

21
4
5

This document was produced by scanning the original publication. Ce document est le produit d'une numérisation par balayage de la publication originale.

CANADA

MINISTÈRE DES MINES

L'HONORABLE LOUIS CODERRE, MINISTRE ; R. W. BROCK, SOUS-MINISTRE
COMMISSION GÉOLOGIQUE, CANADA.

Mémoire No 21

La Géologie et les Dépôts de Minerai

DE

PHOENIX

District de Boundary, Colombie Britannique

PAR

O. E. LEROY



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1914

No 1331

CANADA

MINISTÈRE DES MINES

L'HONORABLE LOUIS CODERRE, MINISTRE; R. W. BROCK, SOUS-MINISTRE

COMMISSION GÉOLOGIQUE, CANADA.

Mémoire No 21

La Géologie et les Dépôts de Minerai

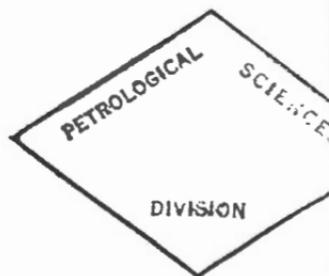
DE

PHOENIX

District de Boundary, Colombie Britannique

PAR

O. E. LEROY



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT

1914

No 1331

LETTRE D'ENVOI

A M. R.-W. BROCK,
Directeur de la Commission géologique,
Ministère des Mines.

MONSIEUR,—J'ai l'honneur de vous soumettre le Mémoire suivant sur la Géologie et les dépôts de minéral de Phoenix, district de Boundary, Colombie Britannique.

J'ai l'honneur d'être, monsieur,
Votre très obéissant serviteur,

(Signé) O.-E. LEROY.

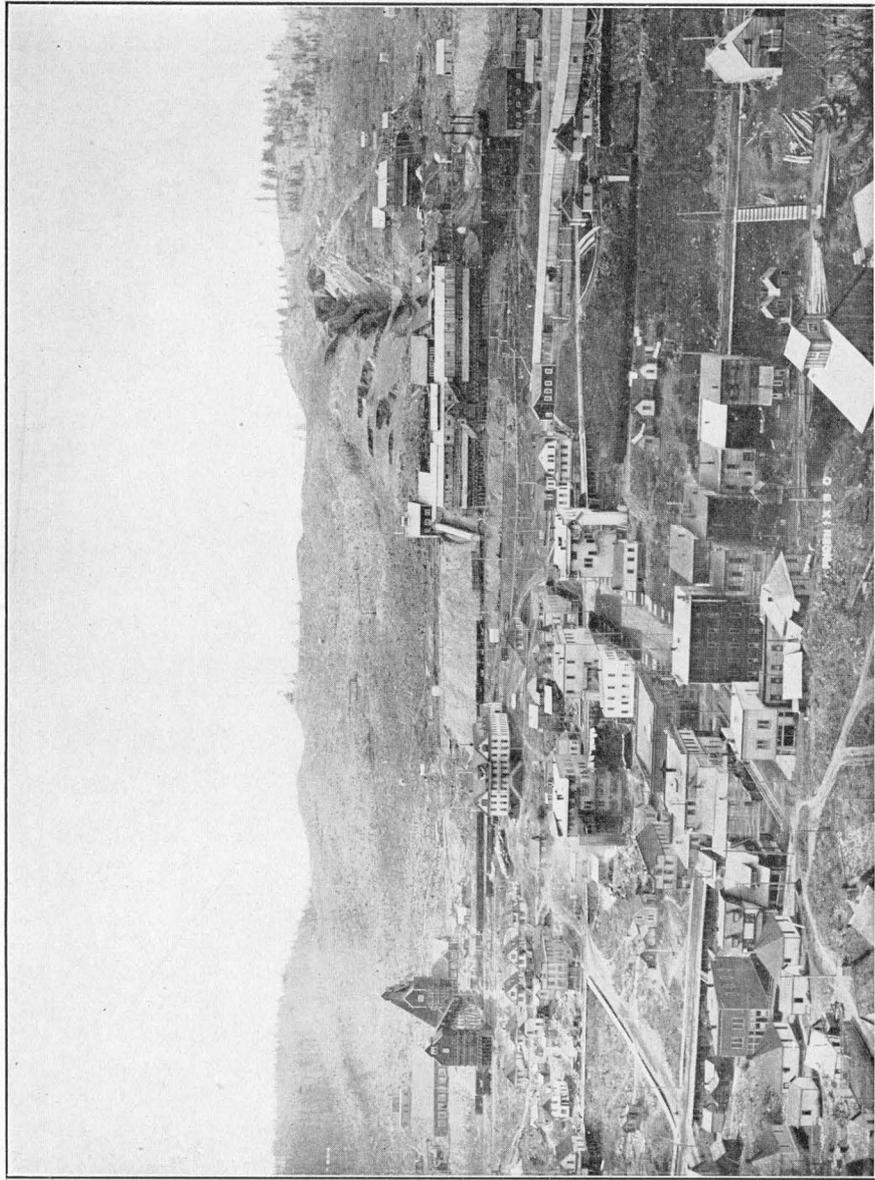
QUÉBEC, février 1911.

