement proportionnelle au carré de leur distance". Donc, plus deux masses sont près l'une de l'autre, et plus elles sont considérables, plus la force est grande qui s'exerce entre elles. Chaque fois que nous nous pesons,



BALANCE DE TORSION
1923 ENVIRON
Poids: 130 liv.
Précision: 2 E
Points d'observation
par jour: 2

GRAVIMÈTRE
1938 ENVIRON
Poids: 200 liv.
Précision: 0.1 mg.
Points d'observation
par jour: 20

GRAVIMÈTRE
1950 ENVIRON
Poids: 6 liv.
Précision: 0.03 mg.
Points d'observation
par jour: 60

Planche LIV

Gravimètres anciens et nouveaux. On peut voir comment l'encombrement et le poids ont diminué.

nous mesurons la force de gravitation ou l'attraction qui s'exerce entre nous et la terre. En fait, en utilisant un dispositif de mesure sensible, un expérimentateur pourrait mesurer l'attraction qui s'exerce entre lui et une montagne voisine, par exemple.

Les instruments servant actuellement aux levés gravimétriques peuvent mesurer des variations extrêmement faibles de la pesanteur. Un bon instrument de travail mesurera au cent millionième près. Un dépôt massif de sulfures de 50,000 tonnes à une profondeur de 200 pieds dans la roche verte provoquera une anomalie d'environ un cent millionième de la force totale de gravitation de la terre et se trouve par conséquent à la limite des possibilités de repérage. En réduisant d'un pied la hauteur de l'instrument de mesurage, on provoque également une variation d'un cent millionième dans la force de gravitation obtenue. Comme instrument servant à mesurer une force, le gravimètre est par conséquent plusieurs fois plus sensible que la meilleure balance de précision, tout en étant assez robuste pour servir sur le terrain. Une lecture isolée prend ordinairement deux ou trois minutes. L'un des types ordinaires de gravimètre ressemble un peu à une balance à ressort: une masse est suspendue à un ressort à boudin, et le ressort se tend selon le degré d'attraction entre la terre et la masse. Les moindres variations de la longueur du ressort sont mesurées au moyen de dispositifs optiques et mécaniques. L'extension du ressort est proportionnelle à la force de gravitation au point d'observation. Les lectures sont ordinairement converties en milligals, un milligal équivalant environ à un millionième de la force totale de gravitation à la surface de la terre. Comme on l'a signalé ci-dessus, un bon instrument de travail mesure jusqu'au centième du milligal près.

Toute structure sous-jacente dont la densité est plus grande que celle des matières environnantes exerce une force de gravitation supplémentaire qui s'ajoute à la force normale de gravitation de la terre autour d'elle. Supposons qu'il existe au-dessous de la surface du sol une masse importante de matière très dense, par exemple, un gros massif de minerai sulfuré, entouré de roches de densité moindre. A cause de cet excédent de masse du gîte, la force de gravitation sera légèrement plus considérable directement au-dessus que de l'un ou de l'autre côté. Le gravimètre mesure uniquement la composante verticale de cette force "supplémentaire" ou anormale.

Ainsi, l'existence d'un massif plus dense est indiquée par une anomalie positive de gravitation, c'est-à-dire une aire d'attraction plus forte. Par ailleurs, une anomalie négative indique la présence, dans le sous-sol, de matières de densité moindre.

Comme on le fait lors de l'utilisation de bien d'autres méthodes de prospection géophysique, on trace au-dessus de la formation géologique ou du gîte de minerai à étudier un quadrillage ou une série de lignes. Avant de faire la moindre déduction sur la nature du sous-sol, il faut apporter certaines corrections aux lectures faites sur le terrain. L'instrument est sensible au point d'être influencé par la position du soleil et de la lune, en sorte que la force de gravitation en un point quelconque varie constamment au cours de la journée. On peut obvier à cette difficulté, ainsi qu'à la dérive de l'appareil (variation des indications) durant la journée en revenant fréquemment à une base fixe au cours du levé. On obtient ainsi les données qui permettent d'éliminer la variation diurne et la dérive.

La prospection au Canada

Une correction d'altitude s'impose également. Plus on s'éloigne du centre de la terre, moins la force d'attraction est grande, comme on l'a signalé plus haut. Pour faire les rectifications qui s'imposent, il faut déterminer de façon précise par nivellement l'élévation de chaque point où les lectures sont faites. Vu que la terre n'est pas parfaitement sphérique et qu'elle tourne sur elle-même, la pesanteur augmente à mesure qu'on va vers le nord et, pour faire la compensation nécessaire, il faut relever avec précision l'emplacement des points de mesure. Le gravimètre ne mesure que la composante verticale mais il est toutefois influencé par la présence de vallonnements et de collines. Pour éliminer cet effet, on apporte des corrections topographiques. Un levé gravimétrique comporte donc autre chose que la simple lecture d'un instrument.

Il est vrai que les corrections sont beaucoup plus importantes que les mesures obtenues. Cependant, l'erreur qui se glisse dans ces corrections est tellement faible par rapport aux quantités mesurées que le résultat final, si le calcul est exact, est parfaitement valable.

On a dit déjà que la quantité physique effectivement mesurée dans un levé gravimétrique est la densité des roches sous-jacentes et qu'en fait une carte gravimétrique finale n'est qu'une représentation des densités sous-jacentes. La préparation de la carte gravimétrique est du domaine des sciences exactes et le savoir, l'expérience et l'habileté d'un géophysicien sont requis pour en interpréter les données en termes géologiques.

L'instrument donne les meilleurs résultats dans ces cas lorsque les minéraux que l'on cherche sont de forte densité et se présentent en masses raisonnablement importantes. Par exemple, une hématite dure, à haute teneur en fer, est une matière dense. Son poids est une de ses caractéristiques physiques les plus remarquables. Un levé gravimétrique peut déceler la présence d'un massif d'hématite et il est possible d'en arriver à une estimation assez juste de la masse, quelles qu'en soient la forme, les dimensions ou la distribution. Les levés gravimétriques permettent de déterminer les structures géologiques, car la densité est un élément distinctif de bien des roches. En général, les roches basiques sont plus denses que les roches acides. Cependant, il faut signaler que l'interprétation des structures d'après des données gravimétriques exige un contrôle géologique serré.

Une grande masse de moindre densité, située près de la surface du sol, fournira les mêmes indications gravimétriques qu'une masse moindre mais plus dense située à une plus grande profondeur. C'est pourquoi il n'est pas possible de déterminer la position exacte et la forme d'une masse qui est la cause d'une anomalie, mais on peut en établir les limites supérieure et inférieure. L'interprétation des données gravimétriques est à cet égard analogue à celle des données magnétiques. La profondeur maximum des couches étudiées à l'aide de la méthode gravimétrique est d'ordinaire supérieure à celle à laquelle on parvient avec la plupart des autres méthodes. Il arrive même souvent que de profondes masses de forte densité causent des anomalies qui peuvent apparemment masquer les anomalies moins profondes ordinairement dues à la présence de massifs de minerais.

Bref, les anomalies gravimétriques sont causées par toute masse de matière dont la densité diffère de celle de la roche environnante. Un volume plutôt considérable de matière dense est nécessaire pour qu'on en décele l'effet. L'instrument est donc surtout utile pour la recherche des dépôts massifs de métaux

Planche LV

*Emploi de la méthode
des résistivités*



communs, tels que l'hématite, les sulfures massifs et la magnétite, plutôt que pour la recherche des gîtes minéraux disséminés. On a souvent avantage à recourir au levé gravimétrique dans les études de structure.

La méthode des résistivités

Lorsqu'on fait passer un courant électrique à travers une substance, le rapport qui existe entre la tension requise pour faire passer ce courant et le courant lui-même s'appelle la "résistivité" de la substance. On l'appelle ainsi parce qu'elle mesure la résistance offerte par une substance au passage du courant. On l'exprime en ohms: centimètre ou en ohms: mètre.

La plupart des matières rocheuses, quand elles sont parfaitement sèches, constituent d'excellents isolants. Dans presque toutes les roches, les constituants minéraux distincts, ou grains, sont séparés les uns des autres par des cavités microscopiques appelées pores. Le rapport entre le volume des grains massifs de minerai et les pores dans l'ensemble de la masse rocheuse dépend de la grosseur

La prospection au Canada

et de la forme des grains et de la compacité de la roche. On trouve dans les pores une quantité appréciable d'eau contenant divers sels même au-dessus du niveau hydrostatique permanent, c'est-à-dire le niveau au-dessous duquel on trouve toujours de l'eau dans la roche ou le terrain de recouvrement à un endroit donné. C'est à cause de ces solutions que toutes les roches à leur état naturel sont dans une certaine mesure conductrices d'électricité. Ce genre de conductivité est appelé "ionique". Il va de soi que, plus une roche est poreuse ou fissurée, plus elle peut contenir d'eau et moins elle offre de résistance au passage d'un courant électrique. Il est souvent possible de reconnaître les différentes formations à leur différence de résistivité qui indique une différence générale de porosité moyenne. Toutefois, vu que l'état physique d'une masse rocheuse varie souvent d'un endroit à l'autre, il n'est pas toujours possible d'affirmer qu'un genre particulier de roche se caractérise par telle ou telle gamme étroite de résistivité. On peut constater souvent dans un même genre de roche une variation dix fois plus forte.

Les sols, les marais, les lacs et les cours d'eau présentent d'ordinaire une résistivité bien plus faible que celle de la roche en place. En général, les roches ignées offrent de plus fortes résistivités que les roches sédimentaires. La résistivité de celles-ci augmente fréquemment selon l'âge des roches. En effet, les roches deviennent généralement plus compactes avec le temps. Celles du bouclier précambrien comptent parmi les plus résistantes au courant électrique. Leur résistivité atteint parfois cent millions d'ohms: centimètre. A l'autre bout de l'échelle, le schiste tendre saumâtre de formation beaucoup plus récente offre des résistivités de moins de cent ohms: centimètre.

Il existe dans les roches nombre d'éléments constitutifs qui sont conducteurs d'électricité, même lorsqu'ils sont parfaitement secs, tels le graphite, un grand nombre de sulfures métalliques et quelques oxydes métalliques. Ils possèdent la conductibilité électronique. C'est la façon dont les métaux eux-mêmes sont conducteurs. Pris dans leur ensemble, ces métaux sont bien meilleurs conducteurs que la roche stérile. On peut donc les distinguer facilement de la roche à cause de leur résistivité beaucoup moins grande.

Emploi de la méthode sur le terrain

On peut faire passer un courant dans la terre en reliant un générateur de courant continu ou de courant alternatif à basse fréquence à deux bornes de contact, tels que des tiges métalliques fichées en terre. Si le terrain entre les deux électrodes est homogène, celui-ci y passera d'une façon que la théorie permet de prévoir. Ce passage du courant provoque des variations de tension dans le voisinage des électrodes et entre elles. Ces variations peuvent être prévues, encore selon des données théoriques, car elles dépendent de la distance entre les tiges, du courant total et de la résistivité de la substance. En mesurant ces variations de potentiel à la surface du sol, on peut donc déduire la résistivité au sol dans le voisinage des tiges, si l'on connaît les autres facteurs qui entrent en jeu. Vu qu'il n'y a pas de roche parfaitement homogène, la résistivité électrique indiquée par les lectures sera plus ou moins grande selon l'endroit où les lectures sont prises. On peut faire le calcul de la même façon que s'il s'agissait d'un milieu parfaitement uniforme mais il faut considérer le résultat obtenu comme la résistivité apparente du milieu dans la région qui fait l'objet de mesures. Ces résistivités apparentes seront moindres à proximité des terrains plus poreux, des plans de

failles, des zones de brèches et là où se sont concentrés les conducteurs électroniques dont il a été question ci-dessus.

On emploie généralement au Canada deux électrodes distantes de 7,000 à 15,000 pieds. La ligne qui les relie est perpendiculaire à l'orientation des formations dans la région. Dans l'espace limité par les électrodes on mesure les différences de potentiel le long de lignes également perpendiculaires à l'orientation des formations, les électrodes restant fixes pendant toute la durée des travaux. Selon une autre méthode de levé très répandue ailleurs, les électrodes et les points de mesure du potentiel sont transportés sur le terrain à étudier, l'espace relatif demeurant constant. Cette dernière méthode a l'avantage de permettre le choix de la profondeur de pénétration. Il suffit pour cela de varier l'espace entre les prises de terre, c'est-à-dire qu'on peut rendre particulièrement sensibles les effets qui se produisent à une certaine profondeur. Cette méthode n'est pas très utilisée au Canada, la conductivité relativement élevée du manteau meuble qui recouvre presque toute la région du Bouclier exerçant ordinairement une action défavorable.

Les méthodes fondées sur la résistivité sont surtout employées lorsqu'on cherche des sulfures de métaux communs; on les a cependant employées pour la recherche de matières offrant une résistivité élevée, comme certaines venues d'hématite et veines de quartz. On s'en sert de plus en plus pour résoudre des problèmes de génie, par exemple pour déterminer l'épaisseur des terrains glaciaires à l'emplacement des barrages et pour la recherche de formations aquifères.

Interprétation

L'interprétation satisfaisante des données recueillies au cours de levés fondés sur la résistivité se heurte surtout à l'obstacle suivant: les écarts par rapport aux valeurs normales en un milieu donné, écarts que l'on appelle "anomalies" peuvent n'être pas causés uniquement par les matières recherchées, comme les sulfures métalliques, mais aussi par des masses sans valeur économique. Une étroite zone de forte conductivité, une veine de sulfures massifs, par exemple, peut donner lieu au même genre d'anomalie que celui auquel on peut s'attendre d'une zone de laminage, plus étendue, mais de plus faible conductivité. Il s'agit, dans ce cas, d'un effet de "saturation" qui modifie les valeurs obtenues pour la résistivité. Ce facteur ne joue plus quand la zone est beaucoup plus large qu'elle n'est profonde, car on peut alors établir la véritable résistivité de la zone à partir des mesures effectuées en surface et distinguer ainsi entre une concentration de sulfures et une zone de laminage ou de cisaillement qui ne contient pas de sulfures. Même dans des conditions aussi favorables, on ne peut pas toujours distinguer entre les masses concentrées de sulfures et le graphite ou entre les sulfures disséminés et une zone de laminage ou de cisaillement.

Une vallée creusée dans la roche en place puis remplie de 50 ou 100 pieds d'alluvions peut produire des anomalies de résistivité de même ampleur que celles qui naissent de la présence de petites masses de sulfures dans la roche en place.

Dans la pratique et dans l'interprétation, on ne tient pas assez compte de ces réserves, d'où la déception que l'on éprouve lorsque les sondages, là où existent des anomalies, ne révèlent aucune zone de sulfures. Ce n'est que

La prospection au Canada

lorsque ces divers éléments sont bien compris aussi bien de ceux qui font les études que de ceux pour qui elles sont faites que les méthodes fondées sur la résistivité sont justement considérées comme une façon simple, peu coûteuse et relativement rapide de rechercher les métaux communs.

La méthode électromagnétique

Comme son nom l'indique, la méthode de prospection électromagnétique fait appel à deux phénomènes physiques fondamentaux, l'électricité et le magnétisme. Un principe élémentaire de physique veut que tout courant électrique passant dans un fil crée un champ de force magnétique dans le voisinage de ce fil. Électricité et magnétisme sont en relation mutuelle. Partant de ce fait, les premiers géophysiciens ont conçu une méthode de recherche qu'on peut utiliser pour la recherche des sulfures.

On a au début fait passer un courant électrique dans le sol entre deux piquets métalliques convenablement espacés. En mesurant, à la surface du sol, l'intensité du champ magnétique, on pouvait établir s'il existait ou non un excellent conducteur d'électricité sous la surface. On espérait que cet excellent conducteur d'électricité fût un amas de sulfures. Ces premières méthodes ont permis d'obtenir certains succès. Avec les récents perfectionnements qu'on lui a apportés, la méthode électromagnétique a trouvé un vaste champ d'application dans les régions où la possibilité de trouver des métaux communs semble plus grande.



Planche LVI

*Appareils employés en
prospection électro-
magnétique.*

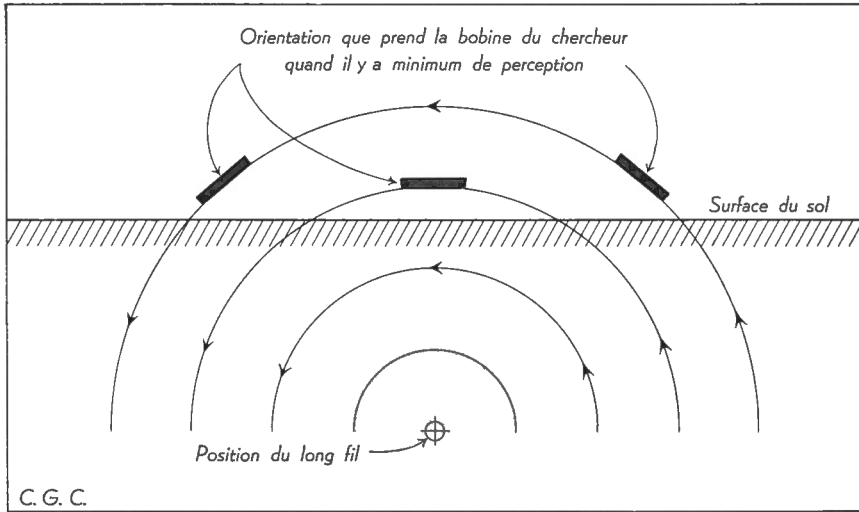


Figure 19. Schéma théorique de la méthode électromagnétique.

A mesure que la méthode se perfectionnait, on a constaté qu'il n'était pas nécessaire, pour que le courant circule dans le sol, d'y faire pénétrer ce courant au moyen de piquets métalliques. On a observé qu'un courant alternatif parcourant une boucle de fil suspendue au-dessus du sol fait naître des courants dans les gisements conducteurs souterrains. Il s'agit là du phénomène de l'induction :

- 1) Le courant alternatif parcourant la boucle crée un champ magnétique alternant (champ magnétique primaire) dans le voisinage de la boucle.
- 2) Le champ magnétique primaire crée des courants qui traversent tout conducteur souterrain.

Les courants induits circulant dans un conducteur souterrain créent un champ magnétique (champ magnétique secondaire) mesurable à la surface du sol. Un tel champ magnétique secondaire ne naît que s'il existe un excellent conducteur électrique sous la surface.

La méthode électromagnétique emploie pour mesurer les champs magnétiques un appareil indicateur qui consiste en un cadre chercheur raccordé soit à un voltmètre sensible, soit à une paire d'écouteurs. L'intensité du champ magnétique qui traverse le cadre chercheur se manifeste soit par la déviation de l'aiguille du voltmètre, soit par l'intensité du signal perçu dans les écouteurs.

Une technique répandue au Canada consiste à suspendre verticalement un cadre à multiples spires de fil d'un mât convenablement étayé. Un fort courant alternatif, lancé dans cette bobine, crée un champ magnétique alternant dans le voisinage de la bobine; c'est le champ primaire. Si une masse fortement conductrice, un massif de sulfures par exemple, se trouve à proximité de la bobine, elle est le siège de courants induits qui créent, à leur tour, un autre champ magnétique alternant, connu sous le nom de champ secondaire. S'il est assez fort, le champ magnétique secondaire peut décaler le champ

La prospection au Canada

magnétique primaire. Ce décalage peut être mesuré en termes d'inclinaison. Les paragraphes qui suivent nous feront comprendre comment s'obtiennent ces mesures.

Comme l'indique la figure 19, le champ magnétique produit par un courant qui parcourt un long fil se répartit en cercles concentriques à partir du fil. En n'importe quel point du champ, le cadre chercheur sera le siège d'un voltage d'induction qui sera fonction de la fréquence du courant alternatif dans la bobine inductrice, du nombre de spires du cadre chercheur, de ses dimensions et de l'angle qu'il forme avec les lignes de force. Le croquis présente le cadre chercheur dans des positions où le voltage induit est au minimum. Les mêmes considérations s'appliquent si le long fil est remplacé par une forte masse de sulfures. Toutefois, dans la pratique, c'est plus compliqué, car le champ secondaire dû au conducteur se superpose au champ primaire créé par la bobine verticale (voir figure 20).

La figure 20 montre un cheminement hypothétique fait au niveau du sol, perpendiculairement à un tel conducteur. La direction des champs primaire et secondaire est indiquée par des flèches de longueur proportionnelle à la force des champs précités à un endroit donné. La direction et l'intensité du champ résultant (champ décalé) ainsi produit s'obtient par la méthode du parallélogramme des forces. Les flèches résultantes sont parallèles au plan du cadre chercheur lorsqu'on le fait tourner dans une position où il n'est recoupé par aucune des lignes de force du champ produit. Dans ces conditions, aucun voltage induit n'apparaît dans le cadre chercheur et aucun signal sonore n'est entendu dans les écouteurs qui y sont raccordés. Lorsque le cadre chercheur est incliné dans l'une ou l'autre direction, en s'éloignant de la position de voltage minimum, un signal est perçu dans les écouteurs.

L'angle entre le vecteur résultant et l'horizontale, à un point donné, est appelé inclinaison du champ: c'est la mesure sur laquelle repose la recherche de massifs conducteurs. La courbe typique de la figure 20 représente la façon dont l'inclinaison du champ varie au cours d'un cheminement au-dessus d'un massif de sulfures. En terrain stérile, l'inclinaison du champ est presque nulle. Elle augmente à proximité d'un conducteur puis retombe à zéro directement au-dessus. Elle augmente en sens opposé, au-delà du conducteur, et enfin retombe à nouveau à zéro.

Emploi de la méthode sur le terrain

Les élévations et autres accidents topographiques inclinent le champ électromagnétique. Pour obvier à cette complication, le plan de la bobine inductrice est orienté chaque fois de manière à passer par le point d'observation. Si l'on connaît, à quelques pieds près, l'emplacement du cadre inducteur et du cadre chercheur, on peut orienter le cadre inducteur de façon à rendre les erreurs négligeables, même en terrain très accidenté. Les profils d'inclinaison s'interprètent donc directement, sans correction topographique ou autre. Lorsque les bobines ou cadres sont orientés comme il convient, un champ incliné indique un conducteur.

Sur le terrain, on installe le cadre inducteur à un endroit convenable le long d'une ligne qui traverse à angle droit la formation ou structure qu'il faut étudier. On effectue ensuite un cheminement de chaque côté de l'emplacement

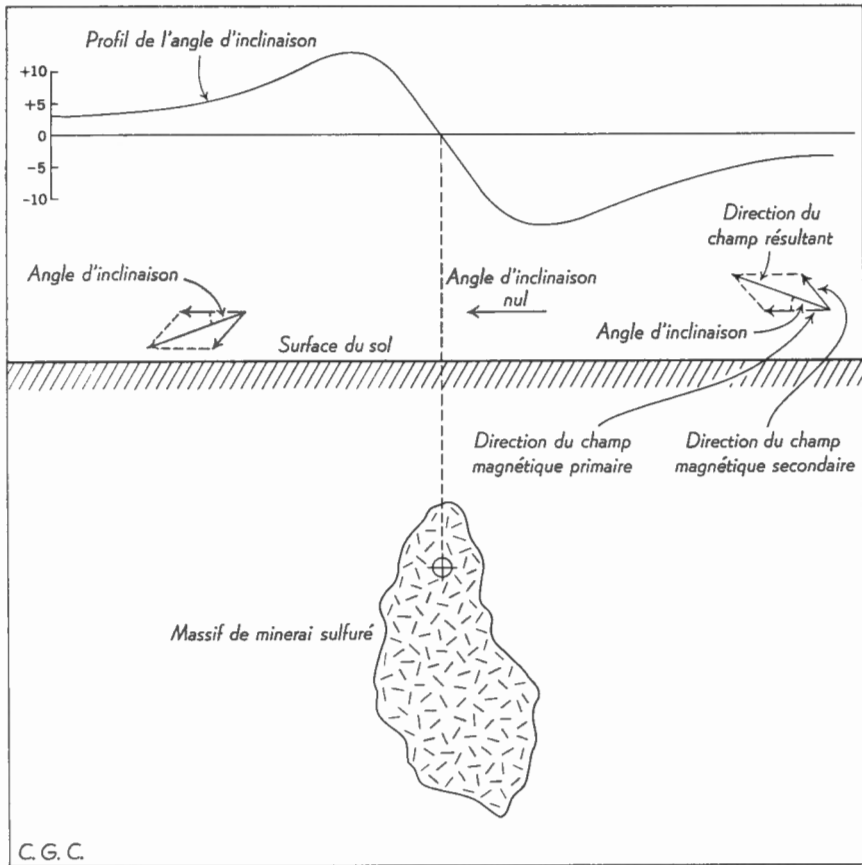


Figure 20. Cheminement hypothétique passant au-dessus d'un massif de minerai sulfuré.

du cadre émetteur. Les lignes sont généralement espacées de 400 pieds lorsqu'il s'agit d'un relevé de reconnaissance; elles sont plus rapprochées lorsqu'on veut une étude plus détaillée. Sur une ligne donnée on ne s'éloigne généralement pas plus de 2,000 pieds du cadre émetteur. Pour faire une étude complète d'une propriété minière, il faut déplacer le cadre émetteur plusieurs fois.

Avantages et restrictions

La méthode électromagnétique exposée ci-dessus sert surtout au repérage d'excellents conducteurs comme les massifs de sulfures métalliques ou de magnétite. On peut cependant l'utiliser avec profit pour rechercher des matières d'une conductibilité modérée, si la fréquence du courant alternatif employé dans le cadre émetteur est celle qui convient. Règle générale, plus faible est la conductibilité électrique du gisement, plus élevée doit être la fréquence du courant dont on alimente le dispositif électromagnétique. Au-delà d'une certaine limite il ne sert de rien de relever la fréquence car, alors, le terrain de couverture, les zones de laminage à faible conductibilité, les failles et le reste

La prospection au Canada

suscitent des anomalies propres à obscurcir les données. La plupart des levés électromagnétiques se font à une fréquence de 1,000 cycles à la seconde. Avant d'appliquer la méthode sur une grande échelle, il faut d'abord déterminer la fréquence la plus appropriée dans la région à étudier.

Avec une fréquence de 1,000 cycles à la seconde les terrains marécageux ou d'autres accidents topographiques ne donnent pas d'indications parasites. Le fait que l'on puisse presque toujours utiliser de façon satisfaisante, la méthode électromagnétique quelles que soient les conditions topographiques en constitue l'un des principaux avantages par rapport aux autres méthodes électriques.

Les zones de laminage où se trouve du graphite et les horizons sédimentaires sont souvent la cause d'anomalies électromagnétiques (c'est aussi le cas d'autres méthodes électriques). La fréquence de 1,000 cycles à la seconde n'indique pas les plans de contact entre deux types de roches à moins que l'un ou l'autre ne soit un excellent conducteur ou encore qu'un excellent conducteur ne soit présent le long du plan de contact. Ainsi, cette méthode ne renseigne pas sur la structure géologique comme le fait la méthode des résistivités, à moins que d'excellents conducteurs comme les sulfures, la magnétite et le graphite ne rendent perceptibles les changements de structure. La fréquence de 1,000 cycles à la seconde permet, à l'occasion, de déceler des failles.

L'interprétation des données provenant de levés électromagnétiques se fonde habituellement sur l'expérience et sur les résultats d'expériences faites sur des modèles à échelle réduite. Ces dernières expériences sont effectuées dans des conditions bien précises par les laboratoires; elles permettent aux géophysiciens de déterminer la nature générale des anomalies auxquelles on peut s'attendre dans bon nombre de cas types. Une étude électromagnétique permet souvent de déterminer l'importance, la forme et la profondeur d'un conducteur par comparaison avec les données provenant d'un modèle. Les conclusions ainsi obtenues doivent être étudiées en tenant compte des données géologiques disponibles.

La méthode électromagnétique est la méthode idéale pour le repérage de massifs de sulfures ou de magnétite. Elle donne presque toujours des résultats satisfaisants, quelles que soient les conditions topographiques où elle s'applique. Avant de l'appliquer largement à une région quelconque, il convient d'établir quelle fréquence il faut employer. On peut souvent évaluer les possibilités de succès et déterminer la fréquence appropriée par une étude portant à la fois sur la structure géologique générale et sur les genres de roches et de minerais qui se trouvent dans la région en cause. Comme le montre l'exposé ci-dessus, l'application de cette méthode et l'interprétation des données fournies exigent de l'expérience.

Autre ouvrage à consulter

Mason, Max: "Geophysical Exploration for Ores"; Prospection géophysique, 1929, AIME (1929).

CHAPITRE XI

EXPLORATION ET APPRÉCIATION DES GÎTES MINÉRAUX

L'appréciation parfaite des gîtes minéraux et des propriétés minières est une question d'ordre technique qui entraîne parfois de fortes dépenses de temps et d'argent. Même après l'achèvement de ce travail, il peut arriver qu'on reste dans le doute sur certains points, car souvent un gîte ne présente pas de forme ni d'étendue constantes. Bien que les méthodes techniques et scientifiques auxquelles l'industrie minière peut recourir comptent parmi les plus perfectionnées de toutes celles qui s'offrent à l'industrie, de nombreux gîtes probables (*prospects*) et mines soulèvent des difficultés dont on ne peut se faire une idée précise qu'après l'épuisement du minerai.

Sauf au cours des tout premiers travaux de mise en valeur, l'appréciation des gîtes est ou devrait être l'affaire d'ingénieurs miniers versés en matière d'exploitation et de géologie, ou de géologues ayant certaines connaissances minières. La présente publication ne vise pas à s'étendre jusqu'à ce domaine. Le prospecteur doit bien comprendre les principes qui s'appliquent afin d'être en mesure de se prononcer sur des points comme ceux-ci relativement à un gîte: Vaut-il la peine de faire des travaux préliminaires? Dans le cas de l'affirmative, lesquels? Le gîte intéressera-t-il ceux qui achètent des propriétés minières ou mettent des fonds dans des sociétés minières? L'offre qu'on me fait est-elle raisonnable? De telles connaissances sont également utiles aux commanditaires du prospecteur ou aux personnes qui prennent part au lancement d'entreprises minières. Nous traiterons donc ci-dessous des principes généraux, couchés autant que possible en langage non technique. Nous parlerons donc successivement de l'exploitation minière du point de vue commercial, de l'échantillonnage, des travaux qui permettent à un prospecteur de se faire une idée de la valeur d'une découverte et des travaux à faire avant qu'on vienne l'examiner. Nous donnons aussi des renseignements des travaux d'échantillonnage et d'exploration plus poussés car, bien que les prospecteurs n'aient pas d'habitude à faire ce travail, une connaissance générale de ce qu'il implique leur sera utile.

Appréciation d'un gîte de découverte

Comme toutes les industries, l'industrie minière se fonde sur des principes d'ordre économique, dont les uns lui sont particuliers et dont les autres s'appliquent au commerce en général. En effet, il s'agit pour elle, d'abord, de produire des minéraux, des minerais et des métaux et de leur trouver des débouchés, ensuite, de tenir compte de la loi de l'offre et de la demande qui la régit. L'offre proprement dite est la quantité d'un produit qui est mis sur le marché à un

La prospection au Canada

prix donné, et la demande, la quantité d'un produit qui est achetée à prix donné. De façon générale, on peut dire que le jeu de l'offre et de la demande amène parfois la surabondance ou l'insuffisance d'un certain produit et, par là, de fortes fluctuations des prix, si bien qu'il est parfois presque impossible d'intéresser une société ou un financier à un gîte contenant un métal ou un minéral donné, même s'il présente des caractéristiques favorables: étendue, etc.

Comme l'exploitation du pétrole et du gaz, l'exploitation minière se distingue par la "récolte" unique: une fois que le minerai d'un massif a été extrait, la mine est épuisée pour toujours. Il ne faut donc pas l'oublier lorsqu'on finance une nouvelle entreprise minière. Les capitaux consacrés à l'achat d'une mine, à son exploration, à l'achat de l'outillage, etc., ne peut se rembourser que sur les bénéfices d'exploitation ou la vente de la propriété ou de l'installation.

Il y a une autre particularité à considérer: le grand nombre de venues minérales dépourvues de valeur, par rapport au petit nombre de celles qui permettront de couvrir les frais d'exploitation. La nature a fait que les gîtes minéraux prennent toutes sortes de formes et de dimensions, mais d'ordinaire seuls les plus gros et les plus riches ont de la valeur. La plupart des petits gîtes peuvent être rejetés du premier coup, mais les gîtes probables, savoir, ceux qui sont plus grands et donnent quelque espoir d'être payants par leur grosseur et leur teneur en minerai, exigent presque toujours beaucoup de temps et d'argent avant qu'on puisse savoir s'ils ont une valeur suffisante. C'est là une question compliquée, car rares sont les gîtes qui affleurent nettement, et même dans ce cas on ignore la forme qu'ils prennent dans le sol. On procède donc par élimination: les prospecteurs choisissent les gîtes qui, espèrent-ils, seront jugés gîtes probables et y travaillent quelque peu; puis des éclaireurs, des ingénieurs ou des géologues, au nom des bailleurs de fonds, examinent un grand nombre de ces gîtes supposés, choisissent ceux qui permettent le plus d'espoir, y poursuivent certaines recherches, éliminent peu à peu les plus pauvres et continuent d'étudier ceux qui paraissent les plus riches. Avant qu'une mine en vienne au stade de l'exploitation, il faut souvent dépenser un ou plusieurs millions de dollars en matière de recherches et d'achat d'outillage, sans parler des frais d'exploration d'autres terrains qui n'ont pas donné de résultats favorables. Le prospecteur novice ne doit pas se laisser décourager par cet état de choses, car ces inconvénients n'empêchent pas l'industrie minière d'être florissante; un gîte donnant bon espoir peut souvent se vendre à un prix raisonnable, même si les travaux subséquents d'exploration révèlent que le gîte ne répond pas à l'attente; d'autre part, il se peut qu'une propriété donne d'excellents résultats et rapporte de gros bénéfices. Il ne faut cependant pas oublier que nombre de gîtes de découverte restent sans valeur. Dans les lignes qui suivent, nous exposons brièvement les principaux éléments qui permettent d'apprécier si un gîte de découverte pourrait avoir de la valeur. Le plus souvent, le gîte manque d'étendue ou de richesse. Dans ce cas, il est inutile d'en poursuivre l'examen.

Grosseur des gîtes

Pour apprécier un gîte probable, il faut d'ordinaire tenir compte surtout de sa grosseur et sa richesse moyenne. La grosseur des mines productives varie beaucoup: certaines sont de simples poches de minerai d'où l'on extrait quelques tonnes de minerai riche; d'autres sont si vastes qu'on peut en extraire des milliers

de tonnes de minerai par jour pendant des années. Les poches de minerai sont généralement exploitées par un ou quelques hommes seulement et il faut qu'elles soient situées dans un endroit peu éloigné des moyens de transport, à moins que le produit de l'extraction ne puisse se transporter facilement, comme dans le cas des pierres précieuses ou de l'or à l'état libre. A l'opposé, le nombre de gîtes que l'on peut exploiter à très grande échelle est extrêmement restreint. La grosseur de la plupart des mines productives est intermédiaire entre ces deux extrêmes; l'extraction s'y fait à raison de 100 à 5,000 tonnes de minerai par jour selon les cas et de moins de 2,000 dans la plupart des cas. Le minerai ainsi extrait est d'ordinaire trop pauvre pour qu'il soit payant de l'expédier à l'état brut; aussi doit-on presque toujours construire sur le terrain de la mine un concentrateur qui transforme le minerai en tout ou en partie. Les plus petits des concentrateurs, d'une capacité de 100 tonnes par jour, coûtent actuellement environ \$150,000 et les grands concentrateurs complexes coûtent parfois un million de dollars ou plus. Les exploitants qui ne veulent rien risquer ne construisent pas de concentrateur avant d'avoir reconnu la présence d'un tonnage de minerai assez gros pour que les bénéfices estimatifs couvrent les frais de construction. En général, cependant, la pratique reçue consiste à construire un concentrateur dès que le tonnage reconnu peut alimenter l'exploitation de la mine pendant trois ans, pourvu qu'il soit probable, d'après les résultats d'une étude géologique, que le gîte se révèle beaucoup plus vaste à mesure que l'exploitation progresse. En d'autres mots, si l'on sait ou si l'on estime probable que le gîte meurt latéralement et en profondeur, il ne serait prudent de bâtir un concentrateur que si le tonnage reconnu suffira à rentrer dans les frais de construction. Toutefois, si le gîte semble se prolonger au-delà du massif qui peut assurer trois années d'exploitation et si les conditions géologiques portent à croire qu'il s'agit d'un prolongement étendu, même si le tonnage de minerai qui serait extrait pendant les trois ans ne permettrait pas de couvrir les frais de construction, on juge généralement opportun d'aménager un concentrateur.

Quand il s'agit de minerais composés en grande partie de quartz ou d'autres minéraux plutôt légers, une tonne de minerai occupe en moyenne 12 pieds cubes. Ce chiffre baisse à 10 dans le cas de minerais en grande partie métallifères et est encore plus faible dans le cas des minerais métallifères massifs. Il faut environ 110,000 tonnes, soit environ 1,300,000 pieds cubes de minerai pour alimenter un concentrateur d'une capacité de 100 tonnes par jour pendant trois ans. Si ce massif de minerai était un filon large de trois pieds et reconnu sur une longueur de mille pieds, il faudrait que sa profondeur reconnue soit d'environ 430 pieds uniformément, pour qu'on puisse en extraire du minerai pendant trois ans à raison de 12 pieds cubes par tonne en moyenne. Il y a des mines dont l'exploitation ne porte pas sur un seul gîte; on peut exploiter plusieurs gîtes plus petits pourvu qu'ils ne soient distants que de quelques centaines de pieds l'un de l'autre. Dans ces cas, cependant, les frais d'exploration et d'extraction par tonne de minerai sont plus élevés que dans le cas où il s'agit d'un seul massif.

Il ne vaut probablement pas la peine de s'occuper d'un gîte de découverte dont les apparences font prévoir qu'on n'y reconnaîtra pas la présence d'au moins 100,000 tonnes de minerai, à moins qu'il ne soit très riche ou ne présente d'autres particularités exceptionnelles. Par exemple, s'il semble que le filon découvert, large de 3 pieds ou plus, contienne une quantité raisonnable de minerai, et si son

La prospection au Canada

extension latérale est masquée par des stériles, il est avantageux de dépouiller le gîte ou d'effecteur des fouilles pour reconnaître si le gîte se prolonge sur plusieurs centaines de pieds; si tel est le cas, il vaudra peut-être la peine plus tard de chercher à établir si, par sa profondeur, le gîte présente un tonnage suffisant de minerai. Certains gîtes meurent ou sont disloqués par des failles à une faible profondeur, d'autres se prolongent à de grandes profondeurs; en général, il y a lieu d'espérer qu'ils soient au moins à moitié aussi profonds que larges.

Si dans les exemples susmentionnés nous avons parlé d'une largeur de 3 pieds, c'est parce que c'est celle des plus petites galeries d'exploitation qu'on puisse commodément ouvrir sous terre: il faut donc, dans la plupart des cas, que le gîte soit large d'au moins 3 pieds pour être payant. Si les filons sont larges de moins de 3 pieds, il faut qu'ils soient plus riches, car il faut extraire en même temps de la roche de rebut. Quelques gîtes, comme ceux d'or à haute teneur, d'argent natif et de pechblende, sont exploitables même s'ils ne sont larges que de quelques pouces et s'il faut enlever la roche de rebut sur 2 ou 3 pieds de chaque côté du filon, mais les gîtes dont la richesse est si grande qu'ils méritent qu'on prenne cette peine sont exceptionnels.

Avant d'abandonner un petit gîte de surface, le prospecteur devrait se demander s'il y a des chances qu'il apparaisse plus riche en profondeur ou en direction ou qu'il soit un îlot détaché d'un gros gîte. Cet espoir constant du prospecteur se réalise parfois, mais nombreux sont les gîtes qui s'amenuisent fortement ou meurent tout près en profondeur ou à la surface. La plupart des gîtes restent à peu près uniformes: s'ils sont courts et étroits à la surface, ils le sont probablement en profondeur; si le gîte de découverte est formé d'une série ou d'une agglomération de petites lentilles à la surface, il en sera probablement de même en profondeur. On a constaté cependant certains exemples frappants de gîtes minuscules dont l'affleurement était la partie supérieure découverte de gros gîtes. Quelques gîtes de surface faisaient partie d'un massif de minerai étendu, à peine mis à nu par l'érosion. On a vu des gîtes formés de masses arrondies groupées en tas, dont une seule, de faibles dimensions, perçait la surface. Ce sont cependant là des cas remarquables plutôt rares, et il serait absurde de procéder à des recherches coûteuses, latéralement ou verticalement dans le voisinage de chaque petite venue minéralisée, dans l'espoir de découvrir que la teneur s'accroît sensiblement. Un aussi grand risque ne se justifie que lorsque la plupart des conditions géologiques réunies dans le voisinage de la petite venue sont des plus favorables, par exemple, si cette dernière se trouve soit dans une faille très marquée ou dans une zone de fracture prononcée, ou près de l'une d'elles, soit dans une grande zone d'altération qui l'apparente à de gros gîtes d'ailleurs, dans une roche bien déterminée, formation calcaire, etc., dans laquelle il y a de gros gîtes connus, ailleurs dans la région.

Teneur en minéraux

Ceux qui n'ont jamais vu de gîte minéral s'imaginent souvent qu'il se compose d'une masse compacte de métal pur ou de quelque minéral comme la galène. Rien n'est moins vrai, car presque tous les gîtes, même les plus riches, sont formés d'un mélange de minéraux. Dans la plupart d'entre eux, le ou les minéraux de valeur ne représentent qu'une fraction de l'ensemble et sont d'ordinaire répartis inégalement en petits grains, qui sont souvent microscopiques. A l'examen

au microscope d'assez gros amas de ce qu'on croit être un minéral à l'état pur, on constate que ce minéral contient des particules d'autres minéraux.

La quantité de minéraux utiles présente dans un gîte s'appelle la *teneur*. (En anglais, *grade* est d'un usage plus courant que *tenor*, mais ce dernier serait préférable au premier, qui désigne aussi une pente ou une rampe.) La teneur en or ou autre métal précieux s'exprime en onces par tonne de minerai. Dans le cas des métaux communs comme de certains minéraux industriels, la teneur s'exprime en pour-cent. Dans le cas d'autres genres de gîtes, on emploie des termes spéciaux. Comme la teneur varie selon les gîtes, la seule façon de l'évaluer exactement consiste à faire la moyenne des résultats de l'analyse minutieuse ou d'autres essais que l'on fait subir aux nombreux échantillons qu'on prélève selon l'une ou l'autre des méthodes dont il sera question plus loin.

La plupart des gîtes sont loin d'être uniformes. Il y en a qui se composent en partie de minerai riche et en partie de minerai pauvre, mais dont la richesse, à tout prendre, mérite que le gîte soit exploité en entier. D'autres contiennent des sections dont l'extraction est payante, les *colonnes de richesse*, séparées les unes des autres par des sections où le minerai est si dispersé qu'il ne vaut pas le peine de l'extraire. Dans le cas des gîtes de ce genre, on calcule quelle serait la teneur moyenne qui rendrait l'extraction payante, et comme ils contiennent d'ordinaire des sections à minerai d'une teneur plus haute que cette moyenne, on peut exploiter d'autres sections à minerai d'une teneur plus basse, en vue de la mélanger avec la substance plus pauvre. La *teneur limite*, dans un gîte donné est celle au-dessous de laquelle l'exploitation payante est impossible. Le *minerai à teneur limite* est celui dont la teneur concorde avec la teneur limite ou ne la dépasse que de peu. On donne en anglais le nom de *sub-marginal material* à la roche qui, au moment où l'on parle, n'arrive pas tout à fait à la limite mais qui pourrait éventuellement mériter le nom de minerai par suite d'un relèvement des prix ou d'une baisse des frais d'exploitation. Une des premières choses que le prospecteur novice doit apprendre à faire, c'est de ne pas s'emballer à la lecture de rapports d'essais ou d'analyses indiquant la présence de traces de métaux ou d'autres éléments. La plupart des roches et des minéraux contiennent de nombreux éléments, en quantités si faibles qu'elles sont le plus souvent insignifiantes.

L'évaluation exacte de la richesse d'un gîte est l'affaire de spécialistes très compétents. D'ordinaire, à mesure que les recherches progressent, l'appréciation du gîte progresse aussi. Il faut que l'appréciation d'un gîte de découverte, faite par le prospecteur, et celle d'un gîte probable non encore reconnu, faite par l'ingénieur ou le géologue, soient assez précises, mais on n'exige pas là l'exactitude de l'évaluation d'un gîte probable dont l'exploration a répondu à l'attente et dont on est en train de calculer le rendement possible. A ce sujet, le prospecteur doit en savoir assez pour pouvoir dire si un gîte de découverte mérite ou non qu'on continue à s'en occuper. Il pourra s'en faire une idée d'après la plus ou moins grande richesse du minerai d'autres mines productives. Règle générale, plus un gîte est considérable plus on peut se permettre d'extraire des minerais pauvres, car les frais diminuent proportionnellement à l'augmentation du volume des affaires, si bien qu'il vaut mieux d'ordinaire exploiter un gîte uniforme dont le minerai est à teneur moyenne ou même plutôt basse, qu'un gîte riche mais peu étendu surtout si la répartition du minerai est irrégulière. Aujourd'hui, quelques grandes mines canadiennes traitent des minerais dont la valeur moyenne varie

La prospection au Canada

de \$5 à \$10 la tonne, mais la plupart de ces installations datent d'une époque où le prix des fournitures, de l'outillage et le coût de la main-d'oeuvre étaient inférieurs à ceux d'aujourd'hui; de plus, leurs immobilisations sont amorties en tout en ou partie. En 1955, rares auraient été les mines qu'on eût pu exploiter pour extraire un minerai d'une valeur moyenne aussi basse que \$10 la tonne.

On ne saurait formuler de règles simples au sujet de la richesse des minerais qu'on peut traiter aux différentes échelles d'exploitation, mais les exemples suivants, choisis au hasard parmi les entreprises minières, en 1954, donneront une idée des teneurs du minerai et des frais d'exploitation d'entreprises d'importance diverse. Toutefois, il est opportun de faire observer qu'il faut étudier séparément les particularités de chaque gîte probable, car il n'existe ni deux gîtes identiques ni de gîtes qui présentent des problèmes identiques de transport et de traitement du minerai. Les exemples suivants ont été choisis parmi les mines d'or, parce que la valeur de la teneur du minerai est exprimée en dollars.

Mine	Moyenne de l'extraction quotidienne, en tonnes	Valeur par tonne \$
Kerr Addison	4,546	7.32
Dome	1,975	8.41
San Antonio	495	8.37
Leitch	108	29.21

Les exemples suivants ont été pris parmi les mines de métaux communs, mais en l'occurrence, nous n'exprimons pas en dollars la valeur de la teneur du minerai, vu que les prix de ces métaux varient:

Mine	Métal extrait	Moyenne de l'extraction par jour, en tonnes	Teneur approximative par tonne										
Copper Mountain	Cuivre (un peu d'argent et d'or)	5,128	0.8 %										
East Sullivan	<table border="0"> <tr> <td rowspan="4" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>Cuivre</td> </tr> <tr> <td>Zinc</td> </tr> <tr> <td>Or</td> </tr> <tr> <td>Argent</td> </tr> </table>	{	Cuivre	Zinc	Or	Argent	2,500	<table border="0"> <tr> <td rowspan="4" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">{</td> <td>1.3 %</td> </tr> <tr> <td>1.21%</td> </tr> <tr> <td>0.015 once</td> </tr> <tr> <td>0.44 once</td> </tr> </table>	{	1.3 %	1.21%	0.015 once	0.44 once
{	Cuivre												
	Zinc												
	Or												
	Argent												
{	1.3 %												
	1.21%												
	0.015 once												
	0.44 once												

Autres caractères géologiques du gîte

Outre l'étendue et la richesse du gîte, il faut tenir compte d'autres éléments d'ordre non géologiques, dont nous parlerons plus loin. Mais d'autres éléments encore influent parfois sur le rendement possible d'un gîte. Ils dépendent surtout du type géologique du gîte et de sa structure caractéristique.

Certains types de gîtes sont remarquables par leur étendue et la régularité de leur teneur; d'autres ne le sont pas. Ainsi, les gîtes stratifiés tels que les gîtes houillers, les gîtes sédimentaires de fer et les roches stratifiées d'où l'on extrait

des minéraux industriels sont ordinairement d'une richesse assez égale et couvrent de grandes étendues. Les gîtes de substitution sont bien vus, quoique beaucoup d'entre eux soient petits, il y en a aussi beaucoup de gros. Souvent aussi, ils forment des agglomérations, de sorte que lorsqu'on en découvre un, on est motivé de penser qu'il y en a d'autres aux environs. Parmi les filons, dont les grosseurs varient beaucoup, les petits ne sont ordinairement pas loin, mais il est assez probable que les grands sont étendus en direction aussi bien qu'en profondeur. La plupart des gîtes de pegmatite sont plutôt petits et tout minéral de valeur qu'ils renferment est d'ordinaire distribué fort irrégulièrement. Il y a certaines exceptions, mais la plupart d'entre eux sont exploités en petit ou même ne le sont pas du tout. Si d'autres gîtes du même genre que celui que l'on étudie ont été explorés ou exploités dans la même région, il convient d'en observer les caractéristiques.

Il est parfois de la plus haute importance de déterminer si un gîte visible à la surface contient des minéraux primaires ou des minéraux secondaires. En général, au Canada, les gîtes secondaires ne s'étendent pas beaucoup en profondeur. Ils forment parfois des concentrations dans le voisinage des minéraux primaires affleurants. Une longue période de mise en solution et de déposition par les eaux de surface a considérablement enrichi la partie supérieure du gîte par rapport au reste, qui constitue la majeure part et est formée de minéraux primaires. D'autre part, quelques gîtes ont induit des gens en erreur par la pauvreté de la partie supérieure, les minéraux primaires s'étant dissous et ayant été emportés par les eaux de surface.

Les traits structuraux d'un gîte influent souvent sur sa valeur économique, en fixant son pendage, en affaiblissant le gîte lui-même ou ses épontes, ou en le disloquant par des failles. Ce sont les gros gîtes très étendus qu'on peut exploiter à meilleur compte, car ils peuvent s'exploiter à ciel ouvert, au moyen de pelles mécaniques, de draglines et de bulldozers. On transporte le minerai hors de la fosse au moyen de gros camions, de téléphériques ou, dans les plus grandes fosses, de voies ferrées normales qui tournent en spirale sur les flancs de l'excavation. C'est ainsi qu'on exploite, par exemple, les gîtes houillers horizontaux, d'autres dépôts sédimentaires et les parties supérieures de vastes gîtes de substitution et de métasomatose de contact. Les gîtes qui sont assez étendus dans les trois sens peuvent s'exploiter souterrainement à frais plutôt bas. Des massifs comme les filons, qui sont étroits par rapport à leur longueur et leur profondeur, peuvent s'exploiter à assez bon compte quand leur pendage est, mettons, de 50 degrés ou plus, car le minerai extrait descend alors peu à peu du fait de la pesanteur dans les chantiers et par les cheminées à minerai, jusque dans des endroits où il est commode de le ramasser pour le transporter par roulage ou le remonter. D'autre part, l'exploitation d'un filon peu incliné est généralement plus coûteuse, car le minerai abattu doit être manutentionné au moyen d'appareils tels que les racleurs. Les structures particulières qui influent sur la résistance du minerai ou de la roche encaissante augmentent parfois fortement les frais d'exploitation, car il faut alors beaucoup d'étais et de remblayage pour soutenir le minerai ou la roche affaiblis par les cassures ou les failles. De même, il faut parfois soutenir par des étais la roche qui recouvre un massif de minerai, lorsqu'elle est naturellement faible, sans parler de l'influence de la structure. Lorsqu'il y a dérangement du gîte, les frais d'exploration et d'exploitation seront probablement plus élevés.

La prospection au Canada

Emplacement et transport

Comme c'est à prévoir, la facilité d'exploration d'un gîte probable et l'exploitation payante d'une mine dépendent beaucoup de l'emplacement. Sans parler des moyens de transport, quand un gîte se trouve dans une région peuplée, il est plus facile d'embaucher de la main-d'oeuvre; en outre, la société qui fournit à ses mineurs la moindre commodité de vie a moins de peine à les garder à son service, comme elle n'a pas besoin de faire bâtir autant d'habitations ni de fournir autant de distractions et d'autres commodités.

Le caractère du terrain entre pour beaucoup dans le calcul des frais d'exploration et d'extraction, car il en coûte bien moins de percer des galeries à flanc de coteau (souterraines) que des puits. Lorsqu'un gîte est situé en pays montagneux ou très montueux, on part d'ordinaire d'une de ces percées pour explorer ou exploiter tout le gîte ou seulement sa partie supérieure; c'est ce qui se pratique d'ordinaire dans la région de la Cordillère. Mais ailleurs au Canada, c'est la méthode des puits qui est la plus courante, car le relief peu marqué ne permet pas, d'habitude, de percer des galeries à flanc de coteau.

Au stade de l'exploration tout comme à celui de l'exploitation, il est très important de tenir compte des moyens de transport et de l'énergie électrique dont on dispose réellement ou qu'on peut produire. Toute exploration, sauf les premières recherches, exigent de grosses quantités de fournitures et d'outillage et avant de pouvoir entreprendre l'exploitation en grand, il faut disposer de nombreuses machines lourdes et de beaucoup de matériaux de construction et autres approvisionnements. En outre, il faut en moyenne environ 35 livres d'approvisionnement par tonne de minerai extrait. Enfin, il s'agit d'amener le produit sur le marché. Dans les régions du pays qui sont desservies de longue date par des chemins de fer, des routes et des voies navigables, le transport est assez facile, bien qu'il entraîne parfois des frais qui augmentent sensiblement les frais d'exploration et d'extraction. Les frais sont bien plus élevés lorsqu'il faut ravitailler par avion ou par convois tirés par des tracteurs des chercheurs à l'oeuvre dans des endroits écartés des voies ordinaires. Pour qu'on s'intéresse à un gîte probable situé aussi loin, il faut que sa valeur dépasse de beaucoup celle qu'il aurait s'il était plus favorisé par son emplacement. Si certaines mines, surtout des mines d'or, sont devenues productives, bien qu'elles se trouvent dans des lieux reculés et dépourvus de moyens de transport routiers ou ferroviaires, c'est parce que leur valeur économique justifiait le transport d'outillage lourd par traîneaux et tracteurs en hiver et l'expédition des produits par avion. Toutefois, avant de pouvoir exploiter ces mines, il a fallu presque toujours aménager des routes ou des voies ferrées pour les relier aux régions peuplées. Même lorsque les gîtes ne sont éloignés que de quelques milles seulement des principaux moyens de transport, ils doivent être bien plus riches que si l'on dispose déjà de ces moyens; ceux qui se trouvent dans des lieux très reculés doivent être assez riches pour qu'il vaille la peine d'aménager ces moyens de transport. Lorsqu'il est impossible d'établir des moyens de transport, on délaisse ces gîtes.

Traitement

Quelquefois, dans des cas spéciaux, on expédie des minerais sur le marché tels qu'ils sont à l'extraction ou après triage à la main. Dans presque tous les cas, cependant, il faut leur faire subir un traitement. Il en est ainsi également dans

la plupart des houillères, qui sont pourvues d'ateliers de criblage et de lavage, et dans beaucoup de mines de fer, où le minerai subit un premier traitement préalable à l'expédition. La plupart des mines possèdent des ateliers compliqués de concassage, de broyage et de concentration du minerai. Quelques-unes possèdent des usines chimiques spéciales ou des fonderies où le minerai subit toutes les opérations de transformation sauf la dernière, l'affinage. Parfois l'exploitant d'une usine déjà établie dans une région consent à traiter le minerai convenable extrait des mines avoisinantes. Vu que les minerais diffèrent beaucoup les uns des autres, il faut cependant d'ordinaire construire des usines distinctes, après avoir fait des essais minutieux sur des échantillons volumineux. Le genre de traitement requis, le taux de récupération prévu et la facilité ou la difficulté du traitement sont autant d'éléments qui influent sur les frais d'exploitation et qui aident à déterminer la valeur pratique de la mine. S'il y a d'autres éléments favorables, on peut d'ordinaire élaborer une méthode satisfaisante de traitement. Toutefois, lorsqu'un gîte se trouve dans des lieux reculés ou quand son étendue et sa richesse paraissent tout juste suffisantes pour le rendre exploitable en l'absence de difficultés, quand le traitement du minerai est coûteux ou quand le taux de récupération possible n'est que médiocre, il est probable qu'on considérera le gîte comme donnant peu d'espoir. Il ne faut cependant pas se montrer trop pessimiste en ce qui touche le traitement du minerai, car on peut parfois mettre au point des méthodes de traitement perfectionnées. Ainsi, une importante société minière du pays a donné instruction à son personnel ambulante de ne jamais rejeter une propriété simplement parce que le traitement du minerai présente des difficultés. Dans ce cas et si toutes les autres questions sont faciles à résoudre, elle cherche à mettre au point un mode de traitement perfectionné.

Demande présente ou future

Les conditions de mise sur le marché d'un métal ou d'un minéral donné méritent considération. Il est presque certain que l'or peut se vendre et à des prix à peu près stables. Parmi les métaux communs, le fer, le cuivre, le plomb et le zinc sont si demandés en temps normal que les gîtes riches ont une valeur marchande presque assurée, bien qu'ils se vendent à des prix très variables. Il importe d'examiner de très près les prix et la demande des autres produits miniers dont la demande est plus restreinte. Dans le cas d'autres minéraux, il se peut qu'il n'y ait pas de demande actuelle mais qu'il s'en présente une plus tard, ou qu'on puisse trouver des débouchés advenant l'existence d'un gros gîte.

Nous avons déjà exposé comment il convient de procéder pour se renseigner sur les cours du marché (journaux, revues, publications officielles, etc.). Nous faisons observer ici que la plupart des prix faits pour nombre de métaux sont les prix de gros des produits des fonderies et des affineries. Quand les minerais ou les concentrés sont expédiés à un atelier de traitement à façon, les prix de vente du métal qu'ils contiennent sont bien plus bas. D'abord, on ne fait aucun prix pour les métaux dont on saurait retirer des produits payants et parfois même on impose une réfaction quand la présence d'impuretés inacceptables rend l'extraction des composants plus pénible. Ensuite, l'atelier déduit une certaine somme pour frais de traitement, et l'atelier qui appartient à une société cherche inévitablement à réaliser un bénéfice. Enfin, comme les prix de plusieurs métaux sont faits d'après les cours des marchés de New York et de Londres, certaines

La prospection au Canada

usines canadiennes doivent compter le coût, de l'assurance et du fret, les droits de douane, les frais de vente et peut-être ceux d'affinage. Dans l'appréciation d'un gîte, les ingénieurs miniers doivent tenir compte soigneusement de ces questions. Le prospecteur n'a pas à s'occuper de tout cela, mais dans son évaluation d'un gîte de découverte il doit tenir compte de la demande probable et du gros écart qui pourrait exister entre la valeur du minerai et les cours des métaux et des minéraux.

Quelques prospecteurs se font une fausse idée de la valeur d'un gîte de découverte lorsqu'ils supposent que la récupération de tous les composants dont la présence est constatée à l'essai ou à l'analyse sera payante. Dans le cas de certains minerais, on peut compter sur la récupération de l'or, du cuivre, du plomb ou du zinc, par exemple, mais il est rare qu'on puisse en récupérer des métaux ou des minéraux qui ne sont présents qu'en quantités négligeables. On devrait étudier plus tard s'il est possible de le faire, mais il est rare que la chose compte dès l'abord, et la décision d'entreprendre les travaux préliminaires sur le gîte devrait s'appuyer sur la présence d'un ou de deux des composants principaux du minerai.

Exploration des gîtes

Avant de pouvoir évaluer une découverte qui semble présenter quelque valeur, il faut l'explorer. Le plus souvent, on ne peut rien savoir de l'état du gîte en profondeur sans l'avoir sondé d'une manière ou d'une autre. En outre, rares sont les gîtes dont l'affleurement permet de les apprécier quant à leur largeur, leur longueur et leur richesse possible en minéraux sans qu'il faille en certains endroits, enlever le mort-terrain et la roche désagrégée par l'intempérisme. Les travaux faits dans le but de découvrir l'étendue et la richesse du gîte se disent proprement "exploration". On parle parfois dans ce cas de "mise en valeur", mais ce terme s'applique plus justement aux travaux, qui à la suite de la reconnaissance d'un massif de minerai, sont ceux de premier établissement, préalables à l'exploitation.

C'est d'ordinaire le prospecteur lui-même qui explore en tout premier lieu toute venue qui, à son avis, le mérite, afin de pouvoir en évaluer la grosseur et de faciliter l'examen qu'en fera un ingénieur ou un géologue. Dans le cas de gîtes dont on signale la valeur à certaines sociétés, ce sont ces sociétés qui, d'ordinaire, mettent les fonds voulus pour la poursuite des travaux. Cette commandite fait partie d'un travail d'élimination au cours duquel on étudie les gîtes dont l'examen préliminaire a été encourageant, après quoi, selon le cas, on conseille de poursuivre ou d'arrêter les travaux. Chaque compte rendu favorable conduit à pousser l'exploration, jusqu'au point où, après le rejet de nombreux gîtes probables à l'exploration desquels on a consacré inutilement des fonds, certaines mines s'ouvrent à l'exploitation. Ce travail méthodique prend le plus souvent plusieurs années; rares sont les mines qui atteignent le stade d'exploitation moins de 3 ans après la date de la découverte du gîte. Il convient de ne pas dépenser trop d'argent aux premiers stades d'exploration mais d'apprécier de nouveau périodiquement le gîte et de risquer des sommes toujours plus fortes dans ceux des gîtes probables qui semblent mériter ces frais.

Exploration par le prospecteur

Le prospecteur qui a découvert un gîte qui pourrait être encourageant doit d'abord se faire une idée approximative de sa largeur et sa longueur. Avant de

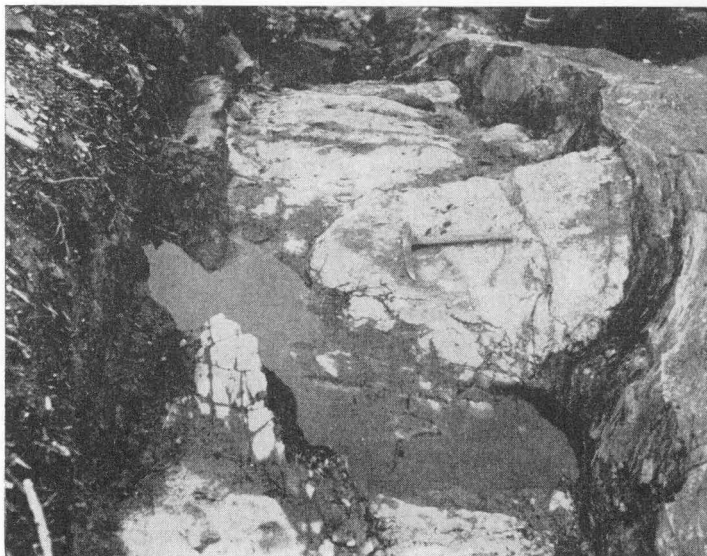
faire autre chose, au moyen d'outils, que de prélever au pic, dans l'affleurement, des échantillons non désagrégés par l'intempérisme, il convient d'habitude de reconnaître le terrain, car la largeur et la longueur se mesurent parfois assez bien d'après d'autres affleurements (il est alors inutile de décapeler le gîte) ; de plus, la reconnaissance indique parfois l'endroit où les travaux se feront le plus facilement et peut même conduire à la découverte d'un gîte voisin plus riche.

A un endroit donné, la largeur ou l'épaisseur réelle d'un gîte doit être mesurée le long d'une ligne perpendiculaire à la direction et au pendage (*voir* figure 3). Si le pendage est vertical, la largeur mesurée en direction et à angle droit avec cette dernière, est la largeur réelle. Si le filon ne plonge pas verticalement et si on mesure alors horizontalement, on trouve une largeur supérieure à la largeur réelle. Ce détail est important car la partie affleurante d'un gîte peut porter à croire qu'il est plus large qu'en réalité, notamment quand le pendage est plutôt faible. En outre, rares sont les gîtes dont la largeur est partout uniforme. La plupart d'entre eux vont tantôt s'élargissant tantôt se rétrécissant, de sorte qu'il faut en prendre la largeur moyenne.

La longueur d'un gîte est sa longueur en direction. Quand on cherche à en déterminer l'emplacement, il importe de comprendre la façon dont un gîte plongeant affleure à la surface d'un sol en pente ou vallonné. Les affleurements d'un gîte à pendage vertical forment une ligne droite, quelque accidenté que soit le

Planche LVII

Filon de quartz mis à nu. De l'eau pluviale remplit les creux laissés par le sautage d'un peu de roche. On peut voir que la roche encaissante située à côté du filon est cisailée.



terrain. Les affleurements d'un gîte à pendage incliné en terrain plat forment une ligne droite, mais si le terrain est en pente, ils s'échelonnent vers le bas, dans le sens du pendage. Le prospecteur novice a de la peine à se représenter ces phénomènes, mais il apprend avec un peu de pratique à tenir compte des trois dimen-



Planche LVIII

Pompe à incendie portative, qui sert à pratiquer des fouilles dans les stériles et à nettoyer la roche en place.

sions et de l'inclinaison du terrain. Pour s'y exercer, il est utile de se servir d'une maquette faite en sable, en glaise ou en plasticine, sur laquelle on peut modeler un terrain en pente ou une suite de collines et de vallées. Ensuite, à l'aide d'un morceau de carton plat qu'on insère dans la maquette à différents angles, on peut symboliser un filon ou une couche rocheuse. L'intersection du carton et de la surface de la plaquette représente alors le mode de répartition des affleurements d'un filon ou d'une couche par rapport à la surface.

Lorsqu'on cherche à déterminer la longueur d'un gîte et que le pendage ou le terrain donnent à croire que les affleurements formeront un alignement, il est facile de prendre un relèvement et de le suivre dans l'espoir de découvrir d'autres affleurements. Dans les autres cas, il faut tenir compte de ce que les affleurements doivent décrire une courbe et chercher aux bons endroits. En rase campagne, on peut aligner une rangée de piquets ou de tas de pierres en se guidant sur deux autres déjà en place. En pays boisé, il est utile de marquer les arbres et, au besoin, de tracer une haie le long de cette ligne, travail qui contribue à mettre le

Exploration et appréciation des gîtes minéraux

prospecteur sur la piste d'autres affleurements, comme aussi à lui faciliter plus tard la mise en plan élémentaire des affleurements. Dans tout ce qui vient d'être dit, nous avons supposé qu'il s'agit d'une direction uniforme. Mais nombre de gîtes décrivent par eux-mêmes une courbe naturelle ou changent de direction, effet qui s'ajoute à l'influence du pendage et du terrain.

Si l'affleurement naturel n'est pas suffisant soit en largeur soit en étendue, le prospecteur travaille d'ordinaire un peu pour mieux exposer la roche. Dans les cas les plus simples, il suffit parfois de gratter et d'enlever la mousse ou une mince couche de stériles (*voir* planche LVII). En plus de ce travail, il fait au besoin des fouilles pour tâcher d'atteindre la roche en place. Les premières fouilles se font d'ordinaire à intervalles de 25 ou 50 pieds, de façon à être à angle droit avec le filon. Le prospecteur qui n'atteint pas la roche en place à une profondeur d'environ 5 pieds s'arrête d'habitude de creuser, du moins aux premiers stades de l'exploration. Pour savoir à quelle profondeur se trouve la roche en place, il enfonce parfois dans la terre une barre ou un tuyau de fer ou une tarière, mais il en est empêché quand les stériles renferment des quartiers de roche. On emploie parfois des barres spéciales munies à leur bout d'un dispositif à retenir les morceaux de roche, ce qui permet de connaître la nature de la roche en place sans qu'il faille faire des fouilles. Les essais de ce genre ou la présence d'affleurements voisins montrent parfois qu'on peut atteindre la roche en place plus facilement en ne creusant pas exactement selon l'espacement régulier qu'on avait résolu de pratiquer.

Là où le gîte affleure ou a été mis à découvert, il est utile d'en marquer une des épontes ou le centre, si le filon est étroit, par un jalon, un pieu ou un tas de pierres et de répéter la chose le long du gîte, pour faciliter le choix de l'emplacement d'autres fouilles.

Si les affleurements ainsi découverts sont moyens quant à leur largeur et leur richesse minérale, le prospecteur continue d'habitude à faire des fouilles jusqu'à ce qu'il estime avoir constaté que la longueur du gîte suffit à intéresser un examinateur. S'il est frappé par la profondeur et la richesse minière du gîte,

Planche LIX

Digue en boisage et vanne qui facilitent la mise à nu de la roche.



La prospection au Canada

il lui est inutile de constater dès l'abord si ce dernier est long de plusieurs centaines de pieds. Quand le gîte paraît mourir à une extrémité, il convient de continuer les fouilles dans les environs pour voir si le gîte ne va vraiment pas plus loin, s'il a été coupé par une faille et si des rameaux de filon ou des amas parallèles peuvent se découvrir.

Les fouilles devraient être larges d'au moins un pied de chaque côté du gîte, afin que le prospecteur constate la nature des roches encaissantes. Lorsque le gîte est très large, il est inutile de creuser des tranchées qui le traversent entièrement: il suffit de procéder à des fouilles espacées sur toute la largeur.

Là où les conditions s'y prêtent, il est parfois utile de décapeler le gîte au moyen du jet d'eau que projette une pompe à incendie portative (*voir* planche LVIII). Ou encore, on forme un sluice dans le sol: on creuse une rigole pour amener jusqu'à l'endroit voulu un petit cours d'eau, qu'on laisse couler jusqu'à ce qu'il ait emporté les stériles. Quand le courant d'eau est trop faible, on peut en augmenter l'effet au moyen d'un petit barrage de fortune établi à l'endroit propice et muni d'une vanne en planches ou en billes équarries, d'un pied ou deux (*voir* planche LIX). Le prospecteur ouvre de temps à autre la vanne, pour que l'eau accumulée contre le barrage soit chassée. Parfois, la vanne, suspendue par des charnières et retenue par un loquet, s'ouvre automatiquement sous l'action d'un levier à l'extrémité duquel se trouve une boîte qui se remplit quand l'étrang de retenue est lui-même plein. Les mineurs de langue anglaise appellent cette méthode "booming".

Dans le cas d'un gîte à minerais radioactifs, on peut parfois le suivre, lorsqu'il n'est recouvert que de quelques pieds de stériles, au moyen d'un compteur Geiger ou d'un autre appareil de radioprospection. De même, l'emploi de la boussole d'inclinaison permet parfois de déceler un gîte contenant, en quantité suffisante, de la magnétite ou de la pyrrhotine.

A mesure que procèdent les fouilles, il faut faire de nouvelles estimations, car il est inutile de poursuivre les travaux si le gîte a l'air d'être trop petit ou trop pauvre en minéraux. Au fur et à mesure des progrès de l'exploration, on exécute parfois des lavages préliminaires au pan et il y a lieu, si possible, d'envoyer des échantillons pour les faire essayer.

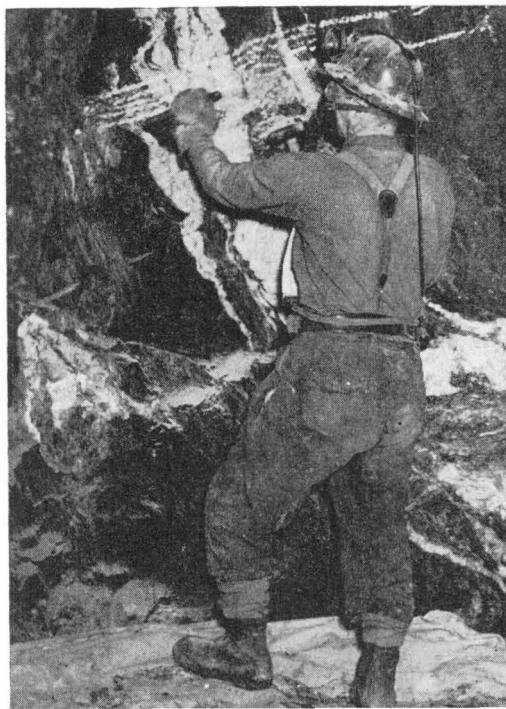
Le prospecteur doit ensuite décider s'il faut pétarder la roche. La roche de bien des gîtes est si altérée que le prospecteur ou l'examineur doit, pour s'en faire une idée juste, la faire sauter aux explosifs pour parvenir à la roche saine. D'autre part, beaucoup de prospecteurs ne savent pas se servir des explosifs sans danger ou n'ont pas le matériel requis. D'ailleurs, bien des prospecteurs compétents peuvent se dispenser d'entreprendre le travail au rocher. Cependant, si la roche de surface est très désagrégée par l'intempérie, et si l'on dispose des connaissances et du matériel voulus, il est souvent utile de pétarder quelques trous dans cette roche, en quelques endroits, au moyen des procédés décrits ailleurs dans le présent ouvrage: on pratique quelques "trous d'éclatement" ou fouilles dans la roche de quelques affleurements du gîte ou au fond de quelques fouilles déjà creusées dans les stériles. Relevons cependant que, le plus souvent, il ne faut faire que les premiers travaux de décapelage ou de sautage requis pour fournir les renseignements qu'exigeront les commanditaires ou les acheteurs éventuels et les travaux qui faciliteront aux spécialistes le premier examen du gîte. Les examineurs constatent souvent

- A.** *Échantillonnage au poinçon et au marteau dans un affleurement, et toile qui sert à recevoir les fragments.*



Planche LX

- B.** *Échantillonnage souterrain par saignée, au poinçon et au marteau. On peut voir que la saignée, marquée à la craie, forme un angle droit avec le filon de quartz et que l'homme prélève des éclats de la roche encaissante aussi bien que du filon. Une toile sert à recevoir l'échantillon et l'homme porte un masque pour éviter d'aspirer de la poussière de roche.*



La prospection au Canada

que des prospecteurs n'ont pas exécuté tout le travail voulu, de sorte que leur déplacement est en grande partie une perte de temps, mais ils constatent souvent aussi que des prospecteurs ont perdu leur temps à creuser de nombreuses fouilles dans des endroits médiocres, à pétarder inutilement la roche de surface ou même à exécuter d'inutiles travaux au rocher.