AVIS

Ce rapport a été publié primitivement en anglais dans l'année 1912

Division de la Commission Géologique,

HON. W. TEMPLEMAN, MINISTRE ; A.-P. LOW, SOUS-MINISTRE ;
R.-W. BROCK, DIRECTEUR.



Phoenix, côté sud, 1908.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE I.

	Page.
Introduction	11
Observations générales	11
Travail sur le terrain et contributions	12
Situation et moyens de communication	14
Historique	14
Travail antérieur	17
Bibliographie	17

CHAPITRE II.

Aperçu sommaire et conclusions	20
Géologie générale	20
Dépôts de minéral	21
Avenir du district	23

CHAPITRE III.

Traits physiographiques généraux du district	24
Topographie	24
Régionale	24
Locale	26

CHAPITRE IV

Géologie générale	27
Introduction	27
Descriptions sommaire des formations	27
Paléozoïque	27
Groupe Knob Hill	27
Formation Atwood	28
Mésozoïque	28
Jurassique ?	28
Tertiaire	29
Formation de Kettle River	29
Groupe volcanique de Midway	29
Quaternaire	29
Tableau des formations	31
Descriptions détaillées des formations	32
Paléozoïque	32
Introduction	32
Groupe Knob Hill	32
Distribution	32
Épaisseur	32
Lithologie	32
Cherts	33

	Page.
Tufs.....	33
Porphyrites.....	34
Structure.....	34
Carboniférien.....	35
Série Attwood.....	35
Introduction.....	35
Formation Brooklyn.....	35
Distribution.....	35
Lithologie.....	35
Calcaire.....	36
Distribution.....	36
Lithologie.....	36
Composition chimique.....	36
Structure.....	37
Zone de jaspéroïdes.....	37
Distribution.....	37
Lithologie.....	37
Traits distinctifs macroscopiques.....	38
Traits distinctifs microscopiques.....	39
Origine des jaspéroïdes et des cherts.....	40
Tufs et argilites.....	41
Lithologie.....	41
Composition.....	42
Roches ignées.....	43
Zone minéralisée.....	43
Formation Rawhide.....	43
Distribution.....	43
Lithologie et structure.....	43
Mésozoïque.....	44
Jurassique?.....	44
Roches ignées.....	44
Distribution.....	44
Lithologie.....	45
Tertiaire.....	46
Oligocène.....	46
Formation de Kettle River.....	46
Distribution.....	45
Lithologie et structure.....	46
Origine et âge.....	47
Miocène (?).....	48
Groupe volcanique de Midway.....	48
Distribution.....	48
Trachyte augitique.....	48
Lithologie.....	48
Traits distinctifs microscopiques.....	49

	Page.
Analyses chimiques	50
Structure	51
Age de la lave	51
Porphyrite augitique	52
Distribution et mode de gisement	52
Lithologie	52
Traits distinctifs macroscopiques	53
Traits distinctifs microscopiques	53
Analyses chimiques	54
Porphyres et pulaskite	55
Distribution	55
Lithologie	55
Traits distinctifs macroscopiques	55
Traits distinctifs microscopiques	56
Analyses chimiques	56
Résumé	57

CHAPITRE V.