Nombre de prospecteurs négligent le dernier des travaux préliminaires: relever sur un croquis la position et la nature des affleurements du gîte et des roches avoisinantes, la position des fouilles s'il en est, l'endroit, avec le numéro, où les spécimens et les échantillons ont été extraits, ainsi que la situation des sentiers et d'autres accidents de terrain.

Une fois les susdites recherches préliminaires terminées, le prospecteur cherche d'ordinaire à intéresser des financiers à l'affaire; il peut aussi continuer à prospecter ailleurs jusqu'à ce qu'il puisse faire examiner le gîte. Parfois, le spécialiste envoyé par des acheteurs éventuels peut, même s'il ne leur a pas conseillé d'acheter le terrain ou de faire les frais de recherches supplémentaires, recommander au prospecteur de poursuivre lui-même certains travaux. Il arrive également que le prospecteur soit obligé de faire, l'année suivante, les travaux requis par la loi des mines. Il peut alors procéder à quelques travaux d'exploration plus poussés, sujet que nous exposerons plus bas. Avant de se lancer dans de tels travaux, il devrait si possible, à moins d'être très compétent, consulter un spécialiste, car il en coûte cher de se tromper une fois qu'on a dépassé les toutes premières recherches préliminaires et il utiliserait peut-être mieux son temps à chercher d'autres gîtes.

L'emploi d'explosifs pour briser une roche qui contient de façon appréciable des minerais radioactifs a pour effet ordinaire de disperser des morceaux de roche, si bien qu'on ne peut plus compter sur le fonctionnement sûr des compteurs de Geiger ou d'autres appareils de radioprospection, soit pour continuer la prospection des terrains voisins soit pour reconnaître les affleurements. Il vaut donc mieux, avant de travailler aux explosifs, attendre qu'on ait terminé la radioprospection. Du moins, s'il faut faire sauter la roche pour mettre à nu les parties du gîte qui contiennent des minéraux primaires, il convient de recouvrir de billes la section qu'on veut pétarder, afin de réduire le plus possible le champ de dispersion des fragments rocheux.

Les experts qui viennent examiner des terrains sans néanmoins décider de les mettre en valeur prodiguent d'ordinaire leurs conseils au prospecteur sur la façon d'obtenir de meilleurs renseignements. En outre, les ingénieurs et les géologues à l'emploi de divers ministères provinciaux donnent tous les conseils possibles aux prospecteurs, mais ils ne sauraient se rendre chaque année sur tous les terrains de leur ressort. Les géologues de la Commission géologique du Canada offrent volontiers des conseils aux prospecteurs et aux détenteurs de claims à l'occasion de leurs tournées lorsqu'ils lèvent le plan géologique d'une région ou lorsqu'ils y font des études spéciales. Les fonctionnaires fédéraux, cependant, ne sont pas autorisés à faire des voyages spéciaux pour examiner des terrains à la demande ou pour le compte des propriétaires. A défaut de tous ces conseils techniques, le prospecteur ou celui qui l'assiste financièrement devrait juger s'il vaut la peine de recourir à un géologue-conseil ou à un ingénieur minier. Certains prospecteurs n'en ont pas les moyens. D'autres, qui ont des moyens, dépensent des milliers de dollars à leurs claims et à d'autres

fins, mais refusent de payer une centaine de dollars pour consulter des spécialistes.

Échantillonnage

L'un des talents qu'il importe le plus au prospecteur de posséder, c'est de savoir prélever des échantillons qui renseignent vraiment sur le gîte. Il convient presque toujours de prélever un ou plusieurs échantillons chaque fois qu'une découverte semble avoir la moindre valeur, et d'autres au fur et à mesure du progrès de l'exploration. La seule exception à cette règle est celle qui se rapporte aux cas rares d'affleurements de minéraux précieux en abondance, par exemple un filon renfermant une grande quantité d'or visible à l'oeil nu ou un filon contenant de la pechblende massive. L'échantillonnage complet exige l'emploi d'une méthode compliquée, qu'un ingénieur ou un géologue applique lui-même ou fait appliquer sous sa direction. L'un ou l'autre de ces spécialistes choisit la méthode qui convient le mieux au genre de gîte et aux autres conditions. Il fixe le nombre d'échantillons requis pour faire l'estimation satisfaisante de la richesse d'un gîte ou des colonnes de richesse qu'il contient.

Il est inutile d'exposer à fond les diverses méthodes qu'emploient les ingénieurs et les géologues pour échantillonner ou pour apprécier le gîte; nous en donnons néanmoins un aperçu général, car il convient d'en connaître les rudiments, même lorsqu'il s'agit de méthodes qui ne se rattachent pas à la prospection proprement dite. Certains prospecteurs et le grand public ne savent pas réellement ce dont on parle dans les rapports miniers ou dans les journaux quand il est question d'échantillonnage. La plupart des méthodes décrites ci-dessous s'appliquent aux gîtes filoniens, mais il y en a quelques-unes qui s'appliquent aux placers. Les prospecteurs n'ont pour ainsi dire pas à s'occuper de genres d'échantillonnage autres que ceux qu'on fait *par éclat*, *en saignée* ou *à la cueillette*. Certains prospecteurs se servent de sondeuses légères à diamants ou ont l'occasion de prélever un échantillon *volumineux*.

Échantillons par saignées

On prélève ces échantillons par saignées larges d'au moins 2 à 4 pouces, profondes d'un quart de pouce à un pouce. On les découpe à angle droit au filon, d'ordinaire au ciseau à pointe et au marteau, mais parfois au pic ou au marteau de maçon, surtout quand la roche est un peu tendre ou cassante. Il faut d'abord nettoyer la surface au balai ou à la brosse. Aucune règle précise ne s'applique à la grosseur de la saignée ni au nombre d'échantillons prélevés, pourvu que l'une et l'autre restent à peu près les mêmes au cours du prélèvement d'une série donnée d'échantillons. Dans le cas d'une répartition plutôt inégale des minéraux, on conseille en général de faire des saignées d'étendue assez grande. Ce mode d'échantillonnage est parfois impossible à pratiquer, quand le minerai est réparti très inégalement. L'échantillon devrait être aussi uniforme et typique que possible. Il faudrait veiller à ce qu'il ne contienne pas trop de la matière rocheuse la plus riche ni de celle qui est la plus cassante. Lorsqu'un gros morceau de roche se détache accidentellement, on en prélève un morceau de la grosseur voulue. Il faut veiller à recueillir soigneusement les tous petits fragments, car certains des minéraux métallifères se pulvérisent

La prospection au Canada

au découpage. La roche détachée du massif tombe dans un drap de toile ou de toile cirée, une caisse, un pan, un bidon en fer blanc ou un sac *ad hoc* tenu ouvert par un cerceau métallique. Il faut s'assurer avec soin auparavant que ces récipients ne contiennent pas de matière pulvérisée à la suite de l'échantillonnage précédent. L'échantillon prélevé d'ordinaire par pied linéaire de la saignée pèse une livre ou plus. Lorsqu'il est impossible d'expédier de grosses quantités d'échantillons, on prend soin parfois de réduire la grosseur de chacun d'eux, comme il est dit plus bas au paragraphe des échantillons volumineux.

Il est utile de marquer à peu près, à la craie, les endroits où l'on veut tailler des saignées. Dans le cas d'un gîte rubané contenant des matières différentes, il faut échantillonner les rubans séparément. Si le gîte est de composition à peu près constante, on peut faire entrer dans un seul échantillon ce qu'on découpe sur une longueur maximum de 4 pieds. Lorsqu'il s'agit d'un gîte large de plus de 4 pieds, on divise cette largeur en plusieurs échantillons. Il faut inclure quelques pouces de la roche encaissante de chaque côté du gîte, au cas où elle aussi contiendrait des minerais. Dans le cas d'un gîte large de moins de 3 pieds, on prélève sur la roche encaissante des échantillons distincts formant une longueur totale de 3 pieds, car il faut que la galerie de mine ait une largeur d'au moins 3 pieds, même si le gîte n'atteint pas cette largeur. Pour faciliter les calculs, on mesure les distances, non en pouces, mais en dixièmes de pied.

Il faut faire, d'habitude, une saignée distincte à intervalles réguliers de 5, 10 ou 20 pieds, selon la grosseur du gîte, la répartition plus ou moins égale des minéraux et le temps et l'argent qu'on veut consacrer à cette fin. Si l'emplacement des fouilles ou des affleurements ne permet pas d'espacer régulièrement les saignées, on en tient compte en calculant les résultats.

Échantillonnage par éclats

Ces échantillons sont semblables à ceux de saignée et, comme ces derniers, se prélèvent au ciseau à pointe ou au pic, mais au lieu de découper l'échantillon en saignée, on frappe des coups à intervalles d'un à plusieurs pouces pour détacher des éclats de roche. Dans le cas d'un gros éclat, on le fragmente et l'on joint un morceau moyen à l'échantillon. Cette méthode d'échantillonnage, moins coûteuse et plus rapide que la précédente, suffit souvent, notamment pour faire l'échantillonnage préliminaire, car alors il vaut rarement la peine de découper avec soin des échantillons de saignée dans des zones mises à nu par l'intempérisme ou altérées. Tout ce que nous venons de dire sur l'échantillonnage par saignée s'applique à l'échantillonnage par éclats.

Échantillonnage par carreau

Ces échantillons se prélèvent de la même façon que les échantillons par saignée et par éclats, non le long d'une bande mais à la surface de carrés mesurant un ou plusieurs pieds carrés, afin d'obtenir un échantillon bien représentatif. On trace parfois des lignes en damier et l'on ne prélève d'échantillons qu'à tous les deux carrés.

Échantillons de cueillette

Ces échantillons, qui représentent plus ou moins un gîte sont prélevés au hasard sur un tas de réserve ou dans un wagonnet. Lorsqu'on prélève plusieurs

fragments en veillant assez bien à prendre des échantillons moyens, ils donnent parfois d'assez bonnes indications sur les gîtes où les minéraux sont répartis assez également, surtout lorsqu'il s'agit d'échantillonnage préliminaire, mais en général, il vaut bien mieux faire l'échantillonnage par saignée ou par éclats. Il arrive souvent que des échantillons dits pris au hasard sont en réalité des échantillons choisis.

Échantillons choisis

Ces échantillons de choix, qui ne caractérisent vraiment aucune partie du gîte, ne sont pas de vrais échantillons, mais des spécimens ou de petits éclats extraits des meilleures parties d'un gîte et les données qu'on obtient des essais qu'on leur fait subir ne sont guère concluantes. Ils se prêtent mieux que les autres à la détermination des minéraux qui les composent. En outre, lorsqu'un échantillon de choix, prélevé dans un gîte qui paraît pauvre, ne révèle qu'une faible teneur en minerai, on peut être convaincu que le gîte en question est encore plus pauvre. Sauf à ces fins, il ne convient pas d'en prélever. Cependant, nombreux sont les comptes rendus d'essais qui sont fondés sur de tels échantillons, soit parce que l'échantillonneur ne s'y connaît guère en matière de prospection ou d'exploitation minière, soit parce qu'il cherche à attirer l'attention sur un gîte. La chose est arrivée si souvent que les gens avertis ne tiennent pas compte des comptes rendus qui n'indiquent pas la méthode employée lors de l'échantillonnage ainsi que la largeur représentée par l'échantillon, ni des hautes teneurs observées lorsque les échantillons sont prélevés au hasard.

Échantillons volumineux

Ce sont de gros échantillons dont le poids varie de centaines de livres à plusieurs tonnes et qui, autant que possible, représentent bien le gîte. On les extrait aux explosifs soit de fosses ou de tranchées à la surface, soit de chantiers souterrains. Il ne faut les prélever que si on est sûr de la présence d'un gîte assez étendu et assez riche. Les prospecteurs n'ont que rarement à faire ce travail. On peut le faire à deux fins: d'une part, quand un gîte est irrégulièrement minéralisé, obtenir une appréciation plus juste que celle que fournit la moyenne des résultats d'essais d'échantillons plus petits et, d'autre part, obtenir une quantité de minerai assez forte pour que des essais en laboratoire montrent si le traitement du minerai du gîte serait rentable, indiquent la meilleure méthode de traitement et donnent le taux de récupération probable. Quand on prélève du minerai dans plus d'une fouille ou plus d'un chantier souterrain, on ne mélange pas les échantillons lors de l'essayage, ce qui permet de comparer la richesse des différentes parties du gîte. Plus tard, on groupe parfois les échantillons pour l'étude du traitement à faire subir au minerai. Quand il n'y a pas de sérieuses difficultés de transport, le mieux est d'expédier le ou les échantillons intégralement. Dans le cas contraire, on peut se borner à expédier un échantillon moins volumineux, mais assez typique de l'ensemble. Dans ce but, on entasse à la pelle, en forme de cône, tous les morceaux qui forment l'échantillon, après en avoir cassé au besoin les plus gros au marteau. On verse chaque pelletée au sommet du cône, de façon que les petits morceaux roulent vers le bas assez également. Quand le tout est en place, on

La prospection au Canada

aplatit le haut du tas en éparpillant l'ensemble aussi également que possible de façon que la hauteur du tas soit environ le dixième de son diamètre. Puis on enlève à la pelle les deux quarts opposés du tas pour en former un nouveau. On poursuit cette opération de division jusqu'à ce qu'on obtienne un échantillon ayant la grosseur voulue. Mieux vaut, pour éviter de perdre des matériaux pulvérisés, poser les tas sur une toile ou un plancher de bois. Lorsqu'il s'agit de très gros échantillons, on se sert parfois d'un broyeur mobile pour obtenir des fragments assez petits puis, pour réduire le poids de l'échantillon, on se sert de la susdite méthode de mise en cône et d'enlèvement des deux quarts, ou d'un appareil spécial qui donne des résultats plus précis.

Échantillons tirés de matériaux abattus ("muck")

Par "matériaux abattus", on entend vulgairement la roche ou le minerai abattus et tirés d'une fosse, d'une tranchée ou de chantiers souterrains. Lorsqu'on enlève ces matériaux, on en met parfois de côté une partie (d'ordinaire une pelletée sur 5, 10 ou 20) pour constituer un échantillon. On procède presque de la même façon pour prélever des échantillons dits de berline, tantôt en mettant de côté des morceaux pris au hasard lors du chargement des berlines, tantôt en plaçant dans des caisses indépendantes des matériaux semblables à ceux du fond, du milieu et du dessus du chargement.

Échantillons provenant de tas de rejets

Lorsqu'on examine des propriétés qui ont déjà fait l'objet d'explorations ou qui ont été exploitées, on échantillonne parfois les tas de roche extraits des fouilles ou des chantiers souterrains. Lorsqu'il s'agit de petits tas, on procède à la mise en cône et à la division en quarts expliquées plus haut, ou l'on prend un certain nombre d'échantillons au hasard. L'échantillonnage des gros tas se fait en y creusant des fosses ou des tranchées à intervalles bien calculés. Dans le cas d'une longue exposition à la pluie ou à la neige fondante, il faut noter que l'eau a pu emporter une partie des matériaux fins ou dissoudre une partie des matériaux.

Sondages

Pour prélever des échantillons, d'ordinaire à des intervalles calculés avec soin, on se sert de diverses méthodes décrites au chapitre de l'exploration poussée (voir page 261). On emploie parfois des tubes perforateurs ou des tarières pour reconnaître des placers ou d'autres dépôts sédimenteux tendres qui ne sont pas enfouis trop profondément et où ce travail n'est pas entravé par de gros quartiers de roche. Il est parfois préférable de percer des trous à la barre de mine ou à la perforatrice pneumatique, puis d'enlever les déblais sous la forme de boue ou de poussière. On perce souvent les trous relativement gros à l'aide de sondes percutantes, les déblais étant remontés par l'eau d'une pompe puis recueillis. Comme le sondage à la sonde percutante ne peut se pratiquer que verticalement, on n'emploie généralement cette méthode que dans le cas des gîtes horizontaux ou très étendus, tels que les placers et certains gîtes de fer. Pour l'exploration et l'échantillonnage, on se sert couramment de la méthode du forage au diamant, qui peut s'exercer dans tous les sens et donne une carotte qu'il est facile d'étudier et d'échantillonner. Les carottes qui méri-

tent l'essayage, sauf celles d'un très petit diamètre, sont d'ordinaire fendues en longueur à l'aide d'un outil spécial, l'une des moitiés servant aux essais et l'autre étant gardée pour le cas où l'on voudrait poursuivre l'étude. En outre, on recueille souvent, pour les analyser, des échantillons de boues prélevés à différents niveaux. Leur principale utilité peut se faire, comme c'est parfois le cas, aux niveaux où la roche est trop tendre, friable ou fracturée.

Échantillons complexes

Après s'être servi d'échantillons partiels pour les essayer, on groupe parfois la portion non utilisée en échantillon complexe qui permet de vérifier, par un essai contradictoire, les résultats de chaque essai ou de faire des essais de traitement.

Échantillons prélevés par les prospecteurs

Lorsqu'il découvre un gîte ou fait les premières recherches, le prospecteur n'utilise pas toutes les méthodes d'échantillonnage exposées ci-dessus. Il peut d'abord prélever des éclats ou choisir des échantillons au hasard, autant que possible des échantillons-types. Plus tard, si la valeur du gîte paraît le mériter, il peut procéder à des saignées ou prendre une partie des matériaux abattus. Il est inutile, lors de ces premiers travaux, de procéder très minutieusement, car ce qui importe avant tout, c'est la valeur possible du gîte et non le calcul précis du tonnage et de la teneur du minerai présent. Cependant, le premier échantillonnage devrait se faire méthodiquement avec un soin raisonnable. Dans le cas d'un gîte où les minéraux de valeur sont irrégulièrement répartis, il faut prélever des échantillons plus nombreux et plus gros que dans le cas d'un gîte uniforme.

Il est toujours difficile de déterminer s'il vaut la peine d'échantillonner les matériaux de surface altérés. Parfois, ils titrent une teneur trop haute ou trop basse, parfois la teneur est presque la même que celle qui résultera des essais de matériaux non altérés. On ne peut souvent extraire que du minerai partiellement altéré au cours des premières recherches et il faut s'en contenter. Si le gîte semble avoir une étendue moyenne et si les conditions géologiques donnent bon espoir, il vaut souvent la peine de continuer le travail tant que les essais révèlent une teneur raisonnable, même si l'on ne peut pas compter absolument sur les échantillons à cause de l'altération superficielle du gîte ou du caractère imparfait de l'échantillonnage.

On peut parfois calculer à peu près la teneur des échantillons, sur place, par le lavage au pan ou, dans le cas d'échantillons radioactifs, à l'aide d'un appareil de radioprospection portatif. On ne peut obtenir des résultats précis qu'en envoyant des échantillons à un laboratoire pour essai pyrognostique, analyse chimique ou spectrographique ou essais spéciaux. Pour obtenir les résultats les plus sûrs, il faut envoyer l'échantillon complet ou, si c'est impossible, une fraction d'échantillon. Nous avons déjà parlé du mode de division des plus gros en quarts. On s'y prend de la même façon en matière d'échantillons plus petits, de préférence en les écrasant assez finement, puis en les mettant sur un linge ou une feuille de papier et en les mélangeant parfaitement au cours de mises en cône et de divisions en quarts répétées.

La prospection au Canada

Mieux vaut enfermer ces morceaux dans de petits sacs en toile soit neufs soit récemment lavés après avoir été tournés à l'envers, pour éviter toute chance de contamination causée par des échantillons précédents. A défaut de sacs de ce genre, tout récipient propre, solide et hermétique fera l'affaire. On inscrit le numéro de l'échantillon sur une bande de papier fort qu'on enroule afin que le numéro ne s'efface pas et qu'on met dans le récipient. On peut également inscrire ce numéro sur une étiquette volante qu'on attache à l'échantillon ou sur l'extérieur du récipient, en se servant de préférence d'une substance indélébile à l'eau. Il faut inscrire avec soin les notes voulues relatives aux échantillons, soit dans un carnet, soit sur une carte ou un croquis.

Dans la plupart des provinces, le ministère des Mines fait gratuitement l'essai ou l'analyse d'un petit nombre d'échantillons. La Commission géologique, du ministère des Mines et des Relevés techniques, fait gratuitement jusqu'à 6 dosages d'uranium ou de thorium sur des échantillons extraits d'une nouvelle propriété. La Direction des mines, du même Ministère, essaye des échantillons prélevés de gîtes de minéraux industriels et des échantillons volumineux de minerai métallifère, le tout gratuitement; en outre, elle fait, à prix d'argent, des essais et des analyses chimiques. Sauf lorsqu'il s'agit de déterminations préliminaires de minéraux industriels, elle ne se charge des travaux que dans certaines conditions, de sorte qu'il ne faut pas lui envoyer d'échantillon sans s'être préalablement entendu avec elle. Il importe qu'échantillons et lettres explicatives portent clairement l'adresse du service compétent et que le genre d'analyse désiré soit nettement marqué sur l'enveloppe extérieure du colis (par exemple, "analyse radiométrique", "reconnaissance des minerais radioactifs" ou "reconnaissance des minéraux ordinaires"), afin d'éviter retards et confusion possibles.

Dans les Territoires du Nord-Ouest et au Yukon, on fournit gratuitement des bons d'essai aux détenteurs de claims miniers, sur demande adressée au registraire minier local, qui donne les renseignements demandés.

Sauf dans les cas précités, où divers ministères assurent certains services, les prospecteurs doivent s'adresser à des sociétés commerciales pour obtenir des essais, des analyses ou des rapports sur le traitement de minerais. Ces entreprises font une publicité régulière dans les revues minières et c'est au prospecteur qu'il appartient de choisir. Ni les organismes d'État ni les fonctionnaires n'ont le droit de conseiller de s'adresser à une entreprise plutôt qu'à une autre.

En cas de doute, le prospecteur peut envoyer un échantillon à un essayeur et lui demander de le retourner pulvérisé. Il peut ensuite le diviser avec soin en moitiés ou en tiers, qu'il peut envoyer à d'autres laboratoires d'essai. Il est probable que les résultats des essais ne seront pas identiques, car les échantillons peuvent différer quelque peu l'un de l'autre et l'on tolère une certaine marge d'erreur dans les résultats, qui varient légèrement d'une méthode à l'autre. Cependant, si les résultats d'une série d'essais diffèrent sensiblement de ceux d'une autre série, il est probable qu'une nouvelle vérification est de rigueur.

Les rapports d'essais et d'analyses signalent souvent la présence de quantités minimes de métaux ou d'autres éléments, mais d'ordinaire ces composants

ne devraient pas être considérés comme des parties utilisables du gîte, car il est rare que leur extraction soit payante.

Levés et croquis

Il est utile aux prospecteurs de faire des levés sommaires et de consigner les renseignements obtenus sur des photographies aériennes, des calques ou des croquis. On peut ainsi situer les détails géologiques, les découvertes minières, les endroits où ont été prélevés les échantillons et les spécimens, et les accidents de terrain. Il est inutile que la mise en plan soit faite avec une exactitude professionnelle, mais un peu de pratique permet d'acquérir assez simplement et vite une exactitude moyenne en cette matière. Les résultats ainsi obtenus sont utiles au prospecteur lui-même, pour mémoire, et lui fournissent des indications dont il n'aurait peut-être pas tenu compte autrement. Ils lui sont précieux lorsque vient le moment de présenter des comptes rendus ou d'intéresser un acheteur ou un commanditaire éventuel. Certains de ces levés s'appliquent aux zones plutôt étendues comme un territoire de prospection ou un grand nombre de claims groupés. D'autres n'intéressent que des zones plus restreintes, par exemple un seul claim ou une partie d'un claim où l'on a découvert un gîte ou fait des fouilles.

Zones étendues

Nous avons dit plus haut qu'une des meilleures façons de consigner des renseignements est de le faire sur une photographie aérienne ou sur un calque d'une de ces photographies. Dans ce but, on peut aussi choisir certains points et inscrire les notes voulues sur un exemplaire de carte ou sur un calque de cette dernière. On peut localiser certains points à l'oeil, assez exactement, et les autres en s'orientant, en calculant des distances au pas ou en prenant des altitudes au baromètre. Nous parlerons plus bas de ces méthodes.

Dans les zones où la forêt est si épaisse qu'elle ne permet pas de localiser des points à l'oeil ou en s'orientant d'après des points qu'on connaît, et au cours de la prospection particulière d'un groupe de claims ou d'une zone qui donne le meilleur espoir, il convient souvent de prospecter en suivant des lignes parallèles espacées de 100 à 500 pieds. Dans ce but, on calcule d'ordinaire les intervalles en partant d'une ligne de base, qui peut être le côté d'un claim ou une ligne choisie à cette fin. On file les lignes de prospection à partir de la ligne de base, à l'intervalle voulu, et de façon qu'elles coupent d'ordinaire la direction générale des formations ou des structures. Pour qu'elles soient toujours rectilignes, on peut prendre des visées successives à la boussole ou, une fois parti, faire un jalonnement. On plante un premier piquet au point de départ, puis un deuxième en s'orientant à la boussole à partir du premier. Ensuite, s'il y a deux hommes pour faire ce travail, l'un d'eux prend des visées dans l'alignement des deux piquets et fait signe de la main à l'autre pour lui indiquer où il faut planter le troisième, et ainsi de suite. Quand ce travail est fait par un seul homme, il peut se déplacer latéralement jusqu'à ce qu'il soit aligné avec les piquets, puis en planter un autre. En général, on place les piquets à distance égale, 100 pieds, mettons, de façon que ces points fixes puissent servir à repérer les endroits intéressants, mais si ce n'est pas nécessaire, on peut

La prospection au Canada

planter les piquets à tout endroit convenable, le plus souvent sur des lieux élevés, afin que la visibilité soit meilleure. Après avoir filé les lignes, on les rapporte sur du papier ordinaire ou du papier quadrillé en vue de lever un plan qui permet de consigner les observations. La figure 11 représente un tel plan. En plus de rendre plus précise la prospection ordinaire, de telles lignes peuvent servir à consigner et à mettre en plan des observations géologiques, des mesures de radioactivité ou de magnétisme (à l'aide de la boussole d'inclinaison).

Zones restreintes

Dans le cas des zones qui, par exemple, comprennent un gîte minéral ou un groupe de fouilles, il convient de lever le plan plus en grand, à une échelle variant de 10 à 100 pieds au pouce selon les circonstances.

Quand les points dont il s'agit de fixer l'emplacement sont séparés les uns des autres par une distance assez courte, disons qui ne dépasse pas 1,000 pieds, il est possible de tracer une ligne de base dans un endroit approprié, selon l'exemple de la figure 11. On peut ensuite calculer la distance entre ces points en abaissant des perpendiculaires sur la ligne de base. On peut d'ordinaire fixer la direction de ces dernières à vue d'œil, ce qui donne une exactitude passable, mais dans les cas où la distance est grande, on peut prendre un relèvement (au compas) de l'orientation de la ligne abaissée du point à la ligne de base. Lorsqu'on dispose de deux mesures à ruban, de 50 ou de 100 pieds, il convient d'aligner l'une des deux avec la partie de la ligne de base qui sert alors à faire le levé, et de mesurer les perpendiculaires au moyen de l'autre. Lorsqu'on dispose d'une seule mesure, on peut mesurer les perpendiculaires en premier lieu, ce qui permet de repérer les points où elles coupent la ligne de base, puis de mesurer leurs positions le long de la ligne de base. Pour faire des levés moins précis, il suffit de mesurer les distances au pas.

Si la distance est trop grande ou si les arbres sont trop gros et trop nombreux pour qu'on puisse établir une ligne de base, la localisation des points peut se faire par cheminement, c'est-à-dire qu'on tient compte de chaque direction prise et de la distance parcourue chaque fois, à partir d'un point de départ, qui peut être le coin d'un claim. Pour mettre en plan un de ces levés lorsqu'il n'est formé que de 2 ou 3 tracés (orientation et distance), il suffit de se servir d'une échelle graduée et d'un rapporteur, pourvu que les angles aient été mesurés exactement et que les indications de la boussole soient justes. Pour obtenir des résultats plus précis, notamment quand le cheminement compte trois directions ou plus, mieux vaut faire un cheminement fermé, comme celui que représente la figure 21. Voici la façon de procéder:

Supposons que le premier point à localiser soit un filon à nu situé dans un affleurement (point C). A partir du repère le plus proche qui est l'angle A d'un claim, le prospecteur se dirige dans la direction approximative du point C, selon un angle magnétique déterminé. Progressant dans cette direction, il mesure la distance au fur et à mesure et arrive au point B, d'où il peut voir l'affleurement C. Il prend une nouvelle orientation, de B à C, et mesure la distance qui sépare ces deux points. De C, il suit le tracé C-D, en croisant 3 fouilles dont il mesure la distance qui les sépare de C. A partir de la fouille située à D, il suit le tracé qui l'amène à E, emplacement d'un autre affleurement. Son parcours l'amène à F, dernier point qu'il veut localiser. Le tracé F-G le conduit enfin à la limite du

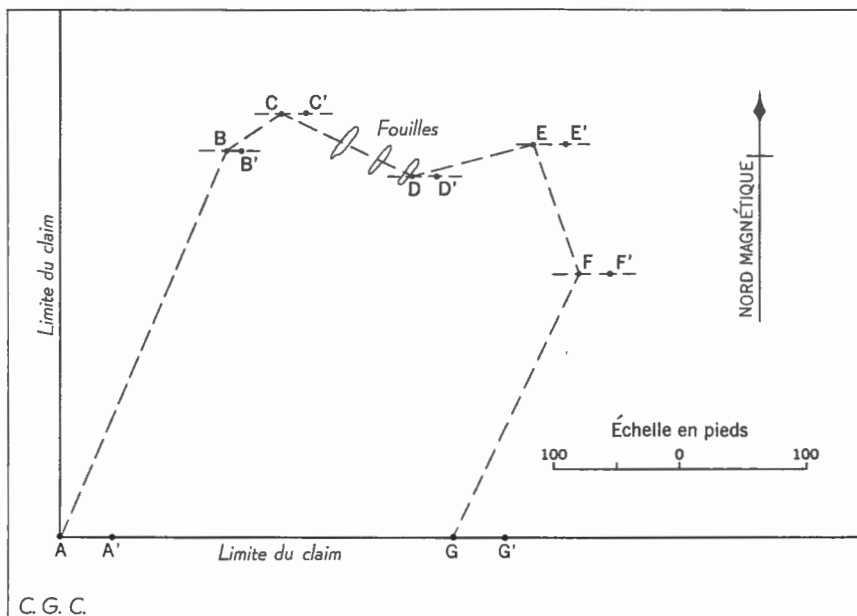


Figure 21. Levé par cheminement fermé et méthode de compensation des erreurs.

claim. Marchant le long de cette limite, il ferme ainsi son cheminement, au point A. Plus tard, il reporte sur du papier le plan de tous ces tracés, à l'échelle voulue, en se servant d'un rapporteur et d'une règle graduée. Le point de départ A est choisi au hasard et un bord de la feuille de papier représente la direction nord-sud. Dans la mise en plan d'un tel levé, il est fort peu probable que le dernier tracé aboutisse exactement au point de départ: il aboutirait plus probablement au point A¹. Si la solution de continuité A-A¹ est forte, c'est que le prospecteur doit avoir commis une ou plusieurs erreurs graves d'orientation ou de mesure des distances, ou qu'une forte perturbation magnétique s'est produite en quelque endroit. En refaisant ce travail d'un bout à l'autre, il découvrira probablement une erreur et pourra alors fermer le levé avec une précision convenable. Si la solution de continuité n'est que légère, on tire une ligne de A à A¹, puis de courtes lignes parallèles passant par les autres points du levé par intersection, pour déplacer ces points proportionnellement, comme le montre la figure 21. Les lettres suivies du signe ¹ représentent les premiers points, et les autres lettres, le cheminement compensé. Les arpenteurs et d'autres spécialistes se servent d'une méthode spéciale pour calculer les corrections à apporter, mais dans un cas comme celui-ci, il suffit de les estimer à l'oeil. Une fois que cette compensation est faite, on se sert parfois du levé par cheminement comme canevas auquel on rattache les points intéressants, lacs, ruisseaux, affleurements, contacts, lieux d'échantillonnage, etc. Le dessin des principaux détails se fait d'habitude après mesurage des décalages, et celui des détails secondaires se fait d'ordinaire à vue.

La prospection au Canada

Détermination des points

Un point est déterminé par la mesure des angles, des distances ou de l'altitude au-dessus de la mer, ces éléments pouvant, dans certains cas, ne pas être tous utilisés.

Dans le cas des levés simples, on s'oriente d'ordinaire à la boussole, ce qui oblige à tenir compte de l'attraction magnétique possible des lieux et peut-être de la déclinaison magnétique. La boussole indique le pôle magnétique, non le nord vrai ou astronomique. L'écart entre ces deux pôles, dit *déclinaison*, varie d'une région à l'autre; il est indiqué dans la légende de la plupart des cartes. La Direction des levés et de la cartographie, du ministère des Mines et des Relevés techniques, a publié une carte spéciale qui donne la déclinaison magnétique pour chacune des parties du pays. On peut aussi la mesurer en observant la direction de l'aiguille aimantée lors d'une visée faite le long d'une ligne dont l'orientation vraie est connue et en relevant l'écart qui existe entre cette dernière et la lecture de la boussole. L'attraction magnétique locale est parfois due à des objets métalliques portés par le prospecteur ou gisant tout près de lui ou à la présence de roches magnétiques dans le voisinage. On peut le plus souvent l'éviter en tenant la boussole loin des boucles de ceintures, couteaux, marteaux, affleurements rocheux, etc. En certains endroits, des affleurements de roches magnétiques faussent l'orientation.

Quand on peut prendre des relèvements sur deux points indiqués sur une carte, on peut déterminer sa propre position: il faut d'abord calculer la réciproque des relèvements, et à partir de chacun des points connus, mener une ligne dans la direction de cet angle réciproque. L'intersection des lignes indique l'endroit où se trouve l'observateur. Les points de repère ne doivent être ni trop rapprochés l'un de l'autre ni placés de façon à ne donner qu'un seul alignement.

Les distances peuvent se mesurer soit au pas moyen de $2\frac{1}{2}$ pieds soit au ruban à mesurer. Les rubans métalliques de 50 ou 100 pieds sont les plus commodes. Certains prospecteurs prennent ces mesures au moyen d'une ficelle solide de longueur déterminée, comme une ligne de pêche à la cuiller ou une ligne de pêche à la morue, qui s'étirent mais qui suffisent à faire des levés approximatifs. Le ruban d'acier de 6 pieds sert à mesurer de courtes distances, comme la largeur des filons où l'on prélèvent des échantillons.

En terrain montagneux, le petit baromètre anéroïde sert à localiser les positions sur une carte en courbes, car la mesure des distances au pas ou autrement n'est pas pratique sur des terrains en pente raide. Le relèvement rattaché à un point connu, joint à la lecture du baromètre, permet en général de se repérer assez précisément. Le baromètre étant sensible aux changements de temps, il convient d'en faire souvent la lecture en des endroits dont l'altitude est donnée sur la carte; lorsqu'on prend une lecture en un endroit qu'on veut localiser, on peut la corriger en présumant que la température n'a guère variée depuis la dernière lecture de contrôle.

Mise en plan

Pour mettre en plan les levés par cheminement et faire les croquis nécessaires, on peut se servir de papier ordinaire. Cependant, du papier à graphiques, soit qu'on l'emploie lui-même, soit qu'on le place sous du papier-calque, supprime la nécessité de tracer les carreaux; de plus le quadrillage remplace la règle

graduée ou l'échelle. Les relèvements peuvent être portés sur le plan avec un rapporteur. On peut se procurer des règles spéciales portant diverses échelles, mais on peut s'en passer, car n'importe quelle graduation permet de calculer les distances. Par exemple, si l'échelle est de 50 pieds au pouce, un demi-pouce représente 25 pieds, et un quart de pouce, 12½ pieds, ce qui équivaut à peu près à 10 pieds sur le croquis. Des règles et des rapporteurs convenables peuvent s'acheter dans les bazars. La construction des plans et le dessin des croquis demandent un crayon pointu et de dureté moyenne, soit F ou H, pour éviter les bavures et l'aiguisage fréquent.

Rapports des prospecteurs

Presque toujours, le prospecteur doit faire un rapport écrit sur le résultat de ses recherches, soit parce qu'il est au service d'une société qui en exige un, soit parce qu'il a des comptes à rendre à un ou plusieurs commanditaires, soit parce qu'il cherche à intéresser un particulier ou une société à acheter sa propriété ou à mettre des fonds pour la poursuite des travaux, soit parce qu'il doit faire part d'un gîte de découverte ou du résultat de son exploration à un service administratif, comme dans le cas de la découverte d'un gîte d'uranium. La société qui emploie un prospecteur lui prescrit le genre de rapport qu'elle veut recevoir. Dans les autres cas, les conseils suivants peuvent avoir leur utilité.

Il n'est pas nécessaire d'écrire un long rapport ou un rapport rédigé dans un langage châtié, mais il faut que les renseignements essentiels soient exposés en termes aussi clairs et aussi bien choisis que possible, car un tel exposé influe sur le lecteur. Le canevas suivant aidera à n'oublier aucun point important.

En-tête

Donner le nom du gîte de découverte ou du groupe de claims, la province ou le territoire où ils se trouvent, et le nom de l'auteur du rapport.

Emplacement

Donner le numéro des claims dont il s'agit, leur emplacement et les moyens d'atteindre le gîte de découverte ou la propriété, de même que tous les détails importants, comme la façon de trouver un guide et, au besoin, les noms des exploitants de bateaux ou d'avions dont il convient de retenir les services. Joindre au rapport une carte générale de la région ou un calque montrant l'endroit à atteindre et une autre carte, plus détaillée, un calque, un croquis, ou une photographie aérienne indiquant avec une précision raisonnable les limites du claim (s'il est déjà jalonné), les découvertes, les sentiers, les observations géologiques, les stations d'échantillonnage et leurs numéros, les bâtiments, les camps et d'autres renseignements. Un rapport bien préparé et accompagné de plans permet à un ingénieur ou à un géologue de se passer d'un guide pour arriver à la propriété et y trouver les affleurements minéralisés.

Droit de propriété

Donner le nom de l'inventeur du gîte ou de son propriétaire, de même que tout renseignement relatif à la propriété des droits de superficie et des droits

La prospection au Canada

miniers; indiquer la date du jalonnage, les travaux de mise en valeur qui ont été exécutés conformément à la loi des mines ou consignés par le registraire minier.

Historique

Donner la date et le mode de la découverte, en y ajoutant les antécédents dans le cas où d'autres personnes auraient déjà découvert le gîte, en tout ou en partie. Si le terrain a été déjà jalonné par d'autres, mentionner la date et le nom du propriétaire précédent. Si quelque propriétaire précédent ou quelque autre personne a déjà prospecté ou exploré méthodiquement ce terrain, fournir tous les renseignements possibles sur ces travaux et signaler si les carnets ou les carottes de forage sont disponibles.

Renseignements généraux

Donner un aperçu de la topographie, de la quantité et des essences de haute futaie, de la main-d'oeuvre disponible dans la localité, de l'énergie électrique qu'on pourrait utiliser, de la durée de la belle saison et de toute autre question qui pourrait influencer sur l'exécution du programme d'exploration ou d'exploitation. Mentionner s'il y a lieu les mines importantes ou les gîtes qui présentent de l'intérêt dans la région, en donnant sommairement leurs distances, leurs ressemblances ou leurs dissemblances par rapport au terrain qu'on décrit.

Géologie générale

Donner les principaux traits distinctifs de la géologie du lieu ainsi que du groupe de claims ou des endroits très rapprochés d'un gîte de découverte non encore jalonné. Consulter dans ce but des rapports et des cartes géologiques ou, à défaut, donner ces renseignements d'après des observations personnelles.

Description des gîtes de découverte

Indiquer le nombre de gîtes distincts qu'il semble y avoir. En indiquer, autant qu'on puisse le faire, le genre: par exemple, filon de pegmatite ou de quartz ou zone de cisaillement. Donner la largeur et la longueur des gîtes dont on a déterminé les dimensions, ainsi que les distances entre les endroits que l'on a mis ou trouvé à découvert. (Écrire par exemple qu'on a suivi un filon sur une longueur de 250 pieds, à l'aide de 3 affleurements et de 4 fouilles séparées par de 10 à 40 pieds, et que la largeur du filon, à ces endroits, varie de 2.5 à 3.5 pieds.) Donner le nombre d'endroits décapelés, de fosses et de fouilles, et préciser lesquelles de ces dernières, creusées dans le mort-terrain, n'ont pas atteint la roche en place, lesquelles touchent la roche en place mais ne révèlent aucun gîte, lesquelles traversent des stériles et parviennent à la surface d'un gîte et, enfin, lesquelles ont été creusées dans un gîte à l'aide d'explosifs. Indiquer la profondeur à laquelle se trouve la roche en place ou celle qu'on a atteinte à coups de mines. Décrire, si on en a foré, les trous de forage au diamant.

Décrire les endroits où l'on a prélevé les spécimens ou les échantillons qui accompagnent le rapport ou ceux qui ont été essayés auparavant, ou mentionner que ces endroits sont indiqués sur une carte qui accompagne le rapport, etc. Indiquer le genre d'échantillons dont il s'agit et la largeur sur laquelle on les a prélevés, en y joignant les rapports des essais ou, si on ne fait que les citer.

prendre soin de transcrire correctement les chiffres et de mentionner le nom du laboratoire qui a fait l'essai.

En matière de longueurs, éviter avec soin toute exagération, car l'expert minier ne tarde pas à la découvrir. Il arrive souvent au prospecteur novice d'écrire, en toute sincérité, des déclarations trompeuses. Parfois, par exemple, il découvre quelques petits affleurements de quartz ou de pegmatite, simples indications de veinules ou de dykes éparpillés sur une grande étendue, et déclare avoir découvert un gîte large de 100 pieds et long de 2 milles!

Conclusion

L'auteur signe son rapport, met la date, son adresse permanente et, s'il le juge à propos, son adresse temporaire. Si la personne à qui il envoie son rapport ne le connaît pas, il ferait bien d'indiquer son expérience et ses titres.

Recherches poussées

S'il ressort d'un examen préliminaire fait par un ingénieur minier, un géologue ou un prospecteur très expérimenté qu'il vaut la peine de poursuivre les travaux, il se peut qu'il faille pour cela continuer de décapeler le gîte, creuser dans la roche, faire des forages ou faire des recherches souterraines, travaux que la plupart des prospecteurs ne peuvent accomplir à cause du manque d'argent et de connaissances. C'est d'ordinaire un ingénieur ou un géologue qui fait l'étude requise. Il évalue les résultats obtenus. S'ils sont favorables, il conseille de passer à l'étape suivante des travaux. S'ils sont défavorables, il conseille d'arrêter les travaux. Parfois on engage le prospecteur, pour lui faire faire certains des travaux en sous-ordre. Il arrive aussi qu'il doive lui-même pousser les recherches, faire des travaux de mise en valeur pour conserver ses droits lorsqu'il ne peut pas vendre un claim qui, à son avis, mérite d'être retenu. Toutefois, les travaux avancés se font d'habitude par des hommes expérimentés engagés par une société ou un entrepreneur d'expérience ayant le personnel et l'outillage voulus pour les travaux de surface, le fonçage de puits ou le travail au rocher. Les alinéas suivants en traitent brièvement, car les prospecteurs et leurs bailleurs de fonds doivent avoir une compréhension générale de ce sujet.

La plupart du temps, l'exécution des recherches poussées se fait en trois étapes successives: travail au jour, sondages au diamant et vérification des indications de ces sondages par le percement de galeries à flanc de coteau ou de puits, puis de galeries secondaires. Parfois, au contraire, il est inutile de décapeler le gîte, qui est bien à découvert. Parfois aussi, les caractéristiques géologiques de la région, l'étendue du gîte et l'abondance des minéraux visibles sont si attrayants que l'ingénieur ou le géologue décide qu'il n'y a pour ainsi dire pas de fouilles superficielles à effectuer et conseille de commencer sans délai le forage. Dans de rares cas, il conseille de se passer de forage préliminaire et de creuser une galerie à flanc de coteau ou un puits d'accès au gîte probable. Il agit ainsi notamment lorsque le gîte semble tellement manquer d'uniformité que le forage ne donnerait pas les renseignements attendus. Aux débuts de la prospection et surtout dans la région de la Cordillère, les prospecteurs aimaient percer, seuls ou avec l'aide d'un associé, des galeries à flanc de coteau et à foncer des puits même lorsque la partie visible d'un gîte était fort pauvre. Un homme travaillait parfois à salaire jusqu'à ce qu'il ait épargné assez d'argent pour

La prospection au Canada

reprandre son travail à sa "mine" pendant quelque temps, et ce jeu recommençait année après année. De temps à autre, ces efforts acharnés étaient récompensés, mais souvent le prospecteur ne poursuivait guère qu'une chimère, qui tournait à l'idée fixe à mesure qu'il continuait son travail ardu, long et solitaire. De nos jours, les travaux se font méthodiquement: on distingue entre la prospection et l'exploration des gîtes probables et l'on n'attend pas du prospecteur, règle générale, qu'il aille au-delà des tout premiers travaux sur les gîtes qu'il découvre. En général, il est souhaitable que les sociétés minières s'assurent, par des fouilles souterraines, des résultats du forage, mais l'uniformité de certains gîtes et la répartition égale de leurs minéraux utilisables permettent de calculer, avec une précision suffisante, le tonnage et la teneur du minerai, d'après les résultats du forage seulement. D'autre part, le forage est à déconseiller dans le cas de certains gîtes irréguliers quant à leur étendue et à la répartition de leurs minéraux. Si les petits affleurements du gîte donnent bon espoir, on perce alors une galerie de recherche à flanc de coteau ou un puits, dès qu'on a terminé les recherches au jour.

Décapelage du gîte

Si des recherches poussées exigent le décapelage en vue de déterminer l'étendue du gîte et de pouvoir l'examiner ou l'échantillonner, on embauche le plus souvent des manoeuvres, qui creusent des fosses ou des fouilles aux endroits qu'on leur indique. Il y a longtemps, on excavait jusqu'à de grandes profondeurs, en gradins creusés à la pelle ou au godet remonté par un treuil. De nos jours, comme on peut se servir d'autres méthodes de recherches, il est rare qu'on creuse des fosses et des fouilles dont la profondeur dépasse 4 ou 5 pieds. Quand on creuse des fouilles dans la terre gelée, il faut parfois procéder par étape pour que le dégel se fasse naturellement, ou activer ce processus en allumant des feux, ou en faisant pénétrer dans le sol de l'eau chaude ou de la vapeur ou en faisant circuler de l'eau sur le sol.

Dans les régions où il faut enlever de grandes quantités de stériles, on se sert de bulldozers lorsqu'on le peut, soit pour mettre de grandes étendues à nu, soit pour creuser de grandes fouilles en travers des gîtes. On utilise parfois de l'eau sous pression pour nettoyer la roche après le passage du bulldozer, ou même pour décapeler le gîte sur une grande étendue.

Fouilles dans la roche

Dans certains cas, il est opportun de creuser un bon nombre de fouilles dans le gîte même, afin d'étudier et d'échantillonner de la matière rocheuse presque inaltérée. Il faut pour cela forer des trous de mine. Ce travail se fait parfois à la barre de mine, mais le plus souvent, de nos jours, tous les sondages autres que ceux que font les prospecteurs lors des toutes premières recherches, s'exécutent au marteau perforateur actionné soit par un moteur à essence indépendant, soit par un compresseur mobile. En plus des fouilles, on creuse parfois, dans la roche en place, des fosses de prospection profondes de 10 à 50 pieds, afin de déterminer le pendage du gîte et la quantité de minéraux qui se trouvent à ces profondeurs. Aujourd'hui, cependant, la technique du forage au diamant est si avancée et la main-d'oeuvre coûte si cher qu'on compte

Planche LXI

Emploi d'un marteau perforateur à moteur autonome pour forer des trous de mine, au cours de fouilles dans la roche en place.



de moins en moins sur les fouilles et les fosses de prospection et qu'on passe immédiatement au forage, dès qu'un gîte semble tant soit peu contenir des minéraux intéressants.

Sondage au diamant

Il a été déjà question des sondages ou trous de sonde à propos de l'échantillonnage. Ils facilitent à un tel point la recherche des gîtes et l'emploi de modes spéciaux de prospection, qu'il convient de les décrire plus au long. De nos jours, on emploie le plus souvent les méthodes de forage au diamant et de forage percutant. Ce sondage par battage coûte d'ordinaire moins cher que le forage au diamant, mais ce dernier est avantageux en ce qu'il permet d'extraire une carotte-échantillon d'étude et de forer dans n'importe quelle direction.

C'est en 1864 qu'on se servit pour la première fois de la perforatrice à diamant, pour pratiquer des trous de mine lors de la construction du tunnel du mont Cenis, dans les Alpes. On ne tarda pas à adapter cette méthode au carottage d'exploration minière. C'est en 1871 que, pour la première fois au pays, on s'en servit, afin de reconnaître un gîte houiller de la Nouvelle-Écosse.

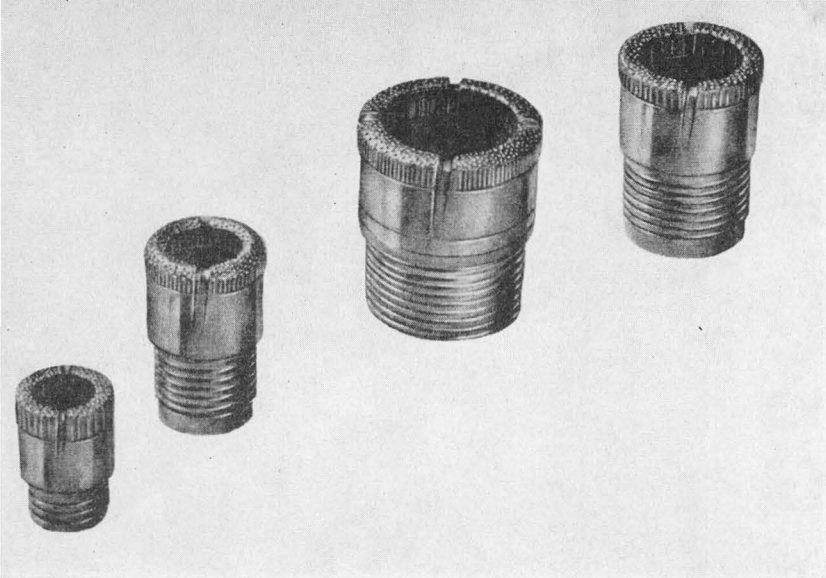


Planche LXII

Couronnes diamantées
de diamètres variés.

En 1872, on fit des forages au diamant dans la mine filonienne *Silver Islet*, dans l'Ontario. Au fur et à mesure que l'outillage et les méthodes se perfectionnaient, le forage au diamant se généralisait dans de nombreux pays et bouleversait les procédés de prospection minière. Nombre de grandes sociétés minières canadiennes possèdent maintenant chacune plusieurs de ces perforatrices. Elles s'en servent pour faire des recherches, forer de longs trous de mine soit pour le sautage d'explosifs soit pour l'injection de ciment en vue d'endiguer les venues d'eaux souterraines trop puissantes. Au Canada, cependant, de grandes sociétés de forage exécutent la plupart de ces travaux, à forfait. Il y a quelques années, on estimait que l'ensemble de ces travaux faits au pays représentait une longueur annuelle d'un millier de milles.

Les principales parties de la perforatrice à diamant sont la couronne, le manchon alésé, le tube carottier, les tiges de sonde et le moteur. La couronne est une pièce annulaire de métal, dans laquelle des diamants ou fragments de diamants sont sertis de façon à former un outil tranchant (*voir* planche LXII). Les premières couronnes ne portaient que quelques diamants noirs,



Planche LXIII

Sondeuse au diamant commençant à percer un trou incliné, avant l'installation du trépied qui sert à remonter les tiges de sonde.

assez gros; la plupart des couronnes présentement employées contiennent un plus grand nombre de diamants, plus petits. Le manchon aléueur vient ensuite: les diamants qu'il porte donnent au trou un diamètre uniforme. Au fur et à mesure que tourne la couronne, la carotte monte au centre, traversant la couronne et le manchon, et entre dans le tube carottier. Ce tube se rattache à une tige de sonde d'acier, creuse et filetée, que le moteur fait tourner. La plupart des tubes carottiers et des tiges de sonde destinés au forage au jour sont longs de 10 pieds. La plupart de ceux qui sont destinés aux forages souterrains sont longs de 5 pieds. Après que le forage a produit une carotte de 5 ou de 10 pieds, on retire l'appareil du trou, on enlève la carotte, puis on visse une rallonge à la tige de sonde. On répète l'opération jusqu'à ce que le trou ait atteint la profondeur voulue.* Les profondeurs de forage varient: certains des trous, forés dans de petits affleurements et surtout en vue de prélever des échantillons, sont très peu profonds, tandis que d'autres sont profonds de

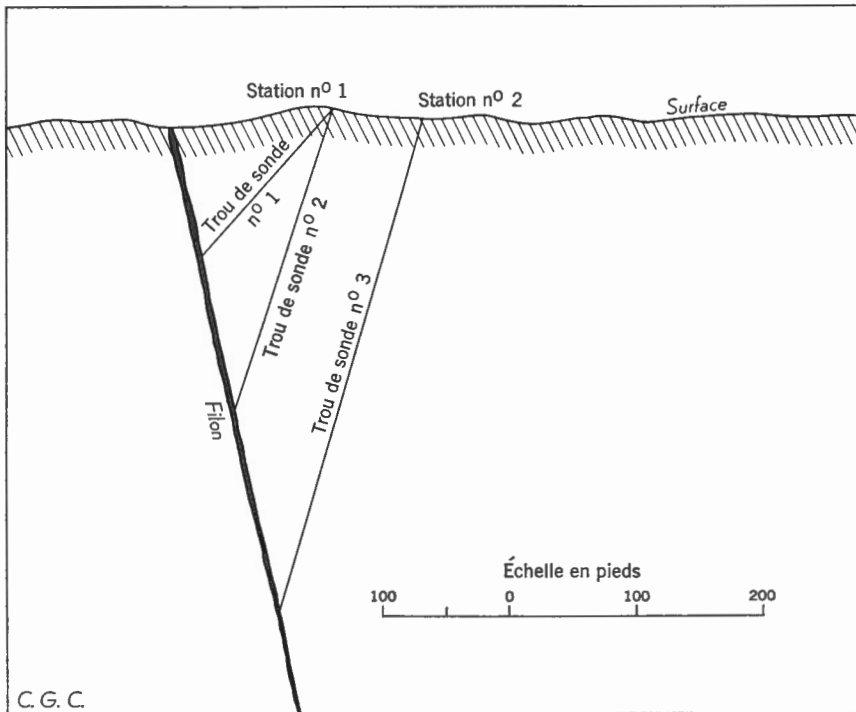


Figure 22. Schéma de sondage au diamant fréquemment adopté.

plusieurs milliers de pieds, mais dans la plupart des cas, la profondeur varie de 100 à 1,000 pieds. Jusqu'à ces derniers temps, les sondeuses employées au jour étaient mues d'ordinaire par des machines à vapeur transportables. Ces machines ont presque toutes été remplacées par des moteurs à essence (voir

* On vient de mettre au point un tube carottier dit *wire-line*, qui permet de tirer des trous BX une carotte de 1½ pouce de diamètre sans sortir du trou la tige et les rallonges. On poursuit des essais pour en venir à employer des tubes carottiers d'autres dimensions.

La prospection au Canada

planche LXIII). Dans le forage en chantier souterrain, la sondeuse est mue d'ordinaire par un compresseur, vu que les moteurs à combustion interne produisent des gaz toxiques. La pression voulue est appliquée sur la couronne soit par une tête à avance par vis (commandée par le moteur) soit par une tête à avance hydraulique. Lorsqu'on se sert d'un outillage léger pour forer des trous peu profonds, on retire d'ordinaire les tiges à la main, mais normalement on monte un trépied muni d'une poulie. Le câble s'enroule sur un treuil actionné par le moteur de la sondeuse. C'est presque toujours un moteur distinct qui actionne la pompe avec laquelle on fait circuler de l'eau dans les tiges de sonde creuses, ce qui refroidit la couronne et expulse la roche pulvérisée. On a toutefois procédé avec succès à des sondages à sec, récemment, dans des endroits où l'eau manque. D'habitude, un tracteur léger ou un treuil sert à glisser en place ou à traîner d'un trou à l'autre la sondeuse et l'outillage connexe.

Autrefois, la carotte avait le plus souvent un diamètre de $\frac{7}{8}$ de pouce: c'était la carotte EX. On vient d'adopter à la place de ce diamètre celui de la carotte EXT, de $2\frac{1}{2}$ de pouce. Le diamètre suivant, dit AX, qui était de $1\frac{3}{16}$ de pouce, vient d'être porté à $1\frac{1}{2}$ de pouce et porte maintenant l'appellation AXT. On préfère parfois la carotte AX au AXT, lorsqu'on veut par exemple prélever un plus gros échantillon ou qu'on veut être sûr de remonter une carotte intacte. Certains spécialistes conseillent de choisir d'abord le diamètre AXT. Si on obtient des carottes satisfaisantes on peut forer les trous au EXT qui, étant plus petits, coûtent un peu moins cher. On peut obtenir des carottes plus grosses que la carotte AXT, ce qui se fait rarement dans les recherches de gîtes métallifères, mais couramment, dans les recherches de gîtes houillers.

On peut se procurer des sondeuses légères pesant environ 200 livres, qui servent à forer des trous peu profonds dans des endroits où le transport offre des difficultés. Ces appareils servent aussi aux prospecteurs établis à leur propre compte. Ils donnent d'ordinaire des carottes d'un diamètre de $\frac{5}{8}$ ou de $\frac{3}{4}$ de pouce, dites "rayon X", bien qu'elles n'aient rien à voir avec les rayons X. On peut adapter ces perforatrices de façon à pouvoir extraire des carottes EX ou EXT, ce qui donne, dit-on, des carottes moins brisées. On vient de mettre en vente un nouveau modèle de sondeuse à diamant légère pouvant être démontée et portée à dos d'homme.

L'une des difficultés auxquelles on se heurte en cette matière, c'est de tirer une bonne carotte d'une roche ou d'un minerai fracturé, tendre ou friable, notamment lorsqu'on fore dans des zones très riches en minéraux métallifères, et c'est justement là qu'on tient à obtenir les meilleurs résultats de carottage possible. Les résultats médiocres proviennent surtout d'un forage trop rapide, mais aussi parfois d'autres causes. Le meilleur moyen d'obtenir satisfaction est de recourir à des sondeurs expérimentés et à des entrepreneurs dignes de confiance.

Le plus souvent, on fore au diamant à des intervalles égaux de 100 à 500 pieds, en direction d'un gîte ou à travers une couche ou une structure qui s'y prête bien. Plus tard, si l'on obtient des résultats encourageants, on fore d'habitude des trous intermédiaires en vue de recueillir des renseignements plus complets. L'écartement définitif dépend de l'irrégularité du gîte et du degré de précision requis, les trous n'étant parfois qu'à 25 pieds l'un de l'autre.

Généralement, pour recouper une zone à deux profondeurs différentes sans avoir à déplacer la sondeuse, on fore des trous dont l'inclinaison forme avec la surface deux angles différents (*voir* la figure 22). Puis, s'il faut forer un autre trou plus profond, on recule l'appareil le long d'une ligne perpendiculaire à la zone ou au filon et, d'une seconde station, on fore un trou qui passe sous la première station. Dans l'exécution d'une grande série de sondages, il est avantageux d'espacer les trous de façon à les faire coïncider avec la direction, les coordonnées et les lignes de coupe qui seraient celles des travaux d'exploitation, si on en entreprenait plus tard.

Le sondage au diamant n'est généralement pas du domaine du prospecteur ordinaire car il coûte assez cher et il est employé surtout en matière d'exploration avancée et de prospection spéciale. Les projets de travaux de sondage sont presque toujours élaborés et dirigés par un ingénieur ou un géologue, car la position des trous de sonde et l'étude et le prélèvement des carottes-échantillons sont des questions d'ordre très technique. Cependant, certains prospecteurs ont l'expérience voulue pour se servir avec succès de sondeuses à diamant légères dans leurs travaux d'exploration préliminaire ou de mise en valeur.

Le coût des sondages au diamant varie selon l'endroit, le genre de roches, la quantité et la nature du mort-terrain, la grosseur des carottes, l'approvisionnement en eau, etc. Nous nous bornerons donc à dire que le coût varie généralement de \$2 à \$4 le pied, pour une somme de travail moyenne, confiée par contrat. Il en coûte bien moins de forer au fond qu'au jour, car au fond on peut déplacer l'outillage sur les rails de la mine et les conduites d'eau et d'air comprimé s'y trouvent déjà.

Les carottes de forage au diamant devraient faire l'objet d'études et de notes minutieuses. Il convient de les mettre en sûreté dans un endroit sec, sur des étagères solides et dans des caisses spéciales portant clairement le numéro du trou et la profondeur en pieds de ce dernier. Pour marquer de bonnes inscriptions permanentes, il faut imprimer les numéros sur la caisse ou les inscrire sur une fiche métallique qu'on cloue au bout de la caisse.

Autres méthodes de forage

Le sondage au diamant a remplacé en grande partie le sondage à la grenaille, qui utilise de la grenaille d'acier trempé pour user la roche. La méthode sert parfois encore à extraire des carottes de 3 pouces ou plus de diamètre dans des trous profonds de 100 pieds au plus, forés dans de la roche massive, de consistance uniforme.

En outre, dans l'exploration de certains genres de gîtes minéraux, on se sert de sondes percutantes analogues à celles dont on se sert pour forer les puits de recherche d'eau. Dans cette méthode, on utilise un trépan attaché à un câble que, parfois, une perche élastique fait remonter à coups brusques, mais la remontée du câble s'opère le plus souvent au moyen d'une roue mue par un moteur. Le trépan tombe sur la roche au fond du trou et se taille un chemin. Un courant d'eau remonte les débris de roche. Parfois, surtout quand le forage s'opère dans un sol friable (cas des placers), des particules se détachent de la paroi supérieure du trou et glissent plus bas, ce qui contamine l'échantillon. Pour éviter qu'il en soit ainsi, on enfonce des tubes de façon que la partie inférieure de l'assemblage soit maintenue aussi près du fond du trou que possible. Au Canada, le sondage per-

La prospection au Canada

cutant sert surtout à reconnaître les placers et quand la reconnaissance de gîtes filoniens exige qu'on fore nombre de trous verticaux, par exemple dans certains des gîtes de fer du géosynclinal du Labrador. Pour reconnaître les placers, on utilise aussi la foreuse Empire, qui est munie soit d'un fleuret rotatif en acier soit d'un trépan de sonde percutante.

Exploration souterraine

Bien que les sondages constituent à vrai dire une méthode d'exploration souterraine, cette expression a toujours trait au foncement de puits ou au percement de galeries d'exploration. Il faut définir certains des termes usités pour désigner ces galeries. Dans l'esprit du profane, toute galerie horizontale est un tunnel. Toutefois, à proprement parler, le tunnel, de chemin de fer par exemple, doit être ouvert aux deux extrémités. La galerie d'accès ou *galerie à flanc de coteau* (adit) est, à proprement parler, une simple ouverture percée dans le flanc d'un coteau. Les voies horizontales secondaires percées à partir d'une galerie à flanc de coteau ou d'un puits portent divers noms: il y a la *galerie chassante* (drift) qui est tracée le long d'un gîte (filonien ou non) et le *travers-banc* (cross-cut), qui est percé pour explorer un gîte perpendiculairement à sa direction. Les puits intérieurs percés à partir d'une galerie à flanc de coteau ou d'une galerie secondaire sont dits *puits borgnes ascendants* (raises) s'ils sont percés en montant et *puits borgnes descendants* (winzes) s'ils sont percés en descendant.

Avant que le forage au diamant devienne la méthode courante d'exploration qu'elle est actuellement, on perçait plus souvent que de nos jours des puits de recherche et des galeries à flanc de coteau, au cours des premières étapes de l'exploration. Le percement se faisait souvent à la main et nombre de ces ouvertures étaient si étroites qu'un homme avait tout juste la place de passer en rampant pour y travailler. Ces galeries irrégulières, que l'on appelait terriers, ont à peu près disparu, car l'outillage coûte moins cher que la main-d'oeuvre. De nos jours, lorsqu'il faut faire des recherches souterraines, on perce le plus souvent des puits assez gros et des galeries assez larges et hautes pour qu'on puisse s'y servir de perforatrices à air comprimé et de wagonnets de mine. Le coût actuel d'un puits de prospection, boisage y compris, est d'environ \$100 le pied, et celui d'une galerie (à flanc de coteau ou d'autre genre) haute de 6 pieds et large de 4, d'environ \$40 le pied.

Une fois les galeries percées, on reconnaît parfois la roche environnante, par sondage au diamant à partir de "stations" échelonnées le long des galeries. Ce travail, dit communément "sondage souterrain au diamant", ne diffère du sondage en surface que par la longueur des tiges de sonde, qui est de 5 pieds seulement, pour faciliter la manoeuvre dans les endroits exigus; vu le danger que présentent les gaz d'échappement des moteurs à combustion interne, la sondeuse fonctionne à l'air comprimé.

Forage et sautage

Avec les progrès de la méthode de sondage au diamant, le creusement de fouilles et de tranchées dans de la roche dure pour mettre à nu des parties d'un gîte non désagrégées par l'intempérisme est moins fréquent qu'autrefois, mais il faut y procéder à l'occasion et, dans certaines circonstances, c'est le prospecteur qui s'en charge. De nos jours, ce travail se fait souvent à l'aide de perforatrices

Planche LXIV

Forage à la main dans une pegmatite. Deux hommes frappent à coups de masse, pendant qu'un troisième (qu'on voit assis) tient le fleuret. On voit, dressé dans l'excavation, un fleuret plus long, dont on se servira quand le trou sera plus profond.



mécaniques portatives et de fleurets détachables. Il est donc moins important qu'autrefois de savoir forer à la main et affuter les fleurets, mais comme certains prospecteurs doivent le savoir, nous ajoutons les remarques suivantes, extraites et résumées de la brochure *Prospecting in Canada*, publiée il y a quelques années par les *Canadian Legion Educational Services*. Soulignons cependant qu'il est difficile d'acquérir ce talent rien qu'à la lecture et qu'il est presque indispensable de recevoir des leçons pratiques d'un expert.

Outillage

Les fleurets de forage à la main les plus courants sont fabriqués à partir de tiges d'acier octogonal d'un diamètre de $\frac{3}{4}$ de pouce. On en prépare ordinairement une série de 3 ou 4, d'une longueur allant de $1\frac{1}{2}$ pied à 4 pieds environ. Ils sont généralement affutés comme des ciseaux, mais leur tranchant est parfois légèrement arrondi pour pouvoir forer dans de la roche très dure. Le taillant du plus long des fleurets de la série est large d'un peu plus de $\frac{7}{8}$ de pouce, ce qui est le diamètre des bâtons d'explosifs utilisés dans ce travail, et le taillant de chacun des fleurets suivants est plus large de $\frac{1}{16}$ à $\frac{1}{8}$ de pouce que le précédent. On insère d'abord le plus court, dit fleuret d'amorçage, dont le taillant est aussi le

La prospection au Canada

plus large afin qu'il soit facile d'insérer le suivant dans le trou, et ainsi de suite. De nos jours, on se sert de préférence de fleurets à taillants en carbure de tungstène, à cause de leur dureté.

La plupart de ceux qui travaillent seuls se servent d'une *massette* de 4 livres, dite *single-jack*. Dans le travail à deux, un homme tient le fleuret pendant que l'autre frappe à l'aide d'une masse de 8 livres, à long manche.

Pour enlever les débris du trou, on se sert d'une *curette* de 3 à 4 pieds de longueur, faite d'une tige de fer de $\frac{3}{8}$ de pouce de diamètre pointue à l'un des deux bouts et munie à l'autre d'un petit collet à angle droit.

L'explosif de sautage le plus souvent employé est le "Forcite 60 p. 100". Le marchand indiquera quels détonateurs et quelle mèche il convient d'employer. Il importe beaucoup que les explosifs soient conservés dans un endroit frais et sec. Il est interdit d'emmagasiner détonateurs et explosifs dans le même bâtiment. Il faut se procurer le texte des règlements officiels qui régissent la manutention et l'emmagasinage des explosifs et s'y conformer rigoureusement. Le matériel de sautage comprend aussi un maillet de bois et des coins de même substance pour ouvrir les caisses d'explosifs, un bâton pointu en bois dur, d'un demi-pouce de diamètre et long de 3 à 4 pouces, pour faire des trous dans les bâtons d'explosifs, un bourroir de bois de $\frac{3}{4}$ de pouce de diamètre et dépassant de 6 pouces le plus profond des trous de sonde, une paire de pinces à sertir les détonateurs et un canif affilé.

Forage

On doit espacer les trous selon la profondeur qu'ils doivent atteindre, le genre de roche, la mesure dans laquelle elle est fissurée et la direction dans laquelle elle tend à se rompre. Ceci ne s'apprend que sous la direction d'un spécialiste ou avec le temps.

Pour forer un trou, on prend le plus court des fleurets, qu'on tourne d'un huitième de tour après chaque coup de marteau. On peut porter des lunettes de sûreté pour empêcher que des éclats d'acier ne pénètrent dans les yeux, et des gants pour protéger les mains pendant qu'on tient le fleuret. Si la tête d'un fleuret s'élargit sous les coups, il faut supprimer ces bavures par forgeage pour éviter des blessures aux mains. La plupart des trous forés au cours de l'exploration au jour sont dirigés vers le bas, de sorte que les débris de roche y gênent l'action du fleuret, à moins qu'on ne les tienne en suspension dans de l'eau qu'on verse au besoin dans le trou. A l'orifice du trou on entoure le fleuret d'un petit morceau de toile à sac ou de tissu semblable, pour que les coups donnés sur le fleuret ne fassent pas jaillir la boue et l'eau. Si on ne se sert pas d'eau pour expulser les débris du trou, on peut les retirer à la curette. A mesure que le trou s'approfondit on prend des fleurets plus longs.

Sautage

Le prospecteur qui doit travailler aux explosifs a probablement le choix entre la méthode des trous de mine et celle dite du sautage sous calotte de glaise ou de sable. Pour faire sauter la charge, on confectionne une cartouche-amorce de la façon suivante: à l'aide d'un canif aiguisé, on coupe un tronçon de mèche, d'au moins 3 pieds, dont on taille un bout bien droit qu'on insère doucement et sans torsion jusqu'au fond d'un détonateur. En tenant le bout dans cette position,

on fixe solidement le haut du détonateur à la mèche à l'aide d'un sertisseur. Quand on comprime ainsi le bout du détonateur deux fois avec un sertisseur de modèle récent, on obtient une fermeture pour ainsi dire étanche, mais si le trou de mine est trop humide, on peut recouvrir le joint d'un composé hydrofuge spécial ou simplement de savon ou de graisse de godet. On ouvre ensuite délicatement à l'un des bouts le papier qui recouvre le bâton d'explosif et l'on perce un trou de 2½ à 3 pouces dans le bout de la charge à l'aide de l'outil de bois décrit plus haut. On insère dans le trou le détonateur et la mèche, on replie délicatement le papier autour de la mèche et on l'y ficelle solidement. Cet assemblage — détonateur, mèche et bâton d'explosif — est dit cartouche-amorce. Il faut prendre bien garde de ne pas tortiller la mèche, car il pourrait se produire un raté. Lorsqu'on veut tirer plusieurs coups de mine ensemble, les mèches de toutes les cartouches-amorces doivent être coupées d'abord de la même longueur, même si on les retaille après avoir chargé les trous.

Avant de charger le fourneau de mine, on prend soin de nettoyer le trou à la curette et de les éprouver au bourroir, afin de s'assurer que rien ne l'obstrue. Le plus souvent, on y enfonce d'abord l'amorce, sans jamais la bourrer, mais en la poussant simplement jusqu'au fond, avec la précaution voulue pour ne pas arracher le détonateur. On bourre fermement, mais sans les pilonner, les bâtons d'explosifs qui viennent après la cartouche-amorce, en veillant à ne pas endommager ou tortiller la mèche. Généralement, il est mauvais en pratique de charger le trou jusqu'à plus des deux tiers de sa profondeur. Pour bourrer la charge, il est très utile de presser fermement dans l'orifice, au-dessus de l'explosif, de l'argile ensachée ou même de la terre, des chiffons provenant de vieux sacs de toile ou de jute, etc.