Géologie économique	59
Zones minérales de Phoenix	59
Introduction	59
Relations géologiques	61
Distribution	61
Zone Granby	61
Zone Brooklyn	62
Zone Stemwinder	62
Zone Montezuma	63
Zone Gilt Edge	63
Zone Gold Drop	63
Traits caractéristiques des gîtes	63
Système de fissures	64
Nature du minerai	66
Minéralogie	68
Minéraux métalliques	68
Natifs	68
Cuivre	68
Sulfures	68
Chalcopyrite	68
Pyrites de fer	69
Pyrrhotine	69
Oxydes	69
Hematite	69
Magnétine	69
Limonite	70
Carbonates	70

	Page.
Azurite	70
Malachite	70
Minéraux non métalliques	70
Silicates	70
Epidote	70
Zoisite	70
Grenat	71
Actinote	71
Trémolite	71
Séricite	71
Chlorite	72
Oxydes	72
Quartz	72
Carbonates	72
Calcite	72
Phosphates	73
Apatite	73
Origine des gisements	73
Age des gisements	77
Avenir de la colonie minière de Phoenix	77

CHAPITRE VI

Description détaillée des mines	78
The Granby Consolidated Mining, Smelting and Power Company Limited	78
Introduction	78
Emplacement	78
Historique	78
Production	79
Minérai en réserve	79
Dividendes	79
Outillage et transport	79
Méthodes d'extraction	80
Développement général	81
Composition du minérai	81
Haut-fourneau de Granby	81
Mine Knob Hill-Ironsides	81
Emplacement	81
Développement et outillage	85
Relations géologiques et traits distinctifs des gisements	86
Système de fissures	87
Roches ignées	87
Nature du minérai	88
Mine Gold Drop	88
Emplacement	88

	Page.
Développement et outillage.....	88
Relations géologiques et nature du gisements.....	89
Nature du minéral.....	90
La mine Gold Drop No. 1.....	90
Emplacement.....	90
Développement.....	90
Ensemble du minéral.....	91
La Mine Curlew.....	91
Emplacement.....	91
Ensemble du gisement.....	91
La mine Monarch.....	91
Emplacement et développement.....	91
Nature des gisements.....	91
Nature du minéral.....	92
La mine Grey Eagle.....	92
Emplacement.....	92
Développement.....	92
Nature du minéral.....	92
La Concession Gilt Edge.....	93
Perspectives pour l'avenir.....	93
The Consolidated Mining and Smelting Company of Canada Limited.....	94
Introduction.....	94
Historique.....	94
Production.....	94
La mine Snowshoe.....	94
Emplacement.....	94
Développement.....	95
Outillage.....	95
Méthodes d'extraction.....	95
Relations géologiques et traits distinctifs du Gisement.....	95
Gîte sud du minéral.....	95
Gîte nord du minéral.....	98
Mine War Eagle.....	101
Emplacement.....	101
Développement et outillage.....	101
Relations géologiques et nature des gisements.....	101
New-Dominion Copper Company Limited.....	102
Emplacement.....	102
Historique.....	102
Production.....	103
Outillage.....	103
Méthodes d'extraction.....	103
La Mine Rawhide.....	104
Emplacement.....	104
Développement et outillage.....	105

	Page
Relations géologiques et nature du gîte	105
Roches ignées	106
Nature du minerai	106
La Mine Brooklyn-Idaho	107
Emplacement	107
Développement et outillage	107
Relations géologiques et nature des gisements	108
Nature du minerai	109
Perspectives pour l'avenir	109
La mine Stemwinder	110
Emplacement	110
Développement	110
Relations géologiques et nature du gisement	111
Nature du minerai	111
Index	112
Liste des publications de la Commission géologique offrant de l'intérêt au point de vue économique.	

ILLUSTRATIONS

	Photographies	Page
Planche I.	Phœnix, vue vers le sud, 1908: La photographie montre les excavations de surface et le corps principal de l'usine de surface de la Granby Consolidated.	Frontispice
" II	(a) Phœnix et Greenwood	26
	(b) Vue de Phœnix, à regarder vers l'ouest.	26
" III.	Calcaire partiellement remplacé par la silice.	36
" IV	(a) Druse de calcite provenant des fissures ouvertes.	80
	(b) Mine de Knob Hill-Ironside: extrémité nord du principal "glory hole"	80
" V.	Mines Gold Drop et Snowshoe.	94
" VI.	Glory hole de Brooklyn.	102
" VII.	(a) Mine Brooklyn	108
	(b) Mine Stemwinder.	108

DESSINS

	Page	
F'g. 1.	Carte index montrant la situation de Phœnix, B. C.	13
" 2.	Mine Brooklyn à la profondeur de 250 pieds montrant les Jaspérides, le calcaire formé en brèches et le calcaire massif	39
" 3	Croquis-diagramme montrant le massif de jaspérides et d'ar- gile entouré de failles.	41
" 4.	Cartes des concessions minières de Phœnix, B. C.	60