Lorsqu'il y a plusieurs coups de mine à tirer (chaque série forme une volée), il faut faire en sorte que le tir s'exécute dans un ordre précis, d'abord parce que les trous sont d'ordinaire forés de façon que la première explosion fracture une certaine étendue de terrain pour faciliter la suivante, et ainsi de suite, et pour qu'on puisse compter le nombre des coups de mine. Pour exécuter le "tir à départs successifs", on fait en sorte de donner aux mèches des longueurs différentes. Quand les trous sont chargés (toutes les mèches étant de longueur égale), on coupe, de la mèche du trou qui doit sauter en premier, un tronçon de mèche d'une longueur qui dépend du nombre des coups de la volée à tirer. Ce tronçon sert à mesurer la longueur de la mèche de la charge qui doit exploser en deuxième lieu et qui doit demeurer plus longue que la première d'au moins 2 pouces. On laisse ainsi les mèches de plus en plus longues à mesure qu'on passe aux trous suivants. On fend alors en longueur, à l'aide d'un canif affilé, le bout des mèches; enfin, on allume ces dernières dans l'ordre du tir des mines.

Il y a deux genres d'allumeurs ordinaires: la mèche encochée et l'allumeur à fil incandescent. Dans le premier cas, on se borne à encocher un tronçon de mèche, tous les 1 ou 2 pouces, ces entailles étant juste assez profondes pour exposer la traînée de poudre de l'âme. A mesure que le feu de ce genre de mèche se propage, une flamme jaillissant à chaque encoche successive permet d'allumer les mèches de la volée. Ce jaillissement indique constamment au boutefeux sur quelle longueur la première mèche qu'il a allumée s'est consumée, de sorte qu'il sait le temps qui lui reste pour se mettre à l'abri avant l'explosion. Il devrait toujours être interdit de se servir d'allumettes, de chandelles, de lampes de mineur, etc.,

La prospection au Canada

pour allumer une série de mèches: l'une des mèches, en s'allumant, peut tout aussi bien éteindre la flamme dont on se sert. On conseille d'employer l'allumeur à fil incandescent, simple bout de fil de fer enduit d'un composé qui dégage une forte chaleur et qu'une allumette suffit à enflammer. L'allumage se fait en insérant la partie brûlante de cet allumeur dans le bout de la mèche qui est encoché.

On ne saurait trop insister sur l'importance d'employer des mèches assez longues. Dans la plupart des provinces, la loi exige l'emploi d'une mèche d'au moins 3 pieds, et d'une plus longue s'il y a plus d'une mine à faire sauter. La mèche normale brûle à une vitesse d'un pied en 40 secondes, de sorte qu'une mèche de 3 pieds laisse moins de 2 minutes pour allumer une volée. Les fabricants de mèches signalent qu'il peut y avoir un écart de 10 p. 100 en plus ou en moins dans la vitesse de combustion de leurs produits: il convient donc de ne pas lésiner et d'ajouter, mettons, un demi-pouce par pied en moyenne comme mesure de sûreté.

Quand il faut fragmenter de la roche sans forer de trou de mine, on fait sauter la charge après l'avoir placée sous une calotte de glaise, de boue ou de sable (*bulldozing, mud-capping*). On choisit un endroit sur la roche, de préférence un petit creux, pour y déposer une charge composée de 3 ou 4 bâtons de dynamite et d'une cartouche-amorce. Après avoir recouvert le tout de glaise ou de boue, on tire le coup de mine comme dans le cas d'un trou foré. Cette méthode est loin de donner d'aussi bons résultats que la méthode ordinaire, mais elle est parfois motivée par le besoin d'économiser sur le temps et la dépense qu'exige le forage d'un trou de sonde.

Il devrait être inutile de mentionner qu'il faut prendre toutes les précautions voulues pour que les voies d'accès à l'endroit du sautage soient bien gardées. Dès l'allumage des charges ordinaires ou de celles du tir en volée, on lance plusieurs fois, comme signal de danger, le cri habituel, sur quoi les foreurs et les autres personnes se mettent à l'abri jusqu'à ce que le signal de fin d'alerte soit donné.

Il est absolument nécessaire ici de dire quelques mots des ratés. Si l'on observe les règles et précautions susmentionnées, les ratés ne causeront guère d'ennui. Cependant, dans le cas d'un raté, il faut attendre au moins une bonne demi-heure avant de revenir vers le trou de mine et de pouvoir l'examiner à peu près sans danger. Si l'on constate que, pour une raison ou une autre, la charge n'a pas sauté, il ne faut pas chercher à l'enlever, mais la faire sauter à l'aide d'une nouvelle cartouche-amorce qu'on insère au-dessus de la première. Autre précaution contre les ratés: ne jamais couper de tronçon de mèche tant qu'on n'est pas prêt à s'en servir.

Affûtage des fleurets

Il y a quelques années, les prospecteurs avaient l'habitude d'affûter eux-mêmes leurs fleurets, leurs poinçons et leurs pics, mais aujourd'hui on n'établit presque plus de forges sur place, car le forage à la main est en voie de disparition, les moyens de transport sont meilleurs et l'on a mis au point des fleurets au carbure de tungstène. De nos jours, le prospecteur qui a besoin de forer à la main apporte souvent avec lui une provision suffisante de poinçons et de fleurets aiguisés, qu'il envoie chez un forgeron lorsqu'ils sont émoussés, ou il possède

une meule en carborundum, dont il se sert pour aiguïser les fleurets au carbure de tungstène.

Estimation du tonnage et de la valeur

Ce genre d'appréciation du gîte se fait, après exploration minutieuse, par des ingénieurs miniers ou par des géologues. Nous n'en traiterons pas au long ici, mais il est bon que le prospecteur en ait une connaissance rudimentaire, qui l'aidera à se faire une idée de la valeur d'un gîte où il a fait des recherches préliminaires et à mieux comprendre les rapports miniers.

Dans l'analyse de plusieurs échantillons types qu'on a prélevés, on prend la moyenne des résultats afin d'obtenir la teneur moyenne approximative. Lorsqu'il s'agit d'échantillons en bandes de largeur identique, on peut additionner les résultats des essais, puis les diviser par le nombre de ces échantillons, ce qui donne une "moyenne arithmétique". Toutefois, dans le cas de largeurs différentes, on multiplie le résultat de chaque essai par la largeur de la bande qui sert d'échantillon, on additionne les chiffres ainsi obtenus et l'on divise le total par la somme des largeurs. Cette "moyenne pondérée" est plus précise qu'une simple moyenne arithmétique. Voici, par un exemple, le mode de calcul de ces moyennes et en quoi elles diffèrent:

Supposons que 5 échantillons prélevés à des intervalles de 10 pieds dans un filon de largeur variable aient les teneurs en or suivantes: \$20 sur 5 pieds; \$10 sur 10 pieds; \$15 sur 7 pieds; \$22 sur 3 pieds et \$40 sur 2 pieds. Les valeurs multipliées par les largeurs donnent:

Largeur	Valeur titrée	Largeur x valeur
5	\$20 la tonne	100
10	10	100
7	15	105
3	22	66
2	40	80
<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>	<hr style="width: 100%;"/>
27	\$107	451

La largeur moyenne est de $27 \div 5 = 5.4$ pieds.

La moyenne pondérée est de $451 \div 27 = \$16.70$.

D'autre part, la moyenne arithmétique est de $107 \div 5 = \$21.40$.

Dans l'établissement des moyennes, on voit parfois que quelques échantillons donnent des résultats bien supérieurs à la moyenne. On considère d'ordinaire cette haute teneur comme erronée et on ne l'emploie pas telle quelle, car la moyenne en serait fortement modifiée. D'ordinaire, on abaisse prudemment cette teneur jusqu'à ce qu'on obtienne une "moyenne réduite".

Dans le calcul du tonnage d'un gîte, si les échantillons ont été prélevés à des intervalles rapprochés, on procède parfois ainsi: chaque largeur échantillonnée vaut jusqu'à mi-chemin entre les lignes voisines et l'on multiplie cette longueur par la largeur. Dans le prélèvement en profondeur, par forage ou par exploration souterraine, on peut supposer que les largeurs et les teneurs se maintiennent sur la moitié de la distance en profondeur qui sépare chaque lieu d'échantillonnage. Cette mi-profondeur, multipliée par la largeur et la longueur, donne le volume

La prospection au Canada

approximatif d'un massif de roche donné. Puis on multiplie ce volume par un facteur qui représente le nombre de livres du genre de roche ou de minerai contenu par pied cube, calcul qui donne le tonnage. Les résultats sont parfois calculés pour tout un massif de roche, parfois exprimés en tonnes ou en dollars par pied vertical. Les calculs requis pour faire des évaluations minutieuses sont souvent bien plus complexes que ceux des exemples susmentionnés.

Remarquons qu'il s'agit ici de largeurs vraies, perpendiculaires au pendage et à la direction. Lorsqu'un affleurement ou une tranchée plonge si fortement qu'on ne peut en extraire d'échantillon donnant la largeur vraie, ou qu'un trou de sonde ou un chantier souterrain recoupe le gîte en biais, une rectification s'impose pour obtenir la largeur vraie. Le forage au diamant induit parfois en erreur à cet égard, car si le trou de mine recoupe le gîte en formant un angle très obtus, il peut arriver qu'un gîte plutôt étroit donne une longue ligne d'intersection.

On emploie différents termes pour indiquer les différents degrés de certitude qui se rapportent au tonnage et à la valeur. Voici les définitions qui viennent d'être approuvées par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture et qu'emploie le ministère des Mines et des Relevés techniques.

Minerai: substance minérale qui actuellement peut être extraite à l'avantage de l'exploitant ou au bénéfice de la nation.

Réserves mesurées (prouvées). — Réserves dont on détermine le tonnage d'après les dimensions révélées par les affleurements, tranchées, exploitations et sondages, et la qualité d'après les résultats d'échantillonnages détaillés. Les lieux d'inspection, d'échantillonnage et de mesure sont si proches les uns des autres, et le caractère géologique si bien défini, que la grandeur, la forme et la composition minérale sont bien établies.

Réserves indiquées (probables). — Réserves dont on détermine le tonnage et la qualité en partie d'après des mesures, échantillons ou chiffres de production précis, et en partie d'après une projection à une distance raisonnable sur la base des formations géologiques. Les lieux où l'on peut procéder à des inspections, mesures et échantillonnages sont trop distants les uns des autres ou trop mal placés pour permettre de délimiter entièrement les gisements ou d'en déterminer partout la qualité.

Réserves présumées (possibles). — Réserves dont on estime la quantité en se fondant surtout sur une connaissance générale de la géologie du gisement et pour lesquelles on dispose tout au plus d'un petit nombre d'échantillons ou de mesures. Les estimations se fondent sur une continuité ou une répétition supposées, confirmées par des données géologiques; celles-ci peuvent être fournies notamment par une comparaison avec des gisements de type analogue. On peut inclure des gisements entièrement cachés si certaines données géologiques témoignent de leur existence.

Autres ouvrages à consulter

Canadian Industries Limited: *Le Manuel des explosifs*; prix \$3. S'adresser à tout bureau régional dépendant de cette société (1955).

Volume de 500 pages d'instructions sur la manutention et l'emploi des explosifs. Nombreux graphiques et photographies.

Exploration et appréciation des gîtes minéraux

- Cumming, J. D.: *Diamond Drill Handbook*; J. K. Smit & Sons of Canada Ltd., Toronto (1951). Manuel complet sur les sondeuses à diamant et leur emploi.
- Gunther, C. G.: *The Examination of Prospects*; McGray-Hill, 1912. Livre format de poche sur l'examen des gîtes minéraux, ainsi que sur leur forme et leur origine.
- Jackson, C. F., et Knaebel, J. B.: *Sampling and Estimation of Ore Deposits*; U.S. Bureau of Mines, Bull. 356, 1934. Prix 25c. Utile abrégé de renseignements sur les méthodes d'échantillonnage des gîtes minéraux et de leur appréciation quant au tonnage et à la valeur du minéral.
- Reid, J. A., et Huston, C. C.: "The Practical Examination of Mineral Prospects"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLVIII, pages 270 à 283 (1945).
Étude sur l'appréciation des gîtes probables et la rédaction de rapports à cet égard. En plus de fournir des renseignements utiles aux ingénieurs et aux géologues qui se livrent à ces travaux, les points de vue exposés dans ce livre pourraient aider les prospecteurs à mieux comprendre quels genres de gîtes peuvent avoir de l'importance, quels points l'examineur doit considérer et quelles difficultés il doit résoudre.
- Stevenson, J. G. A.: *Trends and Practices in Diamond Drilling*; *Bull. Can. Inst. Min. Met.*, oct. 1955, pages 639 à 553. Article complet sur le matériel et les techniques modernes.

CHAPITRE XII

REMARQUES SUR QUELQUES MÉTAUX ET MINÉRAUX

Le but du présent chapitre est de fournir aux prospecteurs des renseignements succincts qui les aideront à déterminer quels sont les métaux ou les minéraux les plus dignes d'intérêt, et les renseigneront quelque peu sur les modes de rencontre de ces métaux ou minéraux et sur les circonstances dans lesquelles on a découvert quelques-unes des mines les plus importantes. Soulignons dès l'abord que nous avons fait un choix, vu qu'il est impossible d'énumérer tous les métaux ou minéraux qui peuvent présenter quelque intérêt. En second lieu, comme nous ne pouvons donner beaucoup de précisions, les remarques présentes visent seulement à être des abrégés, dont chacun est suivi de renvois à des ouvrages à consulter pour de plus amples renseignements, ouvrages dont beaucoup, nous le savons cependant, ne se trouvent que dans les grandes bibliothèques. En troisième lieu, comme les prix, la demande et divers autres éléments sont susceptibles de varier, parfois très brusquement, on ne trouvera ici que les renseignements de meilleure source qui sont disponibles au début de 1955. On peut se procurer les données les plus récentes en lisant des revues minières et diverses publications, par exemple, les rapports préparés chaque année par la Division des ressources minérales, du ministère des Mines et des Relevés techniques, et qui traitent séparément des métaux et des minéraux. Dans tous les cas, une découverte de première importance suscitera probablement de l'intérêt, même s'il faut que l'acheteur attende que le marché soit favorable ou qu'il crée des débouchés.

Nous étudierons d'abord les métaux et minéraux dont la production atteint au Canada une valeur annuelle de 5 millions de dollars ou plus. Pour que la liste soit complète, nous mettons l'aluminium dans cette catégorie bien que tout l'aluminium produit au Canada provienne de minerai importé. Viendront ensuite des remarques plus courtes sur nombre de métaux et minéraux dont la production est inférieure à celle du premier groupe, et sur quelques autres que le Canada ne produit pas, mais qui présentent ou peuvent présenter une certaine valeur économique.

S'il s'agit ici surtout des métaux, c'est qu'ils intéressent la plupart des prospecteurs. Nous traitons aussi de plusieurs minéraux industriels, ainsi que des pierres précieuses et des météorites. Les minéraux industriels forment une partie considérable et essentielle de la production canadienne des minéraux, mais d'ordinaire ils n'intéressent pas la plupart des prospecteurs autant que le font les métaux, parce que leur valeur par unité de mesure est le plus souvent faible et que les prescriptions techniques les concernant sont souvent si rigoureuses que seul un spécialiste est en mesure de bien juger si tel ou tel gîte mérite d'être exploité. Très souvent, une entreprise, sachant qu'un certain minéral industriel est en demande, envoie un spécialiste faire des recherches dans des endroits où les caracté-

La prospection au Canada

tères géologiques sont encourageants et qui sont rapprochés de moyens de transport. Les prospecteurs ne doivent donc pas se désintéresser des minéraux industriels, mais la plupart d'entre eux se bornent à chercher surtout des gîtes métallifères.

Produits principaux

Aluminium

Le Canada est le deuxième en importance des pays producteurs d'aluminium. Il en produit plus d'un milliard de livres par an et en exporte la plus grande partie. Cependant, pas une seule livre de minerai d'aluminium ne vient du Canada ni ne s'y extraira probablement dans un avenir prévisible.

Ce paradoxe s'explique facilement. L'aluminium est le métal le plus abondant de la croûte terrestre, mais il se rencontre surtout sous la forme de silicates, tels les minéraux feldspathiques qui sont le principal composant des roches granitiques et des roches et argiles sédimentaires qui dérivent de l'altération des granits. Bien qu'on ait inventé des méthodes d'extraction, en laboratoire, d'aluminium tiré d'argiles et de feldspaths, ces minéraux ne se prêtent pas, dans les conditions actuelles, à un traitement rémunérateur. Le minerai marchand d'aluminium est la bauxite, oxyde hydraté d'aluminium, formé par la lente altération par intempérisme de certaines roches, surtout dans des pays tropicaux. Il est presque certain qu'on ne trouvera jamais de bauxite au Canada, car ce minerai, très tendre, aurait presque sûrement été détruit par l'action des glaces au cours de l'époque glaciaire si des gîtes de ce minerai s'étaient formés antérieurement.

C'est l'abondance et le bas prix de l'énergie hydro-électrique ainsi que les frais de transport par eau peu élevés qui ont permis au Canada de jouer un tel rôle dans la métallurgie de l'aluminium. En effet, les cargaisons de bauxite venant de la Guyane britannique et de l'Afrique occidentale, et celles d'alumine extraite des bauxites de la Jamaïque, peuvent être débarquées directement aux usines métallurgiques du Québec et de la Colombie-Britannique. Le même moyen économique de transport permet d'expédier l'aluminium à l'extérieur.

Jusqu'à ces derniers temps, le gros de l'aluminium fabriqué au Canada provenait d'Arvida, où l'énergie engendrée dans le bassin du Saguenay a permis de construire la plus grande usine productrice d'aluminium au monde. La demande d'aluminium augmentant, on a aménagé récemment une nouvelle usine, sur le littoral de la Colombie-Britannique. Elle fait partie de l'ensemble de barrages, tunnels, usine génératrice souterraine et lignes de transport d'énergie qui constituent l'entreprise de Kitimat, l'une des plus étonnantes réalisations matérielles de tous les temps.

A consulter

L'aluminium au Canada; exposé sommaire annuel de la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Amiante

Le Canada est le plus grand producteur d'amiante au monde. On connaît bien les usages de ce minéral. L'amiante de la variété dite chrysotile est le principal des minéraux industriels extraits au Canada, qui en a produit en 1954

pour plus de 86 millions de dollars. Le gros de la production provient des cantons de l'Est du Québec, surtout des environs de Thetford Mines et de Black Lake, où l'on extrait de l'amiante sans interruption depuis 1878. On exploite plusieurs grandes mines, soit à ciel ouvert soit par galeries souterraines. Les réserves de minerai demeurent immenses malgré l'énorme quantité extraite depuis nombre d'années. Au cours des dernières années, ces mines ont été fortement agrandies et modernisées. En outre, une mine de l'Ontario et une autre en Colombie-Britannique ont récemment commencé à produire. On connaît de nombreuses autres venues de différentes variétés d'amiante, mais pour qu'un gîte d'amiante soit exploitable le minerai doit avoir la qualité voulue et être abondant.

L'amiante chrysotile est une variété fibreuse de serpentine, formée par l'altération de roches ultra-basiques. Ces roches se rencontrent assez fréquemment dans certaines parties du bouclier canadien et diverses régions de la Cordillère et des Apalaches, de sorte que c'est là qu'il convient de chercher de l'amiante.

Québec

Vers 1862, on découvrit de petits gîtes amiantifères près de la rivière des Plantes, dans les cantons de l'Est, mais c'est sans succès qu'on tenta de les exploiter. En 1877, on découvrit de l'amiante près de Thetford et, en 1878, on entreprit l'exploitation en petit des gîtes. On eut de la peine, au début, à trouver des débouchés dont la haute qualité fût reconnue et on lui trouva de nouveaux usages de sorte qu'au cours des 12 années suivantes on assista à une croissance particulièrement rapide.

Le chrysotile se trouve dans de la péridotite altérée en serpentine qu'on rencontre associée à de la pyroxénite en amas ayant la forme de sills et de stocks dans une zone étroite et interrompue. Cette "zone à serpentine" s'étend vers le nord-est jusqu'à environ 150 milles de la frontière du Vermont. Les quelques venues de roches semblables qu'on rencontre plus loin vers le nord-est n'ont pas donné d'amiante de qualité marchande. Dans la région de Thetford, le gros de la péridotite est renfermé dans les couches du groupe Caldwell, d'âge cambrien, mais la péridotite forme aussi des intrusions dans des couches ordoviciennes; ces intrusions datent donc probablement de l'ordovicien récent et se rattachent à la surrection amenée par la révolution taconique.

Le chrysotile se présente en deux formes distinctes: en "fibres transversales" et en "fibres longitudinales ou de glissement". Le chrysotile à fibre transversale, qui forme la majeure partie de la production, se rencontre dans des filons à épontes bien nettes. Les fibres sont parallèles les unes aux autres et forment avec les épontes des angles marqués, un angle droit même parfois. La plupart des filons sont larges d'une fraction de pouce à 3 pouces. La fibre filonienne large de plus de $\frac{3}{8}$ de pouce est dite en anglais *curde*; elle est séparée au marteau et schiedée (triée à la main). La fibre plus courte est extraite mécaniquement, la pierre étant concassée, agitée et criblée, et l'amiante, aspiré par le haut. Plus de 99 p. 100 du total de la production est obtenu mécaniquement. Il y a deux types de filons de chrysotile à fibre transversale: dans le premier, un seul groupe de fibres s'étend d'une éponte à l'autre; dans le second, les fibres partent de chaque éponte et leur point de rencontre est une fissure centrale qui contient parfois de la serpentine semblable à celle de la roche encaissante ou de la magnétite. Les deux types se présentent dans tous les gîtes. Les épontes sont formées de serpentine qui

La prospection au Canada

passé insensiblement à de la péridotite commune partiellement serpentinisée. Cette zone est plus claire que la roche encaissante et la ligne de démarcation est assez nette pour que la roche fende facilement le long de ce plan. La bande altérée, ainsi que son filon intermédiaire d'amiante, est d'ordinaire de 6 à 8 fois plus large que le filon lui-même.

Le chrysotile à fibre longitudinale se rencontre dans de la serpentine à structure très cisaillée. Les fibres sont feutrées et sont disposées plus ou moins parallèlement aux plans de charriage.

M. F. J. Alcock explique en abrégé l'origine probable des gîtes, dans les termes suivants:¹ "Il est probable que la serpentinitisation primitive des roches s'est produite tard au cours de leur consolidation, par réaction entre les composants minéraux et l'eau magmatique associée. Bien qu'il soit associé à la péridotite, l'amiante est évidemment moins ancien qu'elle. Certains filons recoupent des dykes de pyroxénite, ainsi que des amas de chromite contenus dans la péridotite. On a trouvé, par exemple, un dyke de granit qui contenait des enclaves de péridotite; dans l'une d'elles un filon d'amiante long de 3 pieds et large de $\frac{3}{4}$ de pouce au plus prenait naissance et allait s'enfoncer dans le granit encaissant. Il est clair que cet amiante s'est formé après la pénétration du granit. Les filons correspondent aux fissures qui ont accompagné la formation de failles et semblent devoir leur existence aux vapeurs qui circulaient le long de ces fissures et qui ont transformé les épontes en serpentine. Il est à croire, d'après la présence de magnétite, que cette altération s'est produite à de hautes températures. De là, les vapeurs ont pénétré dans les pores de la roche et, partout où elles rencontraient une amorce de fracture, ont transformé en serpentine de la péridotite des parois, une partie de l'excédent de matière se déposant dans les fissures mêmes sous forme d'amiante. Il est probable que cette seconde période de serpentinitisation et la formation de l'amiante sont contemporaines du travail orogénique et des intrusions de l'âge dévonien."

Ontario

C'est en 1950 qu'on a extrait pour la première fois de l'amiante chrysotile en Ontario. Le gîte, très étendu, est situé dans les cantons de Munro et Beatty, à 10 milles à l'est de Matheson, au nord de Kirkland Lake.

La présence de chrysotile en cet endroit a été relevée et consignée dans un rapport du ministère provincial des Mines publié en 1915 et dans un rapport du ministère fédéral des Mines, publié en 1931. En outre, une carte de M. J. Satterly, publiée en 1945 par le ministère des Mines de l'Ontario indique une zone de péridotite serpentinisée et de roches apparentées. En 1948, M. A. Heffren, qui habitait près de Matheson, alla travailler dans l'une des mines d'amiante du Québec, où il se familiarisa avec les catégories d'amiante adoptées dans le commerce. Il se rappela alors avoir examiné une venue d'amiante dans le canton de Munro, quelques années auparavant. Il retourna donc sur les lieux prélever des échantillons qu'il montra aux ingénieurs de la compagnie minière du Québec. La compagnie décida d'examiner les affleurements et d'obtenir la concession de claims. Les sondages au diamant, les levés à la boussole d'inclinaison et les levés au magnétomètre, entrepris en 1949, délimitèrent de vastes massifs ou sills de

¹ Voir *Geology and Economic Minerals of Canada*, Comm. géol., Canada, n° 1 de la Série de la géologie économique, troisième édition, pages 140 et 141 (1947).

roches basiques et ultra-basiques différenciées contenant des filons de chrysotile dans de la péridotite serpentinisée. En 1950, un vaste chantier à ciel ouvert a été mis en exploitation, après l'aménagement d'un atelier de traitement présentement capable de traiter 2,200 tonnes par jour. Cette exploitation a amené la découverte de plusieurs autres gîtes dans cette région et dans les environs de Timmins, mais aucun n'est encore exploité.

Colombie-Britannique

La mine d'amiante *Cassiar*, sur le mont McDame, dans la partie nord de la province, a commencé à produire en 1953.

Le chrysotile se présente dans une roche basique, probablement d'âge jurassique, dont la transformation en serpentine est si marquée qu'on ne peut en établir la nature originale. La société exploitante, après avoir acquis les claims, a d'abord délimité approximativement un massif étendu de roche à chrysotile. Les sondages ont établi que le gîte, vu la haute qualité du minéral, serait d'une exploitation rémunératrice malgré son éloignement des marchés. La société a ouvert un chemin qui réunit la mine à un autre chemin lui-même relié à la route de l'Alaska. Elle a ouvert, en 1953, une usine dont la capacité initiale de traitement est de 150 tonnes par jour. Cette capacité a été portée à 500 tonnes en 1954.

A consulter

"Cassiar Asbestos Expands Production"; *Western Miner*, vol. 26, n° 11, 1933, pages 68 et 69.
Aperçu de la structure géologique du gîte d'amiante *Cassiar* de la partie nord de la Colombie-Britannique et des progrès récents.

L'amiante au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Cooke, H. C.: *Asbestos Deposits of Thetford District, Quebec*; vol. XXXI, Série de la Géologie économique, 1936, pages 355 à 376.

Description des caractères géologiques et structuraux des gîtes d'amiante du district de Thetford et exposé des théories relatives à l'origine de ces gîtes.

Hendry, N. W.: "Chrysotile Asbestos in Munro and Beatty Townships, Ontario"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LIV, 1951, pages 28 à 35.

Cet exposé de la découverte et de l'exploration d'un gîte qui vient de s'ouvrir à l'exploitation dans l'Ontario présente de l'intérêt pour ceux qui cherchent des gîtes d'amiante ou qui veulent en établir la valeur.

Hewitt, D. F. et Satterly, J.: *Asbestos in Ontario*; min. Mines de l'Ontario; circulaire n° 1 sur les minéraux industriels, 1953.

Rapport qui décrit les minéraux à amiante et leur mode de rencontre, renseigne sur le marché et décrit les principales venues qu'on connaît dans l'Ontario.

Ross, J. D.: *Amiante chrysotile au Canada*; rapport 708 de la Direction des mines, 1933.

Étude approfondie de l'industrie de l'amiante au Canada jusqu'en 1931. L'ouvrage renseigne sur les minéraux et les gîtes d'amiante connus au Canada jusqu'à la date de la publication.

Stephens, F. H.: "Asbestos in Southern B. C."; *Western Miner*, vol. 26, n° 7, 1953, pages 44 à 46.

Aperçu sur les études dont ont fait l'objet les venues d'amiante dans la partie sud de la Colombie-Britannique.

La prospection au Canada

Argent

Le Canada se place au troisième rang des pays producteurs d'argent. En 1954, il en a produit plus de 31 millions d'onces, évaluées à environ 26 millions de dollars. Avant le ralentissement de son activité minière, le district de Cobalt extrayait, de filons d'argent natif, de grosses quantités de ce métal, mais aujourd'hui presque tout l'argent produit au Canada s'obtient comme sous-produit lors de l'extraction d'autres métaux. L'argent est souvent associé aux minerais de plomb, de zinc et de cuivre et il existe presque toujours un peu d'argent dans l'or natif. Presque tout l'argent produit au Canada en 1954 provenait de l'affinage de métaux communs, près de la moitié étant extrait de la mine d'argent zinco-plombifère *Sullivan* (Colombie-Britannique). Environ 11 p. 100 ont été fournis par les mines d'argent cobaltifère de l'Ontario; l'affinage de l'or n'a produit qu'environ 2 p. 100 du total de l'argent obtenu en 1954.

Près de la moitié de l'argent utilisé au Canada sert au monnayage: divers arts et industries absorbent le reste. Comme le Canada fabrique une quantité d'argent bien supérieure à ses besoins, il exporte l'excédent, en grande partie aux États-Unis.

On a moins de chances de découvrir des gîtes ne contenant que de l'argent que d'en trouver qui contiennent en plus d'autres métaux. Mais si l'on découvrait des gîtes du premier genre, il est probable qu'ils susciteraient de l'intérêt, si l'on considère entre autres choses que le cours actuel de l'argent est d'environ 90 cents l'once.

A consulter

L'argent au Canada; exposé sommaire annuel de la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Cuivre

Le cuivre est l'un des principaux produits minéraux au Canada; vingt grandes mines de cuivre, situées pour la plupart dans le bouclier canadien, en ont produit pour 174 millions de dollars. L'industrie consomme énormément de cuivre. Depuis quelques années, l'offre et la demande se font à peu près équilibre. Il faudra donc trouver de nouveaux gîtes de valeur marchande. A la date où nous écrivons, soit vers la fin de 1955, on s'intéresse activement à la recherche du cuivre et à l'exploration de terrains prometteurs.

Gîtes situés dans le bouclier canadien

La première mine de cuivre au Canada a été ouverte en 1847, à Bruce, sur la rive nord du lac Huron. On y a exploité jusqu'en 1921 des filons de quartz cuprifère contenus dans de la diabase.

Le gros de la production provient de plusieurs grandes mines de nickel-cuivre de la région de Sudbury (*voir* section sur le nickel). En 1954, l'Ontario a fourni plus de 46 p. 100 du cuivre produit au Canada.

Le Québec fournit environ 30 p. 100 de ce total. Le gros du cuivre s'extrait de mines situées dans le bouclier canadien, mais aussi de plusieurs mines situées dans la région des monts Apalaches. La plupart des premières se trou-

vent dans la partie ouest de la province: nous donnons ci-dessous une courte description de la plus importante d'entre elles, la mine *Horne*. On vient également d'entreprendre l'exploitation de gîtes de cuivre connus depuis nombre d'années, dans la région de Chibougamau, située plus au nord-est. Une voie ferrée conduisant à cette région est en voie d'aménagement.

C'est la mine *Horne* qui a permis de fonder la *Noranda Mines Limited*. Les exploitants, après cette entreprise couronnée de succès, ont ensuite frayé la voie en matière d'exploration et de mise en valeur de plusieurs grands gisements d'or et de cuivre de l'Ontario et du Québec. La découverte des gîtes de Noranda, dans une région du Québec qui était alors d'accès difficile, a résulté des recherches actives menées à la suite de découvertes d'or dans la partie nord de l'Ontario. Le prospecteur E. H. Horne visita à plusieurs reprises, en 1911 et au cours des années suivantes, la région qui reçut plus tard le nom de camp minier de Noranda ou de Rouyn. Il fut frappé par la présence de roche verte dans cette région. En 1920, il découvrit une venue de pyrite, de chalcoppyrite et d'or et y jalonna des claims. De nouvelles recherches révélèrent que ces minéraux étaient assez répandus et, en 1922, un consortium qui devint plus tard la *Noranda Mines Limited* reçut l'autorisation d'acheter les claims. En 1923, des travaux en tranchées révélèrent la présence d'un gros amas de sulfures. On effectua des sondages au diamant à partir de la surface et l'on fonça un puits d'exploration. Les résultats révélèrent que l'exploitation serait rémunératrice et un embranchement ferroviaire fut construit. On construisit un atelier de concentration et une usine métallurgique et la production débuta vers la fin de 1927. La mine *Horne* est l'une des rares mines où l'importance du minerai croît en profondeur. Les travaux d'exploration poursuivis en profondeur après l'aménagement des niveaux supérieurs firent découvrir des massifs de minerai plus étendus encore. Ces massifs, ainsi que certains autres dans la même région, sont de gros amas de substitution, de forme irrégulière, contenus pour la plupart dans des agglomérats de rhyolite, des tufs et des coulées, violemment bouleversées par les plis et les failles. Le minerai sulfuré est surtout constitué de pyrite, de pyrrhotine et de chalcoppyrite. Quelques-unes des mines du district contiennent aussi beaucoup de sphalérite. Quelques-uns de ces massifs renferment aussi de grosses quantités d'or. En 1954, la mine *Horne* a livré 21,881 tonnes de cuivre et 168,067 onces d'or, ainsi que beaucoup d'argent et de pyrite. Depuis la fin de 1954, on traite la pyrite pour en obtenir de l'aggloméré d'oxyde de fer, du soufre et de l'anhydride sulfureux. On signale que les principales réserves de minerai de cette mine ont une teneur moyenne de 2.28 p. 100 en cuivre et de 0.187 once d'or par tonne.

La mine de Flin Flon compte également parmi les principaux producteurs de cuivre. Elle appartient à la *Hudson Bay Mining and Smelting Company Limited* et se trouve dans la partie sud du bouclier canadien, à cheval sur la frontière Manitoba-Saskatchewan. Là, des amas de substitution contenus dans des roches volcaniques à structure cisailée, au flanc d'un grand pli anticlinal disharmonique, contiennent de la pyrite, de la chalcoppyrite, de la sphalérite et de la pyrrhotine. On signale que la teneur moyenne des réserves de minerai, par tonne, est de 0.075 once d'or, 1.02 once d'argent, 3.25 p. 100 de cuivre et 3.9 p. 100 de zinc. En 1954, on a extrait de la mine environ

La prospection au Canada

45,000 tonnes de cuivre. Dans la région de Manitouwadge (Ontario), on est en train de mettre en valeur de gros gîtes de cuivre.

Région de la Cordillère

Pendant nombre d'années, la Colombie-Britannique a produit de grandes quantités de cuivre. Le minerai provenait surtout de grandes mines situées dans les régions relativement accessibles, près du littoral et près de l'État de Washington. Quelques-unes de ces mines, comme celles de Rossland, de Phoenix et d'Anyox, sont épuisées depuis plusieurs années, mais il y en a plusieurs autres qu'on exploite toujours. Les plus importantes de ces dernières sont les mines *Copper Mountain*, *Britannia* et *Tulsequah Chief-Big Bull*. Celle d'où l'on extrait maintenant le plus de cuivre est la mine *Copper Mountain*, de la *Granby Consolidated Mining, Smelting and Power Company*, près de Princeton. Le minerai se trouve dans un stock constitué de gabbro, en bordure, et de pegmatite syénitique cuprifère au centre. Aucune de ces roches ne contient de quartz. D'après certains indices, il appert qu'un seul et même magma a donné naissance à ces roches de types différents. Les massifs de minerai, différents de la plupart des massifs connus au Canada en ce que leur principal minerai de cuivre est la bornite, se rencontrent surtout dans des roches volcaniques clastiques, d'âge mésozoïque, voisines du stock d'intrusion. On signale que le minerai contient environ 1 p. 100 de cuivre, ainsi qu'un peu d'argent et d'or. En 1954, on a extrait de cette mine environ 12,000 tonnes de minerai de cuivre.

De nombreux travaux d'exploration de gîtes de cuivre sont en cours dans la partie nord de la Colombie-Britannique et dans le Yukon.

Région des monts Appalaches

On a extrait à diverses époques du minerai de cuivre, en même temps, d'ordinaire, que d'autres métaux communs, à Terre-Neuve, en Nouvelle-Écosse et dans les cantons de l'Est du Québec. Les principales de ces mines sont, à Terre-Neuve, celle de *Buchans*, dans l'île du Cap-Breton, celle de *Stirling*, et dans les cantons de l'Est, celles de *Suffield*, *Weedon* et *Huntingdon*.

La grande mine de la *Gaspé Copper Mines Limited* est entrée en production au début de 1955. Les principaux massifs de minerai que l'on exploite sont des gîtes de substitution renfermant, comme minerais de cuivre, de la chalcopryrite, de la bornite, de la chalcosine et de la cubane, dans du calcaire métamorphisé d'âge dévonien. On croit qu'une injection granitique, en dessous des gîtes, a produit ce métamorphisme et amené la mise en place du minerai. On signale que les réserves de minerai, qui se chiffrent par 67 millions de tonnes, ont une teneur moyenne de 1.3 p. 100 en cuivre.

Les massifs de minerai en voie d'exploration à Bathurst (Nouveau-Brunswick) et dont nous traitons brièvement dans la section sur le zinc, livreront aussi du cuivre, vu que deux d'entre eux contiennent environ 0.5 p. 100 de ce métal.

A consulter

Alcock, F. J.: "Copper in Canada"; *Copper Resources of the World*, 16^e Congrès int. de géol., vol. 1, pages 65 à 136 (1935).

Renseignements sommaires assez complets jusqu'en 1933.

Remarques sur quelques métaux et minéraux

Bell, A. M.: "Geology of Ore Occurrences at the Property of Gaspé Copper Mines"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, 1951, pages 240 à 245.

En plus de la description géologique de ce gîte, cette étude fournit des indications aux prospecteurs en quête d'autres gîtes de cuivre en Gaspésie.

McClelland, W. R.: *Survey of the Copper Resources of Canada*; Direction des mines, Série des mémoires, n° 113, 1951.

Brève revue des mines de cuivre productives et des principaux gisements qui semblent prometteurs au Canada.

Thompson, J. E., et d'autres: *Metal Resources Circular No. 1*; min. Mines de l'Ont., 3^e édition, 1954.

Aperçu des gîtes de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc de l'Ontario.

Le cuivre au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Fer

Le fer est l'un des produits de base indispensables, l'un des plus grandement utilisés. Transformé en acier, il devient la base de notre vie industrielle. Depuis 1939, on extrait de plus en plus de minerai de fer au Canada, à cause de l'essor économique que prend le pays et parce que l'épuisement de gîtes riches en minerai aux États-Unis a stimulé la mise en valeur de nouvelles sources de minerai. Depuis la fin de la guerre, on a commencé l'exploitation de trois grands gisements, savoir, celui de Knob Lake, à cheval sur le Québec et le Labrador, de Steep Rock et de Marmora (Ontario). En outre, on est en train d'explorer activement un certain nombre de terrains qui semblent favorables. Le Canada occupe actuellement le huitième rang parmi les pays producteurs de fer, mais il passera à un rang bien supérieur au cours de la prochaine décennie, à mesure qu'on exploitera à plein les mines actuelles et qu'on en ouvrira de nouvelles. Il est certain qu'il faudra produire une quantité toujours plus grande de minerai de fer pour satisfaire les besoins mondiaux. Il faut cependant souligner que seuls, probablement, auront une grande valeur marchande les gîtes étendus dont le minerai est riche en fer et peut s'extraire et se traiter à peu de frais.

Historique

De petits fours de fusion au charbon de bois pourvoient autrefois aux besoins de fer des premiers colons du Québec et de l'Ontario. On y fondait de la limonite extraite des marais et de la magnétite provenant de petits gisements situés dans la partie sud du bouclier canadien. Aussitôt que les moyens de transport se furent améliorés et qu'il en coûta moins cher d'importer du fer et de l'acier d'autres pays, ces premières mines furent abandonnées.

Depuis 1848, on exploite plus ou moins régulièrement de petites mines de fer dans la région des monts Apalaches. Depuis nombre d'années, l'aciérie de Sydney (Nouvelle-Écosse) fond du minerai extrait des vastes gîtes de la *Wabana*, à Terre-Neuve, qui sont exploités depuis le début du siècle.

De 1886 à 1908, on a expédié aux États-Unis du minerai de fer extrait de la mine de l'île Texada (Colombie-Britannique). On a récemment commencé à expédier au Japon des concentrés de magnétite provenant de cette mine et d'une autre située à Quinsam Lake, dans la même province.

La prospection au Canada

Dans la partie sud du bouclier canadien, plus précisément en Ontario, on a découvert de nombreux gîtes de fer, mais la plupart sont trop petits ou trop pauvres pour que leur exploitation soit rémunératrice. Le premier qu'on ait réussi à exploiter en grand se trouve dans le district de Michipicoten, où la mine *Helen* fut exploitée de 1900 à 1918. Le prospecteur qui la découvrit en 1898, un dénommé Goetz, jalonna des claims sur un chapeau de fer s'imaginant avoir découvert de l'or. De 1925 à 1938, inclusivement, aucun minerai de fer ne fut extrait au Canada. En 1939, on a repris en grand l'exploitation des gisements du district de Michipicoten: ils fournissent du minerai de fer à l'aciérie de Sault-Sainte-Marie.

L'exploitation de gîtes étendus de minerai riche, d'une teneur d'environ 60 p. 100 en fer, à Steep Rock Lake, à 120 milles à l'ouest de Port-Arthur, a débuté en 1944. Ces gîtes ont une histoire fort intéressante et leur mise en valeur constitue un triomphe de la technique moderne. Au cours de travaux de cartographie géologique exécutés en 1885, on constata la présence de blocs erratiques sur la rive du lac de Steep Rock. Comme ces blocs ne paraissaient pas avoir subi d'action glaciaire, on en conclut qu'ils n'avaient pas été roulés très loin par la glace et qu'ils provenaient d'endroits subséquentment recouverts par le lac. Dans les notes qui accompagnent la carte, publiée en 1897, se trouve la déclaration suivante: "Il semble qu'un horizon ferrifère à hématite de bonne qualité soit en grande partie recouvert par les eaux du lac." Cet exposé incita une foule de prospecteurs à venir faire des recherches dans la région et à y borner des claims, mais ces premiers efforts n'aboutirent à rien. Des études subséquentes attirèrent l'attention sur d'encourageants affleurements, ce qui amena des prospecteurs à faire beaucoup de recherches. Un prospecteur opiniâtre, Jules Cross, se servit en 1930 de la boussole d'inclinaison pour prospecter, de la surface gelée du lac, une partie du lit de celui-ci. Ses commanditaires lui fournirent les fonds requis pour étudier, à l'aide de sondeuses au diamant installées sur la glace, l'anomalie du magnétisme terrestre que ses recherches avaient révélée. En 1938, la sondeuse traversa pour la première fois d'importants massifs ferrifères. Quand on eut établi la présence de vastes réserves de minerai de fer de bonne teneur, on détourna, au moyen de plusieurs barrages et tranchées, le cours de la rivière Seine, qui se jetait dans le lac, puis on épuisa ce dernier. L'exploitation à ciel ouvert débuta en 1944. En 1953, commença l'établissement de la mine souterraine en vue d'atteindre les parties du gisement qu'on ne peut exploiter à ciel ouvert du fait de leur profondeur. La production a dépassé 2 millions de tonnes en 1955 et l'on espère qu'elle atteindra 10 millions une fois que les travaux de traçage seront achevés.

L'historique de la mise en valeur des gîtes ferrifères qui chevauchent le Québec et le Labrador fait ressortir l'importance des études géologiques, les longs délais qui précèdent souvent l'exploitation des gîtes après leur découverte, les montants considérables qu'il faut y consacrer et les grands travaux techniques qu'elle exige. De 1892 à 1895, A.P. Low, de la Commission géologique du Canada, exécuta des reconnaissances géologiques dans l'Ungava et le Labrador et signala la présence de vastes formations ferrifères dans les bassins des rivières Hamilton et Koksoak. Il exprima l'avis que ces gisements en viendraient à acquérir une valeur économique. En 1929, une compagnie minière fit des recherches dans cette région et découvrit du minerai de teneur satis-

faisante dans la région présentement exploitée, mais l'éloignement des gîtes et l'état du marché militaient alors contre la mise en valeur immédiate.

Une autre société, la *Labrador Mining and Exploration Company Limited*, fondée en 1936, entreprit la recherche de l'or et des métaux communs dans l'ensemble de cette région. Sous la direction de M. J. A. Retty, on se livra méthodiquement à des études géologiques et à la prospection proprement dite. M. Retty trouva pour la première fois du minerai de fer au sud de la hauteur des terres du Labrador. La compagnie poursuivit ce genre de travaux, puis, après 1942, ce fut le tour de la *Hollinger North Shore Exploration Company Limited* et de la *M. A. Hanna Company*. Après qu'on eut reconnu l'existence d'assez de minerai pour motiver la construction d'une voie ferrée longue de 358 milles à partir de Sept-Îles, sur la rive nord du Saint-Laurent, les trois compagnies susdites et plusieurs autres grandes sociétés sidérurgiques des États-Unis formèrent l'*Iron Ore Company of Canada* en vue de construire la voie ferrée et d'ouvrir les gîtes à l'exploitation. On y parvint en consacrant plus de 250 millions de dollars à l'exploration et à la construction. En 1954, 60 ans après les voyages de reconnaissance de Low, les premières cargaisons de minerai de fer partaient de Sept-Îles à destination d'aciéries du Canada, des États-Unis et de l'Europe. En 1955, la production s'est chiffrée par 7 millions de tonnes fortes.

Le succès de ces travaux de mise en valeur a porté d'autres compagnies minières à obtenir, à titre de concessionnaires, des terrains situés dans toute la zone ferrifère du Labrador, qui s'étend vers le nord-ouest sur environ 500 milles et vers le sud sur 150 milles à partir du lac Knob. On procède méthodiquement à de nombreux travaux de prospection, de cartographie géologique et d'exploration et il se peut que d'autres mines soient ouvertes.

En 1949, des levés aéromagnétiques faits par la Commission géologique du Canada pour le ministère ontarien des Mines ont révélé une anomalie marquée du magnétisme terrestre, près de Marmora, non loin de la limite sud du bouclier canadien. Peu après la publication de la carte aéromagnétique, la *Bethlehem Steel Corporation* a acheté le terrain et y a fait des sondages, qui ont établi la présence d'un vaste gîte de magnétite renfermé dans du calcaire précambrien très altéré que recouvrent des couches presque horizontales, épaisses d'environ 140 pieds, de calcaire paléozoïque. On a décapelé ce gîte afin de pouvoir l'exploiter à ciel ouvert. On compte préparer annuellement 500,000 tonnes de minerai concentré en boulettes. La production a commencé en mai 1955.

Minéraux ferrifères

Les principaux minéraux considérés comme minerais de fer sont l'hématite (Fe_2O_3) et la magnétite (Fe_3O_4), oxydes de fer qui se rencontrent associés dans certains minerais et séparés dans d'autres. Certains autres minéraux forment aussi d'importants minerais: la limonite ($2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), oxyde de fer hydraté; la sidérose (FeCO_3), carbonate de fer; et la chamoisite, silico-aluminate de fer hydraté. La présence de phosphore ou de soufre, même en faibles quantités, dans les minerais de fer, en altère fortement la qualité et les rend parfois même impropres à la fusion dans les hauts fourneaux. Les sulfures de fer, comme la pyrite et la pyrrhotine, sont très répandus et se rencontrent parfois en gros amas; on ne les traite pas d'ordinaire pour en extraire seulement

La prospection au Canada

le fer contenu, mais surtout pour utiliser le soufre qu'ils contiennent. Dans certains cas, ce traitement donne, comme sous-produit, de l'oxyde de fer, dont on peut tirer le fer.

Gîtes de fer

Ces gîtes sont de plusieurs genres. L'origine de certains d'entre eux paraît manifeste, mais le mode précis de formation de certains autres demeure incertain.

Il semble que certains gisements soient le produit d'une ségrégation magmatique. Toutes les roches ignées basiques contiennent de la magnétite ou d'autres minéraux ferreux accessoires qui, apparemment, se sont réunis quand la roche était encore fondue en amas dont quelques-uns sont assez étendus et riches en fer. Il se peut cependant que le processus de leur formation ait été plus compliqué: les minéraux ferreux pourraient avoir pénétré dans la roche un peu plus tard pendant le processus d'intrusion et remplacé en partie la roche déjà formée. Au Canada, on n'a pas encore exploité de gîtes de ce genre pour en extraire le minerai de fer seulement, mais certains seront peut-être un jour exploités à cette fin. Des gîtes de titane se rattachant à cette catégorie de gisements et exploités à grande échelle dans la partie est du Québec pour en extraire du bioxyde de titane fournissent du fer comme sous-produit.

On a découvert au Canada de nombreux gîtes de métasomatose de contact qui contiennent de la magnétite. On en a exploité quelques-uns des plus grands, par exemple, celui qu'on vient d'ouvrir à l'exploitation à Marmora. La plupart de ces gîtes se rencontrent dans le calcaire, mais on en rencontre aussi dans d'autres roches, près de la bordure de stocks ou de batholites d'intrusion, composés de granit ou de roches plus fortement basiques. Il semble que la magnétite, vers la fin du processus d'intrusion, ait été transportée par des solutions chaudes dans la roche envahie, et se soit cristallisée là. Les filons ou amas sont contenus le plus souvent dans de la roche altérée connue sous le nom de skarn et qui contient du grenat et d'autres minéraux typiques des roches qui ont donné lieu à la métasomatose de contact. C'est pourquoi il convient de rechercher les gîtes de ce genre dans des roches envahies par des stocks ou des batholites et d'examiner surtout les zones où des calcaires et d'autres roches carbonatées sont en contact avec des roches intrusives qui contiennent de la magnétite comme minéral accessoire. Les endroits les plus propices sont les zones à minéraux altérés, contenant du grenat ou d'autres minéraux silicatés et calciques.

Dépôts sédimentaires

Les gisements alluvionnaires meubles contenant de la magnétite produite par l'altération et la désagrégation de roches où elle était un minéral accessoire, sont fréquents. Ils prennent la forme de placers de cours d'eau, dans la région de la Cordillère, et de placers de plage, le long du littoral du Pacifique, du golfe Saint-Laurent et du lac Supérieur, mais on n'a pu les exploiter comme source de fer. Des gisements formés de la sorte se sont parfois transformés en lits à magnétite dans des couches consolidées.

Les gîtes de limonite des marais se forment en eau stagnante. On voit fréquemment, à la surface des mares, de petites étendues d'écume bleuâtre et

irisée. Cette substance est parfois composée d'hydrate de fer, le fer contenu dans les roches ou les sables voisins étant dissous par les eaux de surface ou de source; elle provient, dans d'autres cas, de matières grasses dégagées par des végétaux en décomposition. Quand l'hydrate de fer se dépose en amas assez gros, il se forme un gîte de limonite. Les petits gîtes de ce genre qu'on a découverts en plusieurs endroits du pays ne sauraient que rarement avoir de valeur marchande.

Le minerai de fer *Wabana* se compose de lits contenant de petits "oolithes" faits de couches concentriques de chamoisite et d'hématite, intercalés dans du grès et du schiste datant du début de l'ère paléozoïque. Les minéraux ferri-fères se sont déposés directement sous la forme de sédiments, semble-t-il, et le fer qui s'y trouve est probablement le produit de l'altération et de la désagrégation de roches dont seuls les minéraux accessoires contenaient du fer. Il est probable que le fer, après s'être dissous dans l'eau de mer, s'est déposé de nouveau sous la forme d'oolithes et de carbonate de fer.

Formation ferrifère de l'époque Keewatin

De minces couches de quartz dit "chert" (de couleur claire) ou de jaspé, et de magnétite ou d'hématite, sont assez souvent intercalées dans les laves du Keewatin et d'autres roches datant du début du Précambrien. Les gîtes de ce genre sont connus en général sous le nom de formations ferrifères. Quelques-uns de ces gîtes sont peut-être de simples dépôts sédimentaires, mais leur fréquente association à des laves fait supposer que l'apport du fer dans l'eau qui l'a déposé provient peut-être, non de l'altération et la désagrégation de roches mises à nu sur terre, mais de volcans.

Les gros gîtes de fer de Michipicoten et de Steep Rock Lake ne sont pas du type classique. Une bonne partie du minerai de Michipicoten se compose surtout de sidérite. Le minerai de Steep Rock se compose surtout de goethite (oxyde de fer hydraté) et de quelques zones irrégulières d'hématite. Quelques auteurs estiment que ces minerais se sont substitués à des roches préexistantes, des solutions y ayant fait pénétrer le fer, mais d'autres croient que le minerai de Steep Rock est le résultat de l'altération et la désagrégation de roches ferrifères à l'époque précambrienne.

Formation ferrifère Animikie

C'est le nom que les géologues des États-Unis donnent aux gîtes de fer typiques qu'on rencontre dans les roches protérozoïques. C'est des gîtes de ce genre qu'on extrait le gros du minerai de fer livré, aux États-Unis, par les mines du Minnesota et des États voisins. Les gîtes qui chevauchent le Québec et le Labrador appartiennent aussi à ce type général. Au Canada, on a découvert d'autres gîtes de ce genre, mais dont le minerai est trop pauvre pour être exploité, à l'ouest de Port-Arthur, dans les îles Belcher (baie d'Hudson) et ailleurs.

Ce type de formation ferrifère plus récente ressemble beaucoup au type de la formation Keewatin, mais la roche est grenue un peu à la façon du grès. Beaucoup de ces gîtes forment des rubans onduleux ou concentriques et contiennent des roches ardoisières.

La plupart des gîtes de ce genre sont à faible teneur. Ceux qu'on a exploités sont ceux qui se sont enrichis naturellement, soit par suite de l'action d'eaux de

La prospection au Canada

surface en mouvement, soit par suite de l'ascension de solutions au stade hydrothermal. Il semble que les gîtes chevauchant le Québec et le Labrador aient été enrichis par des solutions qui ont enlevé une partie de la silice contenue dans la formation ferrifère primitive, laissant ainsi une quantité de fer relativement forte. Bien que les plus riches de ces gîtes se rattachent à la surface d'érosion actuelle, on ne sait pas encore au juste si les solutions étaient d'origine superficielle ou hydrothermale.

Depuis quelques années, les recherches faites aux États-Unis sur le mode de traitement du minerai de fer pauvre, non enrichi, qui forme de vastes réserves dans la formation ferrifère de ce pays et du Canada, ont fait de grands progrès.

Gîtes de minerai sulfuré

On connaît l'existence d'un grand nombre de gîtes étendus de pyrite, de pyrrhotine et d'autres minéraux sulfurés ferrifères, mais la teneur en soufre de la plupart de ces gîtes les rend impropres à l'extraction du fer. Cependant, la *Noranda Mines Limited* et l'*International Nickel Company of Canada Limited* viennent, en plus de leur activité courante, d'entreprendre l'extraction à la fois du soufre et du fer de vastes gîtes de ce genre, par des procédés spéciaux.

Questions économiques

La plupart des usines sidérurgiques sont situées près des marchés qui s'offrent à leurs produits. Au Canada, les principales d'entre elles se trouvent à Sydney (N.-É.), ainsi qu'à Hamilton et à Sault-Sainte-Marie (Ont.). D'ordinaire, on expédie tels quels ou après lavage les minerais qui contiennent 50 p. 100 de fer ou plus. Les minerais d'une teneur inférieure sont d'habitude traités à la mine: on a recours à la concentration par gravité, à la séparation magnétique, à l'agglomération par frittage, etc., pour leur donner la teneur voulue pour l'expédition.

La valeur du minerai de fer à l'unité étant peu élevée par rapport à celle d'autres minerais, les seuls gîtes qui puissent s'exploiter à profit sont les gîtes étendus à riche teneur en fer. Il faut qu'une mine de fer puisse livrer, chaque jour, pendant très longtemps, des milliers de tonnes de minerai assez riche pour être expédié tel quel ou d'un genre qui se prête bien à la concentration. C'est pourquoi, parmi le grand nombre de gîtes de fer qui existent seuls les meilleurs auront probablement de la valeur dans un avenir immédiat. Vu que la recherche des gisements de fer s'appuie d'ordinaire sur l'emploi de méthodes géophysiques et sur des études géologiques, et vu que le prospecteur ordinaire travaillant à son propre compte aurait de la peine à distinguer les gîtes qui méritent d'être exploités de ceux qui ne le méritent pas, la plupart des gros gîtes de fer qui seront découverts, le seront sans doute par des investigateurs scientifiques ou des prospecteurs au service de compagnies minières, et non par des prospecteurs travaillant indépendamment, à moins qu'ils n'aient reçu une formation approfondie.

A consulter

Le minerai de fer au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Anonyme: "The Operations of the Iron Ore Company of Canada Limited"; *Can. Min. J.*, janv. 1955, pages 39 à 64.

Remarques sur quelques métaux et minéraux

- Bergeron, Robert, et Harquail, James: "Prospecting and Exploring of Iron Ore Deposits in Northern Ungava"; *Bull. Can. Inst. Min. Met.*, avril 1953, pages 276 à 280.
- Buck, W. Keith, et d'autres: "Iron Ore in Canada": colloque; *Bull. Can. Inst. Min. Met.*, avril 1955, pages 213 à 226.
- Harrison, J. M.: "Prospecting in Quebec-Labrador Iron Fields"; *Can. Min. J.*, oct. 1952, pages 78 à 82.
- : *The Quebec-Labrador Iron Belt, Quebec and Newfoundland*; Comm. géol., Canada, Étude 52-20 (1952).
- Hayes, A. O.: *Wabana Iron Ore of Newfoundland*; Comm. géol., Canada, Mém. 78, 1915.
- Lindeman, E., et Bolton, L. C.: *Iron Ore Occurrences in Canada*; Direction des mines, Ottawa, pub. n° 217, vol. I et II et appendices, 1917.
- McGerrigle, H. W., et Girard, H.: *Gîtes de fer de la Province de Québec*; min. Mines, Québec, R.P. 262, 1952.
- Moore, E. S., et Armstrong, H. S.: *Iron Deposits of the District of Algoma*; min. Mines, Ontario, vol. LV, partie IV, 1946.
- Olsen, H. O.: "Bethlehem Mines Corporation's Marmora Mine"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LVIII, pages 109 et 110 (1955).
- Retty, J. A.: "Iron Ore Galore in New Quebec-Labrador"; *Can. Geog. J.*, vol. 42, n° 1, 1951, pages 2 à 21.
- Rose, E. R.: *Torbay Map-Area, Newfoundland*; Comm. géol., Canada, Mém. 265, 1952.
- Sidwell, K. O. J.: "Iron Ore Occurrences in New Brunswick"; *The New Brunswick Resources Development Board*, oct. 1951.
- Smallwood, J. P.: "Iron Ore from Labrador"; *Compressed Air Magazine*, juillet 1954, pages 186 à 193 (partie I); août 1954, pages 223 à 299 (partie II).
- Tanton, T. L.: *Mineral Deposits of Steep Rock Lake Map-Area, Ontario*; Comm. géol., Canada, exp. somm. 1925, partie C, pages 1 à 11. Épuisé.
- Young, G. A., et Uglow, W. L.: *The Iron Ores of Canada*, vol. 1, Colombie-Britannique et Yukon; Comm. géol., Canada, série de la géol. écon. n° 3, 1926. Prix 40 cents.

Gypse

Le gypse (sulfate de chaux hydraté) est un produit de base important, qui sert à fabriquer surtout du plâtre, de la planche murale en plâtre et du ciment. En 1953, la valeur du gypse extrait en Nouvelle-Écosse, dans l'Ontario, le Manitoba, la Colombie-Britannique, le Nouveau-Brunswick et à Terre-Neuve, s'est chiffrée par environ \$7,500,000. Le Canada a utilisé près de la moitié de cette production et le reste a été exporté.

Le gypse provient de l'évaporation de l'eau dans des bassins peu profonds. Les dépôts ainsi formés s'intercalent dans des formations sédimentaires, sous la forme de lentilles ou de strates. L'anhydrite (sulfate de chaux anhydre) est d'habitude associé à des gîtes de gypse, mais il n'a qu'un nombre plus restreint d'emplois. Au Canada, la plupart des gîtes de gypse sont renfermés dans des formations paléozoïques. Le gypse ne représente guère d'intérêt pour les prospecteurs pour les raisons suivantes: (1) on en connaît déjà beaucoup de venues; (2) au cas où le besoin de nouveaux gîtes se ferait sentir, leur reconnaissance se ferait probablement par sondages au diamant le long de bandes délimitées approximativement à la suite d'études géologiques; et (3) il faut beaucoup de soin pour distinguer le gypse de l'anhydrite, qui se ressemblent.

A consulter

Cole, L. H.: *The Gypsum Industry of Canada*; rapport 714 de la Direction des mines, 1930. *Le gypse et l'anhydrite au Canada*; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Nickel

Le Canada produit plus de 70 p. 100 de tout le nickel extrait dans le monde. En 1954, il en a produit plus de 160,000 tonnes, évaluées à plus de 180 millions de dollars, valeur qui dépasse celle de tout autre métal produit au pays.

Le gros du nickel du pays s'extrait de nombreuses mines du district de Sudbury (Ontario), appartenant à l'*International Nickel Company of Canada Limited* et à la *Falconbridge Nickel Mines Limited*. La seule autre grande mine de nickel est celle de la *Sherritt Gordon Mines Limited*, à Lynn Lake (partie nord du Manitoba), qui a commencé d'être exploitée à plein rendement en 1954.

Vu l'importance du nickel dans l'économie canadienne, un aperçu historique semble de mise. Au 18^e siècle, des mineurs de la Saxe constatèrent que certains minerais de cuivre, soumis à la fusion ordinaire, ne donnaient pas le métal rouge souhaité, mais un métal très clair, très dur et difficile à travailler, qu'ils surnommèrent "kupfer-nickel" c'est-à-dire "cuivre du vieux Nick ou du diable". En 1751, le chimiste suédois Cronstedt parvint à isoler ce mystérieux élément, auquel il donna le nom de "nickel", en souvenir du surnom donné par les mineurs saxons. Vers 1877, une société se constitua afin d'acquérir les gîtes de nickel et de cuivre découverts près d'Orford, dans les cantons de l'Est du Québec. Le traitement des minerais de nickel se révélant difficile, la société s'occupa surtout de l'extraction du minerai de cuivre. L'année suivante, la société fut reconstituée sous le nom d'*Orford Copper and Sulphur Company* et fit construire une affinerie au New Jersey (États-Unis). Le directeur de cette dernière, R. M. Thompson, mit au point une technique de séparation du nickel et du cuivre contenus dans le produit de la fusion. C'est ce qu'on appelle le procédé Orford.

En 1883, un dénommé Flanagan, forgeron qui travaillait à la construction de la voie ferrée du Pacifique-Canadien près du village de Sudbury, découvrit des minéraux sulfurés cuprifères le long de l'emprise. Il ne fit pas enregistrer de claim et, quelques mois plus tard, d'autres gens jalonnèrent le terrain. En 1884, des prospecteurs en quête de chapeaux de fer firent quelques découvertes qui devaient aboutir à des résultats importants. En 1886, la *Canadian Copper Company*, qui précéda l'*International Nickel Company*, se constitua en société dans l'intention d'acquérir plusieurs domaines. La même année, la mine de Copper Cliff s'ouvrit à l'exploitation et en 1888, le premier four de fusion fut parachevé. On expédia le produit de la fusion à l'affinerie de la société *Orford* au New Jersey, et c'est alors que l'obstacle qu'élevait la présence de nickel conduisit à l'élaboration du procédé Orford, qui permit dès lors de séparer économiquement les deux métaux. De nombreuses recherches faites par la suite améliorèrent grandement les méthodes de traitement du minerai et permirent de nouveaux usages au nickel, surtout dans des aciers spéciaux au nickel qui sont maintenant de première nécessité en temps de paix comme en temps de guerre.

L'*International Nickel Company* exploite de grandes mines et usines. En plus d'environ 140,000 tonnes de nickel par an, elle produit de grosses quantités de cuivre, de métaux de la famille du platine, d'or, d'argent, de cobalt, ainsi que sept

autres éléments en petites quantités. Ces installations, jointes à celles de l'ancienne *Mond Nickel Company*, acquise par la première en 1929, et celles de la *Falconbridge Nickel Mines Limited*, font de la région de Sudbury l'un des grands centres mondiaux d'exploitation minière et de métallurgie.

La découverte de la mine *Falconbridge* présente de l'intérêt car elle a donné lieu à l'une des premières utilisations de méthodes géophysiques et de sondages au diamant qui aient donné des résultats en ce qui a trait aux gîtes de métaux communs. En 1901, feu Thomas A. Edison fit un relevé à la boussole d'inclinaison dans le canton de Falconbridge, parce qu'il avait besoin de nickel pour fabriquer un accumulateur de son invention. Comme l'ensemble de ce canton, d'après une carte géologique, semblait favorable, il recueillit des indications, auxquelles on donna suite en fonçant un puits, mais cette tentative fut abandonnée à cause des sables mouvants qu'on rencontra. Des sondages au diamant révélèrent par la suite l'existence d'un massif de minerai. La compagnie actuelle, filiale de la *Ventures Limited*, se rendit propriétaire du domaine. En 1930, elle construisit un four de fusion.

Les massifs caractéristiques du district de Sudbury sont de grandes dimensions et de forme irrégulière; les minéraux sulfurés qu'ils contiennent, en grande partie de la pyrrhotine et de la chalcopyrite, sont soit disséminés dans la roche soit concentrés en amas. Le minéral qui contient le nickel est la pentlandite; la sperrylite, arséniure de platine, fournit le platine. Il y a plusieurs années, la teneur moyenne des minerais était d'environ 3.5 p. 100 en nickel, et 2 p. 100 en cuivre, mais depuis quelques années, du fait de l'agrandissement de l'exploitation, on traite du minerai moins riche, dont la teneur moyenne, à ce qu'on signale, est d'environ 1 p. 100 en nickel et 1 p. 100 en cuivre. Les zones de minerai se présentent à la limite ou à peu de distance d'un massif intrusif dans lequel, aux termes de la description faite en 1897 par T. L. Walker, une roche basique, la norite, se transforme graduellement en une roche acide, la micropegmatite. Quelques années plus tard, A. P. Coleman cartographia la région pour le compte du ministère des Mines de l'Ontario et établit que les roches d'intrusion constituent une vaste masse en forme de bassin, longue de 37 milles et large de 17, contenant la micropegmatite au centre et la norite à la périphérie, les massifs de minerai longeant l'extérieur du bassin. A son avis, les deux roches et le minerai se seraient séparés les uns des autres lors de la montée d'un magma fondu, injecté sous la forme d'une vaste nappe. Cette explication fut reçue jusqu'en 1917 à peu près. Des études minutieuses faites entre 1940 et 1950 par les géologues des sociétés exploitantes montrèrent que le gros du minerai est intimement associé à des amas de diorite quartzifère ressemblant à des dykes et qui sont probablement plus récents que la norite. Elles établirent aussi que la plupart des massifs de minerai se trouvent là où des failles et des zones de brèches coupent la diorite et les roches voisines. Ainsi, la théorie de la ségrégation magmatique en place est trop simple: elle ne s'accorde pas avec les faits. Il semble plutôt que la déposition du minerai soit le dernier stade, peut-être hydrothermal, d'un processus qui aurait compris l'intrusion, d'abord de la masse basique en forme de sill, puis de la diorite, la formation des zones de failles et de brèches et enfin la mise en place du minerai.

La première grande mine de nickel qui soit parvenue au stade de l'exploitation au Canada, à l'extérieur de la région de Sudbury, est la mine de Lynn Lake (partie nord du Manitoba). Les gîtes, découverts en 1942, sont composés de

La prospection au Canada

pyrrhotine, de pyrite, de pentlandite et de chalcopyrite soit concentrées en amas distincts soit disséminées dans une roche basique intrusive de composition variable. Il est censé exister environ 14 millions de tonnes de minerai, d'une teneur moyenne de 1.223 p. 100 en nickel et de 0.618 p. 100 en cuivre. La preuve de la possibilité d'exploiter ces gîtes en grand ayant été faite à peu près au moment où l'on fermait la mine primitive zinco-cuprifère de la *Sherritt-Gordon* à Sheridon (Manitoba), cette compagnie minière déménagea presque tout l'outillage de la mine et de l'atelier, ainsi que ses bâtiments, de Sheridon à Lynn Lake, sur une distance d'environ 150 milles. Les installations furent placées sur d'énormes traîneaux que des tracteurs tirèrent sur la surface gelée des lacs et des fondrières et le long de chemins d'hiver spécialement déblayés là où il le fallait. A la fin de 1952, la construction d'un embranchement ferroviaire long de 147 milles était terminée. On acheva le traçage du gîte et la construction d'un grand concentrateur. Une affinerie, qui met en oeuvre un nouveau procédé, fut construite à Edmonton pour tirer profit d'abondantes réserves de gaz naturel. Vers la fin de 1953, la mine et le concentrateur fonctionnaient à plein, et, en novembre, on produisit les premiers concentrés de nickel. L'affinerie de Fort Saskatchewan (Alberta) transforma les premiers concentrés en juillet 1954.

L'avenir du nickel semble encourageant. Ce métal est très en demande et récemment les prix ont manifesté une tendance à la hausse. Le gouvernement des États-Unis est le plus important acheteur de nickel car il a passé de gros contrats en vue d'accroître ses stocks. Même en l'absence de tels achats, il est presque certain que tout le nickel qu'on pourra fabriquer trouvera des acheteurs. C'est pourquoi on s'intéresse grandement aux recherches de gîtes de nickel et à l'exploration des terrains qui semblent propices. Les principaux théâtres d'activité, sans compter les régions de Sudbury et Lynn Lake, sont les suivants: l'inlet Rankin, sur la baie d'Hudson, le lac Mystery (Manitoba), le Yukon (deux gîtes), Choate (Colombie-Britannique), une région située au nord de Kenora (partie ouest de l'Ontario) et une autre, située au sud de Québec, dans les cantons de l'Est. Il s'agit, dans certains cas, de gîtes de découverte récente, et dans d'autres cas, de gîtes connus depuis plusieurs années.

A consulter

"The Operations and Plants of International Nickel Company of Canada Limited"; *Can. Min. J.*, vol. 67, n° 6, 1946, pages 309 à 556.

Numéro spécial consacré entièrement aux exploitations de l'*International Nickel Company of Canada Limited*. Il contient des renseignements sur l'histoire, la géologie, l'exploration et les recherches.

Le nickel au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Allan, J. D.: "The Lynn Lake Nickel Area, Manitoba"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LIII, 1950, pages 343 à 348.

Abrégé de renseignements sur la géologie, les gîtes de nickel de cette région et les chances de succès qu'elle offre aux prospecteurs.

Horwood, H. C.: *Geology and Mineral Deposits at the Mine of B.C. Nickel Mines Limited, Yale District, B.C.*; Comm. géol., Canada, Mém. 190, 1936. Prix 10 cents.

Weeks, L. J.: *Rankin Inlet Area, West Coast of Hudson Bay, N.W.T.*; Comm. géol., Canada, rapp. somm. 1931, partie C, pages 37 à 46. Épuisé.

Remarques sur quelques métaux et minéraux

- Thompson, J. E., et d'autres: *Metal Resources Circular No. 1*; min. Mines, Ont., 3^e éd., 1954.
Abrégé de renseignements sur les gîtes de cuivre, de nickel, de plomb et de zinc de l'Ontario.
- Rickard, T. A.: "The Nickel of Sudbury"; *Can. Min. J.*, vol. 63, n^o 12, pages 785 à 792.
Historique plein d'intérêt des événements qui ont conduit aux découvertes faites à Sudbury.
- McClelland, W. R.: *Nickel in Canada*. Donne aussi un aperçu des conditions mondiales.
Direction des mines, min. Mines et Relevés techniques; n^o 130 de la Série des mémoires, 1955.

Or

L'or est l'un des principaux produits miniers du Canada. Depuis quelques années, la production de l'or a une valeur d'environ 150 millions de dollars par an. Cependant, l'industrie minière de l'or traverse une crise du fait de diverses difficultés monétaires d'ordre international et parce que le prix de l'or est demeuré plus ou moins fixe alors que les frais d'exploitation ont fortement augmenté. Au moment où nous écrivons, on cherche donc peu à trouver de l'or et à amener de nouvelles mines d'or au stade de l'exploitation. Dans les conditions actuelles, seules les découvertes d'or les plus encourageantes sont susceptibles d'éveiller de l'intérêt.

Historique

Comme nous l'exposons plus au long dans le chapitre qui traite des gisements alluvionnaires, c'est dans la région des monts Apalaches du Québec qu'on a extrait pour la première fois de l'or en grand au Canada. L'exploitation placérienne y débuta en 1847, dans le bassin de la Chaudière. Quelques années plus tard, la découverte des riches placers de la Colombie-Britannique donna naissance à une forte production d'or alluvionnaire dans la région de la Cordillère. L'exploitation placérienne atteignit son maximum vers 1900, à la suite des découvertes faites dans le Klondike (Yukon). En 1900, la valeur de l'or extrait du Klondike seulement atteignit 22 millions de dollars, mais depuis lors, le Canada a produit de moins en moins d'or placérien.