	Page.
“ 5. Croquis diagramme indiquant les relations générales du minerai et de la gangue minéralisée ou stérile.....	66
“ 6. Mine Knob Hill-Ironstones. Profondeur de 300 pieds: coupe montrant le calcaire, le minerai et le porphyre augitique quartzifère. Le minerai est substitué au calcaire	67
“ 7. Mine Knob Hill-Ironstones. Profondeur de 300 pieds: Coupe montrant les tufs, le calcaire et le minerai. Le minerai est substitué au calcaire.....	75
“ 8. Mine Knob Hill-Ironstones, tunnel No. 3.....	82
“ 9. Mine Knob Hill-Ironstones, profondeur de 200 pds.....	83
“ 10. Mine Knob Hill-Ironstones. Coupe traversant les gisements et montrant le minerai, la gangue, les jaspéroïdes et les tufs...	84
“ 11. Mine Knob Hill-Ironstones. Coupe traversant les gisements et montrant la gangue du minerai, les jaspéroïdes et tufs et les chambres d'abatage	85
“ 12. Mine Gold Drop, galerie de niveau du No. 3 montrant une partie du gisement.....	89
“ 13. Mine Snowshoe: partie du tunnel principal.....	96
“ 14. Mine Snowshoe : coupe du gisement.....	97
“ 15. Mine Snowshoe projection verticale (1903).....	99
“ 16 Mine Snowshoe : coupe du gîte nord montrant la gangue rocheuse du minerai, les jaspéroïdes et la porphyrite augitique	100
“ 17 .Mine Rawhide.....	104
“ 18. Mine Brooklyn-Idaho : projection verticale généralisée.....	107

CARTES

Carte 1135.—15 A. Carte topographique de Phoenix, C. B.	Fin
Carte 1136.—16 A. Carte géologique de Phoenix, C. B.	Fin

GEOLOGIE ET GISEMENTS

DE

PHOENIX

District de Boundary, Colombie Britannique

PAR

O. E. LEROY

CHAPITRE I

INTRODUCTION

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Le District de Boundary a pris place au nombre des centres producteurs de cuivre de la Colombie Britannique, en 1900, et les a depuis constamment devancés. Durant quelques années même, il a tenu le premier rang, comme district producteur de cuivre, au Canada. D'après les rapports annuels du Ministre des Mines de la Colombie Britannique, le minéral provenant du district de Boundary que l'on a extrait et fondu dans le cours de la première décade de production (de 1900 à 1909), contenait 247, 895, 303 livres de cuivre, en outre d'une importante quantité d'or et d'argent.

Les principales mines du district sont celles de Knob Hill-Ironside, Gold Drop, Rawhide, Monarch, Snowshoe, et War Eagle, situées à Phoenix; l'Oro Denoro et l'Emma situées à Summit, et la Mother Lode et la Sunset, situées à Deadwood, près Greenwood. (Fig 1, p. 13)

Phoenix offrait des facilités exceptionnelles à l'étude des relations des gisements entre eux, grâce au développement de grande étendue des travaux souterrains des différentes mines, et une exploration minutieuse du terrain de la colonie minière fut poursuivie durant l'été de 1908. Cette exploration avait pour objet principal de recueillir toutes les données possibles sur les énormes amas de minérai de faible teneur qu'on y trouve, et d'en rechercher les relations géologiques, relations dont on espérait, une fois leur corrélation convenablement établie, tirer grand parti pour le développement de l'industrie minière à Phoenix.

On comptait également pouvoir utiliser avec avantage celles de ces relations qui seraient de plus grande portée, dans d'autres mines en exploitation, en d'autres endroits du district, où les amas de minérai offriraient des associations similaires. On a conscience, dans une certaine mesure, d'avoir atteint à des résultats pratiques de cette nature, et qu'une grande partie des renseignements d'ensemble, obtenus sur les gisements, peuvent servir dans d'autres localités du district, où se rencontrent des zones dont la minéralisation s'est produite dans les mêmes conditions que celles de Phoenix.

TRAVAIL SUR LE TERRAIN ET CONTRIBUTIONS

La superficie qui a été étudiée à Phoenix, et dans le voisinage, couvre environ deux milles carrés et comprend toutes les mines de quelque importance de la colonie. Le présent rapport est basé sur les résultats de 3½ mois de travail, poursuivi en 1908 sur le terrain; il tient également compte des renseignements recueillis au cours de visites de brève durée à Phoenix, en 1909 et 1910.