Au cours de la période où l'intérêt portait surtout sur les placers, quelques mineurs de l'Ouest, comme il fallait s'y attendre, se préoccupèrent de chercher de l'or filonien et découvrirent de nombreux filons de quartz ou d'autres roches aurifères. Même avant la ruée vers les champs aurifères, on extrayait, en 1852, un peu d'or filonien dans l'une des îles de la Reine-Charlotte. Vingt ans plus tard, on essaya d'exploiter, au moyen d'un arrastre, un gisement d'or filonien dans la partie centrale de la Colombie-Britannique. En 1876, on construisit un atelier de bocardage dans le district minier de Cariboo (C.-B.), mais cette tentative d'exploitation de gîtes de quartz aurifère n'eut guère de succès. Vers la fin du siècle, cependant, on entreprit d'exploiter de gros filons aurifères dans la partie sud de cette province, grâce surtout à l'impulsion donnée par la construction de la voie ferrée du Pacifique-Canadien. Les plus importants étaient les filons aurifères et cuprifères de substitution du camp minier de Rossland, où l'exploitation commença en 1894, la production étant fort considérable de 1897 à 1916. En 1903 s'ouvrit une autre mine très productive, la mine *Nickel Plate*, à Hedley, dont l'exploitation se poursuit toujours et qui fut pendant un certain temps la plus grande mine d'or du pays. Le gisement, qui doit son origine au métasomatisme de

La prospection au Canada

contact, est renfermé dans du calcaire et contient beaucoup d'arsénopyrite. Ces mines, ainsi que plusieurs mines plus petites, firent de la Colombie-Britannique la province canadienne qui produisit le plus d'or filonien au cours des premières années du siècle actuel.

En Nouvelle-Écosse, l'industrie des mines d'or fut active pendant nombre d'années. On exploitait des filons de quartz aurifère renfermés dans des schistes ardoisiers et courant en général le long de charnières anticlinales. Ces filons se rencontraient dans la série aurifère, formée de couches épaisses et superposées de quartzites et de schistes ardoisiers, roches que certains géologues font dater du Précambrien récent et d'autres, du Cambrien. On croit que l'origine de ces filons se rattache à diverses injections granitiques d'âge dévonien. L'exploitation commença en 1862 mais la production se mit à décliner vers 1904. Elle atteignit un nouveau sommet en 1939, en grande partie parce que le gouvernement des États-Unis porta le prix de l'or de \$20.67 à \$35 l'once. Par la suite, la production a fortement baissé.

C'est en 1866, près de Madoc (partie sud-est de l'Ontario) qu'on découvrit pour la première fois de l'or dans le bouclier canadien. D'autres découvertes d'or ne tardèrent pas d'être faites dans la région de Madoc et, après la construction de la voie ferrée du Pacifique-Canadien en 1886, dans la région située entre Port-Arthur et Winnipeg. De petites mines s'ouvrirent dans les deux régions, mais elles ne mirent pas en péril le rang de premier producteur d'or filonien que la Colombie-Britannique occupait alors.

Après que les vastes gisements de Sudbury et Cobalt eurent établi leur réputation, l'un pour le cuivre nickélifère et l'autre, pour l'argent, on comprit mieux quelles richesses minérales le bouclier canadien recélait. Prospecteurs et financiers s'intéressèrent davantage à cette région et la découverte d'une série de grands gisements aurifères commença pour se poursuivre jusqu'en ces dernières années. La première permit d'établir le camp minier de Porcupine. Dès 1896, un géologue du ministère des Mines de l'Ontario avait constaté que des filons de quartz contenaient des traces d'or et, dans son rapport, il avait conseillé de mener des recherches dans cette région. C'est en 1906 qu'un prospecteur y découvrit de l'or pour la première fois, mais c'est en 1909 que la découverte de gros gîtes donna naissance aux mines *Dome*, *Vipond* et *Hollinger*. La dernière fut exploitée régulièrement dès 1912 et son exploitation s'est agrandie progressivement jusqu'ici. D'autres grandes mines se sont ouvertes dans ce district, si bien que le camp minier de Porcupine devint l'une des plus grandes régions productrices d'or au monde.

Les découvertes de Porcupine incitèrent les prospecteurs à étendre leur activité vers l'est et l'ouest, dans les sections les plus accessibles du bouclier canadien. Le premier grand champ aurifère qui fut mis en valeur après celui de Porcupine, fut celui de Kirkland Lake, où les premières découvertes datent de 1911 et 1912. L'exploitation commença en 1915. A mesure que de nouvelles mines s'ouvraient et que le volume d'or extrait augmentait, ce champ prenait de l'importance et finit par devenir, comme celui de Porcupine, un grand centre d'exploitation aurifère.

La crise économique qui sévit de 1929 à 1939 à peu près amena une extraordinaire expansion de l'industrie de l'or, d'abord parce que le marché de l'or demeurait ferme, le prix se maintenant alors que le prix d'autres denrées baissait,

et plus tard parce que le gouvernement des États-Unis, en janvier 1934, releva le prix officiel de l'or, de \$20.67 à \$35 l'once. Nombre de nouvelles mines s'ouvrirent dans le Québec, l'Ontario, le Manitoba, la Saskatchewan et les Territoires du Nord-Ouest. C'est en 1938 que commença l'exploitation du dernier des nouveaux grands champs aurifères, celui de Yellowknife. Dans certains cas, il s'agissait de mines nouvellement découvertes, dans d'autres cas, de mines déjà connues mais qu'on n'avait pas été tenté d'exploiter vu le prix courant de l'or. En outre, beaucoup de mines dont le prix précédent de l'or rendait déjà l'exploitation rémunératrice, disposaient de grandes quantités de minerai à basse teneur dont l'extraction devenait rentable avec la hausse du prix de l'or. La production d'or atteignit son plus haut point en 1941: cette année-là, le Canada produisit 5,345,179 onces d'or, évaluées à \$205,789,392. Cette valeur comprend pour environ \$2,700,000 d'or alluvionnier. Durant cette période, l'industrie de l'or occupait une position enviable dans l'économie canadienne.

Après 1941, la production de l'or a baissé, d'abord à cause de la rareté des approvisionnements et de la main-d'oeuvre au cours de la Seconde Guerre mondiale et, depuis la fin du conflit, parce que les prix de revient ont augmenté constamment et que le problème de la main-d'oeuvre s'est accentué. Bien que le gouvernement fédéral, pour aplanir ces difficultés, ait versé aux exploitants de mines d'or, en vertu de la Loi d'urgence sur l'aide à l'exploitation des mines d'or, de fortes sommes à titre de subvention applicable aux prix de revient, un certain nombre de grandes mines ont été forcées de fermer leur exploitation. En 1954, la production était tombée à 4,366,440 onces d'or, évaluées à \$148,764,611, mais le Canada conservait son deuxième rang parmi les pays producteurs d'or, immédiatement après l'Afrique du Sud, dont la production s'est chiffrée par environ 12 millions d'onces. L'or a fait l'objet de peu de travaux de prospection et d'exploration et aucune mine nouvelle ne s'est ouverte. Cependant, on a pu voir, en 1949, que même dans ces conditions défavorables, une mine d'or dont le minerai est à haute teneur peut s'exploiter profitablement: on a ouvert à l'exploitation, à raison d'une centaine de tonnes par jour, un gîte situé dans une région presque inaccessible des Territoires du Nord-Ouest et dont le minerai contient en moyenne environ une once d'or par tonne.

Vu que la quantité d'or utilisé dans l'industrie et les arts est faible en comparaison de celle qui sert à la frappe de la monnaie d'or, de celle qui est mise en réserve comme garantie de la circulation fiduciaire ou celle qui sert à régler les obligations internationales, l'avenir des mines d'or dépend en grande partie de la politique qu'adopteront le Canada et d'autres pays, éléments difficilement prévisibles. Il est probable que, tant que les conditions actuelles persisteront, la plupart des mines déjà établies continueront à fournir une forte quantité d'or, mais qu'en matière de prospection et d'exploration, l'intérêt portera moins sur l'or que sur d'autres métaux.

Gîtes situés dans le bouclier canadien

Actuellement, environ les neuf dixièmes du total de l'or extrait au pays proviennent du bouclier canadien, et presque tout le reste, de la région de la Cordillère. Depuis nombre d'années, l'Ontario est la première des provinces productrices d'or et le Québec, la deuxième. En 1953, l'Ontario comptait 32 mines d'or exploitées à raison de 100 tonnes de minerai par jour au moins, le Québec, 16,

La prospection au Canada

les Territoires du Nord-Ouest, 3, et le Manitoba, 2, sans tenir compte des mines où l'or était un sous-produit de l'extraction. Parmi ces mines, 13 étaient exploitées à raison de plus de 1,000 tonnes de minerai par jour, la plus grande était la mine *Kerr-Addison*, située dans la région de Larder Lake (Ontario) et d'où l'on extrayait en moyenne 4,485 tonnes de minerai par jour.

Bien qu'ils diffèrent fortement sur des points accessoires, les gîtes d'or du bouclier canadien peuvent se diviser en trois catégories générales. L'un de ces types, comme beaucoup de gens le savent, est le gîte de quartz aurifère, composé parfois de gros filons de quartz et parfois d'assemblages de nombreux filets et lentilles irrégulières; dans quelques-uns de ces gîtes, l'or se voit à l'oeil nu et se trouve à l'état libre, mais le plus souvent il est de grosseur microscopique et se rencontre souvent combiné au soufre et à divers métaux. Un deuxième type de gîte se compose de roche altérée, qui est souvent du schiste, et qui renferme de l'or disséminé, souvent associé à des minéraux sulfurés. Beaucoup de mines contiennent des gîtes mixtes: l'or s'y rencontre à la fois en filets et lentilles de quartz et dans la roche interposée, ce qui permet d'obtenir l'exploitation rémunératrice de gros massifs. Les gîtes du troisième type se composent de gros massifs de minéraux sulfurés (comme ceux des districts miniers de Sudbury et de Noranda), exploités surtout en vue de l'extraction du cuivre et d'autres métaux communs mais qui contiennent beaucoup d'or.

Les principaux gîtes d'or du bouclier canadien se rencontrent dans des zones où les roches vertes et les roches sédimentaires de la base du Précambrien se trouvent isolément ou entremêlées. Il y a des mines d'or un peu partout dans le Bouclier, mais les principales d'entre elles se répartissent en trois zones. L'une d'elles, qui tranverse le champ de Porcupine, inclut aussi quelques autres gîtes situés plus à l'est dans l'Ontario et se prolonge dans le Québec (mine *Beattie*, etc.). Une deuxième zone, longue d'environ 100 milles, englobe les mines de Kirkland Lake. Les nombreuses mines qu'on y trouve exploitent toutes, au fond, un même massif allongé. Cette zone se prolonge, avec interruption des gîtes, à travers le district de Larder Lake (Ontario) et pénètre dans le Québec, sur de nombreux milles, englobant les régions de Noranda, Malartic et Val-d'Or. Dans chacune de ces zones, nombre de massifs de minerai se trouvent encaissés dans du porphyre à feldspath et à quartz ou à syénite ou dans d'autres roches d'intrusion. Les massifs correspondent le plus souvent à des failles bien nettes et à des zones de cisaillement qui ont fourni une voie d'accès aux roches intrusives et aux solutions métallifères. Une troisième zone, dite zone aurifère de Yellowknife, englobe les gros gîtes de minerai de la *Giant Yellowknife* et de la *Con-Rycon*, qui se trouvent dans les Territoires du Nord-Ouest, dans de grandes zones de cisaillement décalées par une faille bien nette, postérieure à la métallisation.

A consulter

Cooke, H. C.: *Canadian Lode Gold Areas*; compte rendu abrégé; Comm. géol., Canada, série de la géol. écon., n° 15, 1946. Prix 25 cents.

Résumé des connaissances recueillies jusqu'en 1945.

Robinson, A. H. A.: *Gold in Canada*; Direction des mines, min. Mines et Relevés techniques, n° 769 (1935).

Résumé des connaissances recueillies jusqu'en 1934.

Remarques sur quelques métaux et minéraux

"Structural Geology of Canadian Ore"; *Can. Inst. Met.*, Montréal, 1948.

Recueil d'articles descriptifs de nombreux camps miniers et mines du Canada, y compris les principales mines d'or.

L'or au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Matériaux de construction

Le Canada produit, en grande quantité, de l'argile, du sable, du gravier et de la roche concassée, qui servent à fabriquer de la brique, de la tuile, du ciment ou du béton, ainsi que de la pierre à bâtir. Cet ensemble constitue une forte proportion du total de la production minérale du pays. Les matériaux de construction n'offrent guère d'intérêt pour le prospecteur ordinaire, car on en connaît de nombreuses sources d'approvisionnement et il faut en général posséder des connaissances précises à propos des prescriptions techniques relatives aux matériaux utilisables. La Direction des mines et la Commission géologique, du ministère des Mines et des Relevés techniques, ainsi que les gouvernements provinciaux, fournissent sur demande des exemplaires de plusieurs publications qui traitent de l'existence, des usages ou de la préparation de divers matériaux servant à la construction, à l'aménagement des routes et à la fabrication d'articles de céramique.

Platine

Le platine et d'autres métaux du même groupe, le palladium, le rhodium, le ruthénium, l'iridium et l'osmium, s'extrait en volume assez grand comme sous-produits de mines de nickel du Canada. Sur les 343,706 onces produites en 1954 et évaluées à près de 21 millions de dollars, le platine comptait pour 154,356 onces, évaluées à \$12,950,469. Depuis quelque temps, le Canada est l'un des premiers pays producteurs de métaux de cette famille. Sa production forme environ la moitié de la production mondiale.

Le platine des minerais de la région de Sudbury se rencontre dans la sperry-lite, minéral parsemé dans les minerais sulfurés. Dans la région de la Cordillère, on a extrait du platine natif, en petites quantités, comme sous-produit de l'exploitation d'alluvions aurifères.

A consulter

Les platines au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

O'Neill, J. J., et Gunning, H. C.: *Platinum and Allied Metal Deposits of Canada*; Comm. géol., Canada, n° 13 de la Série de la géol. écon., 1934.

Abrégé d'ensemble de ce sujet, jusqu'à l'année 1933.

Plomb et zinc

Si nous traitons ici du plomb et du zinc en même temps, c'est qu'ils se présentent souvent ensemble dans les minerais. Depuis nombre d'années on extrait au Canada de grandes quantités de ces métaux. En 1954, le Canada a produit 221,000 tonnes de plomb, évaluées à près de 59 millions de dollars, et environ 374,000 tonnes de zinc, évaluées à plus de 89 millions de dollars.

Le plomb est l'un des premiers métaux utilisés par l'homme. Les Romains firent grand emploi de tuyaux d'aqueduc en plomb, soudés au plomb et à

La prospection au Canada

l'étain. Le mot anglais "plumber" et le mot français "plombier" dérivent du nom latin "plumbum", qui désigne ce métal. Le zinc ne s'emploie que depuis une époque plutôt récente.

De nos jours, le plomb s'emploie surtout dans les accumulateurs électriques, comme gaine de câbles électriques, dans les composés d'éthyle que l'on ajoute à l'essence, en plomberie, et comme composant de beaucoup d'alliages. Le zinc s'emploie surtout dans la galvanisation, le coulage sous pression et dans la préparation du laiton.

Les principaux minéraux d'où s'extrait le plomb et le zinc sont, respectivement, la galène et la blende (sphalérite). On en extrait aussi d'autres minéraux, la plupart secondaires, qui sont le produit de réactions entre les eaux de surface et la galène ou la blende. Ces derniers minéraux ne se présentent pas en grandes quantités au Canada.

Les gîtes de minerai à galène ou à blende sont nombreux et très répandus dans la région de la Cordillère, le bouclier canadien et la région des Apalaches. Cependant, le plomb et le zinc s'extrait surtout de gros massifs de minerai qui peuvent s'exploiter relativement à peu de frais. Certaines mines de moindre importance peuvent marcher en temps de prix élevés, mais il faut des conditions extraordinaires pour pouvoir exploiter à profit la grande majorité des petites venues de minerai à galène et à blende, qu'il est facile de découvrir.

La mine Sullivan

Cette mine, située à Kimberley (partie sud de la Colombie-Britannique), est celle d'où provient le plus de plomb et de zinc au Canada. C'est la plus grande mine d'argent-zinc-plomb du Commonwealth et celle qui livre le plus de ces métaux, dans le monde entier. C'est pourquoi, bien qu'il y ait d'autres mines importantes de zinc plombifère dans la région de la Cordillère, le peu d'espace dont nous disposons ici sera consacré à un aperçu sur cette mine, dont le rôle dans l'expansion des mines et l'économie du pays a été de premier plan et dont les réserves de minerai permettront l'exploitation pendant nombre d'années.

C'est la découverte d'or alluvionnier, près de Fort Steele, en 1860 à peu près, qui marqua le début de la prospection dans la région de Kootenay-Est, où se trouve la mine *Sullivan*. En 1892, deux prospecteurs découvrirent un gîte de minerai riche en galène, dans les collines situées à l'ouest de Fort Steele. Cette découverte fut l'origine de la mine qui prit plus tard le nom de *North Star* et livra de fortes quantités de plomb et d'argent. Au cours de la même année, quatre prospecteurs nommés Sullivan, Smith, Cleaver et Burchett, découragés par la stérilité des recherches qu'ils avaient faites dans les environs de Kaslo, décidèrent de traverser la chaîne Purcell et de tenter la fortune à Fort Steele. Après avoir voyagé péniblement à pied, sac au dos, pendant plus d'un mois, en prospectant en cours de route, ils atteignirent Fort Steele au moment où ils n'avaient plus de vivres. C'était précisément le moment où la susdite découverte faisait sensation. Ils décidèrent d'explorer la colline qui fait face à la *North Star*, au-delà d'un petit ruisseau, et Burchett découvrit bientôt un guidon de galène dont la trace le conduisit à un gîte en place. Après avoir borné des claims, ces prospecteurs les explorèrent pendant 4 ans, puis vendirent leur exploitation, contre \$24,000, à un syndicat qui exploitait la mine de cuivre aurifère *Le Roy*, à Rosslund. En 1900, cette association entreprit la

mise en valeur méthodique du gîte de la mine *Sullivan*, après que le Pacifique-Canadien eut construit un embranchement allant de Cranbrook à Kimberley. Au début, le minerai s'expédiait à de petites fonderies, à Trail et Nelson. En 1903, on construisit un four de fusion près de la mine. Cependant, ces premières tentatives ne furent guère couronnées de succès, car ce mélange intime de galène et de blende se prêtait mal à la fusion directe. En 1909, l'association donna la faculté d'acheter la propriété à la *Consolidated Mining and Smelting Company of Canada*, qui exploitait des mines à Rossland et la fonderie de Trail. Le marché d'achat fut conclu en 1910 et les nouveaux propriétaires exploitèrent d'abord les filons riches et trièrent le minerai pour en améliorer la qualité avant l'expédition. En même temps, des sondages au diamant faits en profondeur indiquèrent que le massif de minerai était très étendu. Il s'agissait de trouver une façon de traiter ces immenses quantités de minerai impropre à la fusion directe. Or, à cette époque, l'emploi d'une nouvelle technique, dite flottage sélectif ou différentiel, se répandait de plus en plus pour séparer les composants de minerais à grain fin. Ce procédé consiste à broyer le minerai jusqu'à l'état de pulpe, à envoyer cette pulpe dans des compartiments où elle est agitée mécaniquement ou par un courant d'air insufflé, de petites quantités d'huiles et divers produits chimiques étant ajoutés pour produire de la mousse. L'emploi d'huiles différentes et le choix du régime de marche permettent d'obtenir que certains grains minéraux se collent aux bulles, qui montent à la surface et qu'on écume ensuite. La compagnie vit la possibilité d'appliquer ce procédé à la préparation de concentrés de plomb et de zinc à partir du minerai de la mine *Sullivan*. De longues recherches lui permirent d'arriver à adapter le procédé au minerai. Depuis 1923, date de la construction du premier atelier de concentration, l'installation a pris graduellement de l'importance.

L'énorme gîte de la mine *Sullivan* forme une zone de minéraux de substitution dans des couches d'argilite d'âge protérozoïque. Toute la zone, dont l'épaisseur atteint parfois 300 pieds, recouvre le flanc d'un anticlinal étendu et plonge d'environ 30 degrés vers le nord-est. Le toit est formé de quartzite et le mur, presque partout, d'un conglomérat de cailloux d'argilite. Le minerai, rubané et déformé, contient surtout comme principaux minéraux sulfurés la galène, la blende, la pyrrhotine et la pyrite. Certains massifs de minerai dans la zone sont longs d'environ 1,000 pieds et épais de plus de 200 si on les mesure à angle droit avec le pendage. En hauteur, la zone mesure au moins 1,300 pieds. Une zone formée surtout de pyrrhotine est sous-jacente à une grande partie du minerai.

Des sills et d'autres amas composés de gabbro, dits sills de Purcell, forment des intrusions entre les roches sédimentaires, dans le voisinage de la mine. Les indices qu'on possède les font dater du Protérozoïque. Des roches granitiques datant apparemment du Crétacé ou du début du Tertiaire se trouvent à nu à environ 10 milles du gîte et existent peut-être en profondeur à un endroit plus rapproché de la mine.

Les caractères géologiques et l'origine du gîte, vu l'importance de ce dernier, ont fait l'objet d'études approfondies. Il paraît certain que si les massifs de minerai se sont formés dans les susdites zones d'argilite, c'est qu'étant plus perméables que d'autres rubans et ayant de chaque côté des couches moins perméables, elles se prêtaient bien au mouvement de solutions. Il se peut

La prospection au Canada

que les failles qui ont déplacé les couches aient favorisé la pénétration des solutions. Malgré de longues recherches, on n'est pas arrivé à trouver d'indices probants qui permettraient de fixer l'époque de la substitution. Dans l'ensemble de la région, la plupart des indices portent à croire que la substitution a été contemporaine du crétacé ou du tertiaire, époques de l'envahissement de ces terrains par du granit, mais il se peut au contraire qu'elle soit contemporaine des filons-couches intrusifs de Purcell, plus anciens, ou que divers stades de minéralisation correspondent à chacune de ces époques d'envahissement.

Un grand atelier de concentration, où l'on bénéficie des plus récents progrès de la technique et qui peut traiter 10,000 tonnes par jour, a été établi à 2 milles de la mine. On expédie les concentrés, par voie ferrée, à la fonderie de Trail (C.-B.), qui est la plus grande usine métallurgique du Commonwealth.

L'importance de la mine *Sullivan* a suscité de nombreuses recherches de prospection et études géologiques dans le voisinage de la mine, mais les découvertes qu'on a faites subséquemment ne peuvent se comparer avec la première. Il est probable que les prospecteurs ordinaires n'ont plus de chances de succès dans le voisinage, mais il se peut néanmoins que de nouvelles études fouillées, de nature spéciale, aboutissent à des découvertes.

Gîtes situés dans d'autres régions

On extrait beaucoup de zinc et pas mal de plomb des mines du bouclier canadien. Le gros du zinc provient de gîtes étendus de zinc-cuivre, comme ceux de la mine de Flin Flon, qui chevauche la Saskatchewan et le Manitoba, et ceux des mines *Waite-Amulet*, *Normetal* et *East Sullivan*, situées dans la partie nord-ouest du Québec. En outre, la partie du Québec où le Bouclier est à jour contient plusieurs mines de plomb-zinc, comme celle de la *Golden Manitou*. Dans les Territoires du Nord-Ouest, on fait de nombreuses recherches, depuis quelques années. Elles portent sur de vastes gîtes de plomb-zinc renfermés dans du calcaire d'âge dévonien, à Pine Point, sur le Grand lac des Esclaves, gîtes découverts depuis longtemps, mais dont on avait reculé la mise en valeur du fait de leur trop grand éloignement d'une voie ferrée. L'exploration a donné des résultats encourageants et il serait question, à ce que l'on rapporte, de construire un chemin de fer pour desservir cette région.

Vers la fin de 1953, on a découvert un vaste gîte de zinc-cuivre près du lac Manitouwadge, situé au nord du lac Supérieur. Voici ce qu'on rapporte au sujet de cette découverte. Une carte géologique, dressée par M. E. J. Thompson, du ministère des Mines de l'Ontario et publiée en 1932, indiquait la présence d'une venue de minéraux sulfurés près du lac Manitouwadge. En 1953, deux prospecteurs nommés Barker et Dawidowich se joignirent à un pilote nommé Forster, qui possédait un petit avion. Ils décidèrent de reconnaître, entre autres endroits, la région de Manitouwadge. Lors de leur première tournée, ils prélevèrent des échantillons qui contenaient, d'après les constatations, jusqu'à 1.5 p. 100 de cuivre. Étant retournés dans l'intention de borner des claims, ils constatèrent qu'on les avait précédés. Ces autres personnes, cependant, laissèrent périmer leurs droits aux claims, apparemment parce qu'elles ignoraient la présence de cuivre. Barker et ses associés purent donc alors borner le terrain. La propriété, que la *Geco Mines Limited* est en train de mettre en valeur, s'ouvrira probablement à l'exploitation en 1957. On signale que les

réserves dépassent 14 millions de tonnes de minerai à teneur moyenne de 3.55 p. 100 en zinc et 1.72 p. 100 en cuivre.

Plusieurs grandes mines actives de plomb-zinc et de cuivre-plomb-zinc sont exploitées dans la partie de la région apalachienne qui inclut les cantons de l'Est du Québec, le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve. Au centre de cette île, on a découvert vers 1907 la mine de Buchans, dont, pendant nombre d'années, on a extrait 1,300 tonnes de minerai par jour et tiré des concentrés de plomb, de zinc et de cuivre. Depuis 1952, des sondages au diamant ayant révélé la présence de vastes massifs de minerai de plomb-zinc, la région voisine de Bathurst (N.-B.) est la scène d'une grande activité. C'est là qu'on a découvert, en 1902, un vaste gîte de magnétite, apparemment de substitution, qu'on exploite de temps à autre comme source de fer. La présence d'un peu de galène et d'autres minéraux sulfurés, connue depuis quelque temps, a poussé la compagnie à faire, à la périphérie du gîte, des sondages d'exploration au diamant et à faire faire des recherches géophysiques. On a découvert plusieurs anomalies du magnétisme terrestre et des sondages au diamant faits en des lieux où concordent les indications fournies par les méthodes magnétique et électromagnétique, aussi bien que géochimique, ont révélé la présence d'au moins deux vastes massifs de minerai de plomb-zinc, accompagné d'un peu de cuivre. Il y a là en tout plus de 50 millions de tonnes de minerai.

L'avenir de la prospection

Le plomb et le zinc sont des métaux d'emploi courant qu'on utilisera probablement en grande quantité pour bien des années encore. La demande suscitée par la dernière guerre en a fortement accru la production et cette abondance a amené une baisse de prix après la guerre. Vu que de vastes gîtes de plomb et de zinc sont déjà disponibles, les prospecteurs ordinaires n'ont guère intérêt, actuellement, à s'appliquer à la recherche de ces métaux, mais il est probable que toute découverte d'un gîte moyennement grand et assez riche intéresserait les compagnies minières.

A consulter

- Alcock, F. J.: *Zinc and Lead Deposits of Canada*; Comm. géol., Canada, Série de la géol. écon., n° 8, 1930. Épuisé.
- Burchett, W. C.: "The Discovery of the Sullivan Mine"; *Western Miner*, vol. 17, n° 8, 1944, pages 37 à 39.
- Hargraft, W. S.: "The Manitowadge Lake Area"; *Western Miner and Oil Review*, vol. 27, n° 5, 1954, pages 44 et 45.
- Swanson, C. O., et Gunning, H. C.: "Geology of the Sullivan Mine"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLVIII, 1945, pages 645 à 667.
- Young, G. A.: *District de Bathurst, Nouveau-Brunswick*; Comm. géol., Canada, Mém. 18-E, 1911.
- Le plomb au Canada et Le zinc au Canada*; exposés sommaires annuels rédigés par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Uranium

Le Canada est l'un des principaux pays producteurs d'uranium, "combustible" utilisé en vue de la production d'énergie nucléaire. Ces dernières années, nombreux étaient les prospecteurs et les entreprises qui se livraient à

La prospection au Canada

la recherche de l'uranium ou à l'étude de gîtes probables. A certains moments, c'était le métal recherché le plus activement au Canada, mais l'intérêt que suscitent la prospection et l'exploration de l'uranium est devenu moins vif, car le Canada et d'autres pays disposent maintenant de gros tonnages de minerai d'uranium et l'on vient de restreindre la portée des dispositions qui s'appliquent à l'achat de l'uranium à des prix spéciaux. Nous traiteront cependant ce sujet assez au long, car il reste encore quelques chances de découvrir des gîtes qui seraient payants dans les circonstances actuelles et une plus forte demande d'uranium, si elle se produit, rendra plus intéressantes la prospection et l'exploration de ce métal.

Historique

Dès 1727, on reconnut la présence de pechblende, principal minerai uranifère, dans les minerais de Joachimsthal (Bohême), mais l'analyse n'en révéla la composition qu'en 1789. Un siècle plus tard, le savant français Becquerel découvrit le phénomène de la radioactivité par hasard, en observant que de la pechblende avait impressionné une plaque photographique. Comme le degré de radioactivité de la pechblende était bien plus élevé que celui de l'uranium pur, il en déduisit que la première devait contenir aussi quelque substance inconnue, fortement radioactive. En découvrant le radium dans de la pechblende, en 1898, Curie et Mme Curie démontrèrent qu'il en était bien ainsi. Avant la découverte du radium, la pechblende était peu en demande, ne servant qu'à l'extraction des petites quantités d'uranium requises par l'industrie des produits chimiques ou pour la préparation de pigments servant à colorer les glaçures utilisées en céramique. A mesure qu'on découvrit au radium de nouveaux emplois importants, usages bien connus maintenant, la pechblende et d'autres minerais d'uranium devinrent de plus en plus demandés. En effet, il n'existe pas de minerai de radium distinct, le radium n'étant qu'un des produits de la désagrégation spontanée des corps radioactifs, dont l'uranium. Les mines de pechblende de Bohême et d'autres régions de l'Europe centrale ont livré le gros de la pechblende jusqu'en 1921, date de la découverte de riches gîtes au Congo belge. On obtenait aussi du radium à partir de la carnotite (vanadate d'uranium) extraite de gîtes de l'Utah et de régions voisines, aux États-Unis. En 1930, Gilbert LaBine et E.C. St. Paul découvrirent, au Grand lac de l'Ours, un gîte de pechblende, riche et étendu, qui devint, en 1933, une mine de radium très productive. On avait découvert auparavant dans plusieurs régions du pays de minimes quantités de minerais d'uranium, mais ce gîte était le premier qui, vu sa richesse, méritait d'être exploité.

Vers le début du siècle actuel, les recherches que fit Rutherford sur la radioactivité et la nature de l'atome démontrèrent qu'une énergie formidable est immobilisée dans l'atome. Les travaux exécutés dans différents pays visèrent à libérer et à maîtriser cette énergie. L'état d'urgence créé par la Seconde Guerre mondiale fit accélérer les recherches et c'est l'emploi d'uranium qui permit de réaliser le phénomène de fission nucléaire. Il s'en suivit un besoin aigu d'uranium. La mine *Eldorado*, au Grand lac de l'Ours, devint la plus grande mine d'uranium en Amérique. Par mesure de sécurité, le gouvernement canadien acheta la compagnie *Eldorado*, interdit aux particuliers de borner des claims uranifères et de les exploiter, fit des études de grande envergure

sur les venues connues d'uranium et réussit à en découvrir un grand nombre d'autres, la plupart dans la région de Beaverlodge (Saskatchewan). C'est là qu'en 1953 la mine *Ace* fut ouverte à l'exploitation par l'*Eldorado*.

Vers la fin de 1947, la nécessité de garder le secret le plus strict ayant disparu, le gouvernement canadien leva l'interdiction imposée en matière de jalonnage et d'exploitation et garantit un prix de base pour l'oxyde d'uranium, mesure dont l'application fut plus tard prolongée jusqu'en 1962. Dans le cas de l'uranium comme dans celui d'autres métaux et minéraux, le jalonnage et l'exploitation sont régis par les lois et règlements des diverses provinces et des divers territoires. Cependant, les règlements de la Commission de contrôle de l'énergie atomique, organisme fédéral, exigent des inventeurs de venues radioactives qu'ils les signalent à la Commission géologique du Canada, laquelle recueille au nom de la première, les renseignements relatifs aux gisements de minéraux radioactifs. Il faut avoir un permis de recherches, qu'on peut se procurer gratuitement en s'adressant à la Commission, pour faire des travaux de recherche avancés, comme les sondages au diamant, et un permis d'exploitation minière, pour entreprendre une exploitation. La publication des chiffres relatifs à la production et aux réserves de minerai sont assujettis à certaines restrictions. Les minerais et les concentrés d'uranium ne doivent être vendus qu'à l'*Eldorado*. Dès que les particuliers eurent reçu l'autorisation de borner des claims, particuliers et sociétés se mirent à chercher de l'uranium ou entreprirent des travaux de reconnaissance dans divers gîtes, si bien qu'on compte maintenant plusieurs milliers de venues connues au Canada. Cependant, la plupart d'entre elles paraissent être si petites ou si pauvres qu'elles ne méritent pas d'être exploitées. Depuis 1954, dans la région de Beaverlodge, quelques propriétés appartenant à des sociétés privées font l'objet d'une exploitation moyenne. A l'automne de 1955, la *Gunnar* a commencé à extraire de grandes quantités de minerai d'un gîte découvert dans cette région en 1952. On a signalé la présence d'énormes tonnages de minerai pauvre, dans la région de Blind River (Ontario), où le premier atelier a été ouvert en octobre 1955. On est en train de reconnaître d'autres gîtes dans plusieurs parties du pays. En plus des régions susmentionnées, c'est dans la région de Bancroft (partie sud-est de l'Ontario) qu'on fait le plus de recherches de ce genre. D'après des chiffres estimatifs, la valeur brute annuelle de l'uranium produit au pays sera d'au moins 100 millions de dollars à la fin de 1957.

De 1950 à 1955, l'intérêt suscité par l'uranium a été si vif que ce métal a fait l'objet d'une prospection et d'un jalonnage sans précédents. Nombre de prospecteurs expérimentés acquièrent rapidement les connaissances supplémentaires relativement restreintes qu'il leur fallait posséder et le nombre des prospecteurs novices s'accrut. Une publicité par trop simplifiée incita beaucoup de débutants à s'imaginer qu'il suffisait pour ainsi dire de se procurer un compteur pour être en mesure de chercher de l'uranium. Il est vrai que de tels prospecteurs peuvent, par un pur hasard, découvrir de gros gîtes d'uranium, mais les faits ont démontré qu'il est pour ainsi dire essentiel de posséder les connaissances voulues ainsi que de l'expérience dans le domaine. Jusqu'ici, toutes les mines productives d'uranium et presque tous les gîtes de valeur probable qui ont mérité d'être étudiés, ont été découverts par des

La prospection au Canada

prospecteurs de métier ou par des hommes employés comme participants à des programmes de prospection méthodique.

Minéralogie

La plupart des nombreux minéraux uranifères sont relativement rares et sont difficiles à reconnaître par les méthodes employées sur le terrain. On les divise en trois catégories principales: (1) les minéraux primaires qu'on rencontre dans des filons et d'autres gîtes d'origine hydrothermale; (2) les minéraux primaires qu'on rencontre d'ordinaire dans des pegmatites et des genres de gîtes apparentés; et (3) les minéraux secondaires formés par la transformation, près de la surface, de minéraux primaires des catégories (1) et (2).

Le plus important composé naturel d'uranium est l'uraninite, dont une variété s'appelle pechblende. L'uraninite est un minéral distinct, composé d'oxyde d'uranium. Sous sa forme typique, qui est cristalline, elle se présente en cristaux cubiques et octaédriques et parfois en petits amas arrondis, disséminés en faibles quantités dans des pegmatites et d'autres gîtes formés à de hautes températures. La pechblende, dont la composition est à peu près la même, se présente non en cristaux nets, mais en masses éparpillées ou sous forme de disséminations. Elle caractérise les gîtes filoniens et les types apparentés de gîtes d'uranium d'origine hydrothermale. Bien qu'elle soit classée officiellement, au Canada, comme une variété de l'uraninite, son mode de rencontre diffère et, dans la pratique, on la considère d'ordinaire comme un minéral distinct, celui qui a fourni le plus d'uranium au Canada. La tucholite, qu'on trouve à l'occasion, surtout dans des gîtes d'origine hydrothermale, et que l'on considérait autrefois comme un composé d'uranium distinct, est formée d'un hydrocarbure non radioactif contenant des grains minuscules de pechblende. La brannérite, oxyde d'uranium et de titane, entre pour une grande part dans la composition des minerais trouvés dans les conglomérats de la région de Blind River. Elle deviendra peut-être une source d'uranium aussi importante que de la pechblende.

Le plus abondant des minerais d'uranium contenus dans les pegmatites en général est l'uraninite. Parmi les autres, se trouvent l'uranothorite, l'euxénite, la fergusonite et le pyrochlore.

La plupart des minéraux secondaires uranifères sont d'un jaune clair, mais quelques-uns sont orangés et verts. Là où ils affleurent, au Canada, c'est d'habitude sous la forme de couches minces recouvrant des minéraux primaires uranifères ou à proximité de ces derniers et, en général, on les rencontre seulement à de faibles profondeurs. Ne fait exception à cette règle, jusqu'ici, que l'uranophane (silicate de calcium et d'uranium), qui se présente en assez grandes quantités à des profondeurs de plusieurs centaines de pieds, dans la roche poreuse ou fissurée du gîte de pechblende de la *Gunnar*, roche qui a permis à des eaux artésiennes de circuler à des profondeurs exceptionnelles.

La plupart des minerais d'uranium sont difficiles à distinguer les uns des autres par les méthodes ordinaires. Par bonheur, il est habituellement inutile que les prospecteurs sachent les reconnaître, car l'emploi judicieux d'un compteur Geiger révèle la présence d'un ou plusieurs minéraux radioactifs, dont la

teneur en uranium, — c'est là le renseignement qu'il importe d'obtenir, — est déterminée au moyen d'essais radiométriques spéciaux ou d'analyses chimiques faits sur des échantillons. Les minéraux associés révèlent d'ordinaire au prospecteur s'il s'agit d'un gîte d'origine hydrothermale, d'un gîte de la famille des pegmatites ou d'un gîte de minerai secondaire, sans qu'il ait besoin de reconnaître le ou les composés d'uranium. Dans la plupart des cas, il est inutile de les reconnaître exactement, à moins que des recherches n'indiquent la présence d'un gîte étendu. La question du traitement du minerai se posant alors, il est nécessaire d'avoir des renseignements minéralogiques complets. Il importe donc surtout que les prospecteurs sachent reconnaître la pechblende et l'uraninite, ainsi que l'ensemble de minéraux secondaires de couleur jaune qu'on appelle parfois "produits jaunes". Au cours de l'activité fiévreuse des années 1950-1955, les services de l'État ont donné suite à des centaines de demandes de détermination de minerais radioactifs, ce qui a exigé de longs travaux de laboratoire. Mais la plupart des gîtes de découverte, n'étant ni étendus ni riches, ne méritaient pas tout ce travail.

Quand il s'agit de pegmatites uranifères ou de gîtes apparentés, qui semblent avoir une valeur marchande du fait de leur étendue ou de leur teneur, il faut tenir compte de ce que les minerais d'uraninite sont d'ordinaire moins difficiles à traiter que d'autres minerais d'uranium, comme l'euxénite, le pyrochlore, etc.

Types des gîtes canadiens

Les gîtes d'uranium prennent au Canada une foule de formes différentes. Vu qu'ils sont décrits dans d'autres publications, nous ne nous étendrons pas là-dessus. Ceux qu'on a découverts jusqu'ici et dont l'exploitation est rentable se rangent dans trois catégories: les gîtes d'origine hydrothermale, qui vont d'un filon simple aux réseaux complexes de filonnets et d'amas diffus; les gîtes de conglomérat uranifère dont l'origine des minéraux uranifères est encore mal connue; enfin, certains gîtes pegmatitiques.

Dans les gîtes d'origine hydrothermale, le minerai d'uranium est de la pechblende, parfois accompagnée de tucholite. De nombreux gîtes de pechblende consistent en filons, filonnets, lentilles ou petites poches composés d'un nombre plutôt restreint de minéraux. Dans quelques cas, il n'y a que de la pechblende, mais la plupart contiennent de l'hématite, du quartz, de la chlorite, de la calcite et d'autres minéraux de gangue. Quelques-uns contiennent d'autres minerais métallifères en plus de la pechblende et de l'hématite. Il arrive que, dans certains filonnets ou amas, les minéraux de gangue ne forment qu'une petite fraction du total, et que dans d'autres, ils forment une grosse fraction du total, accompagnés d'un peu de pechblende. La plupart des gîtes forment des zones complexes de minéralisation (lentilles, filonnets, traînées) renfermées dans des masses bien plus volumineuses de roche altérée. La roche de quelques gîtes contient de la pechblende à la fois en amas diffus et en concentrations massives.

Dans la région de Blind River au nord du lac Huron, on a découvert en plusieurs endroits un conglomérat uranifère de cailloux de quartz, à la base et près de la base des formations huroniennes, et reposant en discordance sur des roches granitiques et des roches vertes pré-huroniennes. La gangue de

La prospection au Canada

ce conglomérat contient beaucoup de pyrite, des grains disséminés de brannerite, d'uraninite ou de pechblende ou des deux, et d'autres minéraux en petites quantités. Il faut d'habitude se servir du microscope pour distinguer les minerais d'uranium et, bien qu'on ait déjà fait une foule de recherches, on ne sait pas encore au juste si l'uraninite se présente en cristaux fragmentés ou érodés d'uraninite, ou en fragments de pechblende. De nombreux indices font supposer que les minerais d'uranium contenus dans des roches plus anciennes, une fois libérés par l'érosion, se sont concentrés en alluvions plus tard transformées en conglomérat dur. Cependant, comme on ne rencontre que rarement des minerais d'uranium dans les gisements alluvionnaires d'âge récent, à cause de leur solubilité relativement grande, quelques géologues croient que les gîtes de Blind River sont probablement des gîtes hydrothermaux de substitution. D'autres croient que les minerais d'uranium se sont déposés à l'origine en gisements alluvionnaires, mais ont été remaniés plus tard par l'action de solutions hydrothermales.

Les gîtes d'uranium que l'on rencontre le plus souvent sont ceux qui sont contenus dans les pegmatites et les roches apparentées, mais dans presque tous ces cas, les minerais d'uranium sont éparpillés en petites quantités seulement. Avant 1955, aucun gîte pegmatitique ne pouvait livrer de l'uranium à l'échelle commerciale, mais le Canada en possède quelques-uns dont l'étendue et la teneur moyenne en uranium ont motivé des recherches approfondies. En 1955, on a annoncé qu'on projetait d'ouvrir à l'exploitation quelques-uns d'entre eux, situés dans la région de Bancroft (Ontario).

Minéraux associés

Pour exercer son métier, le prospecteur doit posséder des connaissances aussi étendues que possible au sujet des âges et des genres des roches dans lesquelles il a des chances de découvrir des gîtes, des structures qui donnent le plus d'espoir et des minéraux qui sont fréquemment associés aux minerais. Ces connaissances importent surtout dans le cas des gîtes hydrothermaux, alors même qu'ils posent des questions non encore résolues avec toute la précision voulue. Dans le cas des conglomérats uranifères, ceux qui donnent bon espoir se trouvent à la base ou près de la base des couches protérozoïques de la région située au nord du lac Huron. On ignore encore ce qu'il y a à espérer des conglomérats et d'autres roches sédimentaires datant d'autres âges ou situées dans d'autres régions.

On a rencontré des gîtes d'uranium d'origine hydrothermale, contenant de la pechblende, dans des roches datant d'âges très divers, qui s'étendent de l'Archéen au Mésozoïque. Aux États-Unis, on en a rencontré qui sont associés à des roches d'intrusion tertiaires. D'après les connaissances actuelles, les régions du pays qui donnent le plus d'espoir sont celles qui, le long de la bordure du bouclier canadien, renferment certaines couches protérozoïques plissées. Notons toutefois que d'autres roches que les roches protérozoïques contiennent de l'uranium dans cette zone.

On a rencontré des gîtes hydrothermaux dans tant de types différents de roches qu'il est encore impossible de préciser quelles sont les roches encaissantes favorables. Dans quelques endroits, par exemple, des roches basiques sombres comme le basalte, la diabase et les roches sédimentaires ultrabasiqes donnent

grand espoir, mais dans d'autres, les roches granitiques et gneissiques contiennent de gros gîtes. Dans une région où l'on sait qu'il y a ou pourrait y avoir de la pechblende, aucun type de roche ne peut être considéré comme absolument défavorable actuellement.

Nombreux parmi les gîtes principaux de pechblende du pays sont ceux qui se présentent dans des failles bien marquées ou près d'elles, là où les roches voisines sont fissurées, cisailées ou broyées de façon à fournir des emplacements favorables à la déposition de gîtes. L'érosion, souvent particulièrement active dans de telles zones, peut en abaisser le niveau.

La pechblende est d'ordinaire associée à de grandes quantités de fer, en général sous la forme d'hématite et moins souvent sous la forme de magnétite et de minéraux sulfurés. Dans quelques gîtes, elle est associée à des minerais d'argent, de cobalt et de cuivre et, à un moindre degré, à des minerais de plomb et de zinc. Cependant, aucun de ces minerais ne peut être considéré comme un indice certain de la présence de pechblende. Les recherches faites dans les principaux gîtes connus d'hématite, de magnétite, de minerais de fer sulfurés, d'argent, de cobalt et de cuivre n'ont pas révélé la présence d'uranium. C'est dire que la question est loin d'être simple et tout gîte hydrothermal mérite d'être examiné pour savoir s'il s'y trouverait par hasard de la pechblende, travail assez facile à faire. Dans les gîtes d'uranium hydrothermaux, l'hématite est ordinairement présente dans la roche encaissante altérée, qu'elle colore en rouge.

Les gîtes pegmatitiques sont fréquents là où abondent les intrusions granitiques et où l'érosion s'est exercée si profondément que les gîtes se trouvent exposés. Ils abondent surtout dans les roches de Grenville, ici et là dans le bouclier canadien. On espère que les études qu'on est en train de faire dans la région de Bancroft expliqueront pourquoi certains gîtes de cette région sont plus riches en uranium, tant pour ce qui est de la teneur que de la quantité, que ne le sont la plupart des gîtes pegmatitiques.

Répartition

On sait maintenant que nombre de régions du pays contiennent des venues et des gîtes d'uranium, surtout le bouclier canadien, où la plupart de ceux qu'on a découverts jusqu'ici sont situés en deçà d'une centaine de milles de ses limites ouest et sud, mais ce fait n'implique pas forcément qu'il faille omettre d'étudier d'autres parties du Bouclier. Les principales régions où se trouvent des gîtes de pechblende d'origine hydrothermale sont celles du Grand lac de l'Ours, du lac Hottah et de la rivière Marian (Territoires du Nord-Ouest), ainsi que celle d'Athabasca (partie nord de la Saskatchewan). Cette dernière, étant plus accessible que les trois autres, est du même coup la plus intéressante. On a découvert un certain nombre de venues de pechblende au nord de Sault-Sainte-Marie (Ontario), mais celles qu'on a reconnues jusqu'ici sont petites et peu importantes. On a découvert quelques gîtes hydrothermaux relativement peu éloignés de la limite nord des roches de Grenville. Récemment, on a découvert de la pechblende au Labrador, dans le prolongement du même axe. On a signalé de la pechblende en Colombie-Britannique et l'on a rencontré de la pechblende et de la tucholite dans plusieurs endroits du Nouveau-Brunswick et un endroit de la Gaspésie. C'est dire que la partie ouest de la Cordillère et la région des Apalaches offrent au prospecteur en quête d'uranium des chances de faire des trouvailles.

La prospection au Canada

Dans de nombreux endroits de la région qui s'étend de Sault-Sainte-Marie à Sudbury, on a rencontré des gîtes d'uranium dans du conglomérat. Ceux qui donnent le plus d'espoir se trouvent dans une zone située à quelques milles à l'est et au nord-est de Blind River.

Les pegmatites à minerais radioactifs sont réparties un peu partout dans le bouclier canadien et assez fréquentes dans la région de la Cordillère. On en a rencontré surtout dans les roches de Grenville et dans les régions du lac Charlebois et du lac la Ronge (Saskatchewan). Quelques gîtes de la Saskatchewan contiennent de vastes quantités de minerai dont la teneur moyenne en U_3O_8 varie d'après les rapports, de 0.05 à 0.1 p. 100.

Questions économiques

Jusqu'au 31 mars 1962, tous les minerais et concentrés d'uranium qui se prêtent au traitement et qui contiennent au moins 10 p. 100 d'oxyde d'uranium (U_3O_8) auront un marché assuré. Le prix de base est celui de \$2.75 la livre d'oxyde d'uranium contenu, auquel s'ajoute un versement représentant une part du coût de la concentration du minerai et un paiement spécial, pour les trois premières années d'exploitation, comme remboursement d'une partie des frais de mise en valeur. D'après ce calcul, les minerais contenant en moyenne 0.1 p. 100 d' U_3O_8 valent environ \$15 la tonne pendant les trois premières années, et \$12 subséquemment; ceux dont la teneur moyenne est d'environ 0.2 p. 100 en U_3O_8 valent \$29 la tonne pendant la même période, et \$24 subséquemment; ceux dont la teneur moyenne est d'environ 0.3 p. 100 en U_3O_8 valent environ \$41 pendant la même période et environ \$34 par la suite. Cependant, ces prix sont calculés d'après la valeur totale de l'uranium du minerai. Comme il n'est jamais possible en pratique de concentrer tout le métal contenu dans le minerai, leur valeur est réduite d'un certain montant qui dépend du taux de récupération.

Les minerais ou les concentrés doivent être vendus à l'*Eldorado Mining and Refining Limited*, qui, le cas échéant, paye les frais de transport ferroviaire de ces matières jusqu'à ses usines. Cette société est autorisée à passer des contrats spéciaux dans certains cas, comme celui d'une propriété contenant un vaste tonnage reconnu de minerai d'une teneur un peu inférieure à la teneur moyenne qui permettrait de l'extraire à profit au prix garanti, ou dans le cas d'une exploitation minière en mesure de fournir des concentrés à haute teneur pourvu que soit aménagée une usine dont la construction exigerait de gros frais. Les clauses de ces contrats sont tenues secrètes et le barème des prix garantis est censé suffire à faire la première évaluation d'un gîte.

En août 1955, le très hon. C. D. Howe a annoncé (ce qui a été confirmé plus tard) que "la quantité d'uranium qui sera achetée sous le régime de prix spéciaux n'est pas illimitée. D'après les renseignements dont nous disposons présentement, l'*Eldorado* ne pourra pas après le 31 mars 1956, conclure de marchés comportant des prix spéciaux." Vu que les mines ouvertes à l'exploitation au Canada par l'entreprise privée ont dû compter sur des contrats de ce genre, il est moins encourageant, actuellement du moins, de poursuivre la prospection et l'exploration. Il faudrait ne s'occuper que de gîtes dont l'exploitation serait payante sous le régime du barème des prix garantis. D'après les connaissances actuelles, il faudrait que ces gîtes soient extraordinairement riches et bien situés et que le minerai puisse se transformer assez facilement en concentré marchand.

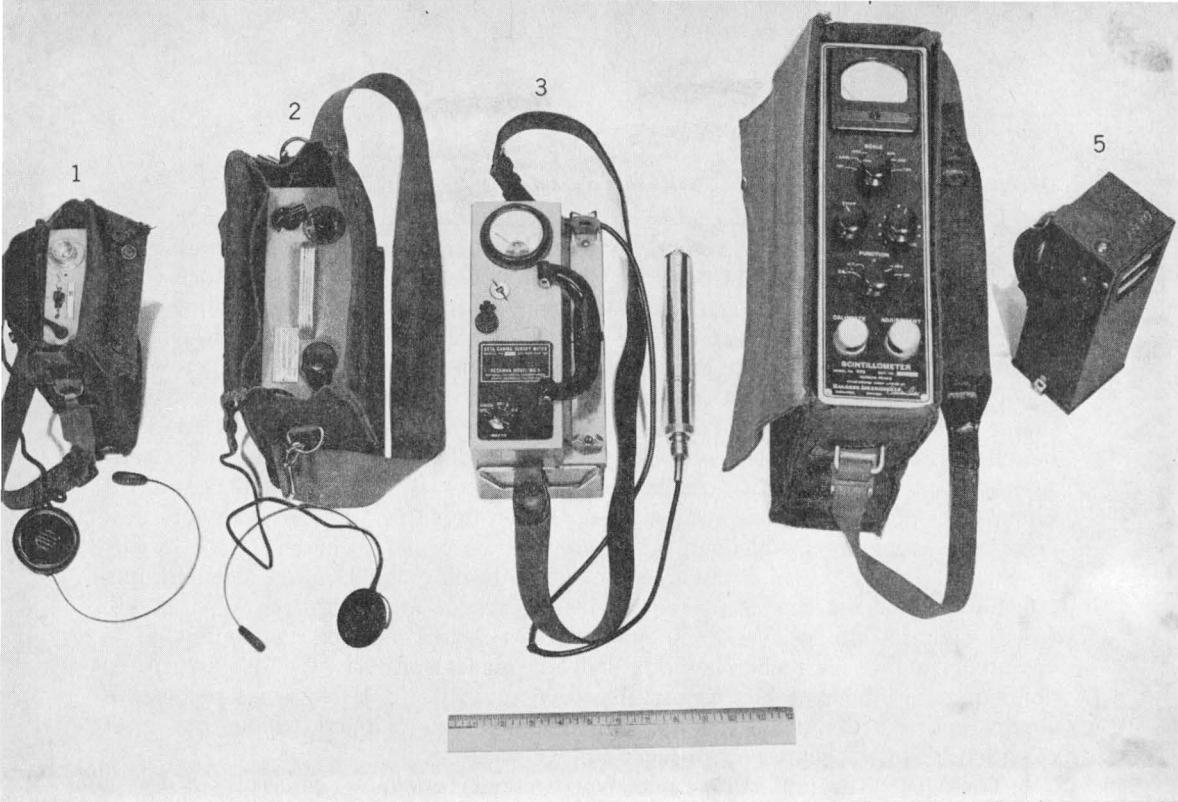


Planche LXV

Appareils de radioprospection et lampe ultraviolette (Mineral Light). 1: petit compteur Geiger, avec écouteur; 2: compteur Geiger moyen, avec écouteur; 3: grand compteur Geiger muni d'un cadran et d'une sonde; 4: grand compteur à scintillations; 5: lampe ultraviolette (Mineral Light).

Les spécialistes en la matière croient que la demande d'uranium sera forte après 1962, mais elles ne peuvent prédire quels seront les prix courants ni dire s'il y aura des prix garantis. Le président de l'*Atomic Energy of Canada Limited*, qui est vraiment en mesure de se prononcer, a résumé ainsi la situation qui existait en 1955:

“Il est impossible de dire maintenant quelle sera la demande d'uranium après le 31 mars 1962, date actuelle de l'expiration de la garantie des prix d'achat. La demande militaire peut demeurer stable ou devenir nulle. D'autre part, il se peut que l'État continue d'acheter de l'uranium, mais en quantités plus faibles. Quoi qu'il arrive, on peut prédire à coup sûr qu'une certaine quantité d'uranium sera requise pour la production d'énergie atomique peu après 1960. Il est évident, cependant, qu'au début de la réalisation d'un programme d'utilisation de l'énergie atomique au Canada, la demande d'uranium n'absorbera qu'une faible partie de ce que nous pourrions produire. Si les besoins militaires d'uranium disparaissent ou fléchissent fortement, il se peut donc que les producteurs canadiens aient à trouver des marchés d'exportation et à faire face à l'état de choses qui s'applique aux autres métaux communs dont la production est excédentaire.”

La prospection au Canada

Quelques indications pour aider les chercheurs d'uranium

Bien que n'importe qui, en se servant d'un compteur, puisse découvrir par hasard un gîte important d'uranium, la réalité démontre jusqu'ici au Canada qu'il est presque indispensable de posséder des connaissances et une expérience étendues. Le pays contient de nombreuses masses de roches faiblement radioactives et de nombreux petits gîtes minéraux qui peuvent déconcerter quiconque n'a pas une connaissance passable de la prospection. Seule une chance inespérée permettra au débutant de découvrir un gîte important, à moins qu'il ne soit disposé à consacrer beaucoup de temps à l'étude et à travailler activement à acquérir de l'expérience. Bien qu'on ait découvert au Canada plusieurs gîtes d'uranium fort considérables et bien qu'il ait valu la peine d'explorer nombre d'autres venues, la plupart des découvertes ont été petites et de peu de valeur. Les prospecteurs doivent donc savoir, non seulement où et comment faire des recherches avec le plus de chances de succès, mais aussi comment déterminer quels gîtes méritent une étude plus poussée. Les principes généraux exposés aux chapitres VIII et IX valent pour l'uranium aussi bien que pour les autres métaux. Cependant, si le compteur facilite les recherches aux endroits où les formations et les structures donnent théoriquement bon espoir, il permet aussi de procéder à des recherches en des endroits non rangés dans cette catégorie, où peuvent exister des gîtes considérables d'un genre encore inconnu.

Tous les gîtes importants découverts depuis quelques années l'ont été à l'aide de compteurs Geiger ou de scintillomètres. La Direction des mines ou la Commission géologique du Canada, ministère des Mines et des Relevés techniques, distribuent une liste de marchands canadiens de compteurs Geiger et d'autres appareils de radioprospection. Cependant, ces services ne recommandent ni appareil ni marchand en particulier. On a constaté en général, au Canada, que les appareils relativement moins coûteux donnent satisfaction aux prospecteurs ordinaires, mais que les moins coûteux de tous se dérèglent plus souvent que ceux d'un prix moyen. Les plus coûteux servent surtout à des fins spéciales. On peut parfois louer des compteurs chez des marchands, mais les conditions varient, de sorte que les organismes de l'État ne peuvent donner de conseils à ce sujet.

Comme nous l'avons dit au chapitre X, il importe de se souvenir que tout appareil de radioprospection permet de déceler le thorium aussi bien que l'uranium et que des roches faiblement radioactives, affleurant en masses, produisent des réactions trompeuses par leur intensité. Nous conseillons, comme marche à suivre, de se servir du compteur d'abord pour chercher des endroits où le cadran indique un nombre de chocs par seconde supérieur de 2 ou 3 fois ou plus au mouvement propre (*background*), d'y prélever des échantillons de la roche ou du minéral radioactifs, de les apporter en un endroit où le mouvement propre est normal et d'appuyer chaque échantillon contre le compteur. Les échantillons qui ne produisent pas deux ou trois fois plus de chocs par seconde que lorsque le compteur est en repos ne valent probablement pas la peine d'être envoyés pour essais de laboratoire. Dans le cas contraire, il convient d'envoyer l'échantillon à un laboratoire pour essais radiométriques ou autres essais, du moins jusqu'à ce qu'on ait acquis la pratique de l'appareil. Cette pratique acquise, on sera mieux en mesure de juger lesquels des échantillons devraient être envoyés pour essais. Il faut prendre soin d'appuyer les échantillons toujours au même endroit sur le compteur et aussi près que possible du tube Geiger pour que les essais soient

Planche LXVI

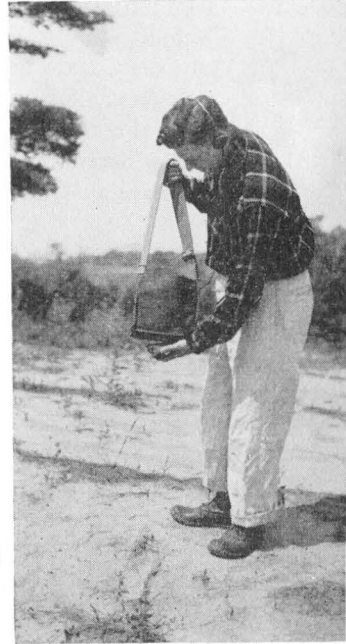
Emploi d'un compteur.



- ◀ A. Examen d'un affleurement à l'aide des écouteurs.

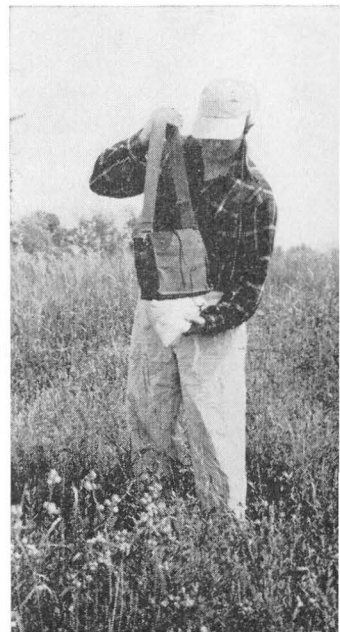


- ◀ B. Examen d'un affleurement à l'aide de la sonde.



- C. Essai d'un échantillon à un endroit où le mouvement propre est normal. ▶

- D. Essai, à un endroit où le mouvement propre est normal, d'un échantillon prélevé en travers du filon et recueilli dans un sac. ▶



La prospection au Canada

uniformes et que les lectures atteignent leur maximum. Il est parfois utile d'envoyer en même temps un échantillon extrait de l'endroit le plus radioactif, en signalant qu'on a fait un choix spécial. Si l'essai ne révèle qu'une faible teneur, le gîte a sans doute peu de valeur, car il est presque certain que la teneur moyenne sera encore plus basse. En outre, il est plus facile de reconnaître les minéraux dans des échantillons de minerai riche. Cependant, il convient de prélever, autant que possible, des échantillons qui correspondent à la teneur moyenne. Chaque échantillon devrait peser dans l'ensemble au moins une livre.

Des essais radiométriques spéciaux permettent de déterminer la teneur en uranium assez bien en se guidant sur l'ensemble de la radioactivité présente dans l'échantillon préliminaire. Les prospecteurs qui ne veulent pas attendre les résultats des essais en laboratoire peuvent se servir d'une lampe à lumière ultraviolette et d'un chalumeau pour faire des essais sur place en vue de savoir si un minerai contient plus d'uranium que de thorium ou l'inverse. Pour environ \$10, on peut acheter un nécessaire adapté à cette fin, y compris une petite lampe, chez des marchands d'instruments et d'appareils de laboratoire.

A consulter

Abrégé de renseignements sur la prospection relative à l'uranium au Canada; Comm. géol., Canada, brochure 1085 (1955).

Aperçu descriptif des règlements, services administratifs et autres questions.

Prospecting for Uranium in Canada; Comm. géol., Canada, livret du prospecteur, réimpression 1955. Prix 50 cents.

Contient des renseignements généraux sur la recherche de l'uranium et le bornage des claims uranifères, les règlements de la Commission de contrôle de l'énergie atomique, les genres de minerais et de gîtes radioactifs qu'on rencontre au Canada, l'emploi des compteurs Geiger et d'autres appareils, ainsi que les prix, l'achat et la vente des minerais et concentrés d'uranium. Des notes supplémentaires tiennent l'ouvrage à jour.

Information on Services for Testing Radioactive Samples; circulaire du min. Mines et Relevés techniques, 1954.

Renseignements sur les services de la Commission géologique du Canada et de la Direction des mines qui procèdent à des essais radiométriques, à des analyses chimiques, à la détermination de minéraux et à des essais de traitement relativement aux échantillons tirés de gîtes radioactifs.

Eichholz, G. G.: *Data on Portable Geiger Counters Available in Canada*; Direction des mines, brochure, 1953.

Liste des marchands canadiens de compteurs Geiger et de compteurs à scintillations, avec détails précis et prix des divers appareils vendus.

Buffam, B. S. W., et Gillanders, E. B.: "The Exploration and Development of Canadian Uranium Deposits"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol LIV, 1951, pages 434 à 437.

Étude sur les méthodes de prospection, d'exploration et de mise en valeur employées par l'*Eldorado Mining and Refining Limited*.

Lang, A. H.: "Uranium Orebodies — How Can More be Found in Canada?"; *Can. Min. J.*, juin 1952.

Analyse des problèmes posés par la recherche des massifs de minerais radioactifs, avec quelques indications.

Annotated List of Publications Related to Uranium; Comm. géol., Canada, brochure, 1953.

Liste d'autres publications d'ordre général sur l'uranium et le thorium, éditées par la Commission géologique du Canada, et de publications sur nombre des régions où l'on a trouvé de l'uranium.

Remarques sur quelques métaux et minéraux

Nininger, Robert D.: *Minerals for Atomic Energy*; van Nostrand, Toronto, 1954. Prix \$8.75.

Étude complète des venues mondiales d'uranium, de thorium et de béryllium. Contient de nombreux renseignements généraux sur la prospection de ces métaux.

Cooper, M.: *Selected Bibliography on Uranium Exploration and the Geology of Uranium Deposits*; Commission de l'énergie atomique des États-Unis, 1953. S'adresser à l'Office of Technical Services, Department of Commerce, Washington 25, D.C. Prix 25 cents.

Énumère, en plus des ouvrages inclus dans la présente bibliographie, nombre de publications générales sur l'uranium.

L'uranium au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Autres métaux et minéraux

Abrasifs

Plusieurs minéraux et roches particulièrement durs, comme le corindon, le grenat, la pierre ponce et le grès servent à la fabrication de poudres abrasives, de meules, papiers de verre et autres produits servant à couper ou polir. Cependant, des produits artificiels, comme le carborundum et l'alundon, ont remplacé dans nombre de cas les abrasifs naturels. Les seuls abrasifs naturels extraits au Canada sont des galets à tubes broyeurs, en petite quantité; plusieurs gîtes connus de divers abrasifs restent inexploités. Il ne vaut donc pas la peine de chercher de façon spéciale des substances abrasives, mais la rencontre fortuite de gîtes étendus, notamment de corindon, pourrait présenter de l'intérêt.

A consulter

Eardley-Wilmot, V. L.: *Les abrasifs: produits du Canada*; Direction des mines, rapports nos 674, 676, 678 et 700 (1927 à 1934).

Carlson, H. D.: "The Origin of the Corundum Deposits at Craigmont, Ont."; *Proc. Geol. Assn. Canada*, vol. 6, partie I, pages 19 à 27, 1953.

Les abrasifs au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Antimoine

Dans la région de la Cordillère et celle des Apalaches, on rencontre assez fréquemment des gîtes de stibine (trisulfure d'antimoine) et de divers minerais sulfantimoniques, mais actuellement on ne les exploite pas, car la quantité d'antimoine produite lors de la fusion et de l'affinage du plomb et d'autres minerais suffit aux besoins, et l'offre mondiale est supérieure à la demande. La production canadienne vient de Trail (C.-B.) et prend la forme de plomb dont la teneur en antimoine va jusqu'à 25 p. 100. L'usine de Trail peut produire de l'antimoine à l'état de métal, mais elle ne l'a pas fait depuis 1944.

A consulter

L'antimoine au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Dawson, A. S.: "Antimony in Canada"; *Can. Min. J.*, vol. 68, 1947, n° 1, pages 20 et 21.

Aperçu sur la valeur économique de l'antimoine, ses sources et ses gîtes connus au Canada, ainsi que la possibilité de nouveaux travaux de mise en valeur au Canada.

La prospection au Canada

McClelland, W. R.: *Notes on Antimony Deposits and Occurrences in Canada*; Direction des mines, Série des mém., n° 108, 1950.

Résumé des connaissances sur les venues d'antimoine au Canada jusqu'en 1950.

Arsenic

Presque tout l'arsenic utilisé est obtenu comme sous-produit du traitement de minerais contenant de l'arsenic en plus du métal recherché. Plusieurs mines et usines métallurgiques du pays doivent récupérer l'arsenic pour empêcher le dégagement de gaz dangereux. L'offre étant supérieure à la demande, il n'y a pas lieu de chercher de gisements d'arsenic ni d'en considérer la présence comme avantageuse dans les minerais qu'on extrait en vue de la production d'autres métaux.

A consulter

L'arsenic au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Barytine

La barytine (sulfate de baryum) s'extrait en grande quantité au Canada, surtout en vue de l'exportation. Du fait de sa grande densité, ce minéral est des plus utiles comme ingrédient des boues de forages pétroliers et comme matière de remplissage dans la peinture, le caoutchouc, le linoléum et le papier.

Le gros de la barytine extraite au pays provient de Walton (N.-É.), où il s'en trouve une grosse réserve dans un gîte de substitution renfermé dans un conglomérat de calcaire d'âge mississipien. Deux gîtes sont exploités à Parson et Brisco (C.-B.) et d'autres venues ont été mises à jour dans plusieurs régions du pays. Il ne vaudrait donc probablement pas la peine de rechercher uniquement de la barytine, actuellement, mais on songerait sans doute à exploiter les gîtes qui seraient découverts non loin de moyens de transport.

A consulter

Spence, H. S.: *Barium and Strontium in Canada*; Direction des mines, rapport n° 570, 1922.

Tenny, R. E.: *The Walton Barite Deposit*; rapp. annuel, min. Mines de la N.-É., partie 2, pages 127 à 143, 1951.

La barytine au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Bentonite

La bentonite est une argile formée par l'altération de la cendre volcanique. Quelques espèces de bentonite augmentent jusqu'à 8 fois de volume au contact de l'eau; d'autres, au lieu de se gonfler, possèdent un grand pouvoir d'absorption. La bentonite sert de ce fait à de nombreux usages industriels, par exemple, comme agent filtrant, argile décolorante et matière de remplissage.

Les principaux gîtes productifs se trouvent près de Morden (Man.), où divers lits déposés dans différentes formations d'âge mésozoïque sont assez importants pour donner lieu à l'exploitation commerciale. En outre, on en extrait un peu près de Drumheller (Alb.). On sait qu'il existe d'autres gîtes de bentonite

dans ces deux provinces, ainsi qu'en Colombie-Britannique et en Saskatchewan. La bentonite n'intéresse donc que peu les prospecteurs, mais il vaudrait la peine d'examiner les gîtes étendus et favorables par leur emplacement.

A consulter

Spence, H. S.: *Bentonite*; Direction des mines, rapport n° 626, 1924 (Épuisé).

La bentonite au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Béryllium

Le béryllium ou glucinium est un métal léger dont on a grand besoin comme composant de certains alliages. Bien qu'il ne soit pas une source d'énergie atomique, il pourrait servir dans les réacteurs atomiques si l'on pouvait en fabriquer des quantités appréciables à prix modéré. Le Canada n'en a pas produit pour la peine et les faibles quantités extraites à l'étranger l'ont été en grande partie à partir du béryl (silicate de béryllium et d'aluminium) extrait de gîtes de pegmatite dont on extrayait aussi du mica, du feldspath, du lithium ou du niobium. Il n'y a que peu de ces gîtes qui contiennent assez de béryl pour mériter que l'extraction porte sur ce minéral seulement. On en rencontre parfois dans la gangue des minerais de tungstène et d'étain.

Au Canada, on a découvert plusieurs gîtes de pegmatite à béryl, notamment dans le bouclier canadien (Ontario, Québec, Manitoba et Territoires du Nord-Ouest). On a essayé d'en exploiter quelques-uns, la plupart en vue d'en extraire du béryl et d'autres minéraux pegmatitiques. C'est dans ce but qu'on continue d'en explorer quelques-uns. Les prospecteurs devraient toujours songer à la possibilité de trouver d'autres venues de béryl dans les pegmatites, sans oublier toutefois que quelques cristaux dispersés ne suffisent pas à constituer un gîte de béryl. Toutefois, il pourrait valoir la peine de les recueillir si l'on exploitait le gîte pour en extraire d'autres minéraux. Il ne faut pas oublier non plus que dans certains cas les cristaux de béryl sont à peine teintés de vert et peuvent être confondus avec des cristaux de quartz. Différentes publications décrivent plusieurs essais qui permettent de reconnaître sur les lieux la présence de béryl. Deux d'entre eux sont expliqués par M. Rowe dans l'étude 52-8, qui figure dans la liste ci-dessous. Le prospecteur qui cherche activement du béryl ferait bien de se familiariser avec ses méthodes et de se procurer le matériel nécessaire.

L'helvine, minéral qui ressemble au grenat, contient du béryllium et pourrait se rencontrer en quantités de valeur marchande. On peut en trouver dans certaines roches métasomatiques, dans certains calcaires altérés, appelés skarn, qui contiennent du grenat et du pyroxène. Il est difficile de distinguer facilement l'helvine du grenat sans faire d'essais. Lorsqu'un prospecteur découvre un gîte étendu du genre susmentionné, il peut valoir la peine de procéder à des essais sur place ou de payer ce qu'il faut pour déterminer la teneur en béryllium de certains échantillons. On vient de signaler la découverte d'un gîte d'helvine dans la région de McDame (partie nord de la Colombie-Britannique), où l'on dit qu'elle se présente dans du skarn, entre du calcaire et du granit.

La prospection au Canada

Il y a d'autres minéraux à béryllium, le chrysobéryl et la phénacite, mais on n'en a pas encore rencontré en quantités de valeur marchande.

A consulter

- DeLury, J. S.: "Beryllium Prospects in Manitoba"; *Precambrian*, vol 10, n° 8, 1937, pages 3 et 4.
Renseignements succincts sur les gîtes de béryl de la partie sud-est du Manitoba, jusqu'à l'année 1937.
- Gruner, G. W.: "Simple Tests for the Beryllium Mineral Helvite"; *Econ. Geol.*, vol. 39, n° 6, pages 444 à 447 (1944).
- Jolliffe, A. W.: *Rare Element Minerals in Pegmatites, Yellowknife-Beaulieu Area, Northwest Territories*; Comm. géol. Canada, Étude 44-12, 1944.
- Kulcsan, F.: "How Prospectors Can Detect Beryllium in Ores"; *Precambrian*, vol. 17, n° 6, 1944, page 11.
Aperçu sur les moyens de reconnaître les minéraux qui contiennent du béryllium.
- Rowe, R. B.: *Gîtes de béryllium et de lithium pegmatitiques, région de Preissac-Lacorne, comté d'Abitibi, Québec*; Comm. géol., Canada, Étude 53-3, 1953.
Rapport contenant des renseignements sur les venues de béryl de cette région.
———: *Pegmatitic Mineral Deposits in the Yellowknife-Beaulieu Region*; Comm. géol., Canada, Étude 52-8 (1952).
Étude qui comprend une description de quelques venues de béryl et explique une méthode d'essais sur place pour reconnaître le béryl.
- Spence, H. S.: *Notes on Beryllium and Beryl*; Direction des mines, Série des mém., n° 40, 1930 (Épuisé).
Renseignements succincts sur les usages et les propriétés du béryllium, sur les minéraux contenant du béryllium et sur les venues connues au Canada jusqu'à l'année 1930.
- Springer, G. D.: *Cat Lake-Winnipeg River Area, Manitoba*; min. Mines et Ressources nationales du Manitoba, pub. n° 49-7, 1950.
Rapport comprenant des descriptions de gîtes pegmatitiques à béryl.
- Warren, H. V., et Thompson, R. M.: "Beryllium"; *The Miner*, juin 1943, pages 32 à 34.
Renseignements succincts sur les usages et la valeur économique du béryllium, les plus importants minéraux et venues trouvés à l'étranger, et sur la façon de reconnaître la présence de béryllium.

Bismuth

Le bismuth, métal d'importance secondaire, s'emploie surtout comme composant de certains alliages, le plus souvent dans les cas où l'on veut obtenir des points de fusion peu élevés, comme dans la fabrication des fusibles. Tout le bismuth offert en vente à l'état de métal est tiré, comme sous-produit d'affinage, de certains minerais de plomb et de molybdène. On ne connaît pas de minerai marchand ne contenant que du bismuth.

A consulter

Le bismuth au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Cadmium

Le cadmium s'emploie en grande partie pour recouvrir d'autres métaux, notamment pour prévenir la corrosion. Il est intimement apparenté au zinc et se présente en petites quantités dans la plupart des minerais de zinc, uni-

Remarques sur quelques métaux et minéraux

que source du cadmium de vente. Le cadmium à l'état de métal se récupère comme sous-produit de l'affinage du zinc. On ne connaît pas de minerai marchand ne contenant que du cadmium.

A consulter

Le cadmium au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Chrome

Le chrome joue un rôle très important: il entre dans la composition des aciers inoxydables et résistant à la corrosion, et sert en galvanoplastie. On l'extrait seulement de la chromite, qui est un oxyde de chrome et de fer. Le rapport du chrome au fer varie d'un gîte à l'autre et constitue un élément important de la rentabilité d'un gîte, car les gîtes à basse teneur en chrome ne sont exploitables à profit que si leur enrichissement permet d'obtenir des produits répondant aux prescriptions de vente. Les bons minerais et concentrés doivent contenir environ 50 p. 100 d'acide chromique et la proportion de chrome par rapport au fer doit être d'environ 3 à 1.

Le gros de la chromite utilisée au Canada est importée d'Afrique ou des Philippines. Les États-Unis en produisent un peu. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, on en a tiré une certaine quantité de gîtes des cantons de l'Est du Québec.

La chromite se trouve associée à des roches ignées ultrabasiqes, comme la dunite, les périclites et les pyroxénites, ou aux serpentines, résultat de leur altération. La chromite se trouve parfois sous forme d'amas ou de grains épars, d'ordinaire dans la roche dite dunite, qu'on prend quelquefois par erreur pour la chromite. Cependant, les grains de cette dernière sont brillants, tandis que la dunite est une roche ferromagnésienne à grain fin, d'un noir grisâtre et d'aspect terne, dont le trait est gris pâle. Le plus souvent, le seul autre minerai métallifère présent est la magnétite, qui ressemble beaucoup à la chromite, mais s'en distingue facilement en ce qu'elle est une substance très magnétique qui donne un trait noir, celui de la chromite étant d'un brun chocolat.

Il importerait de découvrir au Canada un gîte étendu de chromite de richesse satisfaisante. On en a cherché activement, notamment en temps de guerre. Les endroits encourageants à cet égard pour le prospecteur sont les régions à gîtes de serpentine, surtout celles des cantons de l'Est du Québec et de la partie centrale de la Colombie-Britannique, ainsi que les régions à roches ultrabasiqes du bouclier canadien. En 1942, la partie sud-est du Manitoba a suscité un vif intérêt du fait de la découverte de gîtes de périclite à chromite situés dans la région de Bird River. Cette chromite contient peu de chrome par rapport au fer et l'on cherche encore le procédé industriel qui fournirait un produit satisfaisant.

A consulter

Craig, J. W.: "Chrome for Canada"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLIII, 1940, pages 762 à 780.

Aperçu sur les gîtes, les emplois et le traitement des minerais de chrome, dans le monde, ainsi que sur les gîtes et le commerce du chrome au Canada, jusqu'en 1940.

La prospection au Canada

Stockwell, C. H.: "Chromite Deposits of the Eastern Townships, Quebec"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLVII, 1944, pages 71 à 86.

Étude descriptive de la géologie et des gîtes de chromite des cantons de l'Est, d'où l'on a extrait le gros des faibles quantités obtenues au Canada. Avec notes sur les possibilités qui s'offrent en matière de prospection.

Downes, K. W. et Morgan, D.W.: *The Utilization of Low-Grade Domestic Chromite*; Direction des mines, Sér. des mém., n° 116, 1951.

Exposé des recherches faites sur plusieurs méthodes d'utilisation des gîtes canadiens de chromite à basse teneur et notes sur la possibilité d'en poursuivre l'exploitation.

La chromite au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Cobalt

Le cobalt est un métal qui présente beaucoup d'importance surtout dans le domaine des alliages spéciaux. Le gros de la production mondiale actuelle provient de mines de cobalt cuprifère du Congo belge et de la Rhodésie du Nord. Le district minier de Cobalt (Ontario), autrefois très productif, continue de fournir la plus grande part de la production canadienne de cobalt, qui a été évaluée à près de 6 millions de dollars en 1954. On récupère en outre du cobalt de certains minerais du district de Sudbury et des concentrés d'uranium extraits de la mine du Grand lac de l'Ours. De plus, on en extrait une forte quantité des gîtes de cuivre nickélicifère de Lynn Lake.

Le cobalt est actuellement en demande et la recherche de gîtes exploitables présente de l'intérêt. On sait qu'il en existe de petits gîtes dans le bouclier canadien et les régions de la Cordillère et des Apalaches, gîtes dans lesquels le cobalt est d'ordinaire associé au nickel, au cuivre ou à l'argent natif. La méthode de prospection la plus satisfaisante consiste probablement à faire des recherches dans les régions où l'on a signalé ces découvertes. La couleur rose du cobalt arséniaté, également appelé érythrine, sert d'indice avec lequel tout chercheur de cobalt devrait se familiariser.

A consulter

Le cobalt au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Drury, C. W.: *Cobalt*; min. Mines de l'Ont., rapp. ann., vol. XXVII, partie III, 1918.

Renseignements sur les minerais de cobalt et description des principaux gîtes étrangers et des gîtes ontariens.

Jones, R. J.: *Cobalt in Canada*; Direction des mines, rapport 847, 1954.

Renseignements sur les gîtes canadiens, la production, la métallurgie, les usages et le commerce mondial.

Diatomite

La diatomite ou terre d'infusoires se rencontre sous forme de dépôts ressemblant à de la craie. Elle est formée par l'accumulation des carapaces siliceuses de microorganismes appelés diatomées. On lui trouve de nombreux usages industriels, comme matière filtrante, absorbante ou isolante. A peu près la moitié de la diatomite employée actuellement au Canada sert à enrober les grains d'engrais chimiques, pour les empêcher de s'agglutiner.

On connaît plus de 400 gîtes canadiens de diatomite, mais on se borne jusqu'ici à exploiter en petit et par intermittence des gîtes d'âge récent de la Nouvelle-Écosse et d'autres, d'âge tertiaire, situés près de Quesnel (C.-B.). L'état du marché ne permet pas à la diatomite canadienne de soutenir la concurrence étrangère et presque toute la diatomite employée au pays est importée des États-Unis. La diatomite ne présente donc guère d'intérêt pour le prospecteur.

A consulter

La diatomite au Canada; exposé sommaire annuel révisé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Eardley-Wilmot, V. L.: *Diatomite: its occurrences, preparation and uses*; Direction des mines, rapp. n° 692, 1928 (Épuisé).

Étain

L'étain sert à de nombreux usages, et surtout à fabriquer le fer blanc et la soudure. On en importe de grandes quantités au Canada. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, quand il y eut grave pénurie d'étain, on se livra à d'actives recherches, mais sans arriver à découvrir des gîtes exploitables pour ce métal seulement. Il se peut cependant qu'on finisse par en découvrir. Le seul étain d'origine canadienne s'obtient comme sous-produit du traitement de minerais de la mine *Sullivan* (C.-B.). Depuis quelques années, on en extrait quelques centaines de tonnes par an sous la forme de métal ou de concentrés.

Le principal minerai stannifère est la cassitérite (oxyde stannique). Un autre minerai, la stannine (sulfure de cuivre, de fer et d'étain), est moins important que l'autre. La plupart des filons d'étain sont des filons ou des pegmatites formés à haute température. De telles pegmatites renferment ordinairement des quantités négligeables de cassitérite. Les gisements en filons et ces pegmatites se trouvent d'ordinaire dans des massifs de granit ou dans leur voisinage. Du fait de sa forte densité et de sa résistance à l'érosion, la cassitérite se rencontre souvent dans des placers stannifères, mais au Canada on n'en a trouvé jusqu'ici que de petites quantités. La région où l'on a le plus de chances de trouver au Canada des filons et des placers stannifères forme une zone qui s'étend à travers l'intérieur de la Colombie-Britannique vers le nord-ouest, à l'ouest de la "Tranchée des montagnes Rocheuses", et qui se continue à travers le territoire du Yukon jusque dans l'Alaska. Autrefois, notamment dans le Yukon, on jetait au rebut de grandes quantités d'étain au cours de l'exploitation des placers d'or. A l'avenir, on prendra probablement des mesures pour récupérer la cassitérite quand on exploitera des placers d'or qui en contiennent de grandes quantités.

On a constaté que le massif étendu de minerais de métaux communs, que la *Brunswick Mining and Smelting Corporation* est en train de mettre en valeur au Nouveau-Brunswick, contient de 0.1 à 0.2 p. 100 d'étain. Cependant, la complexité du minerai n'a pas encore permis de savoir s'il y aurait moyen d'en récupérer l'étain.

La prospection au Canada

A consulter

McClelland, W. R.: *Tin in Canada: Occurrences and Uses*; Direction des mines, Sér. des mém., n° 125, 1952. Prix 25c.

Résumé de renseignements sur la valeur économique de l'étain et les venues connues d'étain au Canada.

Lang, A. H.: "Review of Tin Prospecting Possibilities in Canada"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LI, pages 216 à 220 (1948).

Renseignements succincts sur la minéralogie et la géologie de gîtes d'étain, les venues connues d'étain au Canada et les chances d'en découvrir de nouveaux gîtes. Étude rédigée à un moment où il importait fortement de trouver des gîtes exploitables d'étain en Amérique.

Warren, H. V., et Thompson, R. M.: "Tin in Western Canada"; *Western Miner*, août 1944, pages 40 à 46.

Article sur la minéralogie, le mode de rencontre des minerais d'étain et les minéraux associés. Contient des descriptions de venues connues dans l'Ouest et l'Alaska et des conseils aux prospecteurs.

Pentland, A. G.: "Occurrence of Tin in the Sullivan Mine"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLVI, pages 17 à 22 (1943).

Étude sur les événements qui ont amené la mine Sullivan à produire de l'étain, et sur le gîte aux points de vue minéralogique et géologique.

L'étain au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Feldspath et syénite néphélinique

Le feldspath entre surtout dans la fabrication de la poterie, du verre, de la porcelaine, des ustensiles en fer émaillé et des poudres de récurage. On l'extrait de filons de pegmatite qu'on exploite d'ordinaire à petite échelle, à ciel ouvert. En 1954, on en a extrait environ 16,000 tonnes (évaluées à environ \$300,000) de la région de Grenville, dans le bouclier canadien, en grande partie dans la province de Québec. Vu que de nombreux gîtes connus, situés à proximité de moyens de transport, ne sont pas exploités, le feldspath ne présente guère d'intérêt pour le prospecteur. Cependant, si une pegmatite tire sa valeur de la présence de quelque autre minéral, il vaudrait la peine d'étudier la possibilité de vendre le feldspath comme sous-produit.

Un gîte étendu de syénite néphélinique, situé dans le comté de Peterborough (Ont.), fournit un produit fort important en céramique.

A consulter

Le feldspath au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

La syénite néphélinique au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Spence, H. S.: *Feldspar*; Direction des mines, rapp. n° 731, 1932.

Germanium

Depuis quelques années, on parle beaucoup du germanium, parce qu'il joue un rôle important dans la fabrication des transistors, qui remplacent les lampes à vide dans divers appareils électroniques. La possibilité de découvrir des gîtes exploitables de germanium a donc suscité un vif intérêt. Cependant, tout porte à croire actuellement que le germanium demeurera un sous-produit et qu'il ne faut pas le chercher pour lui seul.

Remarques sur quelques métaux et minéraux

Le germanium se présente dans la germanite et l'argyrodite, sulfures d'argent et de germanium, mais ce sont des minéraux rares qu'on n'a pas trouvés au Canada.

À l'étranger, on a découvert de la germanite et d'autres minéraux contenant du germanium dans des minerais exploités pour en extraire le zinc, le plomb et le cuivre, le germanium étant récupéré des poussières de carneaux de certains fours de fusion de ces minerais. On croit qu'on pourrait aussi trouver du germanium, en petites quantités, dans des gîtes de titane et d'étain. Certaines houilles en contiennent un peu. Au Royaume-Uni, on en récupère des poussières de carneaux d'usines de gaz pauvre. Les données dont on dispose portent à croire que ces sources peuvent fournir des quantités suffisantes de germanium.

On a découvert un peu de germanium dans les minerais de zinc des mines *Sullivan*, *Kicking Horse* et *Monarch*, en Colombie-Britannique, et l'on signale que ce métal est associé à de l'hématite dans la mine de zinc et de plomb de la *Federal Metals Corporation*, dans la péninsule de Gaspé. On vient d'en signaler la présence dans un gisement de zinc découvert dans l'île du Cap-Breton (N.-É.). Les recherches faites dans les usines métallurgiques au Canada auraient révélé que la quantité de germanium présent dans les poussières de carneaux est si faible qu'elle ne mérite pas d'être récupérée.

De nombreux échantillons de charbon provenant de différentes parties du pays ont été et seront analysés par le ministère des Mines et des Relevés techniques et d'autres organismes en vue d'y déceler du germanium. Les résultats obtenus jusqu'ici montrent qu'on ne les trouve que çà et là, même dans une mine donnée.

Graphite

Le graphite s'emploie en général pour fabriquer des objets résistant à la chaleur et à la corrosion, des pigments, des lubrifiants, des crayons et des pâtes à polir les poêles. On l'utilise aussi dans la construction de certains réacteurs nucléaires. Le graphite se trouve en abondance dans la nature mais il est rare qu'on en trouve des gîtes valant la peine d'être exploités; on n'extrait pas de graphite au Canada à l'heure actuelle.

Jusqu'à la suspension des travaux en 1954, la mine *Black Donald*, située près de Calabogie (Ont.), a livré de grandes quantités de graphite en paillettes et de graphite amorphe extraits d'un gîte métasomatique de contact contenu dans du calcaire de l'étage de Grenville. Il y a plusieurs années, on extrayait du graphite du même genre, mais en quantités plus faibles, de gîtes situés dans la vallée de l'Outaouais ou dans le voisinage, dans l'Ontario et le Québec. Les prospecteurs ont intérêt à chercher de nouveaux gîtes exploitables de graphite au Canada, mais ils devraient éviter de se tromper sur la valeur des nombreuses petites venues qui abondent dans bien des régions.

A consulter

Spence, H. S.: *Le graphite*; Direction des mines, rapp. n° 512, 1921 (Épuisé).

Anderson, A.: "Black Donald Graphite, 1942-1953"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LVII, pages 442 à 444, 1954.

La prospection au Canada

Le graphite au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Lithium

Les nouveaux usages qu'on a trouvés au lithium, le plus léger de tous les métaux, au cours des dernières années en font accroître sans cesse la consommation. Il entre dans la fabrication de lubrifiants spéciaux, d'accumulateurs électriques; on s'en sert en réfrigération, pour le soudage et à d'autres fins. A ce qu'on rapporte, il trouverait certaines utilisations dans le domaine de l'énergie nucléaire. Il s'obtient surtout du spodumène (silicate de lithium et d'aluminium), du lépidolite (mica lithinifère) et de l'amblygonite (fluorophosphate d'aluminium et de lithium). Ces substances se trouvent dans des pegmatites et plusieurs venues, notamment de spodumène, découvertes dans la partie ouest du Québec, la partie sud-est du Manitoba et les Territoires du Nord-Ouest, ont suscité de l'intérêt. Des venues situées dans le canton Lacorne (Québec) et connues depuis quelque temps ont fait l'objet de nouvelles explorations au cours des dernières années. Il y a là une mine sur le point de s'ouvrir à l'exploitation après conclusion d'un marché de vente de concentrés de lithium aux États-Unis. On signale que des sondages au diamant faits dans une série de dykes parallèles de pegmatite de cette propriété ont révélé la présence d'un volumineux tonnage de minerai contenant 1.3 p. 100 d'oxyde de lithium. Ces travaux de mise en valeur ont fait qu'on s'intéresse davantage à l'examen d'autres venues de spodumène dans lesquelles ce minerai ne se présente pas simplement en cristaux semés çà et là. En 1955, on s'est occupé de plusieurs gîtes de l'Ontario et du Québec et des prospecteurs ont signalé d'autres découvertes dans plusieurs régions du bouclier canadien que la présence de pegmatites rend favorables.

A consulter

Ellestad, R. B.: "The Lithium Industry"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LI, 1948, pages 269 et 272.

Article sur l'histoire, les venues, la préparation et les usages du lithium.

Latulippe, M., et Ingham, W. N.: "Lithium Deposits of Lacorne Area, Quebec"; étude lue à l'assemblée annuelle de la *Prospectors and Developers Association*, Toronto, 1955.

Springer, G. D.: *Cat Lake-Winnipeg River Area, Manitoba*; min. Mines et Ressources naturelles du Man., pub. 49-7, 1950.

Rapport qui décrit les venues de lithium et d'autres gîtes de la partie sud-est du Manitoba.

Rowe, R. B.: *Gîtes pegmatitiques de béryllium et de lithium, région de Preissac-Lacorne, comté d'Abitibi, Québec*; *Comm. géol., Canada*, Étude 53-3, 1953.

Rapport qui contient surtout la description de venues de lithium dans cette région.

—: "Pegmatite Lithium Deposits in Canada"; *Econ. Geol.*, vol. 49, n° 5, pages 501 à 515, 1954.

Renseignements sommaires mais bien à jour, avec étude de l'avenir économique du métal.

Magnésium

Vu sa légèreté et sa résistance, le magnésium s'emploie actuellement en grandes quantités à l'état métallique, surtout dans les alliages utilisés par l'industrie aéronautique. Le Canada en produit beaucoup, à partir du minerai

Remarques sur quelques métaux et minéraux

extrait de gîtes de dolomie (carbonate de magnésium) de l'Ontario et de brucite (hydroxyde de magnésium) du Québec. La brucite et la dolomie extraites de gîtes du Québec servent à préparer divers composés de magnésium très employés comme produits réfractaires (revêtement de fours) et utilisés par l'industrie chimique. On aurait besoin de nouveaux gîtes de brucite, mais on ne cherche pas d'autres composés de magnésium, comme la dolomie ou la magnésite. Il est difficile de reconnaître la brucite, à moins d'avoir de l'expérience. Le rapport sous-mentionné fournit entre autres choses des renseignements utiles sur ce point.

A consulter

Gouge, M. F.: *Preliminary Report on Brucite Deposits in Ontario and Quebec, and their Commercial Possibilities*; Direction des Mines, min. Mines et Relevés techniques, Série des mém. n° 75 (1939). Épuisé.

Le magnésium au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

La magnésite et la brucite; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Manganèse

Ce métal important est surtout utilisé en sidérurgie, à raison d'une douzaine de livres environ par tonne d'acier fabriqué. Il entre aussi en grande quantité dans la fabrication des piles sèches.

On a extrait de temps à autre de petites quantités d'écume de manganèse de marais des régions des Apalaches et de la Cordillère, mais le seul manganèse présentement produit au Canada est celui que contiennent certains minerais de fer. On s'intéresserait sans doute à des gîtes exploitables de manganèse, mais les études géologiques et de nombreux travaux de prospection n'en ont révélé aucun, bien qu'on soit en train de reconnaître un gîte probable au Nouveau-Brunswick.

Les plus importants des minerais de manganèse sont la pyrolusite (oxyde de manganèse), la psilomélane (manganate hydraté de manganèse) et la manganite (oxyde hydraté de manganèse). La plupart des gîtes de valeur marchande sont formés d'un mélange de ces trois minerais, ainsi que de quantités variables de sable ou d'argile, d'oxyde de fer et de barytine. Le wad ou asbolite ou écume de manganèse est une substance terreuse formée par précipitation à partir d'eaux de surface qui ont traversé des roches contenant du manganèse. Les gîtes de ce minerai prennent souvent la forme d'un bassin profond de quelques pieds ou de petits gradins accrochés aux flancs de coteaux en pente douce. Nombreux sont les gîtes de ce genre qu'on a trouvés au Canada, notamment dans les provinces Maritimes, la Colombie-Britannique et le Manitoba, mais leur qualité varie et leur teneur moyenne est basse.

On trouve également au Canada des composés de manganèse dans diverses roches: calcaires d'âge carbonifère, schistes rouges, conglomérats, granits et grès, le plus souvent sous forme de gîtes de substitution dans du calcaire. Il s'agit en général de gîtes irréguliers d'oxyde de manganèse qui suivent les stratifications et souvent se ramifient de façon à former des cheminées ou des

La prospection au Canada

filons. Nombre de ces gîtes sont recouverts d'une épaisseur, allant jusqu'à 20 pieds, de sol, de gravier ou d'argile résiduaire, qui renferment des nodules (rognons) et de plus gros amas de minerais de manganèse. Moins fréquents sont les filons et les brèches de remplissage composés de minerais de manganèse.

A consulter

Hanson, G.: *Manganese Deposits of Canada*; Comm. géol., Canada, Sér. de la géol. écon., n° 12, 1932 (Épuisé).

Rapport sur les emplois, la valeur économique, la minéralogie et la géologie des gîtes de manganèse, accompagné de la description des principaux gîtes canadiens connus jusqu'en 1932.

Messervey, J. P.: *Manganese in Nova Scotia*; min. Travaux publics et Mines de la Nouvelle-Écosse, brochure 17, 1931.

Renseignements succincts sur le manganèse et les gîtes de manganèse de la province.

Le manganèse au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Mercure

Le mercure est d'emploi général et, en temps de guerre, il est indispensable à la fabrication des détonateurs. On l'extrait du cinabre (sulfure de mercure), qui se rencontre d'ordinaire dans des gîtes hydrothermaux formés à des températures peu élevées et sous des pressions plutôt faibles. On en rencontre dans plusieurs endroits de la Colombie-Britannique, notamment le long d'une zone faillée qui s'étend sur environ 150 milles au nord-est de Fort Saint James. A part plusieurs venues relativement petites, cette zone contient le grand gîte de Pinchi Lake, qui a été découvert et signalé par une équipe de la Commission géologique du Canada. Après avoir produit beaucoup de mercure au cours de la Seconde Guerre mondiale, cette mine a été fermée lorsqu'on a pu disposer du mercure moins coûteux importé d'Espagne et d'Italie. Bien que la mine de Pinchi Lake soit censée contenir encore beaucoup de cinabre, d'autres gîtes étendus et riches en mercure susciteraient de l'intérêt. Il semble que la susdite zone faillée et d'autres parties de la région de la Cordillère offrent les meilleures chances de succès au prospecteur.

A consulter

Stevenson, J. S.: *Mercury Deposits of British Columbia*; bull. 5 du min. des Mines de la C.-B., 1940 (Épuisé).

Rapport complet contenant des renseignements d'ordre général sur les venues de mercure de la province et décrivant les gîtes qui y sont connus.

Armstrong, J. E.: "Geology of the Pinchi Lake Mercury Belt, British Columbia"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLV, 1942, pages 311 à 323.

Étude sur la géologie, les gîtes de mercure de la zone mercurifère de Pinchi Lake et les chances de succès qu'elle offre aux prospecteurs.

Le mercure au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Météorites

Les météorites sont plutôt rares et ne rentrent pas, à proprement parler, dans le domaine de la prospection, mais elles intéressent les prospecteurs à cause de la fascination exercée par ces corps provenant des espaces interstellaires et parce que les météorites ont une valeur marchande. La ressemblance des noms fait que beaucoup de gens confondent les météorites avec les météores. Les météores, ces "étoiles filantes" que tout le monde a vues, sont de très petites particules probablement arrachées de comètes, chauffées à blanc et par là visibles à leur entrée dans l'atmosphère terrestre; le frottement de l'air qu'elles traversent à grande vitesse les enflamme et les font se consumer avant d'atteindre la surface de la terre. Par contre, les météorites sont des corps plus gros, des fragments résultant vraisemblablement de la désintégration d'un astéroïde. (Des milliers de petites planètes ou astéroïdes circulent entre les orbites de Mars et de Jupiter.) Les météorites, tout comme les météores lumineux, brûlent au contact de l'atmosphère terrestre, mais, vu leur grosseur, une partie de la masse atteint la surface de la terre. Elles sont d'ordinaire alvéolées et paraissent avoir été fondues. Leur poids varie de quelques onces à plusieurs tonnes. Les plus grosses d'entre elles creusent des cratères, mais il arrive qu'on ne trouve pas de météorite au fond d'un trou qu'on estime avoir été creusé par la chute d'une météorite. Le choc a pu provoquer une rupture de la météorite et donner lieu à une espèce d'explosion.

Les météorites se divisent en 3 catégories principales qui sont: les météorites pierreuses, les sidérolithes et les sidérites. Les météorites pierreuses sont formées de substances offrant beaucoup de ressemblances avec les roches terrestres, mais elles peuvent contenir en plus des particules de fer nickelé. Ces pierres ne peuvent se reconnaître facilement qu'aux endroits où il n'existe probablement pas de pierres ordinaires, par exemple, sur des étendues de neige ou de glace, ou encore dans un sol dépourvu de pierres. Dans ces cas, si on trouve des pierres dont la surface unie forme une croûte noire, il peut s'agir de météorites, mais si elles ont des arêtes vives et sont de couleur claire, il s'agit probablement de pierres ordinaires. Les sidérolithes contiennent à la fois de la pierre et du fer, en forte proportion. Les sidérites consistent essentiellement en fer nickelé. Comme les sidérites sont très denses, on peut les reconnaître un peu plus facilement. La Commission géologique du Canada achète les météorites. On peut lui envoyer, pour reconnaissance, de petits spécimens qu'on soupçonne être des météorites, et lui signaler l'existence de gros spécimens.

A consulter

Heard, John F.: "Meteorites Large and Small"; Bulletin de la Soc. royale d'astr. du Canada, vol. XLIX, n° 2, pages 49 à 63 (1955).

Singer, S. F.: "The Origin of Meteorites"; *Sci. American*, n° V, pages 36 à 41 (1954).

Mica

Bien que le mica s'emploie en quantités plutôt faibles, c'est un produit important, qui entre surtout dans la fabrication d'appareils électriques, parce qu'il se refend en lamelles minces et isolantes. Ce nom s'applique à un groupe de minéraux silicatés dont la composition et les propriétés varient. Le plus important de ces minéraux est la muscovite ou mica blanc. La phlogopite ou mica

La prospection au Canada

ambré sert à de nombreux usages. Le mica est souvent un composant des filons de pegmatite, mais les seuls susceptibles d'avoir de la valeur sont ceux qui renferment de très fortes quantités de muscovite ou de phlogopite en gros cristaux. Le Canada en produit de faibles quantités, extraites surtout de plusieurs petites mines du Québec et de l'Ontario, mais dans la conjoncture actuelle, il importe le gros du mica dont il a besoin, car il peut difficilement le produire à aussi bas prix que l'étranger. Les prospecteurs devraient donc ne s'occuper que des venues de phlogopite ou de muscovite en feuilles mesurant au moins six pouces de côté. Signalons que certains cristaux de muscovite paraissent être d'un brun sombre ou noir lorsqu'ils sont épais, mais que chacune des couches est transparente.

La vermiculite, qui ressemble au mica, est un minéral noir, brun ou vert, dû parfois à l'altération du mica. Elle se dilate d'une façon remarquable quand elle est fortement chauffée et, sous cette forme, constitue un excellent calorifuge. Toute la vermiculite utilisée au Canada est importée, car on n'y a pas découvert de venues suffisamment grosses et dont le minéral soit de qualité passable.

A consulter

Spence, H. S.: *Mica*; Direction des mines, rapp. n° 701, 1929.

—: "The Bonanza," Mica Operation of Purdy Mica Mines Limited, Mattawan Township, Ontario; AIME, pub. tech. 2154, 1947.

Historique et géologie d'une mine qui a été probablement la plus prospère des mines de muscovite au Canada, et notes sur la préparation du produit.

Bruce, C. G.: "The Stanleyville Vermiculite Deposit"; bull. du *Can. Inst. Min. Met.*, août 1952, pages 489 à 493.

Description d'un gîte de vermiculite de l'Ontario, accompagnée de renseignements d'ordre général sur les propriétés, les usages et la valeur économique de ce minéral.

Le mica au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Molybdène

Le molybdène est un métal important, qui entre surtout dans la composition d'aciers spéciaux. Le principal minerai de molybdène est la molybdénite, sulfure de molybdène. Le gros de la production mondiale provient de gîtes considérables où le minerai est éparpillé en masses plutôt petites, comme celui du canton de Preissac (Québec), où il forme une large zone intercalée entre du granit et du porphyre granitique et celui du mont Timothy (partie centrale de la Colombie-Britannique), où il est éparpillé dans une large zone contenue dans de la diorite quartzifère bréchiforme. Dans le bouclier canadien et les régions des Apalaches et de la Cordillère, on a rencontré de nombreuses venues de molybdénite dans des pegmatites et des filons de quartz formés à de hautes températures. Au Canada, en des temps de forte demande et de prix élevés, on exploite plusieurs gîtes de molybdénite, mais le seul qui soit exploité actuellement est celui de la *Molybdenite Corporation of Canada Limited*, situé au nord de Val-d'Or (Québec). Les installations récemment agrandies de cette compagnie lui permettront de traiter plus de 400 tonnes de minerai par jour. En temps ordinaire, seuls les gîtes les plus favorables permettent de soutenir la concurrence des grands gisements de molybdénite des États-Unis. La recherche de la molybdénite n'offre donc guère d'intérêt présentement. En temps de forte demande, on peut rouvrir à l'exploitation les gîtes connus ou en poursuivre l'exploration. En de telles périodes,

on s'intéresserait sans doute plus vivement à la recherche de nouveaux gîtes exploitables.

A consulter

Eardley-Wilmot, V. L.: *Molybdenum*; Direction des mines, rapp. n° 592, 1925.

Rapport complet sur les usages, les venues, l'extraction et le traitement du molybdène et de ses minerais, accompagné de la description de nombreux gîtes canadiens connus jusqu'en 1925.

Claudet, H. H.: "Molybdenite in Canada"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLVII, 1944, pages 87 à 98.

Renseignements succincts sur les venues canadiennes de molybdénite, ainsi que sur les usages et le traitement des minerais de molybdène.

Stevenson, J. S.: *Molybdenite in British Columbia*; bull. 9 du min. des Mines de la C.-B., 1940 (Épuisé).

Rapport complet donnant des renseignements d'ordre général sur les venues de molybdène et décrivant les gîtes connus en Colombie-Britannique.

Le molybdène au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Niobium (columbium) et tantale

Le niobium et le tantale sont deux corps simples métalliques apparentés de près, ordinairement associés dans les mêmes minerais et inséparables, sauf par des procédés chimiques compliqués. Depuis quelque temps on appelle officiellement niobium le corps mieux connu au Canada sous le nom de columbium. Le niobium est particulièrement utile dans le domaine des alliages spéciaux résistants à la corrosion et à la chaleur, dont on fait grand emploi aujourd'hui. Le tantale sert surtout à fabriquer des alliages très résistants à l'usure et à la corrosion, ainsi que certains genres spéciaux de verre d'optique.

Le Canada ne produit pour la peine ni niobium ni tantale. La source principale du niobium et du tantale était autrefois un mélange de columbite (niobite) et de tantalite (niobate et tantalate de fer et de manganèse) qu'on rencontre dans des pegmatites et dans les placers résultant de l'altération du granit. Aujourd'hui, le gros du niobium s'extrait de placers stannifères à columbite et de granites décomposés du Nigéria.

Ces dernières années, des chercheurs d'uranium munis de compteurs Geiger ont découvert plusieurs gîtes de minéraux radioactifs qui contiennent du niobium et du tantale. Il s'agit surtout de minéraux de la série du pyrochlore (titanates et niobates de calcium, terres rares, uranium, etc.), de pérovskite à columbium, de bétafite et de polycrase. On a étudié activement les gîtes situés près de North Bay et Nemegos (Ont.) et d'Oka (P.Q.) et l'on poursuit des recherches pour améliorer les méthodes de traitement auxquelles on pourrait recourir. On espère que ces gîtes deviendront productifs et l'on en cherche activement d'autres de ce genre. Il semble s'agir dans certains cas de gîtes de métasomatose de contact ou de substitution. Plusieurs de ces gîtes sont caractérisés par leur association à des roches riches en alcalis, savoir, en sodium et en potassium, comme le fait ressortir R. B. Rowe dans les publications énumérées ci-dessous. Quelques gîtes se trouvent dans des roches ignées alcalines et d'autres, dans des roches calciques, sédimentaires ou métamorphiques, voisines de masses de roches d'intrusion alcalines. Le gîte situé près de Nemegos est un gîte complexe contenant du fer, de

La prospection au Canada

l'apatite, du niobium, du tantale et de l'uranium. On est à reconnaître dans la partie sud-est de la Colombie-Britannique des placers contenant du pyrochlore et de la polycrase à euxénite.

A consulter

- Fleischer, M.: *Geochemical Association of Niobium (Columbium) and Tantalum, and its Geological and Economic Significance*; circulaire 225 de la Comm. géol. des É.-U., 1952.
Renseignements succincts sur la géochimie du niobium et du tantale.
- Jolliffe, A. W.: *Rare-Element Minerals in Pegmatites, Yellowknife-Beaulieu Area, Northwest Territories*; Comm. géol., Canada, Étude 44-12, 1944.
Description de gîtes de pegmatite contenant du niobium, du tantale, du béryllium, du lithium et des minerais d'étain.
- Rowe, R. B.: *Notes on Geology and Mineralogy of the Newman Columbium-Uranium Deposit, Lake Nipissing, Ontario*; Comm. géol., Canada, Étude 54-5, 1954. Prix 50c.
Rapport préliminaire d'une étude spéciale des gîtes situés près de North Bay.
- : *Notes on Columbium Mineralization, Oka District, Two Mountains County, Quebec*; Comm. géol., Canada, Étude 54-22 (1955). Prix 50 cents.
- : "Association of Columbium Minerals and Alkaline Rocks"; *Canadian Mining J.*, mars 1955, pages 69 à 73.
Contient des indications pour les prospecteurs.
- Jones, R. J.: *Columbium and Tantalum in Canada*; Direction des Mines, min. Mines et Relevés techniques; rapport spécial (1954).
Renseignements succincts sur les usages et les venues au Canada.

Oxydes de fer (ocres)

Dans les basses terres du Saint-Laurent (Québec), on extrait, en quantités plutôt faibles, des oxydes de fer servant à épurer le gaz d'éclairage ou à fabriquer des pigments à peintures et du rouge à polir. Ces gîtes, qui s'exploitent depuis 1886, semblent suffire à la demande.

A consulter

- Pigments minéraux et matières de charge*; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Pierres précieuses et minéraux rares

Jusqu'ici, on n'a pas découvert de gîtes de valeur marchande contenant les plus précieuses des gemmes, comme le diamant, le rubis et l'émeraude, mais dans plusieurs régions du pays, on a découvert des spécimens de gemmes d'importance secondaire, de pierres fines et de minéraux recherchés par les lapidaires et les collectionneurs. Il est quelque peu étonnant qu'on n'ait pas découvert de gemmes de plus haute valeur, car il existe de fait au Canada des conditions géologiques plus ou moins semblables à celles qui ont permis de découvrir les principaux gîtes de gemmes à l'étranger. Signalons cependant que la valeur marchande de quelques gemmes n'offre pas autant d'attrait qu'autrefois, car on a trouvé le moyen de fabriquer diverses gemmes synthétiques de haute qualité. Il ne s'agit pas là d'imitations en strass, mais de vraies pierres synthétiques ayant la même composition que les gemmes naturelles. Comme la fabrication en est relativement facile et peu coûteuse, le marché des gemmes naturelles en a souffert.

A l'étranger, les diamants se rencontrent dans la kimberlite, brèche composée de fragments rocheux enveloppés dans une gangue de serpentine et de carbonate. Mais cette roche bréchiforme est une exception, et la simple présence de roches à serpentine ne signifie pas qu'on doive nécessairement y découvrir des diamants. La plupart des autres gemmes se trouvent, à l'origine, dans des pegmatites, notamment dans celles dont la teneur en lithium et en sodium est relativement élevée. Plusieurs genres de pierres fines, comme le lapis-lazuli et le jade, se trouvent dans des gîtes de contact métasomatiques, renfermés dans du calcaire, du schiste ou du gneiss.

Une grande partie de la production mondiale de pierres précieuses provient de placers, car la plupart d'entre elles, sans être des plus lourdes, sont dures et résistent à l'érosion. Ce fait explique que les pierres renfermées à l'origine dans des gîtes des genres dont il est question au paragraphe précédent tendent à se grouper dans les placers, dans les placers de plage notamment. Elles étaient souvent, à l'origine, éparpillées dans des gîtes qui n'auraient pas pu être exploités à profit et elles se sont groupées par un lent processus tout comme l'or recueilli dans certains placers riches provient de roches très pauvres en or. On pourrait donc découvrir des gemmes dans les gîtes alluvionnaires du pays, notamment dans la région de la Cordillère.

On ne saurait traiter de la possibilité de découvrir des gemmes au Canada sans parler des nombreux efforts faits pour découvrir la provenance des célèbres diamants du Wisconsin. Avant la fin du dernier siècle, on signala la découverte d'au moins 17 diamants dans les dépôts glaciaires du Wisconsin et des États voisins. On a tout lieu de croire que ces diamants furent charriés là à partir d'un ou plusieurs gîtes qui existaient dans le bouclier canadien. On a tenté à plusieurs reprises d'en trouver la provenance: des équipes assez bien organisées s'y sont essayées après avoir étudié avec soin la direction probable de la marche des glaciers et des matériaux qu'ils charriaient. Toutes ces tentatives ont échoué, mais il se peut que le hasard ou des connaissances plus précises sur les processus glaciaires permette de découvrir des diamants dans le bouclier canadien. Nous donnons ci-dessous une liste d'articles à ce sujet. Les seules autres indications de la présence de diamants au Canada sont l'existence présumée de diamants microscopiques dans les régions de Bridge River et de Tulameen (C.-B.). Mais des travaux subséquents ont révélé que ces prétendus diamants étaient de la périclase synthétique formée par l'échauffement de morceaux de roche.

On rencontre des gemmes d'importance secondaire et des pierres fines, l'améthyste par exemple, dans plusieurs régions du pays. De nombreux endroits contiennent, soit dans la roche en place soit dans des cailloux et des gros galets, des pierres convenant à la parure, comme l'agate.

Les renseignements dont on dispose ne semblent pas de nature à pousser les prospecteurs à ne chercher que des gemmes, mais les prospecteurs auront peut-être profit à acquérir quelques connaissances sur les particularités et les modes de rencontre des gemmes, pierres fines et pierres de parure, ainsi qu'à être sur le qui-vive pour en trouver lorsqu'ils cherchent d'autres métaux et minéraux. Ils devraient au moins apprendre à reconnaître les grenats et les petits cristaux transparents de quartz, rutile, etc., qui abondent, mais sont presque toujours dépourvus de valeur. Nombreux sont ceux qui, les prenant pour des rubis ou des diamants, en envoient aux services de l'État pour examen. Remarquons aussi qu'il

La prospection au Canada

y a de grandes différences dans la qualité des minéraux qui se présentent parfois sous forme de gemmes. C'est pourquoi il ne suffit pas d'établir qu'il s'agit d'un minéral dont certaines gemmes sont constituées. Il faut souvent en faire évaluer la qualité par un joaillier ou par un minéralogiste qui étudie spécialement les gemmes.

A consulter

Bell, Robert: "Occurrence of Diamonds in the Northern States"; *Precambrian*, avril 1953, pages 22 et 23.

Bruet, Edmond: *Le Diamant*; Payot, Paris.

Ouvrage français, complet, rédigé de façon non technique, sur la recherche des diamants.

Field, D. S. M.: "The Question of Diamonds in Canada"; *J. Gemmol.*, vol. II, n° 3, 1949, pages 103 à 111.

———: "Canadian Gems and Gem Localities"; *J. Gemmol.*, vol. I, n° 5, janv. 1948, pages 20 à 30; vol. I, n° 8, oct. 1948, pages 21 à 33; vol. II, n° 1, janv. 1949, pages 6 à 15.

Hobbs, Wm. H.: "The Diamonds of the Great Lakes"; *Precambrian*, mars 1953, pages 17 à 20.

Kraus, E. H., et Slawson, C. B.: *Gems and Gem Materials*; McGraw-Hill, New York, 1947.
Manuel classique.

Kunz, G. F.: *Gems and Precious Stones of North America*; Scientific Publishing Co., New York, 1892.

Gros ouvrage complet sur ce sujet. Probablement épuisé.

Poitevin, E.: "Pierres précieuses et minéraux rares de valeur marchande"; dans *La prospection au Canada*, Comm. géol., Canada, Série de la géol. appliquée, n° 7, 2^e éd., 1934, pages 100 à 110.

Édition épuisée, mais que l'on peut consulter dans plusieurs bibliothèques. Elle contient des renseignements non insérés dans la présente édition et utiles pour quiconque est à la recherche de ces minéraux.

Smith, Arthur: *Semi-precious Stones*; Penguin Books, 1952. Petit livre bon marché, avec illustrations en couleur.

Radium

Le radium existe en infimes quantités dans tous les minerais d'uranium (1/3,000,000 environ). Il n'y a pas de minerai distinct de radium. Autrefois, on extrayait ces minerais pour leur teneur en radium, mais de nos jours on les extrait surtout pour leur teneur en uranium. Certaines mines d'uranium livrent tout le radium dont on a besoin. Le radium contenu dans une tonne de minerai ou de concentré n'a que peu de valeur et n'entre pas en ligne de compte dans le calcul des montants à verser, l'uranium seul étant considéré.

Le radium trouve d'importants emplois médicaux et industriels, mais dans certains cas, on le remplace aujourd'hui par des radiocorps moins coûteux et mieux adaptés au but visé, produits dans des réacteurs nucléaires.

Sélénium

Le Canada est l'un des principaux pays producteurs de sélénium, qui s'emploie surtout dans l'industrie électrique et celle de l'électronique. On dit que la demande augmente. Le métal est récupéré comme sous-produit de l'affinage du cuivre. Il ne se présente probablement pas en gîtes exploitables pour le sélénium seulement.

A consulter

Le sélénium au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Spath fluor

Le spath fluor ou fluorine (fluorure de calcium) est un minéral essentiel en métallurgie. On en tire le fondant qui sert lors de l'élaboration de l'aluminium; il sert, tel quel, en sidérurgie et on le transforme en divers produits chimiques. En 1954, le Canada a produit environ 119,000 tonnes de spath fluor, évaluées à près de 3 millions de dollars. Presque toute cette production provenait de 6 mines de Terre-Neuve, où l'on a rapporté la présence de vastes réserves de minerai. Le reste, soit un millier de tonnes, provenait d'une mine des environs de Madoc (Ont.). On en connaît d'autres gîtes ailleurs au Canada, mais il est probable que seuls auront une valeur marchande les gîtes étendus situés dans des lieux accessibles.

A consulter

Wilson, M. E.: *Fluorspar Deposits of Canada*; Comm. géol., Canada, Série de la géol. écon., n° 6, 1929. Prix 50 cents.

Le spath fluor au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Terres rares

L'appellation "terres rares", déjà très ancienne mais inexacte et qu'on vient de proposer de remplacer par le néologisme "lanthanides", désigne une série de quinze éléments apparentés de près par leurs propriétés chimiques et physiques. Ces éléments ne sont pas vraiment rares, bien qu'ils soient d'ordinaire épars en gîtes petits et sans grande valeur. Ce sont en réalité des métaux auxquels leurs oxydes terreux a fait donner le nom de "terres". La plupart des auteurs qui traitent du sujet des terres rares parlent en même temps de l'yttrium, élément ayant quelques propriétés apparentées à celles des autres éléments de la série des terres rares. Tous les spécialistes en la matière ne s'entendent pas sur le classement des terres rares, mais le groupement ordinairement adopté est le suivant:

Lanthane	}	Éléments du groupe du cérium
Cérium		
Praséodyme		
Néodyme		
Prométhéum		
Samarium		
Europium	}	Éléments du groupe de l'yttrium
Gadolinium		
Terbium		
Dysprosium		
Holmium		
Erbium		
Thulium		
Ytterbium		
Lutécium		
Yttrium		

La prospection au Canada

Tous ces éléments, sauf l'yttrium, sont classés ci-dessus par ordre de poids atomique. Le premier groupe est connu sous le nom commun de "terres rares légères" et le second, de "terres rares lourdes".

Les éléments du groupe du cérium servent, entre autres choses, à la fabrication d'électrodes de carbone et d'alliages spéciaux. Quelques-unes des terres rares lourdes, ainsi que l'yttrium, serviraient de plus à des usages spéciaux. On obtient les terres rares légères de deux sources: les concentrés de monazite (extraite de sables de plage et de placers du Brésil, de Ceylan, de l'Inde, des États-unis et d'autres pays) et la bastnaésite (carbonate fluaté de terres rares, etc.) extraite aux États-Unis d'un amas de roche carbonatée. Certains éléments du groupe du cérium se trouvent aussi dans l'allanite et le pyrochlore. A ce qu'on rapporte, les approvisionnements mondiaux suffisent aux besoins du monde entier. Les venues de monazite et d'allanite sont assez fréquentes au Canada et l'on a découvert des gîtes de bastnaésite dans la propriété *Rexspar*, en Colombie-Britannique.

Par contre, on rapporte une pénurie de terres rares lourdes et ces éléments, surtout le gadolinium, sont assez recherchés. Ils se rencontrent dans la xénotime, la gadolinite, la fergusonite, l'euxénite, la samarskite, etc., ordinairement à titre de minéraux associés, dans quelques pegmatites et d'autres gîtes apparentés. Ils entrent aussi, comme éléments accessoires, dans des roches granitiques, que l'érosion pourrait transformer en gisements alluvionnaires. Au Canada, on a découvert plusieurs venues de ces minéraux, notamment dans des pegmatites de la région de Grenville, dans le bouclier canadien. Comme elles contiennent de l'uranium et du thorium en plus des terres rares, ces roches sont pour la plupart mentionnées dans l'ouvrage donné plus bas, *Canadian Deposits of Uranium and Thorium*. Du fait de leur radioactivité, les prospecteurs peuvent les détecter au moyen d'appareils de radioprospection.

Prospecteurs et sociétés minières s'intéressent de plus en plus aux terres rares, notamment au gadolinium et à d'autres éléments du groupe de l'yttrium. Ils se heurtent à plusieurs difficultés: seules des analyses en laboratoire permettent de reconnaître facilement ces minéraux; il est difficile de s'en procurer des échantillons pour étude (la Commission géologique du Canada n'arrive pas à en recueillir assez pour en vendre); il faudrait probablement que les gîtes exploitables contiennent une assez grosse quantité du minéral ou des minéraux recherchés; enfin, il est coûteux et difficile d'en faire l'analyse chimique. La Direction des mines, du ministère des Mines et des Relevés techniques, fait des analyses pour déterminer la teneur d'ensemble en terres rares et la teneur en cérium (voir chapitre XIV); il est probablement plus économique de faire procéder à des analyses spectrographiques semi-quantitatives par certains laboratoires (gouvernements provinciaux ou entreprises commerciales), mais ils ne fournissent d'ordinaire que les données relatives à certains de ces éléments, notamment le cérium, le lanthane, l'yttrium et l'ytterbium.

Jusqu'ici, les gîtes de terres rares n'ont fait l'objet que d'un petit nombre d'études géologiques. Il est probable que le nombre des renseignements publiés à ce sujet augmentera au cours des années prochaines.

A consulter

Ellsworth, H. V.: *Rare-element Minerals of Canada*; Comm. géol., Canada, Série de la géol. écon., n° 11, 1932 (Épuisé).

Remarques sur quelques métaux et minéraux

Lang, A. H.: *Canadian Deposits of Uranium and Thorium*; Comm. géol., Canada, Série de la géol. écon., n° 16, 1952. Prix \$1.

Olson, J. C., et d'autres auteurs: *Rare-earth Mineral Deposits of the Mountain Pass District, San Bernadino County, California*; U.S.G.S. Prof. Paper 261, 1954.

Vickery, R. C.: *Chemistry of the Lanthanons*; Academic Press, New York, 1953. Prix \$6.

L'ouvrage contient un historique sur les terres rares et un aperçu sur les minéraux à terres rares.

Thorium

Le thorium trouve quelques usages industriels, mais il ne se vend pas actuellement au Canada, et les marchés étrangers en sont bien pourvus. Depuis quelques années, on s'intéresse vivement aux minerais de thorium, parce que, comme ceux de radium, ils sont radioactifs et qu'on étudie la possibilité d'utiliser ce métal pour la production d'énergie nucléaire. Bien qu'il semble improbable que le thorium vienne en grande demande dans un avenir immédiat, quelques sociétés, espérant que la demande augmentera à l'avenir, cherchent à acquérir et explorer les gîtes qui se révèlent particulièrement riches.

Les principaux minerais de thorium sont la thorite, l'uranothorite et un groupe de minéraux à thorium et terres rares, par exemple, la monazite, le pyrochlore, la bastnaésite et l'allanite. Les principales sources actuelles de thorium sont les gîtes de pyrochlore, en Afrique, ceux de bastnaésite, aux États-Unis, ainsi que les sables de plage à monazite et d'autres genres de gisements alluvionnaires en Inde, à Ceylan, au Brésil et en Malaisie. Étant pour la plupart plus résistants que les minerais d'uranium, les minerais de thorium se sont concentrés en gisements alluvionnaires dans plusieurs parties du globe.

Il y a au Canada un certain nombre de venues connues de minerais de thorium et dont bon nombre sont signalées dans des publications. Il s'agit surtout de minéraux accessoires contenus dans des pegmatites ou dans des gîtes du même genre. On en trouve sous forme de placers et dans des roches sédimentaires. Il n'est guère probable qu'on en vienne à les exploiter pour le thorium seulement, à moins que la demande de thorium n'augmente sensiblement, mais il vaudrait la peine d'étudier attentivement la question si l'on trouvait un gîte étendu à haute teneur en thorium ou s'il était assez facile d'extraire le thorium comme sous-produit de l'exploitation d'un gisement métallique ou autre.

Quelques-uns des ouvrages de référence énumérés à la section de l'uranium contiennent aussi beaucoup de renseignements sur le thorium.

Titane

Le titane prend une importance croissante depuis quelques années au Canada. On exploite en effet dans la région du lac Allard (P.Q.) l'un des gîtes titanifères les plus étendus au monde et, le bioxyde de titane concentré que l'on produit sert de matière première à l'industrie américaine des couleurs minérales au bioxyde de titane. En 1954, le Canada a produit de l'oxyde de titane pour près de 4 millions de dollars. Bien que le titane à l'état de métal s'emploie à certains usages spéciaux, soit pur, soit allié, on n'en utilise en tout que relativement peu. Il est difficile d'extraire à bon marché le métal de ses minerais et l'on n'a pas encore résolu les difficultés métallurgiques que posent la fusion, le laminage et le forgeage du métal, ainsi que la récupération des rebuts. Ces questions font l'objet

La prospection au Canada

de nombreuses recherches; si elles sont résolues, on aura sans doute besoin de plus fortes quantités de titane à l'état de métal. Cependant, vu qu'on connaît déjà l'existence de gîtes étendus au Canada et ailleurs, un gîte de découverte, pour rivaliser avec eux, devrait probablement être vaste, riche en bioxyde de titane, situé à proximité de moyens de transport à bon marché et le minerai devrait pouvoir se concentrer sans trop de difficultés.

Les principaux minerais de titane sont la magnétite titanifère et l'ilménite (toutes deux composées d'oxyde de fer titané), et le rutile (oxyde de titane). L'industrie considère comme minerais de magnétite titanifère ceux qui contiennent moins de 20 p. 100 de titane environ et comme minerais d'ilménite, ceux qui en contiennent un taux plus élevé.

Dans la partie sud du bouclier canadien située dans le Québec, on trouve un nombre assez grand de venues d'ilménite et de magnétite titanifère, dont quelques-unes sont connues depuis nombre d'années. On considère ces gîtes comme des ségrégations magmatiques contenues dans de l'anorthosite, roche composée presque entièrement de feldspath à plagioclase et contenant fréquemment, comme minéraux accessoires, de petites quantités d'ilménite et de magnétite. Depuis nombre d'années, on exploite, sur une échelle relativement petite, quelques-uns de ces gîtes, notamment celui qui est situé près de Saint-Urbain (P.Q.).

La présence d'ilménite dans la région connue maintenant sous le nom de région du lac Allard fut signalée pour la première fois par M. J. A. Retty, employé alors par le ministère des Mines de Québec, à la suite d'une reconnaissance géologique faite en 1941. Cette découverte poussa deux grandes sociétés minières à borner et acheter des claims. Depuis 1944, elles ont fait de nombreux travaux de prospection, reconnaissances géologiques, levés aéromagnétiques et sondages au diamant, qui ont abouti à la découverte de huit gîtes d'ilménite distincts. En 1947, elles avaient délimité des réserves très volumineuses de minerai, notamment dans l'un de ces gîtes, vers lequel on entreprit en 1945 de construire une voie ferrée à partir de Havre-Saint-Pierre. On a construit une usine de traitement de ce minerai à Sorel (P.Q.).

Les gîtes de la région du lac Allard se trouvent dans l'angle nord-est d'un vaste massif intrusif d'anorthosite. Les massifs de minerai sont formés de dykes noirs, de lentilles et d'amas en forme de filons-couches dont l'anorthosite contient de l'ilménite, soit en masses soit en particules disséminées. On croit qu'ils sont apparentés à l'anorthosite par leur origine, et qu'ils l'ont envahie après sa solidification et sa fissuration, à l'un des derniers stades du processus d'intrusion. A ce qu'on rapporte, le minerai contient en moyenne 35 p. 100 d'oxyde de titane et 40 p. 100 de fer.

A consulter

Retty, J. A.: *Région de la rivière Romaine inférieure*; min. Mines de Québec, rapp. géol. n° 19, pages 3 à 29, 1944.

Rapport géologique qui a attiré l'attention sur les venues de titane.

Hammond, P.: "Allard Lake Ilmenite Deposits"; *Econ. Geol.*, vol. 47, n° 6, 1952, pages 634 à 649.

Étude sur la géologie et les gîtes de minerai de la région du lac Allard et exposé de méthodes d'exploration.

Remarques sur quelques métaux et minéraux

Hammond, P.: "Geology of Allard Lake Ilmenite Deposits"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. LII, 1949, pages 64 à 68.

Article sur la géologie et la méthode d'exploration de ces gîtes et leur nature et origine.

Shapiro, L., et Brannock, W. W.: "A Field Method for the Determination of Titanium in Rocks"; *Econ. Geol.*, vol. 48, n° 4, 1953, pages 282 à 287.

Description d'une méthode rapide de détermination de la teneur approximative de TiO_2 dans les échantillons de roches.

Barksdale, J.: *Titanium, Its Occurrence, Chemistry, and Technology*; Ronald Press, New York, 1949. Prix \$12.

Livre qui traite surtout du traitement du titane et de ses usages, mais qui contient des chapitres sur la géologie, la minéralogie et le mode de rencontre du titane, ainsi que sur les gîtes minéraux titanifères.

Le titane au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Tungstène

Le tungstène ou wolfram, élément essentiel de certains aciers alliés, provient de minerais qui sont la scheelite (tungstate de calcium) et la wolframite (tungstate de fer et de manganèse). La scheelite se rencontre d'ordinaire dans des filons de quartz, des zones silicifiées dans du granit, des gîtes de substitution et des gîtes de métasomatose de contact. On en a trouvé dans de nombreux endroits du bouclier canadien, de la région de la Cordillère et de celle des Apalaches. En outre, on a trouvé quelques venues de wolframite au Canada. Enfin, on trouve dans des placers des quantités relativement petites de minerais de tungstène.

En 1954, le Canada a produit 1,085 tonnes d'oxyde tungstique évaluées à environ \$5,800,000. Presque toute cette production provenait de la mine *Emerald* et des mines affiliées, ainsi que de la mine *Red Rose* près d'Hazelton (C.-B.). Ces mines détiennent des contrats de vente de concentrés de tungstène, mais il est improbable que d'autres mines puissent s'ouvrir dans l'état de choses actuel, à moins qu'on ne découvre des gîtes de valeur exceptionnelle, car on répond déjà aux besoins mondiaux de tungstène. Si la demande augmentait, les prospecteurs reprendraient peut-être de l'intérêt aux recherches de tungstène et la facilité avec laquelle on découvre la présence de scheelite au moyen d'une lampe fluorescente leur serait très utile.

A consulter

McLaren, D.: "Detection of Scheelite by Ultra-Violet Radiation"; *Can. Min. J.*, vol. 64, n° 8, 1943, pages 494 à 500.

Étude sur les rayons ultra-violet, les lampes portatives et leur application à la découverte de scheelite.

Jolliffe, A. W., et Folinsbee, R. E.: "Grading Scheelite Deposits with an Ultra-Violet Lamp"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLV, 1942, pages 91 à 98.

Exposé de la méthode mise au point par les auteurs pour estimer la quantité de scheelite contenue dans un gîte au moyen d'une lampe fluorescente.

Stoll, W. M.: "Tungsten Mining in Canada"; *Western Miner*, vol. 26, n° 11, 1953, pages 90 à 95.

Étude sur les venues de wolfram (tungstène), la plupart en Colombie-Britannique, et les usages et la mise en vente du wolfram.

La prospection au Canada

Little, J. D., et d'autres: "The Lead-Zinc and Tungsten Properties of Canadian Exploration Limited, Salmo, B.C."; *Trans Can. Inst. Min. Met.*, vol. LVI, 1953, pages 228 à 236.

Étude sur l'histoire, la géologie et les gîtes de la propriété qu'exploite actuellement la *Canadian Exploration Limited*.

Stevenson, J. S. et d'autres: *Tungsten Deposits of British Columbia*; min. des Mines de la C.-B., bull. 10, révisé, 1941 (Épuisé).

Rapport détaillé comprenant des renseignements d'ordre général sur le mode de rencontre du tungstène et les essais faits sur place pour déterminer la présence de minerais de tungstène, ainsi que sur l'usage de lampes fluorescentes, et descriptions de gîtes découverts en Colombie-Britannique jusqu'en 1941.

Messervey, J. P.: *Tungsten in Nova Scotia*; min. des Trav. publics et des Mines de la N.-É., brochure 29, 1931.

Renseignements succincts sur le tungstène et les venues de tungstène en Nouvelle-Écosse.

Ball, Clive W.: "The Emerald, Feeney and Dodger Tungsten Ore-Bodies, Salmo, British Columbia"; *Econ. Geol.*, vol. 49, n° 6, 1954, pages 625 à 638.

Le tungstène au Canada; exposé sommaire annuel rédigé par la Division des Ressources minérales, min. Mines et Relevés techniques.

Vanadium

Le vanadium a d'importants usages. Il entre dans la composition de certains alliages d'acier et sert à améliorer la qualité de la fonte. Le Canada ne produit pas de vanadium et l'on ne l'y a trouvé qu'en quelques endroits. On l'extrait à l'étranger de divers composés dont les principaux sont la patronite (minéral complexe contenant une forte proportion de sulfure de vanadium), la roscéolite (variété de mica vanadié), la carnotite (vanadate hydréux d'uranium et de potassium) et la vanadinite (vanadate de plomb). Ce qui suit au sujet des venues de vanadium et des chances d'en découvrir au Canada est tiré du "Guide à l'usage du prospecteur dans la recherche de certains minéraux de guerre au Canada", publication épuisée de l'ancien ministère des Mines et des Ressources:

"On récupère le vanadium: comme sous-produit dans l'extraction d'autres métaux, des vanadates qu'on trouve dans les zones oxydées de certaines mines de plomb, et des minerais de vanadium que l'on extrait dans l'ouest des États-Unis, au Pérou et dans quelques autres pays.

"Les minerais de l'ouest des États-Unis se composent de carnotite, de roscéolite, de vanoxite de d'autres minéraux de vanadium plus rares. Ce sont des gîtes de substitution qui longent certaines couches de grès mésozoïque et certaines zones bréchiformes des mêmes roches. Le minerai est associé au gypse et au bois carbonisé. Il existe au Pérou un gisement de minerai de vanadium à haute teneur dont la production est considérable et qui se présente sous forme d'une lentille parallèle aux plans de stratification du schiste mésozoïque. Le minerai est à cet endroit un sulfure complexe, qu'on appelle patronite et qui est associé à du gypse et à des amas d'hydrocarbure noir verdâtre. Son association avec le gypse, le bois carbonisé et les hydrocarbures confirme l'opinion générale que ces minerais ont été déposés par des eaux superficielles de la catégorie des sulfates et que la réaction avec le carbone ou les hydrocarbures dans les roches sédimentaires a favorisé leur déposition.

“Les chances de découvrir au Canada des sédiments ou des asphaltes qui contiennent du vanadium ne sont pas très grandes, mais on ne doit toutefois pas ignorer la possibilité d'en découvrir. Les essais qu'on a faits jusqu'ici sur les sables bitumineux de l'Alberta, qui paraissaient prometteurs, ont donné des résultats désappointants; même échec avec les sédiments du Carbonifère supérieur du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, que rendait également intéressant leur teneur appréciable en cuivre dans divers gîtes concentrés autour du bois carbonisé ou de la matière charbonneuse.

“Le petit affleurement d'une couche, dont l'épaisseur varie de 1 à 4 pouces et dont la roche très noire contient du vanadium, passe entre deux coulées de lave, sur le groupe de claims Valdes, à l'extrémité nord de l'île Quadra, à environ 6 milles au nord-est de l'île Vancouver. Les échantillons de cette roche, probablement triasique, avaient une teneur de 2.16 de V_2O_3 , qui est insuffisante pour donner une valeur économique à un gisement qui n'est pas considérable.

“Tous les minerais de magnétite stannifère, dont on connaît plusieurs gisements au Canada, contiennent de petites quantités de vanadium. La récupération du vanadium à titre de sous-produit reste toutefois un problème de métallurgie auquel on n'a pas encore trouvé de solution économique, excepté dans le cas des minerais dont la teneur en oxyde de titane (TiO_2) est inférieure à 2.5 p. 100.

“Quant à la possibilité de découvrir au Canada des grès à teneur de carnotite, on connaît si peu l'origine de ce minéral qu'on ne peut se prononcer dans un sens ou dans l'autre. On devrait de toute façon examiner de près et avec soin les grès qui renferment une substance carbonisée, surtout si on y aperçoit certaine tache ou incrustation jaune.”

Au cours des dernières années, on a trouvé du vanadium en quantités relativement faibles dans plusieurs gîtes d'uranium d'origine hydrothermale de la région de Goldfields (Sask.). On a établi qu'il s'agit là d'un nouveau minéral de vanadate de fer appelé nolanite.

A consulter

Gunning, H. C., et Carlisle, D.: “Vanadium on the West Coast of British Columbia”; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XLVII, 1944, pages 415 à 423.

Description de quelques-unes des rares venues de vanadium connues au Canada.

Robinson, S. C.: *Mineralogy of Uranium Deposits, Goldfields, Saskatchewan*; *Comm. géol., Canada*, bull. 31 (1955).

Rapport qui décrit les venues susmentionnées de nolanite.

Zirconium

Ce métal résiste très bien à la chaleur et à la corrosion. Son emploi présenterait divers avantages dans certaines parties des réacteurs nucléaires et dans d'autres cas spéciaux. La découverte de gîtes de valeur marchande au Canada serait donc intéressante bien que le zirconium ne fasse pas défaut sur les marchés mondiaux.

Le principal minéral de zirconium est le zircon (silicate de zirconium). Le zircon constitue un minéral accessoire dans diverses roches granitiques ou pegmatitiques, dans lesquelles il est disséminé en petites quantités, mais on n'en

La prospection au Canada

a pas encore signalé la présence en amas d'une certaine importance et seuls quelques pays en produisent. On le trouve dans des placers de plage qui contiennent aussi de l'ilménite, du rutile et de la monazite. Les endroits où la prospection a le plus de chances d'être fructueuse sont donc les gîtes de plage et de cours d'eau. Certains spécimens de zircon étant fluorescents, cette propriété pourrait aider le prospecteur à découvrir et évaluer des venues.

En outre, le zirconium s'extrait au Brésil de la baddeleyite, qu'on y rencontre censément en grandes quantités en association dans des dykes de pegmatite.

Quiconque s'intéresse aux chances de découvrir un gîte exploitable de zirconium doit savoir qu'on connaît déjà de nombreuses venues dont on peut extraire des spécimens de zircon et obtenir, si on procède à un choix particulier, des échantillons qui fournissent des analyses pleines de promesses. Il faut chercher des gîtes exceptionnels ou des gîtes qui permettraient de récupérer du zircon comme sous-produit. En 1954, les concentrés de zircon contenant 65 p. 100 au moins d'oxyde de zirconium se vendaient \$48 la tonne forte aux États-Unis.

CHAPITRE XIII

EXPLOITATION DES PLACERS ET EXPLOITATION FILONNIENNE EN PETIT

Placers

Comme il arriva dans la plupart des pays, la première exploitation minière de quelque importance au Canada fut celle des placers aurifères, qui atteignit son apogée vers la fin du siècle dernier. Depuis lors, on n'a pas découvert de nouveau district minier riche en placers, bien qu'on ait, de temps à autre, découvert d'autres gîtes productifs dans des régions placériennes déjà connues de la région de la Cordillère. On y trouvera probablement d'autres gisements exploitables et quelques-uns des gîtes déjà connus, qui n'avaient pas pu être exploités auparavant, le seront peut-être plus tard. De plus, il se peut qu'on découvre de nouveaux territoires contenant des gîtes d'or alluvionnier, de valeur économique, ou d'autres minéraux; cependant, les recherches généralisées poursuivies au cours des grandes périodes d'exploitation des placers ont naturellement réduit les chances de découvrir de ces gîtes. Par conséquent, bien que les prospecteurs et les exploitants s'intéressent surtout aux gîtes filoniens, quelques prospecteurs continuent à chercher spécialement des placers. Tous les prospecteurs devraient se familiariser avec les règles fondamentales de l'exploitation des placers et, en terrain d'alluvion, tenir compte de la possibilité de découvrir des gisements alluvionnaires valant la peine d'être exploités.

Le sujet des gisements de placers (ou alluvionnaires) est très vaste et ceux qui désirent le connaître à fond disposent de nombreux ouvrages. Les pages qui suivent traitent du sujet plus au long qu'il ne convenait de le faire dans le chapitre général sur les gîtes minéraux (chapitre IV). On y trouvera un bref historique des principales régions de placers au Canada, des détails sur leur répartition, ainsi que de courtes descriptions des méthodes de prospection, d'essai et d'exploitation, notamment celles qui sont utiles dans le cas de la prospection individuelle et des petites exploitations. Certaines sociétés dirigent encore quelques grandes exploitations de placers dans l'Ouest du pays. Les sociétés intéressées à exploiter de nouveaux placers feraient bien de consulter des ingénieurs et des géologues possédant une grande expérience en ce qui a trait aux placers et aux diverses étapes de leur exploitation. Les pages qui suivent traitent surtout des placers aurifères, mais l'exposé s'applique aussi en grande partie aux concentrations d'autres minéraux lourds qu'on découvrirait en quantités exploitables.

Placers, origine et type¹

Les placers sont des dépôts de sable, de gravier ou autres alluvions contenant des particules d'or ou d'autres minéraux lourds de valeur. L'or a été et reste le minéral placérien le plus important du pays. On a trouvé du platine aurifère dans les placers du district de Tulameen et dans quelques autres endroits de la Colombie-Britannique et du Yukon, mais non, en général, en quantités exploitables. Presque tout ce platine a été extrait aux premiers temps de l'industrie minière canadienne, époque où le prix de ce métal n'était guère élevé.

En général, il faut que trois conditions se réalisent pour que se forment des placers exploitables: (1) la présence dans le voisinage d'un minéral de valeur; (2) le dégagement de ce minéral à la suite de la désintégration de la roche en place par l'intempérisme; et (3) sa concentration par l'action des cours d'eau ou des vagues. Il arrive, mais rarement, que des gîtes minéraux se désagrègent sur place et forment des placers dits de ce fait "résiduels". La plupart des placers riches sont le résultat de la concentration de minéraux provenant d'énormes quantités de roches de régions qui furent d'abord soulevées, puis sillonnées par des cours d'eau et rongées par l'érosion de façon à réduire de milliers de pieds le niveau du sol et à créer des étendues à faible relief. Comme les placers aurifères sont les seuls gîtes très importants de ce genre au Canada, c'est d'eux que nous traitons dans les lignes qui suivent.

La présence de placers dans une région dénote parfois, mais pas toujours, l'existence de gîtes filoniens exploitables. Par exemple, on a pu exploiter avec succès à la fois des gîtes alluvionnaires et des gîtes filoniens dans le district de Cariboo (Colombie-Britannique). D'autre part, il se peut que l'or de certains districts de placers ait existé dans les parties oxydées supérieures de gîtes de minerais sulfurés ou dans des filons qui furent entièrement rongés par l'érosion, ou qu'il en reste si peu qu'il n'y ait pas lieu d'en entreprendre l'exploitation. Ainsi, on n'a découvert aucun gîte d'or filonien au Klondike, où l'or alluvionnaire a été extrait de filons de quartz aurifère; les vestiges qu'on a pu découvrir jusqu'ici ne sont plus exploitables. Les grandes quantités de gravier quartzifère provenant de l'érosion de roches tendres traversées de filons épars montrent que des milles cubes de roche en place ont été transportés hors de la région. Il se peut qu'une partie de l'or des placers résiduels ait été formée par le dépôt de sels en solution, mais les pépites trouvées dans les graviers des cours d'eau ne semblent pas avoir été formées de cette façon. La plupart des pépites sont fortement usées par l'eau et les cristaux d'or et fragments à angles vifs qu'on trouve de temps à autre dans certains placers ont sans doute été protégés par enfouissement ou n'ont été libérés de leur gangue que peu de temps avant leur découverte.

La répartition de l'or dans les placers est irrégulière. De l'or en gros grains, accompagné d'ordinaire d'or fin ou moyen, est parfois éparpillé dans les 10 ou 15 pieds inférieurs des bancs de gravier, surtout lorsque ce dernier est très argileux ou contient d'autres matières fines. Cet or est le plus souvent ramassé sur la roche en place ou tout près. On rencontre parfois des accumulations d'or à divers niveaux au sein d'un dépôt de gravier. Il s'agit alors d'un faux bed-rock d'argile ou de quelque autre couche imperméable. On en rencontre par-

¹ Cette section reprend, en le modifiant, l'exposé rédigé par M. W. A. Johnston pour figurer dans les éditions antérieures de la présente publication.

fois, mais pas toujours, au plus profond du lit d'un cours d'eau. Parfois, une bande ou une veine de gravier aurifère s'étend sur toute la largeur du fond d'un cours d'eau dans les vallées étroites en V; dans les vallées larges et à fond aplati, cette bande ou cette veine sera probablement plus étroite que le fond de la vallée et suivra peut-être un tracé bien différent de celui du cours d'eau actuel. La plupart des veines de placers des vallées larges furent formées à l'origine dans des vallées étroites à pentes assez prononcées. Les alluvions les ensevelirent à mesure que ces pentes s'adoucissaient et que la vallée s'élargissait par la création de méandres dans le cours d'eau. La plupart des cours d'eau à pente faible se déplacent latéralement et les coudes ainsi formés se déplacent vers l'aval, de sorte que le cours d'eau remanie nombre de fois les matériaux du fond de la vallée. Ce processus peut déplacer une veine de placers. D'autre fois, elle reste en place, quand les matériaux déposés sont grossiers ou qu'ils se cimentent ou durcissent peu après le déplacement du cours d'eau. Les veines de placers ne sont pas ininterrompues et parfois elles se divisent ou meurent brusquement, car l'or s'amasse surtout dans des endroits comme l'intérieur des coudes, où les matériaux sont tour à tour déposés et érodés et où la roche en place tend à retenir l'or. Parfois, un mouvement de surrection ou une autre cause amène un recusement de la vallée par le cours d'eau et l'ancienne veine, selon sa position, descend alors en même temps que la vallée s'approfondit ou, restant en place, devient une terrasse aurifère ou un placer d'ancien lit. Il peut donc y avoir du terrain stérile au fond de la vallée actuelle du cours d'eau dans les bandes bordées par une ou plusieurs terrasses de roche et il peut se trouver des terrains exceptionnellement riches là où le cours d'eau s'est creusé un nouveau lit sous l'ancien.

Les marmites et autres creux de la roche en place dans le lit d'un cours d'eau contiennent rarement de l'or. Ces dépressions sont formées par l'érosion et l'or qu'y apporte le cours d'eau est probablement moulu si fin par l'action du sable et du gravier portés par le courant qu'il est charrié au loin. Les parties submergées des deltas ne contiennent pas d'or pour la peine. Il y en a parfois un peu dans les cônes de déjection qui forment souvent la partie supérieure des deltas, mais il ne peut y avoir que de l'or fin dans ces cônes et, vu que les bras du cours d'eau se déplacent souvent, il n'est guère possible à l'or de s'amasser en veines.

L'or flottant qui atterrit, lors des crues, sur des bancs de rivière et y forme des placers de petite profondeur est si fin ou en paillettes si petites que l'eau boueuse peut le charrier. Le rendement au pan, du fait de la grosseur de parcelles d'or, varie de quelques-unes à plusieurs milliers au cent. Dans des régions où l'or fin est entraîné dans les cours d'eau par l'érosion de leurs rives ou de leurs lits, il arrive parfois que des veines de placers se rencontrent dans leurs bancs de sable. La plupart d'entre elles ne sont épaisses que de quelques pouces à un ou deux pieds et reposent à la surface, ou tout près, entre les niveaux de l'étiage et des hautes eaux, en des endroits (comme par exemple du côté amont des bancs) où les conditions favorisent une alternance de déposition et d'érosion des matériaux charriés par le cours d'eau. Elles prennent parfois la forme de lits de gravier aurifère accrochés à divers niveaux au-dessus des cours d'eau. A mesure qu'alterne le travail de déposition et celui d'érosion, les bancs de rivière se déplacent vers l'aval; les anciens placers se détruisent et sont remplacés par des nouveaux, mais à un rythme très lent. Les riches gîtes d'or en paillettes fines exploités aux

La prospection au Canada

débuts de la colonisation le long du Fraser et sur d'autres cours d'eau du Canada étaient en voie de formation depuis la période post-glaciaire. Les gîtes alluvionnaires des rivières Saskatchewan et Athabaska, en Alberta, de même que la plupart de ceux qui s'échelonnent le long du Fraser, de la Stikine et du Columbia, en Colombie-Britannique, sont de ce type. Les bancs les plus riches ont dans bien des cas été exploités à plusieurs reprises. La première exploitation, naturellement, a été la plus payante et les travaux faits au cours des dernières années ont rarement été rémunérateurs. Il n'y a que très peu d'or au-dessous de l'étiage dans les vallées de cours d'eau contenant des gîtes d'or en paillettes dépourvus d'or gros ou moyen et les veines de paillettes fines sont minces et discontinues. Nombre de tentatives d'exploitation en grand de placers par dragage et d'autres méthodes sur ces cours d'eau (le Fraser, par exemple) ont échoué parce qu'on n'avait pas compris la nature du filon ou mal reconnu le terrain.

Les placers dits de plaines gravelées se forment dans de larges vallées ou plaines alluviales où le gravier a été remanié à plusieurs reprises par des cours d'eau qui forment des méandres ou par des cours d'eau à pente assez prononcée qui tendent à déplacer leurs lits. L'or provient de l'érosion des berges et des terres, dans le bassin supérieur des cours d'eau; il est d'ordinaire modérément fin et réparti assez uniformément dans tout le gravier. Ces placers prennent toute leur ampleur dans des régions non érodées par les glaciers, mais on en trouve des petits dans des régions soumises à la glaciation, par exemple, dans quelques endroits du district de Cariboo (Colombie-Britannique). En règle générale, la seule méthode d'exploitation payante est le dragage.

Le gravier glaciaire contient parfois de l'or, mais son exploitation ne devient payante que lorsqu'il a été concentré de nouveau par l'action d'un cours d'eau ou qu'il provient en partie de l'érosion de placers préexistants. L'érosion glaciaire disloque ces placers plus souvent qu'elle ne forme de concentrations de minéraux lourds. Les moraines, les kames, les eskers et les plaines alluviales pro-glaciaires ne contiennent pas d'or en quantités exploitables. L'argile à blocs renferme parfois ça et là des pépites d'or et des amas isolés de gravier aurifère. Il n'y a pas d'or dans les limons ni dans les argiles glaciaires stratifiés. Il arrive qu'on trouve, dans des régions érodées par les glaciers, des veines de placers interglaciaires formées de façon normale lorsque des cours d'eau ont exercé leur action érosive pendant très longtemps entre deux périodes d'avance des glaces, dans un endroit où la conformation du sol les a protégées du raclage exercé par l'avance subséquente des glaces. Une grande partie de l'or qu'on trouve dans les graviers glaciaires est mi-gros et d'une grosseur à peu près uniforme, comme si de puissants cours d'eau l'avaient en quelque sorte classé par grosseur. Les placers créés à la suite du remaniement du gravier glaciaire que l'on trouve dans les vieilles régions d'exploitation de placers de la Colombie-Britannique et du Québec (région de Beauceville) ont été exploités surtout par l'abattage hydraulique et il est rare que l'exploitation par quelque autre méthode puisse être payante.

Les placers enfouis sont des veines recouvertes de dépôts plus récents: drift glaciaire, lave, tuf, ou alluvions stériles. Les graviers aurifères, enfouis sous des couches minces ou épaisses de drift glaciaire, peuvent exister au fond de vallées ou sur des bancs rocheux à flanc de vallée et dans d'anciens lits de cours d'eau bordant des vallées en V qui n'ont pas été fortement érodées par les glaciers.

Les vallées arrondies en U ont subi si fortement l'érosion glaciaire qu'elles ne contiennent probablement pas de placers enfouis. Il se peut que les graviers glaciaires du fond de ces vallées contiennent de l'or, mais cet or est d'ordinaire si dispersé que son extraction n'est pas payante. La plupart des riches placers exploités aux débuts de la colonisation dans le district de Cariboo et d'autres de la Colombie-Britannique étaient enfouis sous du drift glaciaire et on les exploitait surtout à l'aide de galeries. Rares sont les endroits du pays où l'on a découvert des placers enfouis sous la lave, par exemple à Ruby Creek (district d'Atlin), mais on pourrait en découvrir d'autres en Colombie-Britannique et dans le territoire du Yukon. L'élévation du niveau de base de l'érosion, amenant la réduction du débit du cours d'eau, peut provoquer la déposition d'alluvions stériles sur de riches graviers aurifères au fond d'une vallée. Dans les régions arctiques et sub-arctiques, comme au Klondike, le sol est gelé en permanence et d'épais terrains de caractère marécageux (*muck*) recouvrent d'ordinaire le gravier. Cette couche consiste en un mélange de matière organique légèrement décomposée, de sable fin, de limon et d'argile, ces éléments se présentant parfois en lits distincts. Elle tire son origine en partie de la croissance de végétaux en place et du *creep* (solifluxion atténuée) et en partie des dépôts apportés par les cours d'eau en période de crue. Elle contient par endroits beaucoup de glace de fond. Comme c'est un bon isolant thermique, elle empêche le sol de dégeler pendant l'été. Lorsqu'on l'enlève par abattage hydraulique ou une autre méthode, le sol dégèle naturellement jusqu'à 10 ou 30 pieds de profondeur en trois ou quatre ans.

Les placers de plages sont formés par l'érosion marine et le rassemblement des matériaux contenus dans les falaises. La plupart des placers de plages riches n'existent que là où les placers de cours d'eau ou les placers résiduels sont érodés par les vagues. On ne connaît aucun placer aurifère de plage important le long des côtes du Canada et il est peu probable qu'il en existe sauf, peut-être, en un très petit nombre d'endroits, car une bonne partie des matériaux érodés par l'action des vagues est du drift glaciaire. Du sable de plage contenant de la magnétite a été découvert par endroits le long du littoral du Pacifique et sur la rive nord du golfe Saint-Laurent.

Les placers des régions du pays érodées par les glaciers diffèrent de ceux des régions non érodées du Yukon, de plusieurs façons qui influent sur leurs chances d'exploitation. La présence de gros blocs erratiques dans certains placers des régions érodées par les glaciers exige qu'on se serve, pour les exploiter, des machines les plus lourdes. La roche en place des régions non érodées par les glaciers est d'ordinaire dure et non désagrégée par l'intempérisme, de sorte qu'il est parfois plus difficile d'extraire tout l'or par dragage, bien que les dragues modernes employées au Klondike réussissent à triompher de cette difficulté lorsque la roche est sillonnée de joints. Il n'y a ni gros blocs erratiques ni apports glaciaires de couverture dans les placers des régions du Yukon non érodées par les glaciers. Il y a cependant d'épais manteaux de sol marécageux au-dessus des placers et l'exploitation de ces derniers exige qu'on dégèle le sol.

Les aires du pays les plus favorables en matière de prospection des placers sont probablement les parties non explorées du Yukon et du Nord de la Colombie-Britannique. Ce sont des régions non érodées par les glaciers, à roches ignées ou métamorphiques minéralisées, du moins quelque peu. Dans les régions érodées par les glaciers, il convient de rechercher les vallées étroites, en V, de préférence

La prospection au Canada

celles qui sont bordées de terrasses rocheuses, sans tenir compte des vallées arrondies, fortement érodées. Les vallées qui n'ont subi qu'une légère action des glaces sont situées d'ordinaire transversalement à la direction générale de la marche des glaciers et ne partent pas de cirques glaciaires.

Il importe de savoir de quel type de gîte il s'agit pour en déterminer la valeur car certains types de placers aurifères exigent, comme nous l'avons vu plus haut, d'être reconnus bien plus à fond que d'autres. Il n'y a généralement qu'une ou deux méthodes d'exploitation payante dans chaque cas et parfois, lorsqu'il s'agit de certains types, par exemple de placers prenant la forme de bancs, l'exploitation payante ne peut se faire que par le travail manuel. La reconnaissance préliminaire se fait soit par lavage au pan (150 essais représentent une verge cube), soit en creusant des trous ou des puits de prospection. On lave ensuite au pan ou au berceau des échantillons pris en faisant des saignées le long des parois de ces trous ou ces puits ou, mieux encore, tous les matériaux qu'on en a extraits, de la façon que nous exposons plus loin. Le volume des matériaux extraits augmente d'ordinaire de la moitié.

La façon la plus efficace de reconnaître un terrain d'alluvion consiste à faire des sondages. Comme la foreuse Keystone creuse un trou un peu plus grand que le diamètre extérieur du tubage, il faut en tenir compte lorsqu'on calcule le volume des déblais de sondage. L'une des façons de le faire consiste à prendre, comme équivalent d'une verge cube, un trou profond de 100 pieds et d'un diamètre de 6 pouces (diamètre ordinaire du tubage). On obtient ainsi la formule suivante:

$$\text{valeur du gravier par v.c.} = \frac{\text{valeur de l'or obtenu} \times 100}{\text{profondeur du trou en pieds}}$$

Lorsque le sondage a été fait soigneusement, on peut récupérer au moins 75 p. 100 de la quantité d'or prévue par les calculs. Ce chiffre tient compte non seulement de l'or qui demeure dans les tailings, mais de celui qui demeure dans les "flots" et autres points inaccessibles au cours des travaux. Le volume d'or recueilli par l'abattage hydraulique est parfois supérieur ou inférieur à 75 p. 100, selon que la roche de fond peut ou non être atteinte et selon le degré de nettoyage qu'on peut lui faire subir.

Notes historiques

Dans la plupart des pays, on exploite des placers dès une époque reculée, car il n'est guère difficile de découvrir et d'exploiter les placers les plus en vue. Il suffit d'un peu d'expérience pour apprendre à en trouver en fouillant les lits et les rives des cours d'eau et l'on peut exploiter les plus riches et les moins profondément enfouis avec quelques outils et installations rudimentaires.*

La première découverte importante de placers au Canada eut lieu dans le bassin de la rivière Chaudière, au sud-est de Québec. L'exploitation ne se fit en grand qu'en 1875, bien que la première découverte date de 1823. Entre 1875 et 1885, alors qu'il y avait environ 500 mineurs au travail, la valeur de la production d'or fut d'environ 2 millions de dollars; après 1885, le rendement diminua. Il y a encore peut-être des gîtes aurifères enfouis dans cette région ou ailleurs, mais il y a peu de chances de les découvrir et de les exploiter à cause de l'épais-

* La Toison d'Or mentionnée dans la légende grecque de Jason est un symbole de l'ancien emploi de la peau de mouton pour capter l'or en fines particules.

seur des stériles, du trop grand nombre de quartiers de roche et de la faible pente des cours d'eau, qui rend difficile le lavage au sluice du gravier aurifère. Les placers exploités dans cette partie du Québec sont les seuls qui aient compté dans l'Est. On a découvert ailleurs dans l'Est quelques venues d'or à basse teneur, mais on n'a pas réussi à les exploiter. L'épaisse calotte de glace qui a recouvert la plus grande partie du pays semble avoir eu pour effet de détruire la plupart des placers riches qui auraient pu exister à l'époque tertiaire. Il ne faut pas négliger la possibilité de découvrir des placers exploitables dans l'Est, mais il semble que les chances principales soient de pouvoir exploiter un jour certains sables et graviers pour en extraire des minéraux résiduels de valeur autres que l'or, pourvu que l'ampleur de la demande rende l'exploitation payante, à l'aide de méthodes peu coûteuses d'exploitation.

Les grands placers aurifères du pays se trouvaient dans la région de la Cordillère. Ils furent découverts à mesure que les prospecteurs montaient vers le nord après les riches découvertes d'or alluvionnaire faites en Californie à partir de 1849. On avait déjà trouvé un peu d'or alluvionnaire dans ce qui est aujourd'hui la Colombie-Britannique, surtout en 1857, à Nicoamen sur la rivière Thompson, affluent du Fraser. Cette nouvelle attira, de Californie et d'ailleurs, de nombreux mineurs qui découvrirent des placers, les uns après les autres le long du Fraser et de ses affluents. En 1860, les premiers avaient atteint la région de Cariboo. Ils y découvrirent des placers bien plus riches, ce qui fut le début d'une ruée qui amena dans cette région des mineurs et des aventuriers de nombreux pays. On estime que ces placers ont produit de l'or pour plus de 50 millions de dollars; après avoir atteint son maximum entre 1860 et 1863, la valeur de cette production baissa graduellement, bien qu'il y ait toujours de grosses exploitations placériennes dans cette région.

De Cariboo, les prospecteurs poussèrent leurs recherches vers le Nord et découvrirent de gros placers dans les régions d'Omineca, de Cassiar et d'Atlin, où l'on en exploite encore quelques-uns. De là, ils pénétrèrent au Yukon où la découverte d'or le long du ruisseau Bonanza, affluent du Klondike, amorça en 1896 la plus grande de toutes les ruées de l'or. La production d'or du Klondike atteignit son maximum en 1900, année où elle s'éleva à une somme estimée à 22 millions de dollars. Jusqu'ici le Klondike a produit, à ce qu'on estime, pour plus de 200

Planche LXVII

Emplacement d'une des premières exploitations de placers en petit, en Colombie-Britannique. Les mineurs ont déplacé et entassé à la main les grosses pierres qui recouvraient le gravier aurifère. L'extraction de l'or a dû se faire dans un berceau ou dans un sluice.



La prospection au Canada

millions de dollars d'or. On a également découvert au Yukon plusieurs autres champs d'or alluvionnaire moins importants. Comme dans la région de Cariboo et ailleurs, l'exploitation se faisait au début par des particuliers et de petites sociétés qui extrayaient l'or le long des rives des cours d'eau ou qui creusaient, dans les graviers aurifères d'anciens lits des cours d'eau, des puits et des galeries boisées. Étant l'une des rares régions du pays qui n'aient pas subi l'action des glaciers, le Klondike présentait des conditions favorables à la découverte de placers riches. Il vaut la peine de signaler que la partie du Yukon non érodée par les glaciers a, en dépit de son étendue relativement restreinte, produit près de trois fois plus d'or alluvionnaire que le reste du Canada, qui fut recouvert de glace.

Les graviers du Klondike, situés dans le pergélisol, devaient être dégelés en allumant des feux, ce qui avantageait tout de même les premiers mineurs, en leur permettant de foncer des puits jusqu'à la roche de fond sans avoir d'eau à pomper. Ce gel permanent favorise encore aujourd'hui le forage Keystone. Plus tard, l'exploitation minière se fit surtout par de grosses sociétés qui se servaient de dragues ou employaient la méthode de l'abattage hydraulique et utilisaient de plus un outillage considérable pour dégeler le sol. Il subsiste toutefois quelques petites exploitations de placers.

Les seules autres régions de l'Ouest où l'on ait le moins exploité des placers sont celle de la rivière de la Paix et celle de la Saskatchewan-Nord, en Colombie-Britannique et en Alberta. On en a extrait et on en extrait encore d'assez faibles quantités à grain fin. L'or qu'on trouve dans la rivière de la Paix y a peut-être été charrié par des affluents situés à l'intérieur de la Colombie-Britannique, où l'on connaît l'existence de filons. Il provient peut-être aussi de graviers glaciaires qui contenaient des parcelles d'or libérées par l'intempérisme de gîtes situés dans le bouclier canadien. L'or roulé par la Saskatchewan-Nord est apparemment le produit de l'érosion de roches sédimentaires qui en contiennent de faibles quantités.

Après l'apogée de la prospérité du Klondike, la production des placers alla en diminuant. L'exploitation placérienne reprit toutefois dans l'Ouest, au cours de la crise économique qui sévit à partir de 1930, la grande demande dont l'or faisait l'objet ayant haussé les prix. Les sans-travail pouvaient gagner un dollar ou deux par jour comme orpailleurs, travaillant le long de nombreux cours d'eau dont les graviers ne méritaient pas d'être exploités sur un pied commercial. Cette période prit fin avec le début de la Seconde Guerre mondiale et, depuis lors, on s'est graduellement désintéressé de ces placers, car la plupart des gîtes alluvionnaires exploitables à haute teneur sont épuisés et la hausse des frais d'exploitation a rendu moins attrayants les gîtes à faible teneur. Cependant, les machines perfectionnées dont on dispose depuis 1950 environ permettent de manutentionner un plus grand volume de graviers aurifères avec un personnel réduit, ce qui abaisse les frais d'exploitation. D'où la notable reprise d'activité qu'on a observée dans quelques camps miniers de la Colombie-Britannique et du Yukon.

La forte production d'or extrait des placers de la région de la Cordillère a eu des effets indirects plus importants encore. Avant la découverte d'or dans ce qui plus tard est devenu la Colombie-Britannique, la région était pour ainsi dire le fief de quelques traitants de pelleteries. Les découvertes d'or ont attiré sur ce territoire l'attention du monde entier et ont fait accourir un grand nombre de gens. Une bonne part et ces chercheurs d'or alluvionnaire se mirent bientôt à

chercher de l'or filonien, devinrent agriculteurs ou se lancèrent dans des affaires de divers genres. On construisit des routes et des voies ferrées et l'on fonda des villes et villages. L'histoire des ruées vers l'or constitue l'épopée de l'Ouest du Canada.

Les seuls autres métaux, à part l'or, qu'on ait extrait en quantités appréciables des placers canadiens furent le platine et le tungstène. On a tiré environ 10,000 onces de platine (associé à de l'or) des placers de la rivière Tulameen, dans la partie sud de la Colombie-Britannique. Au cours des deux guerres mondiales, on a également extrait du tungstène du ruisseau Canadian et du ravin aurifère Dublin. On dit que de grosses quantités d'étain auraient été rejetées lors des premières exploitations minières du Klondike. Avec les années, on se préoccupera sans doute davantage d'exploiter au Canada des placers non aurifères.

Méthodes de prospection des placers

Au Canada, les placers, surtout les placers aurifères, se trouvent dans la zone intérieure qui traverse la partie médiane de la Colombie-Britannique, est flanquée à l'est par les montagnes Rocheuses et à l'ouest par la chaîne Côtière et se continue dans la partie médiane du territoire du Yukon et ensuite dans l'Alaska. Cette vaste superficie, constituée de plateaux et de montagnes assez anciennes, contient de nombreux filons dont la désagrégation par intempérisme a donné naissance à l'or et aux autres minéraux dont l'accumulation a formé les placers. De plus, la configuration du sol favorisait l'accumulation des placers et, dans une large mesure, permettait de résister à l'action des glaciers. Certains placers formés à l'époque tertiaire se sont préservés sous forme d'anciens lits de cours d'eau recouverts de débris glaciaires; d'autres furent emportés par la dégradation glaciaire et leur or fut incorporé dans le drift glaciaire pour être ensuite remanié et accumulé de nouveau par les cours d'eau de l'époque interglaciaire ou récente. Ces parties de la Colombie-Britannique et du Yukon sont par conséquent les endroits les plus favorables à la prospection des placers, mais il faut souligner qu'ils ont déjà été soumis à une prospection intense. D'autres régions offrent quelques chances de succès.

La prospection des placers se fait ordinairement de la façon suivante: remontée des ruisseaux et rivières, lavage au pan du sable et du gravier des bancs et autres accumulations observées dans le lit des cours d'eau, et le long des rives, particulièrement le gravier inférieur, près de la roche en place. La plupart des ruisseaux ont déjà été examinés de cette manière, mais il se peut qu'on découvre des bancs qui ont échappé à l'examen ou des bancs qui, déjà exploités rudimentairement, mériteraient d'être exploités hydrauliquement ou au moyen de dragues. Il se peut aussi qu'on en découvre d'autres si pauvres en or que leur exploitation n'était pas payante ou ne pouvait se faire avant l'avènement des machines modernes, bulldozers, appareils d'extraction de galets, pompes électriques, etc. Même si le lavage au pan ne permet de découvrir ainsi que quelques couleurs à un endroit donné, cette découverte en amène parfois d'autres, de sorte que le prospecteur doit continuer de laver au pan. Si l'orpaillage ne lui donne plus de couleurs, il revient sur ses pas et se dirige vers un autre affluent ou un autre banc, dans l'espoir de découvrir un gisement exploitable. Dans le cas de cours d'eau à galets moussus, il convient de racler cette mousse et de la laver à la batée, car il arrive qu'elle contienne des parcelles de minéraux lourds.

La prospection au Canada

Certaines études sur les lieux, sur la carte ou sur des photographies aériennes, font parfois conclure qu'un cours d'eau passait autrefois à tel ou tel endroit et qu'il doit exister là des placers enfouis. Cependant, lorsque le mort-terrain est épais, le prospecteur ordinaire peut difficilement vérifier la valeur de l'hypothèse. Les sociétés peuvent le faire au moyen de sondages ou de travaux de prospection géophysique qui se fondent sur l'association fréquente de la magnétite avec les matériaux des placers ou qui révèlent les grands traits de la roche en place. Il faut être très prudent quand il est question d'anciens lits de cours d'eau car leur reconnaissance en profondeur est coûteuse. Dans les régions où il y avait autrefois des placers, de fréquentes rumeurs circulent concernant la présence d'anciens lits de rivières et l'on tente parfois d'induire des gens à mettre des fonds pour les retrouver. On obtient ainsi parfois de bons résultats mais toutes les entreprises de ce genre doivent se faire d'après les conseils d'un spécialiste de l'exploitation placérienne ou d'un géologue de placer dignes de confiance.

Lavage au pan

L'usage du pan remonte à une date très ancienne. On ne peut s'en passer lorsqu'on cherche des placers, lorsqu'on veut évaluer un gîte, et il faut parfois même l'utiliser pour récupérer les dernières particules d'or contenues dans un placer. Comme presque toutes les méthodes d'extraction de minéraux de valeur dans les placers, le lavage au pan se fonde sur la densité beaucoup plus forte des matériaux à extraire par rapport à celle du sable et des autres matières stériles. Bien des gens s'imaginent que le lavage au pan est la méthode effectivement employée pour exploiter les placers, mais elle serait vraiment trop lente, sauf dans le cas de placers exceptionnellement riches. Le pan est également très utile lors de la recherche de gîtes filoniens. On l'utilise pour faire l'essai d'échantillons préalablement broyés. Tous les prospecteurs ou à peu près auraient intérêt à apprendre l'art du lavage au pan, ce qui s'obtient avec un peu de pratique.

Les pans pour l'or sont de dimensions diverses. Ils mesurent ordinairement 16 pouces de diamètre au haut et environ 2½ pouces de profondeur; leurs bords sont inclinés d'environ 40 degrés. La plupart sont faits de tôle. Ceux qui sont trop bien polis ou qui deviennent grasseux ne retiennent pas l'or à grain fin; les pans que l'on achète sont parfois graissés pour prévenir la rouille et avant de les utiliser il faut enlever cette graisse, soit en les récurant soit en les chauffant.

On remplit le pan de sable ou de gravier, puis on le plonge dans un courant d'eau lent, un lac ou un étang, ou même dans une cuve d'eau, et on agite le gravier à la main. Toute la terre est ainsi entraînée par l'eau, après quoi les gros cailloux sont enlevés et jetés de côté à la main. Puis, tour à tour, on secoue le pan sous l'eau, on le tourne sur lui-même et on le ramène à la surface à un angle tel que les matières superficielles débordent et sont entraînées par l'eau. On répète la même opération jusqu'à ce que les grains les plus lourds, s'il y en a, demeurent. Ce sont le plus souvent des grains de magnétite, de pyrite, d'hématite et d'autres minéraux lourds et tout l'or qu'il pourrait y avoir. Si l'on ajoute un peu d'eau et si l'on fait tourner le pan d'une main exercée, l'or, plus lourd, se sépare sous la forme d'une traînée en arrière des autres minéraux lourds. L'or se présente parfois sous la forme de pépites, morceaux gros environ comme un grain de blé, mais d'ordinaire sous la forme de petites paillettes ou petits grains appelés "couleurs". Les prospecteurs novices s'émeuvent souvent de voir, après

Exploitation des placers et exploitation filonienne en petit

l'orpaillage, quelques couleurs, mais elles sont si minuscules que leur valeur est faible. Pour récupérer l'or fin qui se trouve dans le pan, on sèche le tout, on retire la magnétite avec un aimant et on élimine les autres particules de corps étrangers en soufflant dessus, ou en les enlevant à la main, à moins qu'on ne les laisse dans le pan. Pour récupérer l'or très fin, on est parfois obligé de se servir d'un pan de cuivre et d'amalgamer l'or avec un peu de mercure. On chauffe ensuite cet amalgame dans une cornue pour éliminer le mercure et le condenser pour emploi subséquent. Il faut prendre garde de ne pas respirer les vapeurs de mercure qui sont toxiques.

Comme dans le cas de beaucoup d'arts, l'instruction livresque ne suffit pas pour apprendre le lavage au pan. Le mieux est de se le faire enseigner par une personne expérimentée. Si la chose est impossible, le novice devrait s'exercer le long des rives d'un cours d'eau ou d'un lac, ou même dans une cuve d'eau. Il est inutile que ce gravier d'exercice contienne des minéraux de placers; on peut cependant broyer une petite quantité de minerai lourd et l'ajouter au gravier. Si rien d'autre n'est à portée, on peut se servir de limaille de fer. Il convient de continuer l'exercice jusqu'à ce qu'on puisse séparer tout le minéral ajouté et le retenir dans le pan.

Reconnaissance de terrains alluvionnaires

Toute exploitation placérienne de quelque importance demande au préalable qu'une reconnaissance soigneuse du terrain, faite sous la direction d'un homme compétent et digne de confiance, ait démontré que la quantité et la teneur des matières présentes assurent une exploitation payante. Nombre de grandes entreprises d'il y a plusieurs années ont abouti à un échec parce qu'une reconnaissance insuffisante du terrain a fait croire que la teneur en or réservait un avenir plus brillant que ce n'était le cas.

Dans le cas de gîtes qui ne sont pas enfouis trop profondément, la méthode usuelle de reconnaissance est la suivante: on creuse des fosses à intervalles réguliers, on mesure en verges cubes le volume du gravier enlevé, on lave au pan ou au berceau ce gravier ou la partie de ce dernier où l'or est concentré et enfin on pèse l'or ou l'autre minéral que l'on a recueilli. La moyenne est calculée d'après la quantité tirée de chaque fosse et la valeur du gîte s'exprime en verges cubes d'une teneur moyenne déterminée (tant d'onces d'or ou de pennyweights par verge). On calcule d'ordinaire qu'une particule ou "couleur" d'or suffisamment grosse pour rendre un son perceptible en tombant dans le pan vide vaut environ un cent; et qu'un cent d'or dans un pan de gravier (grosseur normale) correspond à environ \$1.30 par verge cube de gravier.

Dans le cas des gîtes profonds, on fore d'ordinaire des trous à intervalles réguliers à l'aide de sondeuses Keystone Empire décrites au chapitre traitant de l'exploration des filons. Le sable ou le gravier pompé du trou de sonde est lavé au pan ou au berceau et on en pèse l'or qui s'y trouve. Ce poids et le cubage du trou de sonde pratiqué dans le filon du placer permettent de calculer la valeur par verge cube.

Méthodes d'exploitation en petit

Autrefois, l'exploitation des placers n'exigeait pas d'outillage compliqué, de sorte que de simples mineurs, seuls ou avec des associés, pouvaient entreprendre

La prospection au Canada

ce travail. Pics, pelles, haches, scies de long et parfois peut-être roues de brouettes, voilà quels étaient à peu près les outils requis. On pourrait, semble-t-il, agir encore de cette façon, mais seulement en certains coins de la Colombie-Britannique et du Yukon.

Dans les exploitations les plus simples, on ramasse à la pelle le gravier du lit ou de la rive d'un cours d'eau et on le jette directement dans l'appareil utilisé pour extraire l'or; on roule de côté ou l'on empile ailleurs les quartiers de roches. On peut voir en maints endroits le long des cours d'eau de l'Ouest de tels tas, qui marquent ainsi l'emplacement des premières exploitations de placers (*voir* planches II et LXVII).

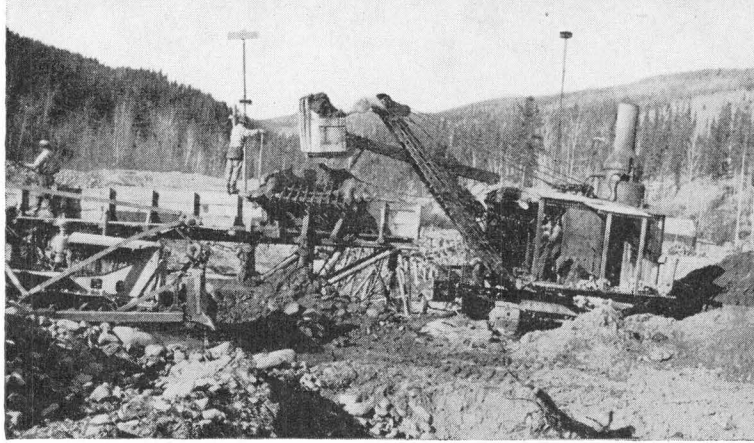
Une autre méthode peu compliquée et pratique en certains cas consiste à passer au sluice le terrain de couverture ou le gravier aurifère à l'aide des eaux d'un cours d'eau que l'on détourne en tout ou en partie. Si la quantité d'eau est faible, il arrive qu'on l'endigüe et la libère périodiquement pour créer un fort courant d'eau (booming). (*Voir* planche LIX.) Cette méthode est exposée au chapitre de l'exploration des filons.

L'une des méthodes les plus courantes, dite "abattage hydraulique", consiste à abattre les bancs de gravier à l'aide de jets d'eau sous pression (*voir* planche LXIX). Cette méthode s'applique surtout aux grandes exploitations, mais elle est parfois pratique pour les petites. On se sert alors de pompes raccordées à des tuyaux flexibles munis de lances, ou bien on détourne un cours d'eau dans un canal d'amenée. La hauteur de chute de l'eau crée la pression voulue. L'eau de ce canal se déverse dans une canalisation au bout de laquelle se trouve un monitor ou géant, grosse lance dont le diamètre, à l'extrémité, est de 1 à 4 pouces dans les petites exploitations. La pression varie selon le matériel employé, mais ne doit pas dépasser 60 à 100 livres par pouce carré, car une poussée supérieure est moins satisfaisante et pourrait être dangereuse. Lorsqu'on enlève les stériles, il n'y a qu'à les laisser emporter par l'eau projetée par le monitor ou la lance, mais les graviers aurifères et les stériles qu'on n'en peut pas détacher doivent être entraînés vers les appareils utilisés pour retenir l'or, d'ordinaire une série de boîtes de sluices (*voir* planche LXX, A et B). Pour ce faire, il n'y a qu'à laisser l'eau couler dans le chantier, qui devient ainsi lui-même un sluice, ou tourner de temps à autre la lance ou le monitor dans la direction voulue, ou se servir au besoin d'un monitor distinct. Il faut souvent parcourir la roche en place mise à nu par cette méthode de lavage ou par l'abattage hydraulique, pour recueillir à la main ou avec des pincettes l'or retenu dans les fissures.

Les lits enfouis d'anciens cours d'eau que l'abattage hydraulique ou d'autres modes d'exploitation ne permettent pas de mettre à jour, mais dont la richesse est suffisante, sont exploités souterrainement. On soutient le toit des galeries au moyen de troncs d'arbre ou de planches soutenus par des montants et des traverses. C'est là une opération dangereuse lorsqu'on l'exécute sans adresse. Pour amorcer la galerie, on creuse directement dans un talus ou l'on fonce un puits dans les stériles ou parfois dans le rebord rocheux d'une vallée. La galerie est aménagée avec une légère pente pour permettre l'égouttement. Le gravier se transporte d'ordinaire à l'aide d'une brouette ou d'un wagonnet sur rails. On pousse souvent les quartiers de roches dans des trous faits sous terre, pour n'avoir pas à les sortir. Nombre de gisements aurifères du Klondike, au début, ont été ainsi exploités. Comme le sol restait en grande partie gelé, même en été,

Planche LXVIII

Exploitation d'un placer à la pelle mécanique et au bulldozer. A gauche, sluice transportable.



on devait d'abord le dégeler en faisant des feux ou plus souvent au moyen de pointes (tuyaux à vapeur pointus), puis on amoncelait le gravier jusqu'à l'été. On pouvait alors le laver dans des sluices.

De nos jours, quelques hommes suffisent à assurer l'exploitation de gîtes modérément importants pourvu qu'ils disposent d'appareils assez coûteux. Lorsque l'abattage hydraulique ou d'autres méthodes ne sont pas pratiques, il faut des pelles mécaniques, des draglines ou des bulldozers pour enlever les stériles et extraire le gravier aurifère. On déplace d'un endroit à l'autre, selon les besoins, les appareils servant à extraire l'or, qui se trouvent d'ordinaire sur un chaland flottant dans une dépression remplie d'eau, à la façon d'une drague flottante.

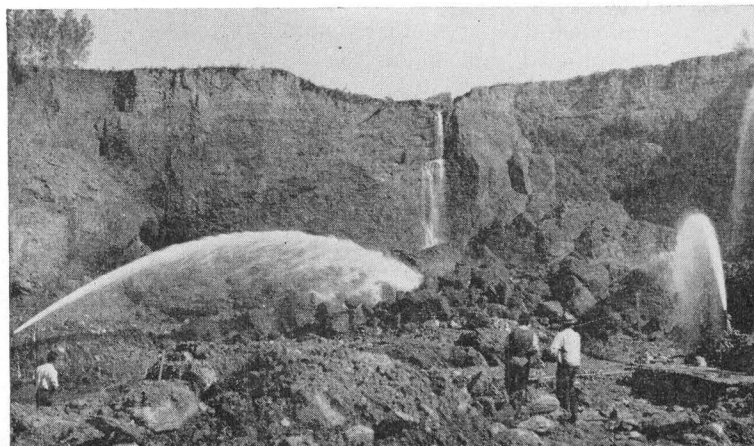
Il ne serait pas opportun de parler ici du coût d'exploitation des gisements alluvionnaires, car ces frais varient beaucoup selon le type de gisement, les méthodes d'exploitation et le coût de la main-d'oeuvre et des approvisionnements. On trouvera de nombreux renseignements là-dessus dans quelques-uns des ouvrages dont la liste est donnée plus loin, notamment dans l'étude d'A. Nordale.

Méthodes d'exploitation en grand

L'exploitation placérienne en grand se fait par des sociétés qui emploient de grands appareils d'abattage hydraulique ou de grandes dragues, ou encore ont recours à l'extraction souterraine. En Colombie-Britannique et au Yukon, de grandes exploitations continuent d'employer les deux premières méthodes. Ce sujet ne rentre pas dans le plan d'un ouvrage sur la prospection, sauf en ce qui a trait à la possibilité pour les prospecteurs d'intéresser des sociétés à l'achat d'un gros placer de découverte.

Planche LXIX

Grosse mine hydraulique en Colombie-Britannique. A l'arrière-plan, deux courants d'eau font office de sluices sur le sol et entament l'escarpement afin d'en hâter la désagrégation. L'eau du monitor de gauche attaque la base de l'escarpement et celle du monitor de droite réduit en morceaux plus petits les grands amas de gravier qui se sont écroulés. Le gravier exploitable repose sur la roche de fond, qui forme le sol du chantier. L'eau des monitors entraîne le gravier jusque dans des sluices qu'on ne voit pas.



La prospection au Canada

Appareils servant à recueillir les minéraux alluvionniers

Le berceau, qui ressemble par sa forme et ses dimensions aux berceaux pour enfants, sert couramment à séparer l'or. On peut en faire un avec quelques bouts de planche, un morceau de tamis à grosses mailles ou de la tôle dans laquelle on perce des trous, une pièce de grosse toile, de tissu de jute, de couverture ou d'une autre étoffe à poil, ce qui est nécessaire pour capter l'or fin. Les berceaux peuvent être de dimensions et de modèles légèrement différents les uns des autres; les plus grands sont employés lorsque l'or fin est en grande proportion, car plus longue est la boîte, meilleur est le rendement. La figure 23 en représente un de grosseur moyenne.

Pour se servir d'un berceau, on jette à la pelle du gravier sur le tamis. On l'arrose d'eau à l'aide d'une louche, tout en imprimant à l'appareil un mouvement rapide, suivi d'un arrêt brusque. On répète l'opération en ajoutant juste assez d'eau pour laver le sable sans entraîner la moindre quantité d'or fin. On rejette ce que le tamis a arrêté, après qu'on en a retiré toute pépite qu'il pourrait y avoir. Le travail se fait mieux quand deux hommes travaillent ensemble: le premier secoue le berceau et manie la louche, pendant que l'autre jette le gravier à la pelle. On peut garder l'eau et s'en servir de nouveau au besoin, mais il est préférable de se servir d'eau propre et fraîche. Deux hommes peuvent laver de cette manière de 3 à 5 verges cubes de gravier par jour, rendement supérieur de 10 à 20 fois à celui du lavage au pan.

L'or s'extrait le plus souvent au moyen d'une ou plusieurs boîtes de sluices, auge ou canaux en bois dans lesquels on fait couler de l'eau (*voir* planche LXX, A et B). Le gravier est déversé à la tête de l'installation, soit à la main, soit à l'aide d'une brouette ou de quelque appareil mécanique. On peut aussi l'y entraîner au moyen d'un courant d'eau circulant au sol après l'abattage hydraulique. Les boîtes sont d'ordinaire longues de 8 pieds, larges de 12 pouces et profondes d'autant. Il y en a parfois de plus petites. On les pose sur le sol, sur des chevalets ou sur de grosses pierres, et on leur donne d'ordinaire une pente d'un pied par 10 ou 12 pieds de longueur selon la quantité d'eau disponible et la grosseur des paillettes d'or; il devrait y avoir assez d'eau pour remplir les sluices à moitié. Pour capter l'or, on revêt le fond des sluices de riffles amovibles, transversales ou longitudinales, de blocs de bois, de cailloux ou de latte métallique. Pour capter l'or fin, on peut revêtir le fond de la dernière boîte de grosse toile, de tissu de jute, de couvertures ou de nattes; quant à l'étoffe, on la recouvre parfois de latte métallique.

Lorsqu'un sluice a servi au lavage pendant plusieurs jours ou plusieurs semaines, selon la richesse du placer, l'approvisionnement en eau, la grosseur et le nombre de boîtes, etc., on procède à la récolte de l'or. On arrête l'eau, on enlève les riffles ou blocs, etc., et on laisse couler un peu d'eau dans les boîtes pour entraîner l'or et d'autres minéraux lourds vers l'extrémité inférieure du sluice. D'ordinaire, une partie de celui-ci contient surtout des pépites ou grains d'or, qu'on pousse à la brosse dans une petite pelle à main et qu'on lave ensuite au pan pour se débarrasser des matières superflues. Une autre partie renferme surtout des corps étrangers sans grande valeur, composés surtout de magnétite, d'autres minéraux lourds et d'un peu de sable et de gravier. On enlève ces corps à la pelle et l'on sépare l'or ou les autres minéraux de valeur par lavage au pan ou au berceau. Il faut parfois se servir de mercure pour recueillir l'or très fin par amalga-

A. *Sluice à riffles (languettes) transversales.*



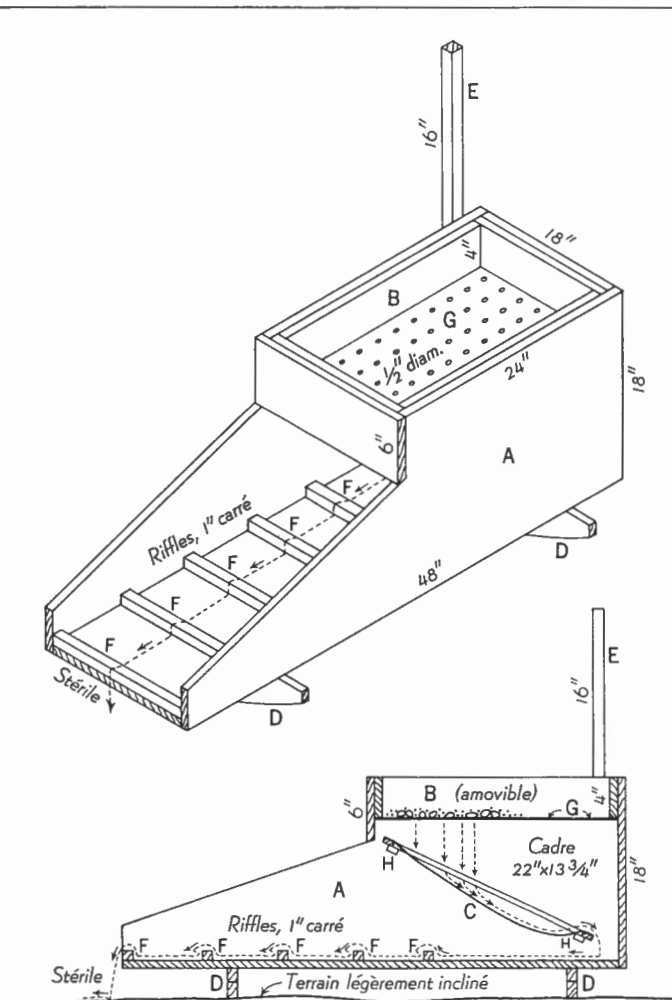
Planche LXX

*Sluices dans le Territoire
du Yukon.*

B. *Sluice à riffles
longitudinales.*



mation. S'il y a beaucoup d'or fin, on peut déposer du mercure derrière les riffles du sluice au cours du lavage pour produire un amalgame, qu'on enlève au cours de la récolte de l'or. Lorsqu'on s'est ainsi servi de mercure dans les sluices ou pour séparer l'or du sable lourd, on amollit l'amalgame par l'addition d'une plus grande quantité de mercure; on l'agite de façon à ce que les substances non précieuses montent à la surface, où l'on peut les écumer. On enferme ensuite l'amalgame dans un sac en peau de chamois ou en coton finement tissé et, en appliquant suffisamment de pression, l'excès de mercure est chassé du sac. On chauffe ensuite



A. Boîte, 48" x 18" x 18". B. Plateau à fond métallique percé de trous de $\frac{1}{2}$ ". C. Toile fixée sur un cadre. D. Berceaux. E. Manche à bercer. F. Riffles à retenir l'or. G. Trous de $\frac{1}{2}$ " dans le fond métallique du plateau. H. Traverses qui soutiennent le cadre. --> Direction que suivent les matières à travers le berceau.

On verse la terre aurifère et l'eau dans le plateau B et l'on imprime un balancement à l'appareil au moyen du manche. L'eau, le sable et l'or passent à travers les trous pour tomber sur la toile C qui retient la plus grande partie du sable noir et de l'or, puis ces matières passent sur les riffles, qui retiennent une plus grande quantité d'or, ce qui donne finalement le stérile. On rejette les matières qui ne traversent pas le plateau B, puis on enlève la toile pour la laver.

C. G. C.

Figure 23. Représentation schématique de l'agencement et du mode de fonctionnement du berceau (d'après J. D. Galloway).

Exploitation des placers et exploitation filonienne en petit

le tout pour vaporiser le mercure et laisser l'or sous forme de résidu. Cette opération se fait de préférence dans une cornue, ce qui permet de récupérer le mercure par condensation au contact de l'eau. On peut aussi tout simplement chauffer ce mercure sur une pelle. Quoi qu'il en soit, le mercure étant très toxique, cette opération doit se faire au grand air ou dans un endroit bien aéré en évitant le plus possible de toucher le mercure. On doit se laver les mains soigneusement dès que l'opération est finie.

On trouvera dans des publications plus complètes la description d'autres façons de recueillir l'or dans certains cas, lorsqu'il s'agit de petites entreprises. Il y a par exemple d'autres genres de sluices (*long toms, undercurrent sluice, etc.*) et divers séparateurs mécaniques ou magnétiques.

Dans les grandes exploitations hydrauliques, on retient ordinairement l'or au moyen d'une longue série de boîtes de sluices dont le fond est souvent muni de tronçons ronds de bois obtenus en sciant des billes. S'il faut utiliser de grandes quantités de mercure, on procède à l'amalgamation dans un tambour métallique rotatif.

Planche LXXI

Récolte de l'or alluvionnaire retenu par un sluice, une fois que les riffles sont enlevés.



La prospection au Canada

Pour traiter les graviers extraits au moyen de draglines, de dragues, etc., on se sert parfois simplement de boîtes de sluices disposées en zigzag de façon à prendre moins de place. On emploie également les trommels, les cribles à secousses ou les vibro-classeurs. Dans certains genres d'exploitation placérienne, une batterie d'auges métalliques en spirale permet d'obtenir un bon rendement: les plus lourds des grains minéraux charriés par l'eau sont séparés sous l'action de la force centrifuge qui naît de cette descente en spirale.

Les chances de succès de la prospection des placers

Depuis nombre d'années déjà, on s'intéresse de moins en moins aux placers et l'avenir appartient sans doute à la prospection des gîtes filoniens, non à celle des gîtes alluvionniens. Il se peut cependant qu'on découvre des placers exploitables, notamment des placers aurifères, surtout dans l'Ouest du Canada. Si un jour la valeur de l'or augmentait, certains gisements aujourd'hui inexploités du fait de leur pauvreté pourraient mériter d'être exploités. Il conviendrait à l'avenir, dans toute exploitation placérienne de l'or, d'étudier aussi si l'on pourrait extraire d'autres minéraux de valeur. Dans quelques anciennes exploitations placériennes, on rejetait notamment l'étain, et peut-être même le platine et le tungstène, soit parce qu'on ne les avait pas reconnus, soit parce qu'on estimait qu'il ne valait pas la peine de les extraire. Il se peut qu'on découvre et qu'on exploite d'autres gîtes riches en métaux lourds rares, particulièrement dans la partie du Yukon non soumise à la glaciation et certaines parties de la Colombie-Britannique et du Yukon peu érodées par les glaciers.

De nouveaux besoins, un cours des prix plus élevé pour ce qui est de certains minéraux, ou encore l'amélioration des méthodes d'extraction de certains éléments rendront peut-être rentable leur extraction des sables et des graviers, donnant lieu à un genre d'exploitation de placers que l'on ne peut entreprendre aujourd'hui. Signalons qu'une foule de minéraux divers se rencontrent parfois dans des sables ou autres matériaux détritiques, mais en quantités infimes et sans importance économique. Le prospecteur se prend souvent à espérer parce que les analyses des échantillons qu'il a prélevés révèlent la présence de tel ou tel élément de valeur, mais comme dans le cas de la prospection des gîtes filoniens, il ne s'agit pas simplement de découvrir des minéraux, mais plutôt de découvrir des gîtes dont l'exploitation soit payante du fait de leur volume et de leur richesse.

Ouvrages à consulter

Bancroft, H. H.: *History of British Columbia*; A. L. Bancroft & Co. (1887) (Épuisé).

Contient l'historique de plusieurs des premières exploitations de placers en Colombie-Britannique.

Boericke, W. F.: *Prospecting and Operating Small Gold Placers*; Wiley & Sons, New York, 1933. Prix \$1.65.

Manuel utile sur la prospection des gîtes alluvionniens, ainsi que sur l'outillage et l'exploitation de petites mines de placers.

Cockfield, W. E.: "The Geology of Placer Deposits"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. XXXV, pages 58 à 64 (1932).

Examen de l'origine et du mode de rencontre des placers.

Cooke, H. C. et Johnston, W. A.: *Gold Occurrences of Canada. Summary Account*; Comm. géol., Canada, Série de la géologie appliquée, n° 10, 1932 (Épuisé).

Contient un bref mais excellent compte rendu de l'exploitation des placers au Canada.

Exploitation des placers et exploitation filonienne en petit

- Fraser, D. D.: "Placer Mining"; *Western Miner and Oil Review*, mai 1954, pages 38 et 39.
Courte description d'entreprises récentes dans le district de Cariboo.
- Holland, S. S.: *Hydraulic Mining Methods*; min. Mines de la Colombie-Britannique, bulletin n° 15, 1942 (Épuisé).
Résumé de 76 pages de renseignements sur les méthodes hydrauliques d'exploitation des placers et sur la façon d'extraire les métaux précieux.
- : *Dragline Dredging Methods*; min. Mines de la C.-B., bull. n° 16, 1942 (Épuisé).
Sommaire de 36 pages de renseignements sur l'emploi des draglines.
- Howay, F. W. et Scholefield, E. O. S.: *British Columbia from the Earliest Times to the Present*; S. J. Clark Pub. Co., 1914 (Épuisé).
- Johnston, W. A. et Uglow, W. L.: *Placer and Vein Gold Deposits of Barkerville, Cariboo District, British Columbia*; Comm. géol., Canada, Mém. 149, 1926 (Épuisé).
Traite en détail de l'origine des placers et s'applique à nombre de parties de la Colombie-Britannique en plus de la région de Barkerville.
- MacKay, B. R.: *Beauceville Map-Area, Quebec*; Comm. géol., Canada, Mém. 127, 1921 (Épuisé).
Exposé des premières exploitations de placers de la partie sud du Québec.
- Nordale, A.: "Valuation of Dredging Ground in the Sub-Arctic"; *Trans. Can. Inst. Min. Met.*, vol. L, pages 487 à 496 (1947). Également dans le *Western Miner*, vol. 19, n° 11, pages 90 à 104 (1946).
Article approfondi traitant surtout de sondages percutants et du calcul des cubages et des valeurs.
- Notes on Placer Mining in British Columbia*; min. Mines de la C.-B., bull. n° 21 (1946).
Bulletin contenant des renseignements généraux sur l'exploitation des placers dans cette province, la nature et la formation des placers, les principales régions de placers de la province et les méthodes d'exploitation convenant à une petite entreprise.

Exploitation des filons

L'exploitation filonienne proprement dite n'est presque jamais à la portée du prospecteur. Cependant, s'il a des connaissances rudimentaires sur l'extraction et le traitement des minerais, il saura plus facilement si une découverte présente ou non de la valeur. De plus, il arrive qu'il vaille la peine d'exploiter un filon seul ou avec quelques associés. Nous donnons ici un aperçu de l'exploitation des filons en général, suivi d'une courte description des méthodes d'exploitation en petit.

Principes généraux

L'exploitation sur un pied commercial, dont le rendement varie en général de 100 tonnes de minerai par jour à plusieurs milliers, exige une forte organisation, des mineurs expérimentés et d'autres hommes de métier, des ingénieurs professionnels, des géologues et d'autres hommes de science, ainsi que des machines très diverses et un outillage spécial. Ces moyens permettent souvent à une entreprise minière d'exploiter une mine avec succès même s'il faut se contenter d'une faible marge de bénéfices. Comme dans les autres industries, les prix de revient des grandes entreprises sont souvent inférieurs à ceux des petites, car les premières peuvent répartir une grande partie des frais généraux sur un volume de production supérieur. Elles peuvent donc souvent exploiter des gîtes de minerai à basse teneur, pourvu que les réserves soient assez considérables pour permettre l'extraction de milliers de tonnes par jour, alors qu'il ne serait pas payant d'exploiter des gîtes plus petits de même teneur.

La prospection au Canada

Un autre point important, c'est que, dans de nombreuses mines, la teneur du minerai varie d'une partie du gîte à une autre. Lorsqu'on peut réduire les prix de revient ou que le produit se vend à des prix élevés, ou qu'on trouve des méthodes de traitement plus au point, une partie des matières pauvres est parfois élevée au rang de minerai. Il faut donc, d'ordinaire, prélever de nombreux échantillons dans les gîtes souterrains mis à découvert, ainsi que de la roche et du minerai extraits, et établir avec grand soin des plans d'échantillonnage. Cette ligne de conduite permet de diriger l'exploitation de façon très précise et de ramener la teneur moyenne du minerai au niveau correspondant aux prix de revient et de vente courants à l'époque. C'est pourquoi il arrive qu'une mine soit exploitée plus activement à une certaine période qu'à une autre, ou qu'elle soit fermée au cours de périodes défavorables.

Les deux principales méthodes d'exploitation des gisements filoniens sont l'exploitation à ciel ouvert (dite aussi "par décapelage du gîte" lorsqu'on enlève des terrains de couverture étendus) et l'exploitation souterraine.

L'exploitation à découvert convient lorsque des gisements assez étendus atteignent la surface ou ne reposent qu'à une faible profondeur. Le décapelage terminé, on ouvre une fosse. On fore des trous verticaux pour y déposer les explosifs et l'extraction se fait par gradins. La roche abattue est d'ordinaire chargée sur des camions à l'aide de pelles mécaniques ou remontée à la surface dans des bennes qui roulent sur un câble aérien. Lorsqu'on exploite des strates horizontales pour extraire de la pierre à bâtir, la fosse est ordinairement dite "carrière". La fosse dont on extrait du minerai ou des minéraux à broyer et à traiter est dite "fosse à ciel ouvert". Le terme *glory-hole* s'applique généralement à une vaste fosse reliée à des installations souterraines par lesquelles passe le minerai au lieu d'être remonté directement à la surface. Les grandes installations à ciel ouvert sont généralement les moins coûteuses. C'est en particulier la méthode classique d'exploitation des mines de fer.

Il faut recourir à la méthode souterraine dans le cas de massifs de minerai profonds ou de massifs qui sont très inclinés au voisinage de la surface. Si le terrain s'y prête, il vaut mieux commencer l'exploitation en partant d'une galerie à flanc de coteau, comme nous l'avons exposé en traitant de l'exploitation des gîtes, mais dans bien des mines souterraines il faut entreprendre d'abord le fonçage de puits, qui sont plus coûteux. Puis on perce des sièges d'exploitation horizontaux aux niveaux voulus, généralement à des intervalles de 100 à 200 pieds. Le minerai est abattu en pratiquant à la dynamite des ouvertures appelées "chantiers d'abattage", qui prennent diverses formes selon les circonstances. Lorsque la roche encaissante menace de sérouler, il faut la soutenir au moyen de boisages ou combler les vides avec du remblai (roche, sable, etc.) transporté de la surface.

L'exploitation minière comprend d'ordinaire, sur la propriété, des ateliers qui transforment le minerai soit en un produit presque fini, tel que l'or, qui ne doit subir qu'un dernier affinage, soit en un concentré, de façon que l'exploitant n'ait pas à payer les frais de transport de matières sans valeur et assez faciles à éliminer. Les opérations courantes sont le concassage, le broyage et la concentration du minerai, cette dernière opération se faisant de diverses façons. Les concentrés et, parfois, le minerai brut à haute teneur sont alors ordinairement traités dans un four de fusion qui les fond et les dissocie des scories sans valeur, qui sont évacuées, ou dans un atelier d'extraction par voie chimique, à l'aide de

Exploitation des placers et exploitation filonienne en petit

solutions. Le plus souvent, on ne peut faire traiter des minerais provenant de différentes mines dans un concentrateur commun, car il faut que le procédé de concentration soit bien approprié à un minerai donné. Le plus souvent, toutefois, plusieurs mines alimentent une seule usine métallurgique, soit rapprochée, soit très éloignée. De telles usines peuvent acheter simplement le minerai, ou le traiter moyennant rémunération. Les ateliers de concentration et les usines métallurgiques qui traitent des minerais provenant de différentes mines sont souvent dits "usines ou fours travaillant à façon".

Exploitation filonienne en petit

Insistons sur ce point: en général, la prospection et l'exploitation sont des stades distincts de l'industrie minière. La plupart des prospecteurs n'ont ni les fonds ni la formation et l'expérience requis pour exécuter les grands travaux techniques qu'exige l'exploration poussée de la plupart des gisements, ni pour résoudre les problèmes de production, encore plus ardu. Cependant, certains gîtes si petits que les grandes sociétés ne s'y intéressent pas, sont assez riches pour qu'un homme, seul ou avec d'autres, puisse les exploiter; d'autres gîtes sont si riches que leurs inventeurs préfèrent les exploiter eux-mêmes, mais c'est là l'exception et ce genre d'exploitation ne devrait être entrepris que par des gens expérimentés ou par ceux qui ont étudié le sujet à fond. Ce genre d'exploitation se fait parfois soit par ceux qui ont jalonné la propriété, soit par des locataires à bail là où l'on n'a pas découvert suffisamment de minerai pour qu'une grande société s'y intéresse, ou dans une propriété où subsistent de petits amas de minerai après la fermeture d'une mine importante.

En Colombie-Britannique, pendant nombre d'années, des inventeurs ont exploité eux-mêmes de petits gîtes de minerai métallifère à haute teneur facilement exploitables à partir de galeries à flanc de coteau. Un élément qui intervenait dans ce cas-là était la présence de fours à fusion travaillant à façon dans la province ou non loin de là. On leur expédie d'ordinaire le minerai brut après scheidage, savoir, séparation à coups de marteau des parties les plus riches des gros fragments et triage à la main. De plus, dans certains cas, on a pu faire fonctionner avec succès de petits ateliers d'une capacité quotidienne d'une tonne ou plus. Dans le bouclier canadien, peu nombreuses sont les petites mines métalliques, soit parce que la plupart des gîtes dont l'exploitation est payante sont étendus, de teneur moyenne seulement et exigent de grandes installations, soit parce que la plupart doivent être exploités à partir de puits. Il faut en excepter la région de Cobalt, où des mineurs et des locataires, à côté des sociétés, ont exploité de petits filons de minerai à haute teneur en argent. Dans le bouclier canadien, on continue d'exploiter en petit et d'ordinaire à ciel ouvert, un certain nombre de gîtes moyens de pegmatite, dont on extrait du feldspath, du mica et d'autres minéraux caractéristiques des pegmatites.

La petite exploitation, lorsqu'elle donne de bons résultats, constitue un genre utile d'industrie minière, car elle permet d'exploiter des gîtes qui sans elle resteraient probablement inexploités, d'occuper lucrativement des gens et, parfois, de révéler un gîte plus étendu et plus gros qu'il ne paraissait au premier abord. Voici quelques désavantages ou du moins des points qui méritent réflexion: (1) les mineurs les plus expérimentés peuvent être incapables de déterminer si l'exploitation d'un gîte peut être payante et peuvent ne pas s'y entendre pour ce qui



Planche LXXII

Minerai de chromite entassé en vue de l'expédition à la sortie d'une petite mine de la Colombie-Britannique.

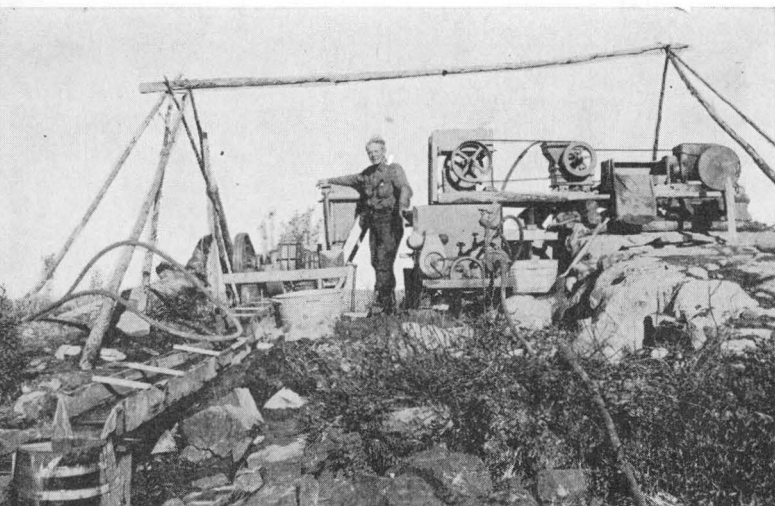
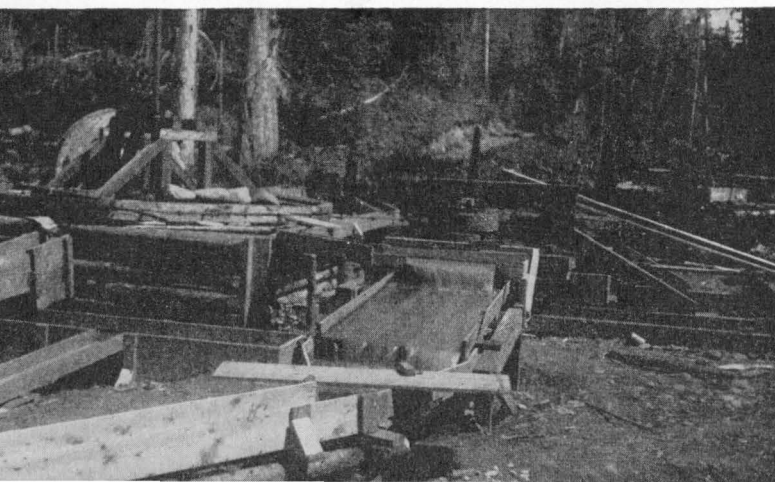


Planche LXXIII

A. *Petite installation, Territoires du Nord-Ouest.*



B. *Arrastre, Colombie-Britannique.*

est de la vente du produit obtenu; (2) un mineur inexpérimenté s'expose aux accidents; (3) les bénéfices retirés de la vente du minerai peuvent être inférieurs au salaire qu'on pourrait toucher dans un autre genre d'occupation et (4) il est possible de détruire la valeur d'un gîte considérable en n'extrayant que le minerai à haute teneur, le reste du minerai ne valant plus parfois la peine d'être exploité. Quiconque a l'intention d'entreprendre un travail de ce genre ferait bien d'acquérir de l'expérience en travaillant pour une société minière pendant un certain temps, de suivre des cours par correspondance sur l'industrie minière, d'étudier des ouvrages publiés sur le sujet et de se renseigner si possible auprès d'un des ingénieurs attachés aux ministères provinciaux des mines, ou auprès d'un ingénieur-conseil.

Méthodes d'exploitation

Les méthodes d'exploitation utilisées dans les petites entreprises minières sont à peu près les mêmes que celles que nous avons décrites au chapitre traitant de l'exploration des gisements. Dans les travaux à ciel ouvert, on creuse les trous de mine à la main ou à l'aide de perforatrices, les unes, portatives, étant actionnées par un moteur à essence qui fait corps avec elles, les autres étant reliées à des compresseurs à air, également transportables. Le procédé s'apparente au sautage de la roche, tel que pratiqué par l'industrie de la construction. L'exploitation souterraine est plus compliquée et requiert plus d'expérience. On creuse parfois les trous de mine à la main, mais cette méthode n'est plus guère employée sous terre que par ceux qui n'ont pas les moyens d'avoir de compresseur à air et de perforatrice pneumatique, tous deux portatifs, ou dans des lieux où il serait difficile de transporter un compresseur. On ne peut employer sous terre de perforatrice directement actionnée par un moteur à essence à cause des gaz d'échappement. Il faut emmagasiner et manipuler les explosifs avec la plus grande prudence et respecter dans tous leurs détails les règlements qui régissent les explosifs et la sécurité dans les mines en général. La roche trop peu résistante pour demeurer en place doit être soutenue par des boisages, dont l'emploi est tout un art. La roche abattue par sautage est pelletée dans une brouette ou un wagonnet et roulée jusqu'au jour ou mise dans une benne pour être remontée à la surface.

Méthodes de traitement

Dans la plupart des petites exploitations minières, on se borne à trier sur place le minerai qui vaut la peine d'être expédié. A proprement parler, il y a "sélection" si on choisit les morceaux qui ont le plus de valeur et "trriage" si on enlève plutôt la matière sans valeur. La sélection comme le triage peuvent se faire dans la mine ou la fosse à ciel ouvert ou en quelque autre endroit sur la propriété. Dans quelques mines, le minerai est d'abord emmagasiné dans des trémies puis déversé sur une table ou courroie de triage. Les gros fragments sont parfois cassés au marteau pour séparer le minerai du stérile.

Il est rare qu'on broie et concentre le minerai extrait des petites mines dans un petit atelier situé sur la propriété, sauf dans le cas des minerais à haute teneur contenant de l'or libre, car il y faut d'ordinaire un matériel très compliqué et coûteux. Les minerais d'or, dont presque tout l'or se présente en grains de grosseur suffisante et qui peut être libéré par broyage, sont quelquefois traités avec succès

La prospection au Canada

dans de petits moulins à bocards ou des broyeurs rotatifs actionnés à l'essence. On peut retenir cet or au moyen de mercure, le laver dans des sluices ou le récupérer d'autre façon. Aux tout premiers temps, on se servait en Colombie-Britannique d'arrasters (*voir* planche LXXIII B) particulièrement pour broyer le minerai et faire l'amalgamation. L'arrastre est un appareil employé depuis très longtemps dans les pays espagnols, au Mexique notamment; il prend la forme d'une grande cuve dans laquelle le minerai est broyé par deux grosses pierres reliées à une poutre horizontale que fait tourner une mule ou un cheval marchant en cercle ou qu'actionne parfois une roue hydraulique.

Transport

Pour amener aux chemins de fer ou aux quais les minerais qu'il est payant d'expédier, on utilise les moyens de transport que les conditions régionales rendent le plus commode. S'il existe des chemins, le transport se fait par camion, jeep ou fourgon ou, à défaut, à dos de chevaux de bât, sur des traîneaux plats tirés par un cheval ou un tracteur, ou sur un traîneau par chemin d'hiver. Les premiers exploitants de mines dans la région des Cordillères ont fait grand usage d'une méthode qui pourrait peut-être servir encore à certains endroits. On emploie un sac fait d'une peau verte de boeuf, le côté du poil à l'extérieur pour qu'elle dure plus longtemps. Un cheval attelé au sac de minerai le tire vers la vallée le long des sentiers de montagne. Dans quelques cas, il a valu la peine de transporter certains minerais riches par voie des airs.

Ouvrages à consulter

L'exploitation des mines métalliques: cours par correspondance, ministère de l'Instruction Publique de la Colombie-Britannique. Droit d'inscription: \$10.

Cours par correspondance destiné à ceux qui s'intéressent réellement à l'exploitation des mines métalliques et à la prospection. Adapté aux adultes et ouvert aux élèves des autres provinces. Il faut au préalable suivre le cours de géologie élémentaire. Pour renseignements, s'adresser à: The Director of High School Correspondance Instruction, Weiler Bldg., Victoria, B.C.

Practical Mining; brochure n° 3 du cours de travaux miniers publiée par les Services éducatifs de la Légion Canadienne, Ottawa (Épuisé).

On trouvera dans les bibliothèques cette utile brochure préparée à l'intention des anciens combattants inscrits aux cours par correspondance.

Stout, Koehler S.: *Practical Guide for Prospectors and Small-mine Operators in Montana*; Misc. Cont. No. 3, Montana Bureau of Mines and Geology, Montana School of Mines (1955).

Von Bernewitz, M. W.: *Handbook for Prospectors and Operators of Small Mines*; McGraw-Hill, 1943. Prix \$4.

Contient d'utiles renseignements sur la prospection, l'exploration et l'exploitation de petites mines et l'outillage servant au traitement du minerai.



CHAPITRE XIV

LOIS MINIÈRES ET AUTRES QUESTIONS ADMINISTRATIVES

Lois relatives à la prospection et à l'exploitation minière

La réglementation de la prospection, des droits miniers, du jalonnement, de l'exploitation minière et d'autres questions connexes relève des gouvernements provinciaux et de l'Administration des Territoires du Nord-Ouest et de celle du Territoire du Yukon. Il n'existe aucune loi uniforme pour tout le Canada au sujet de ces questions, parce que plusieurs lois et règlements ont pris naissance à l'époque où certaines provinces étaient encore des colonies distinctes et que, plus tard, chaque province était libre d'adopter les lois qui répondaient le mieux à ses besoins et à ses désirs particuliers. Maintenant qu'on peut voyager plus facilement, le prospecteur aura peut-être besoin de connaître les règlements de plus d'une province et d'obtenir un permis de plusieurs d'entre elles. Outre les lois provinciales et territoriales, certaines lois fédérales visent la prospection et l'exploitation minière même dans le domaine provincial, par exemple, les lois relatives à l'énergie atomique, aux explosifs, à l'impôt sur le revenu et celles qui ont trait au jalonnement des claims et à l'exploitation minière dans les parcs nationaux et les réserves indiennes.

Bien que les lois et les règlements établis par les différents gouvernements se ressemblent beaucoup, ils diffèrent sur tant de points secondaires que nous ne pouvons en donner ici un exposé complet. L'ouvrage intitulé *The Mining Laws of Canada*, qui en est à sa quatrième édition, résume les points essentiels de ces lois et règlements et constitue un ouvrage de documentation utile, mais il ne renferme pas les nombreuses modifications qu'on a apportées depuis sa publication. Le prospecteur doit donc se renseigner à fond sur les règlements en vigueur dans la province ou le territoire où il veut prospecter. Chaque province a son ministère des Mines ou un service équivalent: les Territoires du Nord-Ouest et le Yukon sont administrés par le ministère fédéral du Nord canadien et des Ressources nationales. La plupart des provinces et territoires sont divisés en districts miniers (ou divisions minières) dont chacun a un bureau d'enregistrement des claims; certains districts sont subdivisés en sous-districts ayant chacun un bureau auxiliaire. En s'adressant au bureau local d'enregistrement des claims, le plus souvent situé dans un chef-lieu de comté ou dans une autre ville de même importance où se trouve un palais de justice, les prospecteurs peuvent obtenir les renseignements qu'ils désirent, le texte complet des lois et des règlements et, en certains cas, des brochures qui expliquent en un langage accessible aux non initiés les principaux règlements miniers; ils peuvent aussi en obtenir en écrivant ou s'adressant directement au bureau principal du ministère en cause. On trouvera le nom et l'adresse de ces ministères à la page 409. Le ministère des Mines et des Relevés techniques

La prospection au Canada

ne fournit que l'abrégé intitulé *The Mining Laws of Canada*. Pour s'en procurer un exemplaire, s'adresser à l'Imprimeur de la Reine, département des Impressions et de la Papeterie publiques, Ottawa, et envoyer la somme de 50c.

Les courts exposés qui suivent sur les principales dispositions des lois et des règlements relatifs à la prospection et à l'exploitation minière visent uniquement à donner une idée générale du sujet, pour initier les prospecteurs débutants et les nouveaux venus au Canada; il faut les compléter par l'étude des renseignements les plus récents que l'on peut obtenir des autorités de la province ou du territoire en cause.

Historique

Quelques-uns des principes du droit minier remontent au début de l'exploitation minière dans d'autres parties du monde. Il vaut la peine de s'y arrêter brièvement car, en plus de revêtir un intérêt historique, ils font mieux comprendre certains règlements actuels, de même que leur terminologie.

Dans l'antiquité, la question des droits de propriété minière était nettement tranchée. Ils appartenaient entièrement aux empereurs, aux rois ou aux seigneurs, et les mines étaient exploitées à leur compte par des esclaves ou des captifs, souvent dans des conditions de travail inhumaines. L'État romain "affermaient" les droits miniers aux propriétaires fonciers, notamment en pays conquis. Dès le début, on a reconnu au monarque ou à l'État le droit exclusif de battre monnaie, et de la sorte, les mines d'or et d'argent, particulièrement, appartenaient aux rois et aux empereurs. L'État romain permettait, contre paiement d'un impôt, d'exploiter les métaux communs et se réservait le droit d'extraire l'or et l'argent. Il concédait parfois ce droit moyennant le versement d'une redevance spéciale au souverain: telle fut l'origine des redevances, institution qui subsiste toujours.

Du temps des Romains, le propriétaire du sol demeurait légitime propriétaire des minéraux sous-jacents dont l'exploitation était concédée, car l'exploitation minière ne pouvait se faire qu'à de faibles profondeurs. On ne savait vraiment rien de la nature des filons profonds. Au moyen âge, cependant, on apprit à pénétrer plus profondément dans le sol et dans certaines régions, on admit que l'inventeur d'un filon y avait droit, sans tenir compte du droit de propriété du sol, pourvu qu'il dédommage le propriétaire des dégâts causés à la surface du sol. Telle est l'origine du claim. Dans certaines parties de l'Europe, dit-on, les dimensions du claim étaient déterminées par la distance à laquelle l'inventeur pouvait lancer sa hache en direction du filon, dans les deux sens, à partir du point de la découverte. Avec l'abolition graduelle du servage, les mineurs devinrent des hommes libres et à ce propos il convient de noter que même aujourd'hui, en Colombie-Britannique, un permis de recherches s'appelle un "certificat de mineur libre".

Les principes sur lesquels reposent toutes les lois minières actuelles remontent donc à l'antiquité et leur valeur est éprouvée. Les voici: le droit du souverain ou de l'État de disposer à son gré des gîtes minéraux; le droit qu'a le concessionnaire (particulier ou société) de détenir sans interruption la propriété minière tant qu'il observe les conditions fixées; et le droit du souverain ou de l'État de percevoir une partie du produit. Ces principes ont été établis en Amérique du Nord par les premiers colons et ont tenu bon malgré les théories contradictoires qui font se demander si les droits miniers appartiennent au propriétaire du sol

ou sont distincts des titres de propriété et malgré la vieille tradition qui distingue l'or et l'argent des autres métaux et minéraux pour ce qui est des droits miniers. Au Canada, il est maintenant reconnu que tous les droits miniers non encore concédés ou réservés peuvent s'acquérir par le jalonnement du claim, quel que soit le propriétaire des droits de superficie, mais qu'on doit respecter les privilèges qui découlent d'anciennes concessions.

Un autre problème épineux, qui heureusement ne se pose plus au Canada, était le suivant: le propriétaire d'un filon incliné pouvait-il le suivre indéfiniment ou devait-il arrêter juste au-dessous de la limite de son claim ou de ses claims. Le principe selon lequel le droit de propriété est illimité si l'on peut établir que le filon, la veine, la fissure, etc., sont continus, a été adopté au début de l'exploitation minière aux États-Unis. On s'inspirait peut-être là des droits presque analogues réclamés dans certains pays européens longtemps auparavant. La Colombie-Britannique a d'abord adopté ce principe, vu qu'au début bon nombre de prospecteurs originaires des États de l'Ouest des États-Unis vinrent y faire des recherches, mais elle a dû abroger la loi parce qu'il était trop souvent difficile de déterminer si le filon était réellement continu ou non, ce qui occasionnait beaucoup de confusion et de litiges. Au Canada, il est maintenant entendu que les limites des claims se prolongent verticalement dans le sol. Il importe donc que le jalonneur du claim contenant un filon incliné songe à la nécessité de jalonner un ou plusieurs claims supplémentaires afin de s'assurer la propriété du prolongement du filon, vers le bas.

Différents droits miniers

De façon générale, les lois et les règlements relatifs aux droits miniers varient selon la nature des gîtes (gîtes filoniens ou placériens, houille, pétrole, gaz naturel, pierre, gravier, sable, etc.). Les alinéas suivants traitent des filons, car ce sont eux qui intéressent surtout les prospecteurs.

Permis

La désignation du permis autorisant à prospecter et à jalonner des claims varie d'une province à l'autre. Selon les provinces, il s'appelle permis de prospecter, permis de mineur, certificat de mineur, autorisation de mineur ou certificat de mineur libre. Le particulier doit payer d'ordinaire \$5 ou \$10 pour un permis, qui doit être renouvelé chaque année au même prix. Aucun permis n'est cessible, mais dans certaines provinces le titulaire peut, au nom d'un autre titulaire, jalonner un nombre limité de claims supplémentaires. Un permis valide dans une province ou un territoire n'est pas valide ailleurs.

Terres où l'on est libre de prospecter et de jalonner

Toute personne âgée de 18 ans ou plus et ayant obtenu un permis à cette fin peut prospecter et jalonner sur les terres de la Couronne, ou sur les terres occupées, là où les droits miniers sont réservés à la Couronne, sauf dans les cas particuliers où le jalonnement est interdit. Les citoyens des autres pays ont les mêmes droits que les Canadiens à cet égard. Certaines provinces accordent des permis à des sociétés constituées mais celles-ci paient ordinairement un droit beaucoup plus élevé que le particulier; dans d'autres provinces, les sociétés ne peuvent obtenir de claims que par cession faite par des jalonneurs particuliers.

La prospection au Canada

Dans la plupart des régions du Canada, notamment dans celles qui sont moins peuplées, les droits miniers sont tout à fait distincts des droits de superficie. Dans ces régions, à moins qu'il ne soit défendu d'y jalonner pour une raison particulière, le prospecteur n'a qu'à s'assurer si tel lopin de terre est déjà jalonné ou non et si ce jalonnement est toujours valable: la présence de jalons, le dégagement des côtés ou les registres régionaux de claims renseigneront à cet égard. Cependant, dans certaines des vieilles régions du Canada, les titres fonciers peuvent comporter tous les droits miniers ou tous ces droits à l'exception de ceux qui visent l'or et l'argent. D'ordinaire, le prospecteur n'a pas le droit de faire des recherches là où le propriétaire du sol détient aussi les droits miniers, ni d'y jalonner à moins d'une entente avec le propriétaire. Pour savoir si telle ou telle propriété fait aussi l'objet de droits miniers il faut s'adresser au registraire des mines ou au bureau du cadastre.

Lorsque les droits de superficie et les droits miniers sont distincts, le propriétaire du terrain doit toucher une indemnité pour tout dommage causé par le détenteur des droits miniers. Celui-ci a le droit d'obtenir le terrain requis pour accéder au gisement et pour l'exploiter. A défaut du consentement du propriétaire, la question peut être réglée par l'arbitrage.

Lorsqu'il s'agit de parcs nationaux et provinciaux, de réserves indiennes, de terrains compris dans les limites d'une municipalité, de terrains occupés par des immeubles ou requis pour l'aménagement de grandes routes ou d'usines hydro-électriques de certains endroits de villégiature ou d'emprises ferroviaires, le jalonnement, lorsqu'il n'est pas interdit, n'est autorisé que conformément à des règlements particuliers. En l'occurrence, il y a lieu d'examiner les règlements en vigueur.

Nombre de claims qu'on peut jalonner

Le nombre de claims qu'il est loisible au détenteur de permis de jalonner au cours d'une même année varie sensiblement suivant les régions administratives.

Superficie des claims

La superficie de la plupart des claims filoniens est d'environ 40 acres (1320 pieds de côté) ou 51.65 acres (1500 pieds de côté). Dans les régions déjà subdivisées en cantons et en lots, les claims doivent d'habitude correspondre aux lots établis. Dans les terres non arpentées, le jalonneur est censé tracer le périmètre, autant que possible, du nord au sud et de l'est à l'ouest, de façon que la longueur des côtés du claim soit à peu près exacte. Quand la superficie du claim dépasse la limite autorisée, elle peut être réduite par les autorités, ou le détenteur peut être mis à l'amende. Lorsqu'il y a des vides entre les divers claims ("fractions" ou "fractions de claims"), il se peut qu'on permette de les jalonner ou qu'on en dispose au moyen de mesures spéciales.

Jalonnement

Les prospecteurs doivent étudier soigneusement les règlements locaux sur le jalonnement et s'efforcer de les observer minutieusement, car le piquetage au petit bonheur, non seulement cause beaucoup de confusion et de perte de temps pour les autres, mais peut également faire perdre au jalonneur les droits que lui confèrent ses claims. Dans la plupart des provinces et territoires, le jalonnement

consiste à planter un poteau à chaque coin du claim et, si le claim est en région boisée, à marquer les arbres à la hache et à débroussailler le terrain le long des côtés du claim. D'ordinaire, les poteaux doivent s'élever à 4 pieds au moins au-dessus du sol et être équarris du haut sur un pied au moins; les côtés doivent être larges d'au moins 4 pouces (*voir* planche LXXIV). On peut enfoncer des poteaux à l'endroit voulu ou équarrir convenablement une souche d'arbre. Dans les régions non boisées, il est permis de remplacer les poteaux par des monticules de pierres et de marquer les côtés par des piquets ou des tertres de terre ou de pierres.

Le coin nord-est est d'ordinaire marqué par le poteau n° 1, les autres coins étant marqués, dans le sens des aiguilles d'une montre, par les poteaux numérotés 2, 3 et 4. Le poteau n° 1 porte habituellement le nom du détenteur de permis, le numéro de série du permis, la date et l'heure du piquetage et, s'il s'agit d'un territoire arpenté, les numéros du lot et du claim ou d'autres désignations officielles du terrain compris par le claim. Dans certaines provinces, il faut inscrire le nom du détenteur du permis et d'autres renseignements sur les poteaux 2, 3 et 4.

Lorsque des claims sont jalonnés de façon à se toucher l'un l'autre, il faut d'ordinaire employer des poteaux distincts. Ainsi, dans le cas de quatre claims attenants, il y aurait, à l'angle commun à chacun, les poteaux 1, 2, 3 et 4, pour indiquer chacun des quatre claims. Lorsqu'un angle d'un claim est couvert d'eau, on plante à l'intersection des lignes du claim avec la rive, un poteau indicateur marqué des lettres P.I. ou W.P. (pour *witness post*) et donnant la direction approximative (angle) ainsi que la longueur de la ligne qui relie le poteau et le coin du claim. Pour jalonner un claim entièrement submergé, on plante des poteaux indicateurs sur la rive, en ligne avec les limites du claim. Certaines provinces permettent qu'un poteau de délimitation d'un claim délimite du même coup un claim attenant.

Dans plusieurs provinces, le registraire minier fournit des plaques métalliques pour numéroter les claims. Lorsqu'il le fait après l'enregistrement, il y a un délai fixé pour apposer ces plaques. D'autres fois, le registraire fournit, quand il délivre le permis, des plaques en nombre égal à celui des claims qu'une personne à le droit de jalonner; on les appose au moment du jalonnement.

Dans l'Ouest, la plupart des claims sont marqués d'un nom aussi bien que d'un numéro. Règle générale, les noms qu'on inscrit aujourd'hui n'ont que de deux à quatre lettres et vu qu'on ne peut en former qu'un nombre assez restreint, on donne le même nom à tous les claims d'un même groupe, qu'on numérote séparément, par exemple Sol 1, Sol 2, Sol 3, etc. Autrefois, les gens, moins pressés, pouvaient par l'emploi de longues désignations inscrites ou gravées sur ces poteaux se révéler poètes ou humoristes.

En Colombie-Britannique et au Yukon, où l'exploitation placérienne en grand a coïncidé avec les débuts de la colonisation et a été entreprise plus tôt que dans les autres parties du Canada actuel, on applique un mode de jalonnement différent. Les premiers règlements qui régissaient l'exploitation placérienne se fondaient sur les règles en vigueur en Australie, aux États-Unis et au Mexique, car les mineurs qui affluaient provenaient la plupart d'Australie et de Californie, où ils avaient participé à la ruée vers les champs aurifères quelques années auparavant. Lorsqu'on s'intéressa aux possibilités de l'exploitation filonienne, on

La prospection au Canada

élabora une méthode de jalonnement à peu près semblable à celle qui s'appliquait aux concessions de placers aurifères. Cette dernière consistait à planter deux poteaux le long du cours d'eau, pour marquer jusqu'où s'étendait la concession dans ce sens; une certaine étendue de terrain était alors réservée de chaque côté du cours d'eau; il était inutile de planter des poteaux aux angles. Le jalonnement des gîtes filoniens consista donc à fixer un "poteau de découverte" à l'endroit du gîte de découverte, et les poteaux 1 et 2 à distance convenable du premier, en direction du filon. Un avis apposé sur ces deux poteaux indiquait que le claim s'étendait sur une distance donnée de chaque côté de la ligne qui reliait les poteaux 1 et 2. Cette méthode offre certains avantages en terrain montagneux, où seul l'arpenteur pourrait facilement repérer les angles d'un carré avec l'exactitude qu'il faut pour le jalonnement à quatre poteaux. On a donc continué d'appliquer cette méthode, poteau de découverte en moins, en Colombie-Britannique et au Yukon. Il y est permis de donner aux claims n'importe quelle orientation au moyen d'une ligne de repère longue d'environ 1,500 pieds, marquée aux extrémités par les poteaux 1 et 2. Le claim peut s'étendre à droite ou à gauche seulement de la ligne de repère ou être situé en partie à droite et le reste à gauche, sur une largeur totale de 1,500 pieds. Lorsqu'un claim ainsi jalonné chevauche sur un autre claim déjà reconnu par la loi, seule la partie non encore jalonnée est valide. Bien que la ligne de repère puisse aller dans n'importe quel sens, la direction nord-sud est à préférer et le claim doit être aussi parfaitement carré que possible, afin qu'il y ait le moins possible de confusion, de chevauchement et de claims partiels. On est en train de reviser la Loi sur l'extraction du quartz dans le Yukon.

Enregistrement

Les claims doivent être enregistrés dans un délai donné à partir de la date du jalonnement, délai qui est d'ordinaire de 15 jours dans le cas des régions situées près d'un bureau d'enregistrement et un peu plus long pour tenir compte de l'éloignement du claim par rapport au bureau. Ce délai est parfois prolongé pour permettre aux parties en cause de faire opposition à un jalonnement en cas de contestation. Dans quelques endroits, le registraire inscrit parfois un claim sous réserve de vérification s'il estime que des jalonnements presque concomitants pourraient provoquer un heurt d'intérêts ou que la vérification des titres de concession prendra du temps. La plupart des provinces exigent un droit d'inscription.

Travaux requis par la loi

Pour que le concessionnaire conserve son titre au claim, il faut qu'il fasse chaque année une certaine somme de travail sur son claim ou groupe de claims pour en déterminer la valeur, à moins qu'il ne soit permis de remplacer ces travaux par le versement d'un certain montant. La somme de travail exigé ou le montant à payer varient sensiblement selon les provinces ou les territoires.

Acquisition du titre

Après l'exécution des travaux obligatoires ou le paiement de montant qui en tiennent lieu, et après l'abornement du claim fait par un arpenteur autorisé, lorsqu'il s'agit d'un claim situé dans une région non encore arpentée, le claim

peut faire l'objet d'une concession ou d'un bail. D'ordinaire, aucune somme de travail n'est exigée par la suite: le concessionnaire n'a pas besoin de poursuivre les travaux, mais il doit payer un impôt ou loyer annuel calculé d'après la superficie du terrain.

Impôts et redevances

En plus des droits annuels, bien minimes, fondés sur la superficie, les gouvernements perçoivent, dans le cas des mines actives, divers montants calculés d'après la production ou les bénéfices qu'on en tire. Le gouvernement fédéral les lève au moyen de l'impôt sur le revenu. Les provinces prélèvent des impôts ou des redevances sur le rendement ou les bénéfices. Ces prélèvements, qui varient d'une province à l'autre, sont déterminés en fonction des bénéfices; ils sont parfois moins élevés pendant les premières années de production d'une nouvelle mine. Actuellement, les nouvelles mines sont exonérées de l'impôt sur le revenu pendant les trois premières années.

Concessions minières

Dans certains cas, certaines régions (dont la superficie peut varier de quelques milles carrés jusqu'à plusieurs centaines) donnent lieu à des droits exclusifs de prospection. Il s'agit le plus souvent de régions éloignées que les prospecteurs ne visiteraient probablement pas isolément et où les frais d'exploration seraient considérables. On accorde les concessions parfois par voie d'adjudication, parfois contre paiement d'un droit fort élevé. Il est prévu d'ordinaire que la durée de la concession ne dépassera pas tel ou tel nombre d'années, durant lesquelles le détenteur devra exécuter des sommes déterminées de travail, après quoi il pourra conserver certaines sections de la concession comme claims miniers, le reste étant mis à la disposition des jalonneurs de claims.

Parcs

Aucune disposition législative ne permet d'obtenir de droits miniers dans les parcs qui relèvent du gouvernement fédéral. On peut détenir, à certaines conditions, des claims situés dans certains parcs provinciaux.

Réserves indiennes

En général, dans les réserves indiennes, les droits miniers sont réservés à l'avantage du groupe. Quelques-unes ont cédé leurs droits à la Couronne: dans ces cas, le titulaire d'un permis provincial de prospection peut obtenir un permis spécial en s'adressant au directeur de la Direction des affaires indiennes, ministère de la Citoyenneté et de l'Immigration, à Ottawa.

Règlements concernant l'énergie atomique

La Loi sur le contrôle de l'énergie atomique donne au gouvernement fédéral certaines prérogatives en ce qui touche la prospection et l'extraction de l'uranium et du thorium. Les règlements établis en vertu de la Loi ont pour but d'encourager le plus possible le public à chercher et à extraire de l'uranium. Ils réglementent les expéditions (contrôle de la destination) et la publication des chiffres relatifs à la production et aux réserves de minerai des mines actives. Ils exigent que rapport soit fait des découvertes de minerais radioactifs, afin qu'on puisse tenir

La prospection au Canada

à jour le répertoire de ces venues et réunir les données générales qui pourraient utilement être mises à la disposition des prospecteurs et exploitants miniers.

L'État n'exige pas de permis spécial en ce qui touche la recherche de l'uranium ou du thorium. Il suffit de se procurer les permis provinciaux ou territoriaux requis et de borner le claim uranifère ou thorifère comme s'il s'agissait d'autres métaux. Les règlements sur l'énergie atomique s'ajoutent aux règlements provinciaux ou territoriaux habituels, et ceux qui ont trait à la prospection et à l'exploitation prévoient ce qui suit:

1. Quiconque découvre ou pense avoir découvert une venue dont le minerai renferme 0.05 p. 100 ou plus d'uranium ou de thorium doit en prévenir au plus tôt la Commission géologique du Canada qui représente officiellement la Commission de contrôle de l'énergie atomique pour ce qui est des gîtes radioactifs. Il faut donner tous les renseignements qu'on peut sur la venue et en décrire l'emplacement avec suffisamment de précision pour qu'on puisse s'y rendre sans l'aide d'un guide. La Commission géologique ne s'engage pas cependant à examiner les gîtes de découverte à la demande des inventeurs ou des propriétaires. L'annonce doit porter l'adresse suivante: Monsieur le directeur, Commission géologique du Canada, à l'attention de la Division des gîtes minéraux, Ottawa. Tous les renseignements ainsi fournis sont considérés comme confidentiels, à moins que l'intéressé n'en permette la communication ou qu'ils soient publiés ailleurs.

2. Il n'y a pas d'autres formalités à remplir à l'égard des premières recherches, mais il faut obtenir un permis d'exploration du secrétaire de la Commission de contrôle de l'énergie atomique, C.P. 1046, Ottawa, avant d'entreprendre des recherches poussées, par exemple, des fouilles superficielles exigeant plus de 300 jours-homme de travail, toute étude fouillée, géophysique ou géologique, qui pourrait être acceptée comme travail de mise en valeur, tout forage au diamant et toute exploration souterraine, et tout prélèvement d'échantillons volumineux. Les demandes de permis doivent porter:

- a) Le nom et l'adresse au complet du demandeur et, dans le cas d'une société, le mode de constitution et les noms et adresses de tous ses administrateurs et dirigeants;
- b) Le nom et l'adresse de la personne qui sera chargée de diriger les travaux sur le terrain;
- c) La description complète et précise (numéro, région et province du claim, ou numéro, canton, comté ou région du lopin ou de la concession) de toute propriété au sujet de laquelle on demande la délivrance d'un permis;
- d) Le genre général de travaux projetés;
- e) Si quelqu'un détient déjà un permis valide d'exploration s'appliquant à toute la propriété ou à une partie seulement de celle-ci, le consentement écrit du détenteur du permis au retrait de ce permis.

Aux termes du permis d'exploration, un rapport détaillé des résultats de l'exploration doit être envoyé, chaque trimestre, au directeur de la Commission géologique du Canada, à l'attention de la Division des gîtes minéraux, y compris des plans suffisamment détaillés, les carnets de sondage au diamant et les résultats d'essais. Point n'est besoin, d'ordinaire, de rédiger des rapports spéciaux, car la plupart des sociétés font rédiger des rapports complets pour leur propre compte. Si ces rapports portent sur une période de plus de trois mois, on pourra

s'entendre pour qu'ils remplacent des rapports trimestriels. Tous les renseignements sont considérés comme confidentiels.

A condition d'en informer aussi la Commission géologique du Canada, les particuliers ont le droit de publier tout renseignement qu'ils recueillent sur le claim de découverte ou sur la propriété qui fait l'objet des recherches.

Avant que l'exploitation proprement dite ne commence, il faut demander un permis d'exploitation minière, qu'on délivre gratuitement et qui remplace le permis d'exploration. Si l'on abandonne l'option ou le droit de propriété, il faut demander à la Commission de contrôle de l'énergie atomique d'annuler ou de modifier tout permis qui pourrait avoir été déjà délivré.

Financement des entreprises de prospection

Les vieux de la vieille dans le monde de la prospection, durs pour eux-mêmes, acceptaient volontiers une vie frugale et de pénibles voyages pour mener l'existence qu'ils aimaient et pour avoir la chance de devenir un jour riche. Le prospecteur se constituait d'ordinaire le capital requis en économisant sur son salaire ou sur le produit du piégeage. Parfois il se faisait "commanditer" par quelqu'un qui lui fournissait des provisions ou de l'argent pour en acheter, à condition, en général, de toucher la moitié de la valeur de ce que le prospecteur devait découvrir; il est probable que dans l'expression anglaise "grubstake" la partie "stake" rappelle que dans un tel cas le prospecteur devait chaque fois jalonner un claim pour le commanditaire lorsqu'il en choisissait un pour lui-même. Il y a encore quelques prospecteurs qui sont ainsi commandités par une seule personne mais les frais de déplacement et d'achat de matériel sont si élevés qu'on doit délaisser cette pratique. La prospection se fait maintenant surtout des façons suivantes:

Prospecteurs amateurs

Un nombre croissant de personnes se livrent à la prospection comme passe-temps ou comme métier secondaire en fin de semaine et durant leurs vacances. C'est là une occupation qui peut être intéressante et payante pour ceux qui vivent loin des régions les plus peuplées ou ceux qui peuvent passer leurs vacances dans des régions d'avenir, pourvu qu'ils étudient le sujet aussi à fond que ceux qui se livrent ardemment et intelligemment à tout autre travail d'amateur.

Prospecteurs à temps partiel

Nombreux demeurent les prospecteurs qui trappent ou qui travaillent à salaire durant l'hiver, comme mineurs ou autrement et qui passent l'été à prospecter à leur propre compte.

Prospecteurs à plein temps

Un certain nombre d'hommes consacrent tout leur temps à la prospection. D'ordinaire, pendant une bonne partie de l'hiver, ils étudient les rapports géologiques, ainsi que les cartes et les photographies aériennes appropriées afin d'élaborer leur programme de travail pour la saison suivante. Ils travaillent parfois seuls, parfois avec un associé. Certains d'entre eux gagnent très bien leur vie à vendre des claims qui semblent prometteurs; un petit nombre se sont enrichis à la suite de découvertes exceptionnelles.

La prospection au Canada

Syndicats

Vu que la prospection coûte très cher aujourd'hui, il arrive d'ordinaire que plusieurs co-associés défrayent un ou plusieurs prospecteurs. C'est là un nouveau régime de commandite qui remplace en grande partie l'ancien, dont nous venons de parler. Un prospecteur sans expérience réussit rarement sinon jamais à se faire ainsi commanditer, mais celui qui a fait preuve de compétence et d'intégrité obtient souvent l'appui d'un groupe d'hommes d'affaires ou de profession; d'autre part, l'initiative part quelquefois de ces derniers, qui cherchent des prospecteurs d'expérience.

D'ordinaire, lorsqu'on forme un tel syndicat, on calcule la somme qu'il faut risquer dans l'entreprise et on la divise, par exemple, en "fractions" de \$100; les membres achètent alors parfois un certain nombre (égal ou non) de "fractions" et le prospecteur en reçoit pour sa part le nombre convenu. Si l'on trouve quelque chose qui ait de la valeur, on peut vendre les claims et répartir le produit de la vente au prorata de la mise de fonds de chaque participant; on peut également fonder une société, chaque fraction étant échangée contre un certain nombre d'actions. Parfois on laisse toute liberté au prospecteur, parfois le syndicat choisit parmi ses membres un administrateur-gérant chargé aussi de surveiller quelque peu le prospecteur.

Un désavantage des syndicats ordinaires, c'est que leurs membres doivent parfois assumer solidairement de fortes dettes, notamment lorsqu'il survient des poursuites en justice ou des déficits de caisse. Afin d'alléger quelques-unes de ces difficultés, certaines provinces ont prévu la constitution de sociétés de caractère spécial ou de petites sociétés à responsabilité limitée dont le but est la prospection ou l'étude préliminaire de gîtes miniers.

Emploi dans les sociétés minières

Nombre de sociétés qui exploitent de grandes mines chargent des prospecteurs expérimentés de chercher de nouveaux gîtes qui augmenteront leur actif ou qui remplaceront les premières mines quand elles seront épuisées. Les prospecteurs d'expérience n'ont guère besoin d'être surveillés et, de fait, sont en général laissés assez libres. Ils touchent d'ordinaire un traitement mensuel et des frais de déplacement et on leur fournit tout le matériel et toutes les provisions de bouche qu'il leur faut. D'ordinaire, la société leur paye en plus une gratification s'ils découvrent un gîte qui répond à certaines exigences. Elle leur assure parfois la participation aux bénéfices quand un gîte ainsi découvert devient productif. Souvent toutefois, ni le prospecteur ni la société n'aiment ce mode de rémunération, bien qu'il paraisse raisonnable sous certains rapports. En effet, il présente des inconvénients: le prospecteur doit probablement attendre plusieurs années avant que la propriété ne devienne rentable, si jamais elle le devient; la société, de son côté, doit continuer à payer un tantième au prospecteur ou à ses héritiers jusqu'à épuisement de la mine.

Campagnes de prospection

Le nombre des campagnes systématiques de prospection dont les sociétés font les frais augmente toujours plus. On choisit pour s'y livrer, soit une région qui semble favorable, sans achat préalable de terrains, soit des concessions minières ou des groupes de claims. La direction est ordinairement confiée à un géologue

compétent en la matière, à qui l'on adjoint parfois d'autres géologues ou des ingénieurs. La prospection proprement dite se fait par équipes composées de deux prospecteurs compétents ou d'un seul prospecteur accompagné d'un novice. Lorsque les travaux sur le terrain doivent se faire très soigneusement, on emploie parfois, sous surveillance, des forestiers ou des étudiants sans grande compétence en matière de prospection. Ces hommes touchent parfois une rémunération fixe seulement, mais d'ordinaire on leur verse une prime d'encouragement, de l'un ou l'autre des genres décrits plus haut. Pour ce qui est des travaux eux-mêmes, le chef de l'expédition assigne une petite étendue à chaque équipe de prospecteurs, et après qu'ils y ont travaillé quelque temps, il vient inspecter leurs travaux, pour leur donner des instructions sur la façon de poursuivre les travaux sur place ou les envoyer travailler ailleurs. Le plus souvent, cependant, la prospection ordinaire s'accompagne de levés de plans géologiques, d'études géophysiques ou d'autres travaux spéciaux de prospection.

Aide accordée par l'État aux prospecteurs

Dans certaines conditions, les gouvernements de la Colombie-Britannique et de la Saskatchewan fournissent aux habitants de ces provinces soit l'argent soit le matériel requis pour prospecter. On peut consulter à cet égard les imprimés fournis par l'un ou l'autre gouvernement provincial.

Recherche de capitaux ou de travail

Nombre de prospecteurs demandent aux services de l'État de les aider à trouver de l'emploi, mais les fonctionnaires ne peuvent leur être utiles que dans le cas, qui se présente parfois, de sociétés qui préviennent les bureaux régionaux du Service national de placement du nombre de prospecteurs dont elles ont besoin.

Quant au prospecteur qui cherche à se mettre en rapport avec un commanditaire ou un employeur, la meilleure chose à faire est probablement d'insérer une annonce dans un journal minier ou une revue minière ou dans un journal publié dans une région minière. Il peut aussi, en lisant des journaux miniers et en consultant des manuels qui traitent de l'exploitation minière, savoir quelles sociétés se livrent activement à la prospection ou à l'exploration minière.

Conventions

Toutes les conventions conclues entre prospecteurs associés, ou entre un prospecteur et des commanditaires, un syndicat ou une société, devraient être couchées par écrit, devant témoins, afin d'éviter les conflits, les déceptions et les malentendus. Il est préférable d'en confier la rédaction à un avocat ou un notaire, mais si la chose est impossible, le prospecteur novice devrait consulter un prospecteur qualifié ou un homme d'affaires auquel il donne sa confiance.

Nous conseillons aux propriétaires de claims qui accordent une option d'insister pour que le preneur s'engage à fournir tous les plans et autres renseignements disponibles s'il décide de ne pas acheter.

L'aperçu suivant, qui s'inspire des cours de prospection donnés à Yellowknife, effleure quelques-uns des points essentiels des conventions relatives à la prospection.

Il faut délimiter aussi bien que possible la zone où doit se faire la prospection ou le jalonnement. Les parties intéressées doivent décider qui fera effec-

La prospection au Canada

tivement le jalonnage. Il convient de spécifier comment on procédera aux dépenses et comment elles seront partagées. Dans les territoires où il est permis à un mandataire de jalonner des claims, il convient de préciser si les claims continueront d'être inscrits aux noms des personnes qui les ont enregistrés ou s'ils seront cédés. Il faut s'entendre sur la façon dont les claims doivent être vendus ou cédés avec faculté d'achat. Dans certains cas, on peut s'en remettre à ce sujet à une seule personne, mais dans d'autres il faut que la majorité des associés donnent leur consentement. Lorsqu'il y a option, il faut énumérer exactement les claims dont il s'agit, ainsi que leurs prix et les conditions de paiement. Quand la vente d'un claim ou d'une propriété donne lieu à l'attribution d'actions d'une société, il faudrait préciser avec soin quelle sera l'organisation de la société qu'on projette de fonder et la part qui reviendra au prospecteur.

Vente des gîtes

La plupart des prospecteurs et des membres de syndicats ne possèdent ni la formation, ni l'expérience, ni les fonds voulus pour dépasser le stade de la première exploration d'un gîte. Le domaine des mines étant très technique et très spécialisé, on obtiendra les résultats les plus satisfaisants si l'on confie la prospection et la première exploration aux prospecteurs et l'exploration poussée, ainsi que l'extraction, aux sociétés minières. De nos jours, certaines sociétés se spécialisent dans l'achat et l'exploration de gîtes qui semblent encourageants, qu'elles revendent à des sociétés minières si leurs recherches donnent de bons résultats.

La plupart des sociétés cherchent activement à acheter des gîtes prometteurs. Nombre de prospecteurs, cependant, ont de la peine à disposer de leurs découvertes surtout parce qu'ils leur attribuent une valeur qui s'écarte beaucoup de celle que leur attribue l'entreprise à laquelle ils s'adressent. Certains prospecteurs mettent tout leur espoir dans des découvertes minéralisées qui n'intéresseraient aucune société, ou attribuent une valeur excessive à un gîte probable qu'une société consentirait à explorer, mais à des conditions différentes des leurs. La réponse à ces questions, ou leur solution, n'est pas facile à trouver. Il faut reconnaître, d'une part, que la découverte de certaines mines très riches n'a guère rapporté à celui qui l'a faite. D'autre part, certains prospecteurs qui ont refusé tout compromis sont morts pauvres, alors qu'ils auraient pu toucher un montant appréciable ou une part des bénéfices résultant de l'exploitation d'un gîte d'une valeur indiscutable. Rares cependant sont les gîtes de ce genre. Presque toujours, l'exploration prend la forme d'une lente élimination, comme nous l'exposons ailleurs, de la plupart des venues, avant que le stade de l'exploitation ne soit atteint. Ceux qui financent ces travaux risquent leurs fonds, et les inventeurs doivent se contenter, pour la plupart, d'un montant fixe proportionné au risque financier, ou se résigner à attendre l'achèvement des recherches. Dans le cas d'un échec, l'inventeur ne touche rien, mais dans le cas d'une réussite il peut toucher un fort montant.

Vu les risques inévitables, il est rare que les sociétés achètent du premier coup les terrains miniers qu'on leur offre. Ordinairement, elles retiennent un claim au moyen d'une option dressée en bonne et due forme, signée par les deux parties intéressées devant témoin et stipulant que la société s'engage, moyennant paiement comptant d'une somme généralement faible, à poursuivre des re-

cherches pendant une période fixée, au bout de laquelle elle a le droit d'abandonner la propriété ou de l'acheter. L'achat peut se faire au comptant ou par la remise d'une partie ou de la totalité du montant sous forme d'actions.

Plusieurs sociétés à la recherche de gîtes miniers emploient des éclaireurs qui font la tournée des camps miniers et des terrains de prospection, entretiennent des relations avec les prospecteurs et se tiennent au courant des découvertes. D'autres sociétés préfèrent attendre les offres des prospecteurs; parfois elles restent en contact avec tel ou tel prospecteur avec qui elles ont déjà noué des relations d'affaires fondées sur l'estime et la confiance mutuelles. A défaut de ces moyens, le prospecteur annonce parfois dans les revues minières ses claims ou ses gîtes probables; il consulte les journaux et les périodiques minières pour avoir les noms et adresses des sociétés qui cherchent tel ou tel métal ou un minéral. Le meilleur moyen de recevoir un accueil favorable est de présenter des échantillons représentatifs du gîte et non des échantillons plus riches que la moyenne (rares sont les spécialistes qui se laissent prendre à ce subterfuge) et de présenter une esquisse raisonnablement exacte des découvertes minéralisées et des lieux d'échantillonnage. Le prospecteur qui ne sait pas au juste ce que vaut un gîte de découverte ou une entente qu'on lui propose devrait consulter un ingénieur-conseil, un géologue-conseil, un avocat ou notaire, ou du moins un homme d'affaires ou un autre prospecteur qui lui inspire confiance. On s'adresse souvent aux services de l'État pour obtenir des conseils à cet égard, mais ils sont rarement en mesure d'en fournir car il s'agit strictement la plupart du temps de questions d'affaires ou de loi, ou de questions qui relèvent du domaine des ingénieurs ou géologues-conseils.

Services de l'État

Au sein du gouvernement fédéral et au sein de la plupart des gouvernements provinciaux, il y a des services qui remplissent diverses fonctions se rattachant à la prospection et à l'exploitation minière et qui peuvent être grandement utiles au prospecteur. On établit des distinctions aussi nettes que possible entre les fonctions de ces divers organismes, afin que le travail puisse se faire avec le plus d'efficacité et le moins de chevauchement, mais il arrive que plus d'un organisme se charge de rendre certains services: il en est ainsi de la cartographie géologique, où le travail à faire est immense. Voici un aperçu de l'activité des différents ministères; il permettra au prospecteur de s'adresser au service approprié lorsqu'il veut, par exemple, se procurer publications et règlements.

L'un des deux ministères fédéraux qui intéressent tout particulièrement le prospecteur est celui des Mines et des Relevés techniques. Comme une direction de ce ministère, la Commission géologique du Canada, s'intéresse particulièrement à la prospection, nous en parlerons plus en détail plus bas. La Direction des mines s'occupe surtout des méthodes de traitement des minerais et des combustibles, etc., des meilleures utilisations ou des nouveaux emplois que l'on peut faire des métaux, des alliages, des minéraux et des dérivés de minéraux; ses travaux portent donc surtout sur les phases de l'industrie minière qui suivent les premiers travaux de prospection. En outre, la Direction publie des renseignements sur les minéraux produits au Canada (ressources, débouchés, prix, et usages). Elle fait l'essai d'échantillons de minéraux industriels, en matière desquels les prescriptions techniques ont en général plus d'importance que les

La prospection au Canada

analyses. Elle exécute, contre paiement d'un droit, certaines analyses chimiques quand, par exemple, il est difficile de faire exécuter ailleurs des analyses portant sur tel ou tel élément. La Direction des levés et de la cartographie publie des cartes topographiques et dirige la Photothèque nationale de l'air.

La Direction des régions septentrionales et des terres, du ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, applique les lois et règlements miniers relatifs au Yukon et aux Territoires du Nord-Ouest. Le Service des terres, de la même Direction, renseigne sur le jalonnement des claims et les enregistre, contrôle l'exécution des travaux requis par la loi et voit à la sécurité des mines dans ces territoires. Son bureau central est à Ottawa et ses bureaux secondaires, à Whitehorse et à Yellowknife.

Lorsqu'on demande par écrit des cartes ou des rapports ou qu'on envoie des échantillons, etc., il ne faut pas oublier que les divers bureaux administratifs sont distincts et sont souvent logés très loin les uns des autres. Des retards et même la perte de lettres et d'échantillons peuvent résulter de l'emploi d'une adresse erronée ou de l'inclusion de demandes de publications ou de services adressées à plus d'un bureau dans une seule et même lettre. Il y a lieu de noter avec soin les fonctions des différents bureaux, telles qu'on vient de les exposer, et les adresses énumérées en appendice.

La Commission géologique du Canada

Fondée en 1842, cette Commission est l'organisme scientifique le plus ancien du pays. Sa fonction principale est d'établir les caractéristiques géologiques du pays, de les étudier, et de préparer des cartes et rapports propres à aider les prospecteurs et les sociétés dans le choix de leurs champs d'activité et à les guider dans leurs travaux. Par là, elle a indirectement contribué à la découverte et à la mise en valeur de la plupart des mines du pays. En plus des services de cartographie géologique, elle compte des bureaux spéciaux chargés de l'étude des gîtes minéraux, des gisements de pétrole, de houille, etc., ou consacrés à la minéralogie, à la géophysique, à la géologie du pléistocène, à la géologie appliquée au génie (y compris l'approvisionnement en eau au moyen de puits) et à la paléontologie.

Un peu plus d'un siècle après son établissement, la Commission, dont le personnel ne comptait au début que deux ou trois membres, envoie chaque année sur le terrain de 70 à 90 équipes. Elle possède un personnel spécialisé (laboratoires, etc.). Bien qu'elle ait publié quelque 5,000 cartes et rapports, de nombreuses parties du pays n'ont pas encore été étudiées, même sous la forme de levés de reconnaissance. De grands territoires attendent d'être étudiés plus à fond. De nombreuses régions qui ont déjà été étudiées d'une façon fouillée demandent une nouvelle étude à la lumière de connaissances récentes, de nouvelles découvertes et de nouveaux besoins. Bien des problèmes n'ont encore pu faire l'objet d'études spéciales.

La Commission n'est pas à vrai dire un organisme de prospection, mais ses géologues ont fait à l'occasion d'importantes découvertes au cours de leurs levés et elle a exécuté des programmes spéciaux de prospection en périodes critiques.

On a dressé le catalogue des publications disponibles. Particuliers et sociétés peuvent demander qu'on les prévienne lorsqu'on en publie de nouvelles.

La plupart du temps le coût des publications ne couvre qu'une partie des frais d'impression; toute commande d'expédition doit être accompagnée d'un mandat-poste fait à l'ordre du Receveur général du Canada. Quand on ignore le prix exact d'une publication, on peut envoyer avec la commande une somme excédentaire dont le solde sera remboursé. La commande doit être adressée à l'Imprimeur de la Reine, Ottawa. Les bureaux secondaires de Whitehorse, Yellowknife, Vancouver et Calgary expédient sur demande les publications qui traitent de leurs régions respectives. Dans ces bureaux comme au bureau central de la Commission géologique, on peut consulter diverses publications, dont beaucoup sont épuisées. La bibliothèque de la Commission géologique peut prêter ces mêmes ouvrages à d'autres bibliothèques.

Toute correspondance destinée au bureau central de la Commission doit être adressée au directeur et non à tel ou tel de ses subordonnés, qui pourrait ne plus faire partie du personnel ou se trouver sur le terrain.

La Commission, en outre, vend de petits échantillons de plusieurs roches et minéraux, soit isolément soit sous forme de collection, pour aider les étudiants et les prospecteurs. S'adresser au directeur pour obtenir des échantillons et la liste des prix.

Pour rendre service aux prospecteurs, la Commission fait gratuitement la détermination des échantillons de minéraux et de roches, pourvu qu'elle n'exige pas de travaux de laboratoire compliqués. Elle ne fait ni essais ni analyses. Elle assure toutefois certains services spéciaux dans le cas d'échantillons de minerais radioactifs, comme l'expose une brochure qu'on peut se procurer sur demande. Envoyer les échantillons au directeur dans un paquet portant comme suscription "pour examen ordinaire" ou "pour essais radiométriques", car il s'agit de travaux qu'exécutent des services différents de la Commission. L'expéditeur doit préciser l'endroit où il a recueilli l'échantillon: s'il le demande, ce renseignement demeure strictement secret.

Les fonctionnaires de la Commission sont heureux d'aider les prospecteurs à titre individuel, cela dans la mesure du possible mais sans chercher à remplacer les géologues et les ingénieurs-conseils. Les seuls renseignements qu'ils fournissent avant la publication des rapports de la Commission sont ceux qui ne peuvent avantager personne injustement et qui ne se rapportent qu'à la propriété minière du demandeur. Quand il s'agit de la propriété d'une société, il n'est permis d'en parler qu'avec un dirigeant de cette dernière. La Commission n'étudie pas de découverte à la demande de l'inventeur ou du propriétaire, mais elle étudie beaucoup de découvertes et de propriétés dans l'exercice de ses fonctions; elle se fait alors un plaisir de donner tous les conseils qu'elle peut fournir. Ses fonctionnaires ne peuvent consacrer qu'une partie de leur temps aux demandes de renseignements des visiteurs et de correspondants, car ces demandes retardent l'établissement des cartes et la rédaction des rapports. Ceux qui cherchent certains renseignements devraient d'abord se procurer les publications disponibles qui traitent du sujet qui les intéresse, car elles contiennent d'ordinaire tous les renseignements que la Commission a en main ou qu'elle peut communiquer.

Services des gouvernements provinciaux

La plupart des provinces ont un ministère des Mines ou une division des Mines dans un ministère de quelque autre nom. Ces ministères sont chargés de

La prospection au Canada

tout ce qui a trait au jalonnement, à la mise en valeur, à la sécurité minière, etc., et plusieurs d'entre eux rendent en plus de précieux services aux prospecteurs. Ces services varient d'une province et d'une époque à l'autre et prennent la plus grande ampleur dans les provinces où l'exploitation minière a la plus grande envergure. Dans plusieurs d'entre elles, ils prennent diverses formes: brochures donnant des conseils d'ordre général sur la prospection dans la province en cause, rapports annuels décrivant les propriétés minières, cartes et rapports géologiques de caractère régional, déterminations de minéraux, analyses spectrographiques ou essais gratuits d'un petit nombre d'échantillons. Quelques provinces délivrent au prospecteur, en même temps que le permis de prospection, un certain nombre de bons donnant droit chacun à un essai. Les ingénieurs miniers et les géologues peuvent également examiner les découvertes et conseiller les prospecteurs, mais aucun ministère ne tente de répondre à toutes les demandes d'inspection. Pour avoir des précisions là-dessus, on peut consulter les registraires miniers et d'autres fonctionnaires du ministère intéressé, ou s'adresser par écrit au bureau central du ministère. Les noms des ministères provinciaux et les adresses de leurs bureaux centraux sont énumérés à l'appendice V.

APPENDICES

1. *Liste des éléments*
2. *Procédés qui facilitent la détermination des minéraux*
3. *Table des principaux minéraux*
4. *Classification sommaire des roches communes*
5. *Adresses*
6. *Recherche des traînées de minerai dans les dépôts glaciaires*

APPENDICE I

LISTE DES ÉLÉMENTS

Les éléments, dont il est question au chapitre III, sont les composants de base de la matière. A l'état normal, la plupart d'entre eux sont des corps solides. Onze sont des gaz et deux, le brome et le mercure, sont des liquides. Les auteurs anglo-saxons les divisent parfois en métaux, semi-métaux (métalloïdes), non-métaux et gaz. Toutefois, cette classification n'est faite que pour des raisons de commodité; elle est dépourvue de précision scientifique. Dans notre liste, les substances douées de "l'éclat métallique" sont considérées comme des métaux et les autres, comme des non-métaux. Les éléments, qui, à pression et à température normales, sont gazeux (oxygène, azote, etc.), sont classés comme des gaz. Cependant, deux de ces derniers, le chlore et le fluor, se trouvent rarement et pour ainsi dire jamais à l'état gazeux; ils sont unis à d'autres éléments.

Les éléments marqués d'un astérisque appartiennent au groupe des terres rares auquel le scandium et l'yttrium sont étroitement apparentés.

Liste des éléments

Nom	Symbole	Nature	Masse atomique	Nom	Symbole	Nature	Masse atomique
Actinium	Ac	metal (?)	227	Néodyme*	Nd	métal	144.3
Aluminium	Al	métal	27	Néon	Ne	gaz	20.2
Américium	Am	métal (?)	243	Neptunium	Np	métal	237
Antimoine	Sb	semi-métal	121.8	Nickel	Ni	métal	58.7
Argent	Ag	métal	107.9	Niobium (autre-fois: columbium)	Nb	métal	92.9
Argon	A	gaz	39.9	Nitrogène (voir azote)			
Arsenic	As	semi-métal	74.9	Or	Au	métal	197
Astatine	At	non-métal	210	Osmium	Os	métal	190.2
Azote (nitrogène)	N	gaz	14	Oxygène	O	gaz	16
Baryum	Ba	métal	137.4	Palladium	Pd	métal	106.7
Berkélium	Bk	métal	245	Phosphore	P	non-métal	31
Béryllium	Be	métal	9	Platine	Pt	métal	195.2
Bismuth	Bi	métal	209	Plomb	Pb	métal	207.2
Bore	B	non-métal	10.8	Plutonium	Pu	métal	242
Brome	Br	non-métal	79.9	Polonium	Po	métal	210
Cadmium	Cd	métal	112.4	Potassium	K	métal	39.1
Caesium	Cs	métal	132.9	Praséodyme*	Pr	métal	140.9
Calcium	Ca	métal	40.1	Prométhéum*	Pm	métal	145
Californium	Cf	métal	248	Protoactinium	Pa	métal (?)	231
Carbone	C	non-métal	12	Radium	Ra	métal	226.1
Cérium*	Ce	métal	140.1	Radon	Rn	gaz	222
Chlore	Cl	gaz	35.5	Rhénium	Re	métal	186.3
Chrome	Cr	métal	52	Rhodium	Rh	métal	102.9
Cobalt	Co	métal	58.9	Rubidium	Rb	métal	85.5
Columbium (voir niobium)				Ruthénium	Ru	métal	101.1
Cuivre	Cu	métal	63.5	Samarium*	Sm	métal	150.4
Curium	Cm	métal (?)	245	Scandium	Sc	métal	45
Dysprosium*	Dy	métal	162.5	Sélénium	Se	non-métal	79
Erbium*	Er	métal	167.2	Silicium	Si	non-métal	28.1
Étain	Sn	métal	118.7	Sodium	Na	métal	23
Europium*	Eu	métal	152	Soufre	S	non-métal	32.1
Fer	Fe	métal	55.9	Strontium	Sr	métal	87.6
Fluor	F	gaz	19	Tantale	Ta	métal	181
Francium	Fr	métal	223	Technétium	Tc	métal	99
Gadolinium*	Gd	métal	156.9	Tellure	Te	non-métal	127.6
Gallium	Ga	métal	69.7	Terbium*	Tb	métal	158.9
Germanium	Ge	métal	72.6	Thallium	Tl	métal	204.4
Hafnium	Hf	métal	178.6	Thorium	Th	métal	232.1
Hélium	He	gaz	4	Thulium*	Tm	(métal de la série des terres rares?)	168.9
Holmium*	Ho	métal	164.9	Titane	Ti	métal	47.9
Hydrogène	H	gaz	1	Tungstène	W	métal	183.9
Indium	In	métal	114.8	Uranium	U	métal	238.1
Iode	I	non-métal	126.9	Vanadium	V	métal	51
Iridium	Ir	métal	192.2	Wolfram (voir tungstène)			
Krypton	Kr	gaz	83.8	Xénon	Xe	gaz	131.3
Lanthane*	La	métal	138.9	Ytterbium*	Yb	métal	173
Lithium	Li	métal	6.9	Yttrium*	Y	métal	88.9
Lutécium*	Lu	métal	175	Zinc	Zn	métal	65.4
Magnésium	Mg	métal	24.3	Zirconium	Zr	métal	91.2
Manganèse	Mn	métal	54.9				
Mercure	Hg	métal (liquide)	200.6				
Molybdène	Mo	métal	96				

APPENDICE II

PROCÉDÉS QUI FACILITENT LA DÉTERMINATION DES MINÉRAUX

Les propriétés physiques et les propriétés chimiques distinguent les minéraux les uns des autres. On peut ordinairement déterminer les propriétés des minéraux les plus communs au moyen d'essais simples qui n'exigent qu'un matériel peu abondant et peu coûteux et qu'une petite provision de produits chimiques. La liste ci-dessous, qui comprend tout ce qui est essentiel à cette fin, guidera le prospecteur qui ne suit pas de cours et qui n'achète pas de trousse complète toute faite¹. Tous ces objets peuvent être groupés dans une petite trousse. On peut acheter les réactifs chimiques dans les pharmacies ou se les procurer avec les fournitures de laboratoire chez les marchands qui se spécialisent en ce domaine. Quelques-uns de ces produits chimiques étant toxiques, il convient de prendre les précautions voulues lorsqu'on s'en sert. Quant aux conseils sur le mode d'emploi du matériel, nous renvoyons le lecteur à l'un des ouvrages de minéralogie énumérés à la fin du chapitre III, vu que ce sujet déborde le cadre du présent ouvrage. Toutefois, le tableau de l'appendice III mentionne quelques-uns des essais les plus simples à faire pour reconnaître certains minéraux.

Instruments

Aimant L'aimant permet de distinguer les minéraux magnétiques comme la magnétite, l'ilménite, la pyrrhotine, etc. Il y a des aimants de toutes formes et de toutes dimensions, mais le modèle le plus commode semble être l'aimant en forme de fer à cheval mesurant environ 1½ pouce de largeur. Beaucoup de gens préfèrent l'aimant fait d'un alliage spécial dit *Alnico*, mais un aimant ordinaire en acier fera tout aussi bien l'affaire. Lorsqu'on sépare la magnétite du sable noir, il convient d'envelopper l'aimant d'un papier, car les particules magnétiques sont difficiles à détacher de l'aimant.

¹ Noms et adresses de quelques-uns de ces vendeurs:

Canadian Laboratory Supplies Limited,
403, rue St-Paul ouest, Montréal (P.Q.).
3701, rue Dundas ouest, Toronto (Ont.).
288, avenue William, Winnipeg (Man.).
10182, 108e rue, Edmonton (Alb.).

Cave and Company Limited,
567, rue Hornby, Vancouver (C.-B.).

Central Scientific Company of Canada Limited,
129, rue Adelaide ouest, Toronto (Ont.).
107, édifice Clarke, Edmonton (Alb.).

Fisher Scientific Company Limited,
904, rue St-Jacques, Montréal (P.Q.).
245, avenue Carlaw, Toronto 8 (Ont.).
7-10923, 124e rue, Edmonton (Alb.).

La prospection au Canada

Couteau de poche Cet objet est indispensable au prospecteur pour plusieurs raisons.

Nous le mentionnons ici, parce qu'il sert à déterminer la dureté des minéraux. L'indice de dureté de la lame d'un couteau varie de 5 à 6 (*voir également l'appendice III, note 2*). Au lieu de porter un aimant, certains prospecteurs trouvent commode d'aimanter une lame de leur couteau, ce qui peut se faire en la frottant lentement et dans une seule direction sur un aimant portatif.

Plaque de porcelaine On se sert d'une plaque de porcelaine non émaillée pour déterminer la couleur du trait des minéraux. Le trait, c'est la couleur de la poussière fine du minéral. On peut l'obtenir rapidement en frottant le minéral sur cette plaque.

Lime Un petit tiers-point peut aussi servir à déterminer le trait et la dureté du minéral. Pour obtenir le trait, on lime une arête du minéral et on recueille la poussière obtenue. L'indice de dureté de la lime varie de 6 à 7.

Loupe Il faut se servir d'une loupe pour examiner les particules de minéraux et étudier de près les plans de clivage, les macles, etc. Il suffit pour cela d'une simple lentille grossissante de 1½ pouce de diamètre et d'un pouvoir grossissant de 3½. Comme précaution, il convient de la garder dans un sac en peau de chamois.

Lampe De nombreux essais nécessitent l'emploi de la flamme. Là où l'on dispose de gaz, le brûleur Bunsen est le plus commode à employer, car il produit une flamme ardente et peut facilement se régler. A défaut de gaz, la meilleure source de chaleur est sans doute la lampe à alcool. Il y a aussi des lampes qui brûlent des combustibles solides. Les bougies suffisent dans certains cas.

Chalumeau à bouche Cet instrument, formé d'un tube métallique mince, long d'environ sept pouces, à bout recourbé, sert à concentrer la flamme. L'une des extrémités a été étirée et amincie et l'autre, plus large, est munie d'une embouchure. Pour s'en servir, on place le bout mince dans la flamme et l'on projette sans arrêt vers la matière à essayer un courant d'air légèrement incliné vers le bas. On a besoin du chalumeau pour déterminer la fusibilité des minéraux, faire les essais à la perle, étudier les réactions des minéraux sur le charbon de bois et chaque fois où il faut produire une chaleur intense.

Brucelles Ces pinces fines servent à tenir les fragments de minéraux lorsqu'on en détermine la fusibilité et lorsqu'on étudie les colorations de la flamme. Il est préférable que le bout de ces pinces soit en platine, mais des brucelles ordinaires en acier se révéleront satisfaisantes même si elles durent moins longtemps. Ces pinces deviennent très chaudes lorsqu'on chauffe les échantillons et il convient d'avoir un morceau d'amiante pour les tenir.

Marteau Il est utile d'avoir un petit marteau ou pilon de deux ou trois onces pour écraser les morceaux de minéraux sur lesquels on veut faire des essais. Une petite plaque de métal sur laquelle on dépose l'échantillon favorise l'opération. Il convient de mettre les mains en cornet autour du bloc afin qu'aucun morceau ne se perde, lorsque la substance à broyer est friable.

Pincés-cisailles Elles servent à fragmenter des morceaux de minéraux destinés à l'essayage.

Fil de platine Il faut un bout de fil de platine pour procéder aux essais à la perle. Ces essais consistent à dissoudre le minéral dans une perle de fondant au moyen de la flamme du chalumeau à bouche. Ces essais sont utiles parce que certains éléments confèrent des couleurs caractéristiques à la perle. Les fondants les plus employés sont le borax, le carbonate de sodium, et, pour déceler l'uranium, le fluorure de sodium. On peut, au moyen de la flamme, assujétir le fil de platine à une baguette de verre qui servira de manche.

Tubes de verre Des tubes de verre longs de 4 à 5 pouces et d'un diamètre de $\frac{3}{16}$ de pouce environ servent à constater la présence de l'eau et de composants volatils tels que le soufre, l'arsenic, et l'antimoine. On chauffe à la flamme du chalumeau une petite quantité de minéral pulvérisé. Les tubes peuvent être ouverts aux deux bouts ou fermés à une extrémité. Ces derniers permettent d'observer plus facilement la présence de l'eau.

Charbon de bois De petits prismes de charbon servent à étudier les transformations des minéraux sous l'action de la flamme du chalumeau. De telles réactions peuvent engendrer des odeurs caractéristiques, des sublimés, des résidus magnétiques ou des globules métalliques. On conseille de se servir de charbon de bois, de tilleul ou de pin, mais tout charbon de bois qui ne se fendille pas au chauffage peut être utilisé.

Produits chimiques

Secs

- Borax — pour les essais à la perle.
- Phosphate hydraté de sodium et d'ammonium — pour les essais à la perle; on l'appelle aussi sel de phosphore ou sel microcosmique.
- Carbonate de sodium — pour les essais à la perle et pour décomposer des minéraux par fusion.
- Bisulfate de potassium — pour décomposer des minéraux par fusion.
- Fluorure de sodium — essais pour l'uranium.
- Molybdate d'ammonium — essais pour le phosphore.
- Diméthylglyoxime — essais pour le nickel.
- Iodure de potassium — essais pour le bismuth et le plomb.
- Limaille de zinc — pour certaines réactions chimiques.
- Limaille d'étain — pour certaines réactions chimiques.

La prospection au Canada

Liquides

Ils doivent être conservés dans des bouteilles munies d'un bouchon de verre. Les acides vendus dans le commerce sont ordinairement concentrés et il faut leur ajouter de 2 à 5 fois plus d'eau. Pour diluer de l'acide sulfurique, *c'est toujours l'acide que l'on verse dans l'eau en petite quantité à la fois.*

Eau — pour diluer les acides, pour laver les appareils etc.

Acide chlorhydrique — pour faire l'essai des carbonates et pour dissoudre les minéraux.

Acide nitrique — pour dissoudre les minéraux.

Acide sulfurique — pour certains essais particuliers.

Hydroxyde d'ammonium — ce puissant alcali doit être dissous dans une double quantité d'eau avant l'emploi.

APPENDICE III

TABLE DES PRINCIPAUX MINÉRAUX¹

(dressée par M. H. R. Steacy)

Nota: L'imprimeur de la Reine vend séparément cette table, pour emploi sur le terrain, — au prix de 10c. l'exemplaire.

A. Minéraux à éclat métallique ou à éclat semi-métallique

Nom et composition	Dureté ²	Caractéristiques	Remarques
<i>1. Couleur variant du blanc au gris clair — Trait³ blanc.</i>			
Argent Ag	2.5-3	Filaments, écailles, lamelles minces ou épaisses. Malléable. Très lourd. Couleur et trait d'un blanc argenté, qui devient, par ternissement, tantôt gris tantôt noir.	Souvent allié à l'or. Presque toujours terni, sauf sur une surface très fraîche.
<i>2. Couleur variant du blanc au gris clair — Trait variant du noir grisâtre au noir.</i>			
Cobaltine CoAsS	5.5	Se trouve d'ordinaire sous la forme de petits cristaux à faces striées et quelquefois en masses. Couleur blanc d'argent, souvent à teinte rougeâtre. Trait d'un noir grisâtre.	C'est une source de cobalt. S'altère en donnant du cobalt arsénieux (érythrine) rose.
Arsénopyrite (Mispickel) FeAsS	5.5-6	En masses. Cristaux disséminés, à stries très visibles. Couleur variant d'un blanc d'argent au gris d'acier. Trait d'un noir grisâtre. Odeur d'ail à la cassure.	Source d'arsenic blanc. Contient souvent du cobalt et de l'argent, parfois de l'or.
Skuttérodite (CoNi) As ₃	6	D'ordinaire en masses. Couleur intermédiaire entre le blanc d'étain et le gris d'argent. Devient quelquefois gris par ternissement. Trait d'un noir grisâtre.	Nom donné à une série d'arséniures de nickel-cobalt dont les cristaux ont une structure semblable. Cette série comprend la smaltine et la chloanthite. Couleur ressemblant à celle de la peinture à l'aluminium.

¹ Les minéraux énumérés ici sont ceux que nous conseillons d'étudier en premier lieu. Il se peut que, se présentant sous diverses formes, un minéral figure à plus d'un endroit dans la table.

² La dureté est l'une des caractéristiques les plus utiles pour déterminer les minéraux. La présente colonne indique la dureté relative des minéraux, mesurée d'après une échelle-type connue sous le nom d'échelle de Mohs et comprenant dix minéraux, qui sont les suivants dans l'ordre croissant de dureté: 1. talc; 2. gypse; 3. calcite; 4. fluorine; 5. apatite; 6. feldspath; 7. quartz; 8. topaze; 9. corindon; 10. diamant. La meilleure façon de mesurer la dureté d'un minéral consiste à le rayer sur une surface lisse. Quand on peut le rayer à l'ongle, son indice de dureté est d'environ 2.5. Si la lame d'un canif ordinaire parvient à le rayer, son indice est de 5.5 à 6.

³ On appelle "trait" ou "couleur de la poussière" la couleur que prend un minéral réduit en poudre fine. Pour l'observer, on peut pulvériser un fragment du minéral, le limer, ou le frotter sur un morceau de porcelaine blanche (non vernissée). Le trait est d'une utilité particulière lorsqu'il s'agit de reconnaître des minéraux dont l'éclat est métallique ou semi-métallique. On s'est donc basé sur la couleur de leur trait pour les partager en sous-classes.

Un bon moyen pour garder l'échelle de
Mohs en mémoire est de se souvenir de
la phrase: Ta Grande Concurrence Follément Américaine
Ose Quémante tes Carrières Divines.

Table des principaux minéraux (suite)

A. Minéraux à éclat métallique ou à éclat semi-métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
3. Couleur variant du gris de plomb au noir — Trait blanc, gris, brun clair ou rouge.			
Molybdénite MoS ₂	1-1.5	Le plus souvent en écailles ou en masses de structure foliacée ⁴ , grasses au toucher et sectiles. Lamelles flexibles. Couleur d'un gris de plomb. Trait d'un gris verdâtre, sur porcelaine, d'un gris bleuâtre, sur papier. Vapeurs sulfureuses au chauffage.	Source importante de molybdène. Se trouve dans des pegmatites, dans des filons, associée à la scheelite, le wolfram et la fluorine, ainsi que comme minéral accessoire dans des granits. Diffère du graphite par la couleur et le trait, et par l'effet au chauffage.
Argent Ag	2.5-3	Filaments, écailles, lamelles minces ou épaisses. Malléable. Très lourd. Couleur et trait d'un blanc argenté, qui deviennent, par ternissement, tantôt gris tantôt noir.	Souvent allié à l'or. Presque toujours terni, sauf sur une surface très fraîche.
Sphalérite (blende) ZnS	3.5-4	En masses. Clivage dodécaèdre parfait. Éclat tantôt brillant, tantôt résineux. Couleur brune, jaune ou noire. Trait tantôt brunâtre, tantôt jaune clair, tantôt blanc.	Source la plus importante de zinc. D'ordinaire intimement associée à la galène.
Hématite (oligiste) Fe ₂ O ₃	5-6	En masses compactes, grenues ou botryoïdes, et en amas terreux. Couleur brun rougeâtre à gris d'acier. Trait rouge à brun rougeâtre.	Minéral de fer le plus important. Trait des plus caractéristiques. La structure de l' <i>oligiste spéculaire</i> ⁵ est micacée et son éclat, miroitant.
Cassitérite SnO ₂	6-7	En masses et en cristaux (forme ordinaire); botryoïde, structure fibreuse (étain de bois); grains roulés (étain de rivière). Densité élevée. Couleur ordinaire: noire ou brune. Trait allant du grisâtre au brunâtre.	Source la plus importante de l'étain. Se trouve souvent dans des filons intimement associés à des roches granitiques ou à des pegmatites. Souvent dans des gisements alluvionnaires.
4. Couleur variant du gris de plomb au noir — Trait brun foncé ou noir.			
Graphite C	1-2	Le plus souvent en écailles ou en masses de structure foliacée. Gras au toucher. Sectile. Lamelles flexibles. Couleur allant du noir au gris d'acier. Trait d'un noir brillant.	Se trouve surtout dans les roches métamorphiques; abonde dans le calcaire cristallin. La couleur et le trait permettent de le distinguer de la molybdénite. <i>à suivre . . .</i>

⁴ Quelques minéraux sont caractérisés par leurs cristaux naturels bien nets, mais la plupart se présentent en masses dépourvues de toute forme cristalline extérieure. Ces masses peuvent présenter diverses structures: clivable, grenue, lamellaire, fusiforme, fibreuse, en lames minces, foliacée, écailleuse, botryoïde ou compacte. Les masses clivables se fendent le long de surfaces lisses et planes. Les masses grenues sont composées de grains distincts, soit grossiers soit fins. Les masses lamellaires sont composées de couches minces. Les masses fusiformes sont formées de fuseaux grêles. Les masses fibreuses sont composées de fibres, qui peuvent être grossières ou fines, détachables ou non. Les masses en lames minces sont formées de lames minces. Les masses foliacées sont composées de feuillets facilement détachables. Les masses écailleuses consistent en écailles minces, facilement détachables. Les masses botryoïdes ont des surfaces arrondies, qui leur donnent l'air de grappes de raisins. Enfin, les masses compactes, denses et grenues, résistent très bien à la fragmentation ou à la cassure.

⁵ Les noms en italiques désignent des variétés de l'espèce décrite. Ainsi l'*oligiste spéculaire* est une variété d'oligiste.

Table des principaux minéraux (suite)

A. Minéraux à éclat métallique ou à éclat semi-métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
4. Couleur variant du gris de plomb au noir—Trait brun foncé ou noir. (suite)			
Stibine Sb_2S_3	2	En masses de structure fusiforme; en amas de lames minces; cristaux ressemblant à des aiguilles, enchevêtrés, souvent striés et tordus. Clivage parfait. Couleur et trait d'un gris de plomb. Les arêtes minces fondent à la flamme d'une bougie.	C'est la source d'antimoine la plus importante. Plus dure que le graphite. Plus légère que la galène.
Pyrolusite MnO_2	2-2.5	Le plus souvent en masses de structure fibreuse, grenue, pulvérulente. Aussi en couches enrobantes. Couleur allant d'un gris d'acier à un noir de fer. Trait tantôt noir, tantôt noir bleuâtre. Tache les doigts.	C'est une source de manganèse. D'origine secondaire.
Galène PbS	2.5	En masses, avec clivage cubique. Parfois sous forme de cristaux, d'ordinaire cubiques. Lourde. Couleur et trait d'un gris de plomb parfait.	C'est une source de plomb très importante. Contient souvent de l'argent.
Chalcosine Cu_2S	2.5-3	En masses; également en cristaux profondément striés et fréquemment maclés. Lourde. Assez facilement sectile. Couleur et trait gris de plomb noirâtre; souvent colorée de bleu ou de vert.	Source importante de cuivre. Associée d'ordinaire à d'autres minerais de cuivre.
Tétraédrite $(CuFe)_{12}Sb_4S_{13}$	3-4	Cristaux tétraédraux; également en masses. Éclat brillant. Couleur gris silex à noir de fer. Trait allant du brun au noir.	Source de cuivre. Contient souvent de l'argent.
Wolfram $(FeMn)WO_4$	5-5.5	En masses grenues ou lamellaires; aussi en cristaux, d'ordinaire striés et en grains roulés. Clivage parfait. Lourde. Parfois faiblement magnétique. Couleur allant du gris foncé au noir brunâtre. Trait brunâtre, foncé ou noir. Fond facilement.	Source de tungstène. Se trouve dans des filons de quartz, des pegmatites et des granites. Associé d'ordinaire à la cassitérite et la schéélite. Prend souvent la forme de gites alluvionnaires.
Chromite $FeCr_2O_4$	5.5	En masses grenues ou compactes. Parfois faiblement magnétique. Couleur noir de fer à noir brunâtre. Trait brun.	Source de chrome. Se trouve d'ordinaire dans des roches basiques serpentinisées, mais parfois aussi dans des placers. Se distingue de la magnétite par son trait et son faible magnétisme.
Ilménite $FeTiO_3$	5-6	En masses grenues et compactes. Légèrement magnétique. Couleur noir de fer. Trait brunâtre à noir.	Source de titane. Fréquemment intimement associée à la magnétite. Se trouve d'ordinaire dans les sables noirs.
			à suivre . . .

Table des principaux minéraux (suite)

A. Minéraux à éclat métallique ou à éclat semi-métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
4. Couleur variant du gris de plomb au noir — Trait brun foncé ou noir. (suite)			
Uraninite UO ₂	5-6	Forme type: cristaux cubiques et octaédriques bien développés. Très radioactive. Couleur allant du noir d'acier au noir. Trait noir.	Se trouve surtout dans le granite et les pegmatites syénitiques. Contient d'ordinaire une proportion appréciable de thorium et de terres rares.
Uraninite (pechblende) UO ₂	5-6	En masses, quelquefois en formes arrondies ou botryoides; également finement disséminée. Lourde. Aspect de la poix. Couleur d'acier foncé à noir brillant. Trait noir.	Se trouve dans des gisements filoniens. Souvent associée à l'hématite. Contient peu ou pas de thorium et de terres rares.
Magnétite Fe ₃ O ₄	5.5-6.5	D'ordinaire en masses grenues; quelquefois en cristaux octaédriques. Plans de clivage suivant les faces de l'octaèdre. Très magnétique. Couleur et trait noirs.	Source importante de fer. S'altère en limonite et en hématite. Très répandue. En abondance dans les sables noirs.
Colombite-tantalite (FeMn)(NbTa) ₂ O ₆	6	Cristaux rectangulaires ou en plaques, souvent en agrégats rayonnants ou parallèles; grains disséminés. Très lourde. Couleur et trait noir brunâtre à noir de fer. Fréquemment chatoyante.	Source de niobium (columbium) et de tantalite. Se trouve d'ordinaire dans les pegmatites.
5. Couleur jaune, laiton ou bronze — Trait jaune ou noir.			
Or Au	2.5-3	D'ordinaire en paillettes, écailles et filaments. Cassure hachée. Malléable. Très lourd. Couleur et trait jaune doré.	Généralement allié à l'argent. Se trouve fréquemment dans des filons de quartz, de même que dans des alluvions sous forme de paillettes ou de pépites qu'on peut facilement extraire à la batée.
Bornite Cu ₅ FeS ₄	3	En masses. Couleur rouge de bronze sur surface fraîche; devient facilement pourpre par ternissement. Trait gris noir.	Source de cuivre. Quelquefois appelée "cuivre panaché" ou "érubescite".
Chalcopyrite CuFeS ₂	3.5-4	En masses. Couleur jaune de laiton; souvent ternie et iridescente. Trait noir verdâtre.	Source la plus importante de cuivre. Contient quelquefois de l'or et de l'argent.
Pyrrhotine Fe ₇ S ₈	3.5-4	En masses, d'ordinaire grenues. Faiblement magnétique. Couleur jaune de bronze à rouge de cuivre; ternit rapidement. Trait gris noir.	Contient parfois du nickel par suite de la présence de pentlandite. Ses propriétés magnétiques la distinguent de la chalcopyrite et de la pyrite.
Pentlandite (FeNi)S	3.5-4	En masses et disséminée. Couleur jaune de bronze pâle. Trait brun de bronze pâle.	Source de nickel. Presque toujours associée à la pyrrhotine.
Pyrite (de fer) FeS ₂	6-6.5	En masses, souvent finement grenues; cristaux cubiques fréquents, souvent striés. Couleur jaune de laiton pâle. Trait noir verdâtre ou noir brunâtre.	Le plus répandu des minerais sulfurés. S'altère en limonite. Contient parfois de l'or. Sa dureté la distingue de la chalcopyrite, de la pyrrhotine et de l'or.

Table des principaux minéraux (suite)

A. Minéraux à éclat métallique ou à éclat semi-métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
6. Couleur rouge ou brune — Trait rouge ou brun.			
Cuivre Cu	2.5-3	En masses, écailles; cristaux déformés. Cassure hachée. Malléable. Lourd. Couleur et trait rouge cuivre.	Souvent taché par des minéraux secondaires de cuivre (verts et bleus).
Cinabre HgS	2-2.5	Couches terreuses; croûtes cristallines; en masses. Lourd. Couleur rouge clair. Trait écarlate. Chauffé, il produit des vapeurs sulfureuses et des gouttelettes de mercure.	Source principale de mercure. Ressemble à certaines variétés d'hématite, mais s'en distingue par l'essai à la chaleur.
Sphalérite (blende) ZnS	3.5-4	En masses. Clivage dodécaédrique parfait. Éclat tantôt brillant, tantôt résineux. Couleur brune, jaune ou noire. Trait tantôt brunâtre, tantôt jaune clair, tantôt blanc.	Source la plus importante de zinc. D'ordinaire intimement associée à la galène.
Hématite Fe ₂ O ₃	5.5-6.5	En masses compactes, grenues ou botryoïdes, et en amas terreux. Couleur brun rougeâtre à gris d'acier. Trait rouge à brun rougeâtre.	Minerai de fer le plus important. Trait des plus caractéristiques. La structure de l'oligiste <i>spéculaire</i> est micacée et son éclat, miroitant.
Cassitérite SnO ₂	6-7	En masses et en cristaux (forme ordinaire); botryoïde, structure fibreuse (étain de bois); grains roulés (étain de rivière). Densité élevée. Couleur ordinaire: noire ou brune. Trait allant du grisâtre au brunâtre.	Source la plus importante de l'étain. Se trouve souvent dans des filons intimement associés à des roches granitiques ou à des pegmatites. Souvent dans des gisements alluvionnaires.
7. Couleur rouge ou brune — Trait noir grisâtre ou brunâtre.			
Bornite Cu ₅ FeS ₄	3	En masses. Couleur rouge de bronze sur surface fraîche; devient facilement pourpre par ternissement. Trait gris noir.	Source de cuivre. Quelquefois appelée "cuivre panaché" ou "érubescite".
Pyrrhotine Fe ₇ S ₈	3.5-4	En masses, d'ordinaire grenues. Faiblement magnétique. Couleur jaune de bronze à rouge de cuivre; ternit rapidement. Trait gris noir.	Contient parfois du nickel par suite de la présence de pentlandite. Ses propriétés magnétiques la distinguent de la chalcopyrite et de la pyrite.
Wolfram (FeMn)WO ₄	5-5.5	En masses grenues ou lamellaires; aussi en cristaux, d'ordinaire striés et en grains roulés. Clivage parfait. Lourd. Parfois faiblement magnétique. Couleur allant du brun rougeâtre au noir. Trait brunâtre, foncé ou noir. Fond facilement.	Source de tungstène. Se trouve dans des filons de quartz, des pegmatites et des granites. Associé d'ordinaire à la cassitérite et la schééelite. Prend souvent la forme de gites alluvionnaires.
Nickéline NiAs	5-5.5	Ordinairement en masses; souvent arrondie ou fusiforme. Lourde. Couleur rouge de cuivre, ternissant rapidement au brun. Trait noir brunâtre.	Source de nickel. D'ordinaire associée aux arsénites de cobalt-nickel et à l'annabergite (nickelocroce vert).

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique¹

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
<i>1. Couleur blanche ou grise ou minéral incolore.</i>			
Talc $H_2Mg_3(SiO_3)_4$	1-1.5	D'ordinaire foliacé ou en masses. Clivage basique parfait. Lamelles flexibles mais non élastiques. Toucher gras. Ordinairement blanc ou vert pâle; également gris, vert foncé ou brun. Est facilement rayé à l'ongle.	Origine secondaire. Se trouve fréquemment sous forme de talcschiste; souvent associé à la serpentine. Exploité à Madoc (Ontario). La <i>stéatite</i> ou <i>Pierre de savon</i> est une variété massive, formant parfois de grands bancs.
Gypse $CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2	En masses grenues ou foliacées; cristaux en lamelles épaisses, souvent maclés en fer de lance. Clivage parfait. Éclat vitreux ou perlé. Incolore ou blanc, souvent teinté en gris, rouge ou jaune.	En gîtes filoniens et en dépôts sédimentaires. <i>Sélénite</i> — lamelles épaisses et cristaux incolores et transparents. <i>Spath satiné</i> — finement fibreux avec éclat soyeux.
Kaolin $H_4Al_2Si_2O_9$	2-2.5	En masses, ordinairement d'apparence argileuse ou terreuse. Éclat perlé ou mat. Couleur blanche, souvent teintée d'oxydes de fer.	Se trouve surtout comme produit de décomposition des feldspath dans les granites et les pegmatites. Également en couches sédimentaires.
Muscovite (mica blanc) Silicate d'Al et de K	2-2.5	En paillettes et en masses écailleuses ou feuilletées. Clivage basique parfait. Paillettes minces flexibles et élastiques. D'ordinaire incolore, ambre pâle ou vert pâle.	Très répandue dans les roches. Se trouve le plus souvent dans les granites, les pegmatites et les schistes. Précieuse à cause de sa haute constante diélectrique. Se fend aisément en feuillets minces et transparents.
Brucite $Mg(OH)_2$	2.5	Masses feuilletées et fibreuses; grains encastrés; cristaux lamellaires larges. Lamelles flexibles. Sectile. Éclat nacré, cireux ou vitreux. Transparente ou translucide. Couleur blanche, souvent teintée de gris, de bleu ou de vert.	Se trouve dans les calcaires métamorphiques et associée à la serpentine et aux minéraux chloriteux. Plus dure que le talc.
Halite (sel gemme) $NaCl$	2.5	En masses, clivage cubique. Goût salé. Incolore ou blanche; couleurs diverses lorsqu'impure. Soluble dans l'eau.	Se trouve dans les roches sédimentaires. Souvent associée au gypse.
Calcite $CaCO_3$	3	En masses clivables, grenues et compactes; aussi en cristaux. Clivage rhomboédrique parfait. Incolore ou blanche; également rose ou grise; parfois bleue ou jaune. Fait effervescence au contact de l'acide chlorhydrique dilué et froid.	Minéral très répandu. Abondante dans les filons métallifères comme minéral de gangue. Se trouve dans des dépôts sédimentaires (calcaire, marbre, craie, etc.). Beaucoup plus tendre que le feldspath. <i>à suivre . . .</i>

¹ Les minéraux à éclat non métallique n'ont pas été sous-classés suivant leur trait parce que la plupart du temps ce trait est soit incolore, soit gris pâle, soit encore faiblement teinté de la couleur du minéral. Il y a cependant quelques exceptions et, lorsque le trait est une caractéristique distinctive, le fait est mentionné dans le tableau. Les plus frappantes de ces exceptions sont constituées par le cinabre, l'hématite et la limonite.

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
1. Couleur blanche ou grise ou minéral incolore. (suite)			
Barytine $BaSO_4$	3-3.5	En masses fusiformes, laminées, compactes et terreuses; cristaux en lamelles épaisses. Clivage parfait. Très lourde. Couleur blanche; également jaune, brune, rouge ou grise.	Se trouve dans les roches sédimentaires et les filons métallifères. Fréquemment associée aux minerais de plomb et de zinc. Plus lourde que la calcite ou le gypse. Plus tendre que le feldspath.
Célestine $SrSO_4$	3-3.5	Masses fibreuses et grenues; cristaux laminaires. Clivage parfait. Passablement lourde. Éclat vitreux ou perlé. Couleur blanche; quelquefois bleuâtre ou rougeâtre. Colore en rouge la flamme du chalumeau.	Se trouve surtout dans les roches sédimentaires; quelquefois en filons, associée à la galène et la sphalérite.
Sidérose $FeCO_3$	3.5-4	En masses clivables, compactes et botryoïdes. Clivage rhomboédrique parfait. Couleur grisâtre ou brunâtre; surface altérée d'un brun foncé. Fait effervescence au contact de l'acide chlorhydrique chaud.	Se trouve dans les roches sédimentaires et les gîtes de substitution, de même que dans les filons métallifères. Plus lourde que la calcite ou la dolomie.
Dolomie $CaMg(CO_3)_2$	3.5-4	En masses clivables, grenues et compactes. Cristaux rhomboédriques, souvent incurvés. Clivage rhomboédrique parfait. Couleur blanche, grise ou rose. Sa poudre fait effervescence au contact de l'acide chlorhydrique dilué et chaud.	Se trouve dans les roches sédimentaires et les filons métalliques. Ressemble à la calcite, mais ne fait pas effervescence au contact de l'acide froid.
Schéelite $CaWO_4$	4.5-5	En masses. Très lourde. Fluorescente. Éclat brillant. Transparente à translucide. Couleur d'ordinaire blanche, jaunâtre ou brunâtre.	Source de tungstène. Se trouve dans des pegmatites et des filons métallifères associés aux roches granitiques; également dans des gisements de métamorphisme de contact.
Groupe des feldspaths Silicates d'Al, K, Na et Ca	6-6.5	En masses, d'ordinaire clivables ou grenues, quelquefois lamellaires ou compactes. Deux clivages à angle droit ou presque; de plus, clivage prismatique moins parfait. Cassants. Éclat vitreux à perlé. Coloration variée, mais généralement blanche, grisâtre ou rougeâtre. <i>Amazonite</i> (feldspath vert).	Éléments fréquents des roches, surtout des granites, syénites, gneiss; pegmatites; en cristaux dans les porphyres et constituants des sables. <i>Microcline</i> — d'ordinaire rougeâtre; très répandu; employé en céramique. Les divers <i>plagioclases</i> ont la plupart des plans de clivage à stries fines; en outre, leur éclat est chatoyant.
			à suivre . . .

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
<i>1. Couleur blanche ou grise ou minéral incolore. (suite)</i>			
Spodumène LiAl(SiO ₃) ₂	6.5-7	En masses clivables et fusiformes; cristaux prismés, souvent striés verticalement. Clivage prismatique parfait. Cassure esquilleuse. Éclat vitreux ou nacré. Couleur blanche, grisâtre ou verdâtre. Fond aisément et colore la flamme en rouge pourpre.	Source de lithium. Se trouve dans les pegmatites granitiques, quelquefois en cristaux très gros.
Quartz SiO ₂	7	En masses, souvent en grains vitreux informes; cristaux hexagonaux. Cassure conchoïdale. Éclat vitreux. Transparent ou opaque. Incolore ou en couleurs variées. S'il est blanc opaque, le quartz est dit <i>laiteux</i> , brun ou noir, <i>enfumé</i> . Violet, c'est l' <i>améthyste</i> . On trouve aussi du quartz <i>rose</i> .	Minéral très répandu. Abonde surtout dans les granites, gneiss, quartzites, grès et sables. Très fréquent aussi dans les filons. Variétés à structure cryptocristalline: <i>silex</i> , <i>chert</i> , <i>chalcédoine</i> , <i>agate</i> (rubanée) et <i>jaspé</i> (rouge).
Zircon ZrSiO ₄	7.5	D'ordinaire en petits cristaux carrés ou allongés avec extrémités pyramidales. Éclat brillant. Incolore, jaunâtre, grisâtre ou brunâtre.	Minéral accessoire répandu dans les roches ignées, spécialement les granites. Également dans les pegmatites et les sables. La <i>cyrtolite</i> contient des terres rares.
Corindon Al ₂ O ₃	9	Souvent en cristaux en forme de tonneau; également en masses à plan de clivage rectangulaire. Fréquemment strié. Couleur grise, brune, bleue, rouge ou jaune.	En quantités abondantes dans la syénite et la syénite à néphéline. Variétés qui donnent des gemmes: <i>saphir</i> (bleu) et <i>rubis</i> (rouge).

Les minéraux suivants peuvent également se présenter dans ce groupe, mais ils se trouvent plus souvent dans d'autres groupes et sont décrits ailleurs dans le tableau: apatite, amphibole, pyroxène, cyanite, olivine et béryl.

2. Couleur bleue, verte ou violette.

Talc H ₂ Mg ₃ (SiO ₃) ₄	1-1.5	D'ordinaire foliacé ou en masses. Clivage basique parfait. Lamelles flexibles mais non élastiques. Toucher gras. D'ordinaire vert pale ou blanc; également gris, vert foncé ou brun. Peut être facilement rayé à l'ongle.	D'origine secondaire. Se trouve souvent sous forme de talcschistes; souvent associé à la serpentine. Exploité à Madoc (Ontario). La <i>Pierre de savon</i> est une variété massive, formant parfois des amas considérables.
Chlorite Silicate hydraté d'Al, Fe et Mg	2-2.5	D'ordinaire en masses écailleuses, denses ou terreuses. Clivage parfait. Paillettes minces, flexibles mais non élastiques. Couleur d'ordinaire verdâtre.	Se trouve d'ordinaire comme minéral secondaire. Souvent associée à l'amphibole, au pyroxène, à la biotite et à la serpentine. Abondante sous forme de schiste chloriteux. Se distingue des micas par sa couleur verdâtre et l'inélasticité de ses paillettes.

à suivre . . .

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
2. Couleur bleue, verte ou violette. (suite)			
Annabergite (nickelocre) $\text{Ni}_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	2.5-3	D'ordinaire en taches ou croûtes terreuses. Couleur vert pomme. Trait vert pâle.	D'origine secondaire. Indice de minéraux nickélicifères, qui lui ont donné naissance.
Serpentine $\text{H}_4\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_9$	2.5-4	D'ordinaire massive, parfois en feuillets. Toucher doux à gras. Éclat cireux à gras. Couleur vert pâle à vert foncé, jaunâtre ou brunâtre. Chauffée en vase clos, la poudre libère de l'eau. <i>Chrysotile</i> (amiante)—en fibres délicates, flexibles et facilement séparables. Éclat soyeux. Couleur d'ordinaire blanc verdâtre.	Minéral secondaire. Associée d'ordinaire à l'olivine, au pyroxène et à l'amphibole. Forme également de grosses masses par altération de roches basiques. La <i>chrysotile</i> se trouve d'ordinaire en filonnets dans la serpentine massive.
Azurite $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	3.5-4	En taches et en couches fibreuses; aussi en masses botryoïdes et en cristaux. Couleur bleu clair à bleu foncé. Trait bleu clair. Fait effervescence au contact de l'acide chlorhydrique.	Minéral secondaire. Presque toujours associée à la malachite. Indices de minéraux cuprifères primaires.
Malachite $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$	3.5-4	En taches et en couches fibreuses; masses rubanées, botryoïdes et terreuses. Couleur d'ordinaire vert brillant. Trait vert pâle. Fait effervescence au contact de l'acide chlorhydrique.	Minéral secondaire. Indice de minéraux cuprifères primaires.
Fluorine CaF_2	4	En masses grenues et compactes; cristaux cubiques. Clivage octaédrique. Fluorescente. Couleur d'ordinaire verdâtre, bleuâtre, jaunâtre ou violette.	Se trouve dans les roches sédimentaires et ignées; dans les pegmatites; souvent associée, dans les filons, aux minerais de plomb, d'argent et de zinc.
Apatite $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F}, \text{Cl}, \text{OH})$	4.5-5	Cristaux hexagonaux; également en masses grenues, compactes et nodulaires. Cassante. Éclat vitreux à résineux. Couleur d'ordinaire verdâtre; quelquefois brune, rouge, bleue ou grise.	Se trouve dans la plupart des types de roches. Fréquente dans les calcaires métamorphisés par contact et dans les pegmatites. Aussi sous forme de dépôts sédimentaires étendus. Plus tendre que le béryl.
Groupe des amphiboles Silicates, surtout de Ca, Mg et Fe	5-6	En masses grenues, fusiformes et fibreuses; cristaux prismés, tronqués ou en lames minces. Deux clivages se rencontrant à des angles de 56° et 124° . Vert grisâtre, vert, noir; également blanc ou gris.	Très répandues dans les roches. La <i>trémolite</i> et l' <i>actinote</i> sont d'ordinaire grises ou vertes; abondent dans les calcaires métamorphiques, les schistes et les gneiss. La <i>hornblende</i> est d'ordinaire vert foncé ou noire; abonde dans les roches ignées. Les amphiboles se distinguent des pyroxènes par le clivage.

à suivre . . .

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
2. Couleur bleue, verte ou violette. (suite)			
Groupe des pyroxènes Silicates, surtout de Ca, Mg, et Fe.	5-6	En masses grenues et lamellaires; cristaux prismés, carrés ou octogones. Deux clivages presque à angle droit. Couleur d'ordinaire allant de vert pâle ou foncé à noire; également blanche ou grise.	Très répandus dans les roches. <i>Diopside</i> - vert pâle; présent dans les calcaires et les dolomies métamorphisés par contact. <i>Augite</i> - vert foncé à noire; abondante dans les roches ignées de couleur foncée. Les pyroxènes se distinguent des amphiboles par le clivage.
Cyanite Al_2SiO_5	5-7	En amas de lames minces grossières ou fusiformes; cristaux en lames minces et longues. Clivage parfait, éclat vitreux. Couleur d'ordinaire bleuâtre; également verte, grisâtre ou verdâtre.	Se trouve surtout dans les schistes et les gneiss. Souvent associée au grenat.
Épidote $HCa_2(AlFe)_3Si_3O_{13}$	6-7	En masses grenues, fibreuses et compactes; cristaux prismés allongés, profondément striés. Clivage parfait. Éclat vitreux. Couleur vert pistache à noir verdâtre. Fond aisément.	Minéral métamorphique. Résulte communément de l'altération des feldspaths.
Olivine $(MgFe)_2SiO_4$	6.5-7	D'ordinaire en grains disséminés ou en masses grenues, saccharoïdes. Bon clivage. Éclat vitreux. Couleur d'ordinaire vert olive; quelquefois jaunâtre, grisâtre ou brunâtre.	Se trouve dans les roches ignées basiques telles que la péridotite, la diabase et le gabbro, où elle est souvent associée à la chromite, à la magnétite et au spinelle; aussi dans les calcaires et les dolomies métamorphisés.
Spodumène $LiAl(SiO_3)_2$	6.5-7	En masses clivables et fusiformes; cristaux prismés, souvent striés verticalement. Clivage prismatique parfait. Casure esquilleuse. Éclat vitreux ou nacré. Couleur blanc verdâtre ou blanc grisâtre. Fond aisément et colore la flamme en rouge pourpre.	Source de lithium. Se trouve dans les pegmatites granitiques, quelquefois en cristaux très gros.
Béryl $Be_3Al_2(SiO_3)_6$	7.5-8	D'ordinaire en cristaux prismés, de section hexagonales; parfois en masses. Éclat vitreux. Couleur généralement verdâtre; également bleuâtre, grisâtre ou blanche.	Source principale du béryllium. Se trouve d'ordinaire dans les pegmatites. Quelques variétés transparentes donnent des gemmes de haute valeur; ce sont l' <i>émeraude</i> (verte) et l' <i>aigue-marine</i> (vert bleuâtre).

Les minéraux suivants peuvent également se présenter dans ce groupe, mais ils se présentent plus fréquemment dans d'autres groupes et ils sont décrits ailleurs dans le tableau: muscovite, brucite, halite, calcite, célestine, feldspath (var. amazonite), grenat, quartz, (var. améthyste), tourmaline, spinelle et corindon.

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
3. Couleur rose, rouge ou brun rougeâtre.			
Érythrine (cobalt arséniaté) $\text{Co}_3\text{As}_2\text{O}_8 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$	1.5-2.5	D'ordinaire en taches ou croûtes terreuses; parfois en masses botryoïdes. Couleur rouge pêche à rouge cramoisi. Trait rouge pâle. Faiblement chauffée en vase clos, libère de l'eau et tourne au bleuâtre.	Minéral secondaire. Indice de minéraux contenant du cobalt, qui lui ont donné naissance.
Cinabre HgS	2-2.5	Couches terreuses; croûtes cristallines; en masses. Lourde. Couleur rouge clair. Trait écarlate. Chauffé en tube ouvert, il produit des vapeurs sulfureuses et de minuscules globules de mercure.	Source principale de mercure. Ressemble à quelques variétés d'hématite, mais s'en distingue à l'essai à la chaleur.
Monazite Phosphate (cérium et autres terres rares du même groupe, ainsi que thorium)	5-5.5	D'ordinaire en cristaux en forme de coins ou en grains arrondis et empâtés; également en grains roulés dans les placers. Bon clivage. Cassante. Radioactive. Éclat résineux. Couleur d'ordinaire brun clou de girofle, brun rougeâtre-jaunâtre.	Source de terres rares et d'oxyde de thorium. Se trouve surtout dans les pegmatites et les gisements de placers.
Titanite (sphène) CaTiSiO_5	5-5.5	D'ordinaire en cristaux aplatis, en forme de coins; quelquefois en masses, parfois disséminée. Éclat vitreux. Couleur généralement brun rouge ou noir.	Constituant accessoire commun des roches ignées et métamorphiques. Se trouve fréquemment dans les calcaires métamorphiques.
Hématite Fe_2O_3	5.5-6.5	En masses compactes, grenues, botryoïdes et terreuses. Couleur brun rougeâtre à gris d'acier. Trait rouge à brun rougeâtre.	Minéral de fer le plus important. L'oligiste spéculaire a une structure micacée et un éclat miroitant.
Groupe des feldspaths Silicates de Al, K, Na et Ca	6-6.5	En masses, d'ordinaire clivables ou grenues, quelquefois lamellaires ou compactes. Deux clivages à angle droit ou presque; de plus clivage prismatique moins parfait. Cassants. Éclat vitreux à perlé. Coloration variée, mais d'ordinaire rougeâtre, grisâtre ou blanche. Amazonite (feldspath vert).	Minéraux très répandus dans les roches. Spécialement abondants dans les granites, les gneiss et les pegmatites; également en cristaux dans les porphyres et comme élément constituant des sables. Microcline - d'ordinaire rougeâtre; très répandu; employé en céramique. Groupe des plagioclases: surfaces de clivage la plupart finement striées; aussi, couleurs chatoyantes.
Groupe des grenats Silicates complexes, surtout de Al, Ca, Mg, Fe et Mn	6.5-7.5	D'ordinaire en cristaux dodécédres; également en masses grenues ou lamellaires. Cassure conchoïdale. Éclat vitreux. Transparents ou translucides. Couleur d'ordinaire rouge, brune ou noire.	Minéraux très répandus. Se rencontrent communément sous forme de cristaux isolés dans les schistes. Se rencontrent aussi sous forme de minéraux accessoires dans les roches granitiques et métamorphiques de contact. Employés comme abrasifs.

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
<p><i>Les minéraux suivants peuvent aussi se présenter dans ce groupe, mais ils se présentent plus fréquemment dans d'autres groupes et ils sont décrits ailleurs dans le tableau: gypse, halite, calcite, dolomite, phlogopite, célestine, apatite, quartz (var. rose), zircon, spinelle et corindon.</i></p>			
<p>4. Couleur jaune, brun jaunâtre ou brune.</p>			
Ferromolybdène (Molybdénocro) $Fe_2(MoO_4).8H_2O$	1.5	D'ordinaire en taches ou croûtes terreuses. Couleur jaune canari. Trait jaune pâle.	Minéral secondaire, formé par l'altération de la molybdénite. Fréquemment associée à la limonite. Parfois confondue avec l'uranocro (voir ci-après).
Uranocro Silico-uranates hydratés de Ca, Pb, etc.	jusqu'à 3	D'ordinaire en taches ou couches denses. Radioactif. Fluorescent. Éclat gras ou terne. Couleur d'ordinaire jaune ou orange.	On désigne sous le nom générique d'uranocro les minéraux uranifères secondaires brillamment colorés qui se trouvent dans les gîtes d'uranium ou près d'eux.
Limonite $2Fe_2O_3.3H_2O$	jusqu'à 5.5	D'ordinaire en masses botryoïdes ou stalactitiques et fibreuses; quelquefois terreuses. Couleur jaunâtre à brun foncé. Trait brun jaunâtre.	Minéral secondaire. Tache fréquemment de rouille les roches altérées. Se distingue de l'hématite par son trait. Le minerai de fer des marais se trouve dans des endroits marécageux; texture poreuse.
Phlogopite (mica ambré) Silicate de Al, K et Mg	2.5-3	D'ordinaire en paillettes disséminées; également en cristaux, d'ordinaire hexagonaux. Clivage basique parfait. Paillettes minces flexibles et élastiques. Couleur ambre pâle ou rouge brunâtre.	Se trouve surtout dans les dolomies et les calcaires cristallins et dans les schistes. Cette association sert à la distinguer de la muscovite. Peut être facilement fendue en plaques minces, transparentes.
Sidérose $FeCO_3$	3.5-4	En masses clivables, compactes et botryoïdes. Clivage rhomboédrique parfait. Couleur brunâtre ou grisâtre, brunâtre foncé sur surface altérée. Fait effervescence au contact de l'acide chlorhydrique.	Prend la forme de gisements sédimentaires, de gîtes de substitution et de filons métallifères. Plus lourde que la calcite ou la dolomie.
Sphalérite (blende) ZnS	3.5-4	En masses. Clivage dodécédrique parfait. Éclat tantôt brillant, tantôt résineux. Couleur jaune, brune ou noire. Trait tantôt brunâtre, tantôt jaune clair, tantôt blanc.	Source la plus importante de zinc. D'ordinaire intimement associée à la galène.
Scheelite $CaWO_4$	4.5-5	Massive. Très lourde. Fluorescente. Éclat brillant. Transparente à translucide. Couleur d'ordinaire jaunâtre, brunâtre ou blanche.	Source de tungstène. Se trouve dans des pegmatites et des filons métallifères associés aux roches granitiques; également dans des gisements de métamorphisme de contact.
Thorite $ThSiO_4$	4.5-5	D'ordinaire en petits cristaux, de même forme que le zircon; également en grains arrondis. Radioactive. Éclat résineux. Couleur jaunâtre, orange, brune ou noire.	Se trouve d'ordinaire dans les pegmatites et roches associées.

à suivre . . .

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
4. Couleur jaune, brun jaunâtre ou brune. (suite)			
Monazite Phosphate (cérium et autres terres rares du même groupe, ainsi que thorium)	5-5.5	D'ordinaire en cristaux en forme de coins ou en grains arrondis et empâtés; également en grains roulés dans les pla- cers. Bon clivage. Cassante. Radioactive. Éclat résineux. Couleur d'ordinaire brun clou de girofle, brun rougeâtre — jaunâtre.	Source de terres rares et d'oxyde de thorium. Se trou- ve surtout dans les pegma- tites et les gisements de placers.
Groupe pyrochlore- microlite Niobates et tantalates de Ca, Na, U, Th et de terres rares	5-5.5	D'ordinaire en grains arrondis et en cristaux octaédriques. Ra- dioactifs. Éclat vitreux, rési- neux ou cireux. Couleur jaune, brune ou noire. Trait brun jau- nâtre.	Se trouve dans les pegma- tites et dans les gîtes de métamorphisme de contact.
Titanite (sphène) CaTiSiO ₅	5-5.5	D'ordinaire en cristaux aplatis, en forme de coins; parfois mas- sive ou disséminée. Éclat vi- treux. Couleur généralement brune à noire.	Constituant accessoire com- mun des roches ignées et métamorphiques. Se trouve fréquemment dans les cal- caires métamorphiques.
Zircon ZrSiO ₄	7.5	D'ordinaire en petits cristaux carrés ou allongés, avec extré- mités pyramidales. Éclat bri- llant. Couleur jaunâtre, grisâtre ou brunâtre; parfois incolore.	Constituant accessoire com- mun des roches ignées, spé- cialement des granites. Éga- lement dans les pegmatites et les sables. La <i>cyrtolite</i> contient des terres rares.

Les minéraux suivants peuvent également se présenter dans ce groupe, mais ils se trouvent plus fréquemment dans d'autres groupes et ils sont décrits ailleurs dans le tableau: talc, gypse, kaolin, halite, serpentine, calcite, barytine, fluorine, apatite, uranotorite, allanite, olivine, spinelle et corindon.

5. Couleur noir verdâtre, noir brunâtre ou noire.

Biotite (mica noir) Silicate d'Al, K, Mg et Fe	2.5-3	En paillettes et en masses écail- leuses. Clivage basique parfait. Paillettes minces flexibles et élastiques. Éclat miroitant. Cou- leur généralement noire.	Très répandue dans les ro- ches. Se trouve dans diver- ses roches ignées et méta- morphiques (granite, syé- nite, diorite, gneiss, etc.) de même que dans les pegma- tites. Se fend aisément en paillettes minces et noires.
Sphalérite (blende) ZnS	3.5-4	En masses. Clivage dodécaé- drique parfait. Éclat brillant ou résineux. Couleur noire, brune ou jaune. Trait brunâtre à jaune pâle et blanc.	Le plus important minéral de zinc. D'ordinaire intime- ment associée à la galène.
Thorite ThSiO ₄	4.5-5	D'ordinaire en petits cristaux de même forme que le zircon; également en grains arrondis. Radioactive. Éclat résineux. Couleur noire, brune, orange ou jaunâtre.	Se trouve d'ordinaire dans les pegmatites et les roches associées.

à suivre . . .

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
5. Couleur noir verdâtre, noir brunâtre ou noire. (suite)			
Uranothorite Silicate hydraté de thorium princi- palement et d'uranium	4.5-5	En cristaux prismés, rectangu- laires, allongés, parfois très fusi- formes; aussi en amas et grains arrondis. Radioactive. Éclat gras. D'ordinaire noire, parfois rougeâtre ou jaunâtre.	Se trouve d'ordinaire dans des pegmatites et des roches apparentées.
Groupe pyrochlore- microlite Niobates et tanta- lates de Ca, Na, U, Th et de terres rares	5-5.5	D'ordinaire en grains arrondis et en cristaux octaédriques. Ra- dioactifs. Éclat vitreux, rési- neux ou cireux. Couleur noire, brune ou jaune. Trait brun jaunâtre.	Se trouve dans les pegma- tites et dans les gîtes de métamorphisme de contact.
Titanite (sphène) CaTiSiO ₅	5-5.5	D'ordinaire en cristaux aplatis, en forme de coins; parfois mas- sive ou disséminée. Éclat vi- treux. Couleur généralement brun rougeâtre ou noire.	Constituant accessoire com- mun des roches ignées et métamorphiques. Se trouve fréquemment dans les cal- caires métamorphiques.
Groupe des amphiboles Silicates, surtout de Ca, Mg et Fe	5-6	En masses grenues, fusiformes et fibreuses; cristaux prismés, tronqués ou en lames minces. Deux clivages se rencontrant à des angles de 56° et 124°. Couleur d'ordinaire verdâtre à noire.	Très répandue dans les roches. <i>Hornblende</i> - d'or- dinaire vert foncé à noire; constituant abondant des roches ignées. L'amphibole se distingue du pyroxène par le clivage.
Groupe des pyroxènes Silicates, surtout de Ca, Mg et Fe	5-6	En masses grenues et lamel- laires; cristaux prismés, carrés ou octaédriques. Deux clivages presque à angle droit. Couleur d'ordinaire verdâtre à noire.	Très répandu dans les roches. <i>Augite</i> : vert foncé ou noir; commune dans les roches ignées de couleur foncée. Le pyroxène se dis- tingue de l'amphibole par le clivage.
Allanite Silicates, surtout de terres rares et de Ca, Fe et Al	5.5-6	Massive et en grains empâtés; cristaux en lamelles épaisses. Cassante. Radioactive. Éclat résineux à vitreux. Couleur noire, mais s'altère facilement en brun. Se transforme facile- ment par fusion, en un verre magnétique noir.	Se trouve dans les roches granitiques et les pegma- tites; également dans les roches métamorphiques. Quelquefois associée à la magnétite. Sa radioactivité est due surtout au thorium.
Épidote HCa ₂ (AlFe) ₃ Si ₃ O ₁₃	6-7	En masses grenues, fibreuses et compactes; cristaux prismés allongés, profondément striés. Clivage parfait. Éclat vitreux. Couleur vert pistache à noir verdâtre. Fond facilement.	Minéral métamorphique. Résulte fréquemment de l'altération des feldspaths.
Groupe des grenats Silicates complexes, surtout d'Al, Ca, Mg, Fe et Mn	6.5-7.5	D'ordinaire en cristaux dodé- caèdres; également en masses grenues ou lamellaires. Cassure conchoïdale. Éclat vitreux. Transparents ou translucides. Couleur d'ordinaire brune, rouge ou noire.	Minéraux très répandus. Se présentent souvent sous forme de cristaux isolés dans les schistes. Se ren- contrent également sous forme de minéraux acces- soires dans les roches gran- itiques et métamorphiques de contact. Employés com- me abrasifs.

à suivre . . .

Table des principaux minéraux (suite)

B. Minéraux à éclat non métallique (suite)

Nom et composition	Dureté	Caractéristiques	Remarques
<i>5. Couleur noir verdâtre, noir brunâtre ou noire. (suite)</i>			
Quartz (enfumé) SiO ₂	7	D'ordinaire en masses. Cassure conchoïdale. Éclat vitreux. Transparent ou opaque. Couleur brun enfumé ou noir brunâtre.	Abondant dans les granites et les pegmatites.
Tourmaline Silicate complexe de B et Al, avec Mg, Fe, etc.	7-7.5	D'ordinaire en cristaux prismés, striés verticalement, à section triangulaire; également en masses. Cassante. Couleur d'ordinaire noire, parfois rouge, bleue ou verte. Quelques variétés fondent facilement.	Abondante dans les pegmatites; également dans les granites et les gneiss. Quelques variétés donnent des gemmes.
Spinelle MgAl ₂ O ₄	8	Cristaux octaédriques, souvent maclés; également en masses grenues et en grains empâtés. Cassant. Transparent ou opaque. Éclat vitreux. Couleur noire, verte, brune ou rouge.	Se trouve surtout comme constituant accessoire des roches ignées basiques et comme minéral métamorphique dans les schistes et les calcaires cristallins.

Les minéraux suivants peuvent également se présenter dans ce groupe, mais ils se trouvent plus fréquemment dans d'autres groupes et ils sont décrits ailleurs dans le tableau: chlorite, serpentine et corindon.

APPENDICE IV

CLASSIFICATION SOMMAIRE DES ROCHES COMMUNES

1. Roches ignées¹

Proportion de Quartz Proportion du Feldspath potassique en regard du Feldspath total	Plus de 10% de Feldspath				Moins de 10% de Feldspath	Monominéralisées ² Ordinairement moins de 10% de minéraux étrangers	
	Composition du plagioclase						
	Albite An ₀ — An ₁₀	Oligoclase An ₁₀ — An ₃₀	Andésine An ₃₀ — An ₅₀	Labradorite, etc. An ₅₀ — An ₁₀₀			
Plus de 10% de Quartz	Plus des 2/3	GRANITE RHYOLITE					
	de 1/3 à 2/3	MONZONITE QUARTZIFÈRE LATITE QUARTZIFÈRE					
	Moins de 1/3	GRANITE À ALBITE RHYOLITE	GRANODIORITE LATITE QUARTZIFÈRE	DIORITE QUARTZIFÈRE DACITE	GABBRO QUARTZIFÈRE BASALTE QUARTZIFÈRE		
Moins de 10% de Quartz	Plus des 2/3	SYÉNITE TRACHYTE				PERKNITE PÉRIDOTITE (Plus de 5% d'Olivine)	PYROXÉNITE HORNBLENDITE DUNITE ANORTHOSITE
	de 1/3 à 2/3	MONZONITE LATITE					
	Moins de 1/3	SYÉNITE À ALBITE TRACHYTE	SYÉNODIORITE LATITE	DIORITE ANDÉSITE	GABBRO BASALTE		

TENEUR ORDINAIRE EN MINÉRAUX FONCÉS

0 — 10	10 — 40	40 — 70	70 — 100
--------	---------	---------	----------

TERMES GÉNÉRAUX POUR LES ROCHES À GRAIN FIN

FELSITE (cassure fraîche de couleur pâle)

TRAPP (cassure fraîche de couleur foncée)

1 Tableau préparé par M. I.C. Brown et d'autres fonctionnaires de la Commission géologique du Canada.

2 Ces roches sont constituées presque exclusivement d'un seul minéral.

Note: Les noms des roches à grain grossier (plutoniques) sont écrits en caractères gras tandis que les noms des roches à grain fin (dykes et roches volcaniques) sont écrits en caractères légers (inclinés).

2. Roches sédimentaires*

Origine	A l'état meuble	A l'état cohérent	
Mécanique	Graviers	Conglomérats	Les graviers sont des débris de roches et de minéraux de composition et de grosseur variées, en fragments plus ou moins arrondis. Les conglomérats proviennent de la consolidation de graviers par l'introduction d'un ciment entre les éléments. Une brèche est un agglomérat de fragments anguleux.
	Sable	Grès	Les sables sont des masses incohérentes de particules de minéraux et de roches plus ou moins arrondies. Ces grains mesurent ordinairement quelques millimètres de diamètre à peine. Habituellement, le quartz est le minéral le plus abondant; mais la catégorie "sable" est déterminée par la dimension du grain plutôt que par sa composition. Le grès est un sable cimenté par l'introduction de minéraux entre les grains. Le ciment peut être le quartz, la calcite, l'oxyde de fer ou même quelque substance bitumineuse.
	Argile	Schiste	L'argile est constituée de minuscules paillettes de kaolin ou d'autres minéraux analogues. Lorsqu'elle est consolidée, elle forme les schistes.
	Loess		Le loess est constitué de poussières transportées par le vent.
	Till		Matériaux non classés d'origine glaciaire.
Chimique		Sel; Gypse	Résultent de l'évaporation de l'eau des lacs salés.
		Silex, quelques calcaires et dolomies	Résultent de l'élimination du gaz carbonique de solutions qui contenaient divers bicarbonates. Le silex est probablement dû à la coagulation de la silice colloïdale.
		Minerai de fer des marais	Résulte de la coagulation de solutions de fer à l'état colloïdal. Les bactéries qui décomposent les sels de fer peuvent faciliter cette coagulation.
Organique	La plupart des calcaires	Formés ou composés de coquilles, de fragments de coquille, de craie, de marne, etc.	

* Tableaux extraits de *Mining Textbooklet No. 1*, ouvrage publié par les services éducatifs de la Légion canadienne.

3. Roches métamorphiques*

A. D'origine sédimentaire

Roche originelle	Facteur d'évolution	Caractère physique	Roche métamorphique
Sables quartzifères et grès	chaleur ou pression et solution	cimentation	quartzite
	pressions différentielles	texture schisteuse	schiste quartziteux
Sables et grès impurs	chaleur ou pression et solutions	cimentation	arkose
	efforts différentiels	texture schisteuse ou gneissique	paragneiss
Vase et schiste	chaleur ou pression et solutions efforts différentiels	aspect massif et grain fin	staurotide, chloritoïde, andalousite ardoise, phyllite et schiste chloriteux
Calcaire	tous les agents	recristallisation	calcaires cristallins

B. D'origine ignée

Granite, syénite, diorite, gabbro	efforts différentiels	texture rubanée	orthogneiss
Rhyolite et trachyte	efforts différentiels	texture rubanée	schiste quartzifère sériciteux et schiste sériciteux
Andésite et basalte	pressions uniformes et solutions	roche massive	pierre verte
	efforts différentiels	texture schisteuse	schiste chloriteux, schiste talceux, schiste à actinote, schiste à hornblende

* Tableaux extraits de *Mining Textbooklet No. 1*, ouvrage publié par les services éducatifs de la Légion canadienne.

APPENDICE V

ADRESSES

Ministères provinciaux des Mines

Colombie-Britannique: ministère des Mines, Victoria.

Alberta: ministère des Terres et des Mines, Edmonton.

Saskatchewan: ministère des Ressources minérales, Regina.

Manitoba: direction des Mines, ministère des Mines et des Ressources naturelles, Winnipeg.

Ontario: ministère des Mines, Toronto.

Québec: ministère des Mines, Québec.

Nouveau-Brunswick: ministère des Terres et des Mines, Frédéricton.

Nouvelle-Écosse: ministère des Mines, Halifax.

Île-du-Prince-Édouard: M. le sous-secrétaire provincial, bureaux du gouvernement provincial, Charlottetown.

Terre-Neuve: ministère des Mines et des Ressources, St-Jean.

Territoires du Nord-Ouest et Yukon

Service des terres, Division des régions septentrionales et des terres, ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa.

Ministère des Mines et des Relevés techniques

Cartes topographiques: M. le directeur, Direction des levés et de la cartographie, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.

Photographies aériennes: M. le directeur, Direction des levés et de la cartographie, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa; pour la Photothèque nationale de l'air.

Essais de traitement de minerai: M. le directeur, Direction des mines, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.

Publications géologiques, essais radiométriques, etc.: M. le directeur, Commission géologique du Canada, ministère des Mines et des Relevés techniques, Ottawa.

Bureaux secondaires, Commission géologique du Canada

739, rue Hastings ouest, Vancouver 1 (C.-B.).

406, édifice des douanes, Calgary (Alb.).

Whitehorse (Yukon).

Yellowknife (T. du N.-O.).

La prospection au Canada

Commission de contrôle de l'énergie atomique

M. le secrétaire, Commission de contrôle de l'énergie atomique, casier postal 1046, Ottawa (Ont.).

Entrée au Canada

Direction de l'immigration, ministère de la Citoyenneté et de l'Immigration, Ottawa (Ont.).

Douanes

Division des Douanes et de l'Accise, ministère du Revenu national, Ottawa (Ont.).

Tourisme

Office du tourisme du gouvernement canadien, ministère du Nord canadien et des Ressources nationales, Ottawa (Ont.).

Adresses de certains périodiques cités dans les bibliographies

Bulletin, Canadian Institute of Mining and Metallurgy, 911, édifice Drummond, Montréal (P.Q.).

Canadian Mining Journal, Gardenvale (P.Q.).

Economic Geology, Economic Geology Publishing Co., Urbana (Illinois).

Engineering and Mining Journal, 330, 42^e rue ouest, New York 36 (N.Y.).

Geophysics, 1138, 37^e rue est, casier postal 7248, Tulsa 18 (Oklahoma).

Mining Engineering, 29, 39^e rue ouest, New York 18 (N.Y.).

Northern Miner, 122, rue Richmond, Toronto (Ont.).

Precambrian, 365, avenue Bannatyne, Winnipeg 2 (Man.).

Western Miner, 505, édifice Metropolitan, Vancouver 1 (C.-B.).

APPENDICE VI

RECHERCHE DES TRAÎNÉES DE MINÉRAI
DANS LES DÉPÔTS GLACIAIRES

La recherche des traînées de minerai dans les dépôts glaciaires présente de l'importance au Canada, mais comme elle diffère des autres genres de prospection, tant pour ce qui est des méthodes que des difficultés, elle fera l'objet du présent appendice. Ce court exposé vise à présenter aux prospecteurs ordinaires les principes qui pourraient leur être utiles au besoin et à rappeler aux géologues et aux commanditaires d'entreprises de prospection que dans certains cas on peut faire appel à des spécialistes de ce genre de prospection. Vu qu'il s'agit en grande partie d'un sujet réservé aux spécialistes, nous ne faisons que l'effleurer ici.

Depuis des générations, les prospecteurs expérimentés prennent soin de rechercher l'origine des fragments intéressants qui se trouvent sur les pentes d'éboulis, dans le lit de cours d'eau, ou que le gel ou la solifluxion a fait monter d'un gîte sous-jacent à la surface, ou encore qui restent pris dans les racines d'un arbre déraciné. Les débris que les glaciers ont charriés sur de plus longues distances ou mêlés aux graviers glaciaires ou à d'autres genres de dépôts glaciaires présentent de plus grandes difficultés. Le prospecteur, s'il est patient et observateur attentif, pourra en résoudre quelques-unes; pour en résoudre certaines, il faut être particulièrement versé en géologie glaciaire; d'autres sont insolubles parce que les indices sont trop éparpillés. Cette remontée vers l'origine de débris glaciaires a abouti à la découverte de plusieurs gîtes minéraux au Canada, y compris un gîte de minerai de fer dans la région du lac Supérieur, un gîte de spath fluor près de Madoc (Ont.), un gîte de corindon près de Bancroft (Ont.) et des filons de quartz aurifère en Nouvelle-Écosse. Ces recherches se font à une grande échelle en Finlande et en Suède, dont la géologie ressemble à celle du bouclier canadien et où l'emploi de méthodes perfectionnées a permis de découvrir plusieurs gros gîtes. Les traînées de débris peuvent parfois mener directement à un affleurement minéralisé, mais plus souvent il ne faut espérer autre chose que l'indication générale d'une région dans laquelle des travaux géologiques, géophysiques ou géochimiques minutieux pourraient guider avec succès l'implantation de forages au diamant.

Le chapitre II expose dans ses grandes lignes l'accumulation, la progression et la disparition de vastes glaciers et calottes glaciaires dans la plus grande partie du Canada, plusieurs fois au cours du pléistocène ou époque glaciaire. Des morceaux plus ou moins gros de roche, dont parfois des fragments de minerai arrachés de gîtes minéraux, ont été enfermés par le gel dans ces glaciers et ces calottes glaciaires, entraînés en avant par l'avance des glaces et, une fois la glace fondue, déposés sous forme de moraines et d'autres genres de dépôt glaciaire. La plupart des pierres et des blocs erratiques que l'on trouve dans ces dépôts ne viennent pas de loin. Nombre de minéraux métallifères sont trop tendres ou trop solubles pour pouvoir résister au transport sur de grandes distances. Il peut valoir la peine, au Canada, de rechercher l'origine des fragments de minerais que l'on trouve dans les dépôts glaciaires, à l'intérieur du bouclier canadien ou d'autres régions géologiques favorables à la rencontre de gîtes minéraux, ou près de ces

La prospection au Canada

régions, surtout lorsque ces indices sont assez abondants. Il serait difficile ou même impossible, d'autre part, de remonter vers le lieu d'origine des quartiers de roche précambrienne contenant des minéraux métallifères et que l'on trouve maintenant épars dans les Plaines, loin du bouclier canadien. Un relevé numérique des genres de roches et minéraux trouvés dans une étendue type de drift glaciaire peut indiquer s'il vaut la peine d'essayer de retrouver certains minéraux ou des roches favorables en remontant le parcours suivi, par des débris glaciaires qui les contiennent.

Les recherches de ce genre donneront probablement les meilleurs résultats dans les parties supérieures de la région de la Cordillère, où la plupart des glaciers ont descendu le long des vallées. Il se peut que certains galets aient été charriés au-delà de leur vallée d'origine par la glace qui a chevauché les vallées, mais il est probablement rare qu'il en ait été ainsi. Dans la plupart des autres parties du pays, la glace s'est avancée sur de plus grandes distances, de sorte qu'il peut être plus difficile de remonter jusqu'au point d'origine des indices, d'autant plus que la glace a pu se déplacer dans un sens durant une période glaciaire et dans un autre au cours d'un stade ultérieur de glaciation.

Les recherches peuvent être vaines lorsque les débris sont trop épars; ils sont parfois échelonnés en "traînées de galets" presque droites, qu'on peut remonter presque jusqu'au point d'origine, ou ils se rencontrent parfois en forme d'éventail dont le sommet se trouve au point d'origine. Dans ce dernier cas, on inscrit sur la carte l'emplacement des galets et l'on tire des lignes passant par les indices le plus à l'extérieur: les lignes devraient se couper près du point d'origine.

Pour obtenir des indices probants sur la direction de l'avance glaciaire en un endroit donné, on peut consulter les cartes publiées sur la question, notamment celle qui est intitulée *Glacial Map of North America* (voir bibliographie ci-dessous) ou observer sur le terrain les stries, les rainures, les drumlins et d'autres accidents topographiques allongés suivant le sens du mouvement glaciaire. Les stries sont des sillons creusés sur les affleurements par de petits morceaux aigus de roche pris dans la glace. Par rainures, on entend des creux parallèles plus profonds taillés à la surface des affleurements. Les drumlins sont des collines ovales de dépôts glaciaires, tournées dans la direction de l'avance glaciaire et que montrent des photographies aériennes. En général, striures, rainures et drumlins montrent simplement l'orientation du mouvement de la glace et la plupart des prospecteurs non parfaitement compétents en cette matière auraient de la peine à déterminer dans quel sens la glace a progressé le long de la ligne. Il leur faudrait presque toujours faire des recherches dans les deux directions ou consulter les cartes disponibles. Les spécialistes en la matière se servent des indices fournis par les saillies de roc résistant et les zones protégées qui leur font suite (*stoss-and-lee, crag-and-tail*) les stries en tête de clou, les fissures de friction, les entailles en forme de croissant, les moraines terminales ondulées (uniques ou successives). Ils étudient également la composition du till. Quelques-unes des publications énumérées ci-dessous et d'autres ouvrages sur la géologie glaciaire décrivent ces accidents topographiques.

Autres ouvrages à consulter

- Flint, R. F.: *Glacial Geology and the Pleistocene Epoch*; Wiley, 1947; voir notamment les pages 102 à 132.
- Grip, E.: "Tracing of Glacial Boulders as an Aid to Ore Prospecting in Sweden"; *Econ. Geol.*, vol. 48, n° 8, pages 715 à 725, 1953.
- Krumbein, W. C.: "Preferred Orientation of Pebbles in Sedimentary Deposits"; *J. Geol.*, vol. 47, pages 673 à 699, 1939.
- Hyypä, E.: "Tracing the Source of the Pyrite Stones from Vihanti on the Basis of Glacial Geology"; *Bull. Comm. Geol., Finlande*, n° 142, vol. 21, pages 97 à 122, 1948.
- Dreimanis, A.: "Studies of Friction Cracks along the Shores of Cirrus Lake and Kosakokwoy Lake, Ontario"; *Am. J. Sci.*, vol. 251, pages 769 à 783, 1953.
- Sauramo, M.: "Tracing of Glacial Boulders and its Applications in Prospecting"; *Bull. Comm. Geol., Finlande*, n° 67, 1924.
- "Glacial Map of North America"; *Geol. Soc. Amer.*, Special Paper 60, 1945. Prix \$2.
- "Glacial Map of Canada"; *Ass. Géol. Can.*, 1958. Prix \$2.
- "Géologie glaciaire"; min. Mines et Relevés techniques, Direction de la géographie, *Atlas du Canada*, planche n° 15, 1959. Prix 50c.

SOURCE DES PHOTOS

Planche	Source	N° du négatif	Planche	Source	N° du négatif
I	A. H. Lang		XXXV A	E. J. Irish	
II	B. R. MacKay	46465	B	S. Duffell	
III	E. D. Kindle	C.G.C. 83018	XXXVI A	H. H. Beach	C.G.C. 88093
IV	G. Radisics		B	A. H. Lang	89561
V	H. M. A. Rice	85280	XXXVII	E. C. Elliott	107328½
VI	E. D. Kindle	83033	XXXVIII A	G. W. H. Norman	78111
VII	CARC	CARC T7-22L	B	C. H. Stockwell	32-3-2
VIII	A. W. Jolliffe	C.G.C. 84382	XXXIX	A. H. Lang	9-6-1931
IX	L. J. Weeks	88162	XL	Inconnu	
X	CARC	CARC A2829-25	XLI	J. F. Henderson	81770
XI	CARC	T1-36R	XLII	Inconnu	
XII	CARC	A5619-36	XLIII	A. H. Lang	85978
XIII	H. M. A. Rice	C.G.C. 85468	XLIV	A. H. Lang	2-4-1936
XIV	J. G. Gray	85400	XLV	Off. nat. film	O.N.F. 25055
XV	CARC	CARC A5120-105R	XLVI	A. H. Lang	C.G.C. 7-1-1931
XVI	J. D. Bateman	C.G.C. 88218	XLVII	A. H. Lang	5-4-1941
XVII	H. H. Beach	86549	XLVIII	J. D. Bateman	96537
XXVIII	CARC	CARC T8-49L	XLIX	H. V. Warren	
XIX	A. W. Jolliffe	C.G.C. 84440	L	R. Folinsbee	90863
XX A	H. M. A. Rice	85469	LI	Sharpe Instruments Ltd.	
B	J. W. Ambrose	83039	LII	Sharpe Instruments Ltd.	
C	G. W. H. Norman	82236	LIII	Can. Aero Service Ltd.	
D	C. S. Lord	88142	LIV	Inconnu	
XXI A	G. Shaw	86105	LV	Inconnu	
B	H. M. A. Rice	85473	LVI	Inconnu	
C	J. W. Ambrose	84901	LVII	H. C. Gunning	81955
D	J. F. Henderson	84169	LVIII	A. H. Lang	5-6-1949
XXII A	A. F. Buckham	87148	LIX	W. E. Cockfield	44088
B	A. W. Jolliffe	84425	LX A	E. D. Kindle	82403
C	F. J. Halcock	81569	B	Hollinger Consolidated Gold Mines Ltd.	
D	J. G. Gray	85394	LXI	S. C. Robinson	2-6-1952
XXIII A	C. S. Lord	85518	LXII	J. K. Smit and Son Ltd.	
B	H. Gauthier	41141	LXIII	D. F. Kidd	76114
C	T. L. Tanton	85872	LXIV	A. H. Lang	82691
D	H. C. Gunning	81953	LXV	E. C. Elliott	107328
XXIV A	T. H. Clark	74389	LXVI	A. H. Lang	
B	G. Shaw	86089	LXVII	C. E. Cairnes	74059
XXV	T. L. Tanton	96628	LXVIII	A. H. Lang	88455
XXVI	F. Leonard	78607	LXIX	A. H. Lang	89572
XXVII	H. C. Gunning	81941	LXX A	H. S. Bostock	88546
XXVIII	C. H. Stockwell	81925	B	H. S. Bostock	88563
XXIX	Inconnu		LXXI	W. A. Johnston	55310
XXX	V. Dolmage	64070	LXXII	L. Reinecke	44892
XXXI	Inconnu		LXXIII A	C. S. Lord	86083
XXXII	C. S. Lord	86059	B	W. E. Cockfield	83417
XXXIII A	C. S. Lord		LXXIV	Off. nat. film	O.N.F. 17180
B	A. H. Lang				
XXXIV A	A. H. Lang				
B	R. D. Hutchinson				

A	
Abattage hydraulique	352, 353
Abrasifs	315
Adresses	409-410
Aéromagnétismes, levés	204-209
Aimant	123, 193-196, 387
Alcock, F. J.	280
Allanite	404
Allard, lac	335, 336
Allumettes	114-115, 118
Altération	18, 19
Aluminium	278
Amiante	278-281
Amphiboles	399, 404
Andésite	53, 54
Annabergite	399
Anomalie de résistivité	203, 206, 209, 213 227
gravimétrique	224
Anorthosite	336
Anthracite	76, 220
Anticlinal	35
Antimoine	315
Apalaches	97-98
Apatite	186, 399
Aplite	49, 53
Archipel arctique, voir <i>Arctique</i>	
Arctique	93, 98-99
basses terres et plateaux	97
Ardoise	55, 56
Argent	282, 391, 392
Argilite	56
Armes à feu	115
Arpentage, subdivision des terres	159, 162
Arrastre	362
Arsenic	316
Arséniopyrite	391
Arvida, P.Q.	278
Athabasca, lac Sask.	90, 309
Atlin, région de	347
Auréole de dispersion	183
Avions, voir <i>transports</i>	
Azurite	399

B

Baffin, île, T. N.-O.	85, 94
Bancroft, Ont.	305, 308, 309
Baromètre, anéroïde	258
Barytine	186, 316, 397
Basalte	53
Batholites	28, 29, 61
Bathurst, N.-B.	98, 209, 284, 303
Beauceville, P.Q., région de	344
Beaverlodge, Sask.	305
Becquerel, savant français	304
Belcher, îles	93, 289
Belle-Isle, détroit	97
Bentonite	316-317
Berceau	354, 356
Beryl	186, 400
Beryllium	317-318
Biotite	403
Bird River, Man.	319
Bismuth	318
Blende	395, 403
Blind River, Ont.	210, 305, 306, 307, 308, 310

Bonanza, ruisseau	347
Booming, voir <i>digues</i>	
Bornite	394, 395
Bouclier canadien	30, 84-94, 216, 218
Boussole	121, 193, 196, 255
détermination de minéraux	194-195
d'inclinaison	196-199, 246, 256
historique	194, 196-199
levés magnétiques	195-196
mise en plan des résultats	197-199
Brèche volcanique	51
Bridge River, C.-B.	331
Brisco, C.-B.	316
Bruce, Ont.	282
Brucite	396
Buchan, T.-N.	98, 303

C

Cabot	5
Cache	138-139
Cadillac, P.Q.	203
Cadmium	318-319
Calabogie, Ont.	323
Calcaire cristallin	56
Calcite	186, 396
Camp	135, 138-139
Canots	126-130
Cantons de l'Est, P.Q.	98
Cap Breton, île du, N.-É.	323
Cariboo, C.-B.	3, 295, 342, 344, 347, 348
Carleton Place, Ont.	97
Cartes,	122
aéromagnétique	209
comment se les procurer	167-168
détails	160
échelles et genres de cartes	160, 162, 164-165
fédérales	163
géologiques	147, 160-165
interprétation	165
orientation	160
porte-	122
provinciales	163
quadrillage	162-163
subdivision des terres	161-162
topographiques	160-165
Cartier, Jacques	5
Cassiar, mine	281, 347
Cassitérite	392, 395
Cavendish, Henry	190
Ceinture de minéraux primaires	183
Célestine	186, 397
Cénozoïque	39
Chalcoppyrite	394
Chalcosine	393
Champlain, lac	97, 98
Charbon de bois	389
Charlebois, lac, Sask.	310
Chaudière, rivière	346
Chaussures	108-110
Chert	289
Chevaux	132-137
Chemineements	149-150, 151, 256, 257
Chibougamau, P.Q.	92, 283
Chiens	137
Chimite	393
Chlorite	398

La prospection au Canada

Choate, C.-B.	294	Diabase	47
Chrome	319	Diatomite	320-321
Chromite	362	Digues	245, 246, 352
Churchill, Man.	85, 393	Diorite	47, 50
Cinabre	187, 395, 401	Diamants,	331
Cirques	18, 23	voir aussi <i>forage</i>	
Claims	255, 370-375	Discordance	38
concessions	373	Dolomie	52, 56, 187, 397
énergie atomique	373-375	Droits miniers	259-260
enregistrement	372	Drumheller, Alb.	316
impôts et redevances	373	Dubawnt, lac	90
jalonnement	370-372	Dykes	25, 27, 29, 31, 47, 49
nombre	370		
parcs	373	E	
réserves indiennes	373	Eastmain, rivière	93
superficie	370	Eau, études de l'	184
titres	372	Échantillonnage	247, 249-255
travaux requis	372	Écorce, mouvements	29-36
Clivage	51, 55	Edison, Thomas A.	293
Cobalt	320	Eldorado, mine	304, 305
arsénaté	401	Électricité, historique de la méthode	192
Cobalt, Ont.	91, 92, 282, 296, 320	Électromagnétisme, méthode	228-232
Cobaltine	391	historique de la méthode	192-193
Coleman, A.D.	293	Ellesmere, île, T. N.-O.	98
Colombite-tantalite	394	Embarcations, voir <i>transports</i>	
Colorations minérales	154-156	Énergie atomique, règlements	
Columbium, voir <i>niobium</i>		concernant l'	373-375
Combustibles	75-82	Eotvös, baron Roland	190
Commission géologique du Canada	380-387	Épidote	400, 404
Compteurs,		Équipement	
à scintillations	212, 213	armes	115
aéroportés	215-218	bâches	114
Geiger	193, 211-212, 213, 215, 246, 311, 313	briquet et garde-allumettes	114-115
Conglomérat	51, 54	corde	115
Conklin, ingénieur électricien	192	couchage	112
Construction, matériaux de	299	couteau	115
Coppermine, T. du N.-O.	94	éclairage	114
Cordillère	94-96, 240, 261	engins de pêche	115
Corindon	398	fil métallique	115
Coupes structurales	164, 165	lunettes	116
Cranbrook, C.-B.	95	poêle	113-114
Creep, voir <i>solifluxion</i>		sacs	114
Crible	121	scie	114
Cristallisation	26	tentes	112-113
Cronstedt	292	trousse de premiers soins	115-116
Croquis	255-259	ustensiles	118-119
Cross, Jules	286	voir aussi <i>instruments, provision, matériel de prospection</i>	
Cuivre	282, 395	Érie, lac	97
Curie, Pierre	304	Érosion	18, 19, 20, 21, 30, 32, 36, 60, 61, 85, 86
Curie, Mme Pierre	304	glaciaire	20
Cyanite	400	Étain	321
Cypress, collines	96	Études, voir <i>rapports</i>	
D		Évantail de dispersion	183
Décapelage	262	Exploitation, voir <i>gîte, appréciation, filons</i>	
Déclinaison, voir <i>magnétisme</i>		placers	341-359
Découvertes	146	filonienne	361-364
accessibilité	146-147	Exploration souterraine	268
premières recherches	158-159	Explosifs	124
De Golyer, Everett	190	voir aussi <i>sautage</i>	
Déplacements	107-108, 125-141		
voir aussi <i>transports</i>		F	
Déposition, éléments rocheux	23-24	Faïlles	31, 32, 34-35, 49
glaciaires	411-412		
Désagrégation	17-23		
Détecteurs, radioactifs	209-214		

- Feldspath 322, 397, 401
Felsite 53
Fer 73, 285-290
 chapeaux de 74, 154-156
 hydrate de 287, 288
 levés à la boussole 194
 oxydes de 330
 pyrite 394
Ferromolybdène 402
Feu, précautions 141
Field, C.-B. 95
Filons 66-67, 153, 359-364
 exploitations en petit 361-364
Fissures 51
Flanagan 292
Flin Flon, Man. 283, 302
Fluorescence 185-187
 voir aussi *prospection*
Fluorine 187, 399
Forage 268-273, 346
 au diamant 178, 263-267
Foreuse, Keys Tone 346, 348, 351
Fort Murray, Alb. 80
Fort St. James, C.-B. 326
Fort Steele, C.-B. 300
Fossiles 37
Fouilles 244, 245, 248, 256, 262-263
Fox, Robert 192
Fractures 34, 49, 51
 voir aussi *faille*
Frobisher, sir Martin 5
- G**
- Gabbro 50-53
Galène 393
Gaspé, P.Q. 98
Geiger, voir *compteurs*
Géochimie, prospection 183-184
Géologie, les bases de la 17-40
 chronologie 39
 contact 35
 du Canada 83
 échelle 36-40
Géologue 10
Géophysique, prospection .. 181-182, 189-232
Germanium 322-323
Gilbert, William 189
Gîtes, appréciation 233-242
 de mésoatomatose de contract 63-64
 de ségrégation magmatique 62
 de substitution 62
 détermination de 151-153
 d'intrusion 62
 emplacement 179
 exploration des 242-275
 minéraux 59, 242-275
 origine 60-75
 pegmatitiques 64-66
 primaires 60
 réserves 274
 secondaires 60, 74-75
 sédimentaires 71-74
 structures favorables 153-154
 teneur 236-238, 253
 traitements 240-241
 types 60-75
Glaciation 20, 72, 86
 dépôts glaciaires 411-412
- Glaciers, de vallée 20, 22
 alpin 18
 champs de glace 22
Glory-hole 360
Gneiss 56
Goldfields, Sask. 339
Grand lac de l'Ours, T. N.-O. 85, 89,
 304, 309, 320
Grand lac des Esclaves, T. N.-O. ... 89, 90,
 96, 97
Granite 47, 50, 55, 214
Granitisation 28
Graphite 220, 221, 232, 323, 392
Grauwacke 52, 54
Gravimètres 222
Gravimétrie
 historique de la méthode de 190-191
 levés 222-225
Grenat 401, 404
Grès 49, 51, 54
Grits 54
Gypse 187, 291, 396
- H**
- Hache 120
Haileybury, Ont. 101
Haliburton, Ont. 85
Halite 396
Hamilton, Ont. 290
Hartley, Kenneth 190
Hazelton, C.-B. 337
Hearst, Ont. 85
Heffren, M. A. 280
Hématite 392, 395, 401
Herschel, sir John 190
Horne, E. H. 283
Horne, mine 283
Hottah, lac, T. N.-O. 309
Houille 75-77
 voir aussi *combustibles*
Howe, honorable, C. D. 310
Hudson, baie d' 97
Huron, lac 91, 92, 97
- I**
- Île Reine-Charlotte, C.-B. 94, 295
Ilménite 336, 393
Indicateurs géochimiques 183
Industrie minière, importance 2-3
Instruments
 aimant 387
 brucelles 388
 chalumeau 46, 388
 couteau de poche 388
 fil de platine 389
 lampe 388
 lime 388
 loupe 46, 388
 marteau 389
 pinces-cisailles 389
 plaque de porcelaine 388
 rapporteurs 256, 259
 règle 256, 259
 tube de verre 389
Intrusions 26-28
Ising, Gustav 190

La prospection au Canada

J

Jalonnement, règlements sur le	148
claims	365, 370-372
concessions de pétrole et de gaz	81
James, baie	97

K

Kaolin	396
Karcher, K. C.	191
Kenora, Ont.	294
Kimberley, C.-B.	300
Kingston, Ont.	84
Kirkland Lake, Ont.	92, 280, 296
Kitimat, C.-B.	278
Klondike, Yukon	295, 342, 345, 347, 348, 349
Knob Lake, P.Q.	285, 287, 289, 290

L

LaBine, Gilbert	304
Labrador	85, 93
Laminage, zone de	34
Lamprophyre	47, 53
La Paix, rivière de	348
Larder Lake, Ont.	298
La Ronge, lac, Sask.	103, 310
Laurentides	85
Lavage, au pan	350-351
Lave	49
coulée de	40
Levés	
aéromagnétiques	204-209
des gîtes minéraux	255-259
gravimétriques	222-225
magnétiques	195-196
Lignite, voir aussi combustibles	76
Limonite	287, 288, 402
Lithium	324
Lois minières	367-382
financement des entreprises	375-379
permis	303
prospection et exploration	367-375
services de l'État	379-382
Low, A. P.	286
Lundberg, Hanz	192
Lynn Lake, Man.	292, 293, 294, 320

M

Mackenzie, bassin du	96
McDame, C.-B.	317
Madoc, Ont.	97, 296, 333
Magnésium	324-325
Magnétomètre	199-203
Magnétisme, déclinaison	258
Magnétite	220, 246, 394
titanifère	287, 288, 289, 336
Malachite	399
Mallet, Robert	191
Manganèse	320-326
oxydes	220
Manitouwadge, Ont.	91, 284, 302
Marbre	56
Marian, rivière	309
Marngouins, voir moustiques	
Marmora, Ont.	92, 209, 285, 287, 288

Matériel de prospection

acier à fleuret	124
aimant	123
bloc-notes	123
boussole	121-122
calepins	122
crayons	122
crible	121
détecteurs	120
explosifs	124
hache	120
loupe	46, 123
lunettes	116, 121, 124
marteau	119, 121
massettes	124
mesure-rubans	122
mortier et pilon	120-121
perforatrice mécanique portative	124-125
pelle	123
pic	123
pioche	119-120, 121
poinçons	123-124
porte-cartes	122
rapporteur et échelle de carte	122
sondeuses légères	125
voir aussi pan	
Météorites	26, 327
Mica	327-328
blanc	396
noir	403
Michell, révérend John	191
Michipicoten, Ont., district de	92, 286, 289
Migmatites	64
Mille-Îles	84, 97
Minerai, trainée de	157, 411-412
Minéralogie	43-57
études de la	180
Minéraux	43-47
associations de	154
ceinture de	183
classification	44-45
collection	46
connaissances	46-48
détermination	45-46, 194-195
échantillons	46
éléments	43-44
industriels	59
secondaires	74
Mistassini, P.Q.	92
Mystery, lac, Man.	294
Molybdène	328-329
Molybdénite	392
Monazite	401, 403
Montréal, P.Q.	97
Moraine	24
Morden, Man.	316
Mortier	120, 121
Moteurs hors-bord	130-131
Mouches, voir moustiques	
Moustiques	116-117
Muck, voir sols marécageux	
Muscovite	396

N

Nathorst, H.	192
Neckham, Alexander	189
Nemegos, Ont.	329

- Nelson, rivière, Man. 90, 91
 Newton, Isaac 190, 222
 Nickel 292-294
 Nickéline 395
 Niobium 329-330
 Nipigon, lac 91
 Noranda Mines Ltd. 283
 Noranda, P.Q. 91, 92, 203, 283
 North Bay, Ont. 329
 Notre-Dame, monts 97
- O**
- Ocres, voir *fer, oxydes de*
 Oka, P.Q. 329
 Olivine 400
 Omineca, région de 347
 Oolithes 73
 Or 295-298, 394
 Oreillers 49, 53
 Orogénèse 35, 85
 Orthogneiss 56
 Outaouais, rivière 97
- P**
- Paléozoïque 39
 Pan 120, 121, 157-158
 lavage au 155, 158, 350-351
 Paragneiss 56
 Parcs, nationaux et provinciaux 370, 373
 Path-finders, voir *indicateurs géochimiques*
 Pêche, engins de 115
 Pechblende 123, 306, 307, 309, 394
 voir aussi *uranium*
 Pegmatite 49, 53, 64, 65, 66, 153
 Pendage 243, 244
 Pentas d'éboulis 18, 19
 Pentlandite 394
 Pergélisol, voir *sols gelés en permanence*
 Permis, voir *lois minières*
 Peterborough, Ont. 322
 Pétrole 77-81
 Phlogopite 65, 402
 voir aussi *mica*
 Phosphate 401
 Photographies
 aériennes 147-148, 168-175
 agrandissements 171
 comment se les procurer 174-175
 mozaïques 171-172
 obliques ordinaires 170-171
 trimétragonales 171
 utilisation de 172-173
 verticales 169-170
 Pic 123
 Pierres précieuses 66, 330-332
 Pilon 120-121
 Pinchi Lake, C.-B. 326
 Pine Point, T. N.-O. 96
 Placers 71-72
 exploitation des 341-359
 Plaines, région des 96-97
 Platine 299
 Plissements 35-36
 Plomb 299-303
 Polarisation spontanée 218-222
 Porcupine, camp minier 85, 91, 92, 296
- Porphyre 47, 53, 54, 64
 Porth-Arthur, Man. 91
 Précambrien 39
 Premiers soins, trousse de 115-116
 Produits chimiques 389
 Prospecteurs
 aide par l'État 377
 amateurs 9, 375
 à plein temps 375-376
 à temps partiel 375
 conventions 377-378
 dans les sociétés minières 376
 de demain 11-12
 de nos jours 8-11
 du passé 3-8
 exploration des gîtes 242-275
 recherches de capitaux ou de travail 377
 vente des gîtes 378-379
 Prospection 1-15
 alluvionnaire 71-72, 341-359
 campagne de 376-377
 cheminements 149-150, 157
 cours de 101-106
 cours par correspondance 103
 études personnelles 103-105
 filonienne 361-364
 géochimique 183-184
 géophysique 10, 181-182, 189-232
 matériel de, voir aussi *équipement, instruments, provisions*
 méthodes ordinaires de 143-175
 méthodes spéciales de 177-187
 par électricité 192
 par fluorescence 185-187
 par résistivité 225-228
 perspectives de la 81
 Provinces, services des gouvernements des 381-382
 Provisions 117-118
 Pyrite (de fer) 394
 Pyrochlore-microlite 403, 404
 Pyrolusite 220, 393
 Pyroxène 400, 404
 Pyrrhotine 246, 394, 395
- Q**
- Québec, P.Q. 97
 Quémont, P.Q. 203
 Quesnel, C.-B. 321
 Quartz 67, 69, 70, 153, 235, 243, 398, 405
 Quartzite 56
 Quinsam Lake, C.-B. 285
- R**
- Radioactivité, principes 210
 voir aussi *détecteurs et compteurs*
 Radioprospection 211-212, 312
 Radium 332
 Rankin, inlet, T. N.-O. 90, 294
 Rapports
 comment se les procurer 167-168
 des prospecteurs 259-261
 détaillés 178-181
 géologiques 147, 166-168
 série de la géologie économique 167

La prospection au Canada

série des bulletins	167
série des études	166
série des mémoires	166
Rayons	
alpha	210, 212
bêta	210, 211
cosmiques	214
gamma	210, 211, 215
ultraviolets	185, 186
-x	210, 215
Recherches poussées	261, 268
Réserves indiennes	370, 373
Résistivité, méthodes	225-228
Retty, V. A.	287, 336
Rhyolite	49, 53, 54
Richmond, golfe	94
Roches	
acides	48
basiques	50
clastiques	54
collection	46
échantillons	46
encaissantes	156-157
en place	183
fémiques	50
filoniennes	53
ignéés	26, 48-54, 61, 406
intrusives	26, 60
mafiques	50
métamorphiques	48, 56-57, 408
plutoniennes	28, 48, 53
réservoirs	79-80
sédimentaires	48, 54-55, 61, 407
siliceuses	50
volcaniques	26, 53-54
Rocheuses, montagnes	94, 95
Roche verte	49, 56
Rosland, C.-B.	295, 300, 301
Rouyn, P. Q.	85
Rowe, R. B.	329
Rutherford	304
Rutile	336
S	
Sables pétrolifères	80-81
Saint-Élie, monts, Yukon	94
Saint-Laurent, basses terres du	97
St. Paul, E. C.	304
Saint-Urbain, P.Q.	336
Salbande	34
Satterly, J.	280
Sault Ste-Marie, Ont.	290, 309
Sautage	246, 248, 268-273
Scheelite	185, 186, 187, 337, 397, 402
Schefferville, P.Q., voir <i>Knob Lake</i>	
Schistes	49, 56
argileux	52, 54
pétrolifères	80-81
Schlumberger, Conrad	192
Schmidt, Adolf	191, 200
Sections, voir <i>coupes</i>	
Sédimentation	86
bassin	30, 94
Séisme, historique de la méthode	191
Sélénium	332
Sel gemme	396
Senneterre, P.Q.	85

Serpentine	399
Sherridon, Man.	294
Sidérose	397, 402
Sidérurgie, usines	290
Sills	25, 28, 29
Skuttérudite	391
Sluice	352, 353, 354, 355, 357
Solifluxion	345
Sols,	
études des	184
gelés en permanence	345
marécageux	345
Sondage	252-253
au diamant	263-267
Spath fluor	333
Sphalérite	392, 395, 402, 403
Sphène, voir <i>titanite</i>	
Sphinette	405
Spodumène	187, 398, 400
Steep Rock, Ont.	91, 285, 286, 289
Stéréoscope	168
Stibine	393
Stocks	25, 28
Stock-work	69
Stratigraphie	36-40
lacunes	38
Sudbury, Ont.	91, 92, 203, 282, 292, 293, 294, 296, 299, 320
Sulfures	221, 227, 228, 231
Sullivan, mines	282, 300-302, 321
Supergènes	74
Syénite	50, 69
Sydney, N.-É.	285, 290
Syénite néphélinique	322
Synclinal	35

T

Talc	396, 398
Talus d'éboulis	19
Tantale	329-330
Teneur, voir <i>gîte</i>	
Tentes	112-113
Terres rares	333-334
Territoire du Yukon	254
Territoires du Nord-Ouest	85, 254
Tertiaire	39
Tétraédrite	393
Texada, île	285
Thelon, rivière	90
Thetford Mines, P.Q.	279
Thompson, E. J.	302
Thompson, mine	347
Thompson, R. M.	292
Thorite	402, 403
Thorium	216, 335
Till	24
Timagami, Ont.	92
Timmins, Ont.	91, 281
Timothy, mont, C.-B.	328
Titane	92, 288, 335-336
Titanite	401, 403, 404
Tonnage, estimation	273-274
Torngat, monts	85
Tourmaline	405
Trachyte	53
Trail, C.-B.	302, 315

Transport	
à dos d'homme	137, 304
avions	131-132
canots et petites embarcations	126-130
chevaux	132-137
chiens	137
moteurs hors-bord	130-131
moyens	235
roches	23-24
Transgression marine	85
Trapp	53
Tulameen, C.-B.	331, 342
Tungstène,	186, 337
voir aussi <i>wolfram</i>	

U

Ungava	93
Uraninite	213, 306, 394
Uranium	210, 211, 212, 216, 303-304
composés de	187
Uranocre	402
Uranothorite	404
Ustensiles	118-119

V

Val-d'Or, P.Q.	328
Valeur, estimation	273-274
Vanadium	338-339
Vancouver, île	94
Végétation, études de la	184
Veines	66-67

Veinules	49
Venues, voir <i>gîtes</i>	
Vêtements	
chandails	111-112
chapeaux	111
chaussures	108-110
gants	112
pantalons	111
sous-vêtements	110-111
trousse de couture	111
vareuses	111
Victoria, île, T. N.-O.	94
Volcans	26

W

Wabana, T.-N.	98
Walker, T. L.	293
Walton, N.-É.	316
Wenner, Frank	192
Williams, Alfred	192
Winnipeg, lac, Man.	91
Wolfram	325, 393
voir aussi <i>tungstène</i>	
Wood Mountain, plateau de	96

Y

Yukon, voir <i>territoires</i>	
--------------------------------	--

Z

Zircon	187, 339, 398, 403
Zirconium	339-340