Le travail photographique a été exécuté sous la direction de M. W. H. Boyd; la carte qui en est résultée a été publiée, à l'échelle de 400 pieds au pouce, et comporte des intervalles de contours de 20 pieds. Le travail géologique, à la fois superficiel et économique, était confié à l'auteur de ce rapport, assisté de M. C. W. Drysdale. La cartographie de la géologie superficielle a été vérifiée au moyen de mesurages au théodolite et au stadia, et on s'est servi des plans des mines des diverses compagnies, pour le travail géologique souterrain.

Les officiers de la Granby Consolidated Mining, Smelting and Power Company, de la Consolidated Mining and Smelting Company

of Canada, et de la Dominion Copper Company (maintenant la New Dominion Copper Company) méritent que l'on signale la courtoise et bienveillante coopération qu'ils ont fournie, en permettant le libre accès à tous les travaux souterrains et l'utilisation de tous les renseignements, en leur possession, qui pouvaient se rattacher aux mines. C'est avec leur gracieuse autorisation que les plans qui paraissent dans ce rapport ont été publiés. A Messieurs A. B. W. Hodges, O. B. Smith et C. M. Campbell en particulier, l'auteur désire exprimer sa reconnaissance toute spéciale, pour leurs utiles suggestions et leurs observations critiques, au cours des travaux d'exploration, de même qu'à M. Charles Biesel, qui a mis deux maisons à la disposition de la mission, durant l'été de 1908, à M. George Rumberger, pour ses communications concernant l'histoire des premiers jours de Phoenix, et aux Messieurs McRae, pour la permission octroyée de reproduire deux de leurs photographies (planche I, et planche II A).

SITUATION ET MOYENS DE COMMUNICATION

Phoenix est situé dans le district de Boundary, Colombie Britannique, à environ $6\frac{1}{2}$ milles au nord de la frontière internationale, et à 118.5 milles à l'ouest de Nelson, via le chemin de fer Canadien du Pacifique (Fig. 1, p. 13). A vol d'oiseau, sa distance, à l'intérieur, est d'un peu plus de deux cents milles de la côte du Pacifique.

Son altitude au-dessus du niveau de la mer est de 4,300 à 4,600 pieds, soit environ 2,000 pieds de plus que celle de Greenwood, et 2,700 de plus que celle de Grand Forks, où se trouvent respectivement les hauts fourneaux. Sa population, d'environ 2,000 habitants, vit exclusivement de l'industrie minière. Le chemin de fer Canadien du Pacifique, qui pénètre dans Phoenix par l'est, et le Great Northern, qui y entre par l'ouest, lui fournissent d'amples facilités de transport.

La carte de Phoenix couvre la cité entière et comprend aussi une superficie de 1.9 milles carrés, dont une partie se trouve dans la division minière de Greenwood, et une autre partie dans celle de Grand Forks. (Fig. 4, p. 60).

HISTORIQUE

Les plus anciens travaux connus du district de Boundary ont été exécutés en 1862, alors que l'on a fouillé certaines parties du Creek Boundary, à la recherche de l'or de placer. De 1862 à 1890,

les prospecteurs ont porté peu d'intérêt au district, et on n'y a jalonné qu'un petit nombre de concessions. En 1890, les découvertes de gisements de cuivre et or à Rossland, ont stimulé la prospection sur une région étendue du sud de la Colombie Britannique, et en 1891, cette prospection se poursuivit activement aux alentours de Greenwood; c'est alors que la Mother Lode, la Crown Silver et la Sunset furent jalonnées. Durant l'été de cette dernière année, les prospecteurs atteignirent à l'emplacement actuel de Phoenix, où la première découverte fut faite par Henry White, qui jalonna la concession Knob Hill, le 15 juillet, sur un affleurement de minerai, près de l'extrémité sud de l'excavation à ciel ouvert "glory hole" pratiquée sur cette concession. (Planche I.)

Matthew Hotter, l'associé de White, découvrit l'Old Ironsides qui touche à la Knob Hill, (voir la carte des concessions, Fig. 4, p. 60) et les nomma toutes deux, la première d'après une canonnière qui figurait pendant la guerre civile des Etats-Unis, et la seconde, d'après un quartier bourgeois de San-Francisco.

Durant la saison de prospection de 1891, la plus grande partie du terrain, où l'on a depuis constaté la présence des gisements de grande valeur, fut déterminée. James Attwood et James Schofield jalonnèrent la Stemwinder, et deux jours plus tard, Edmond Lefebvre jalonnait l'espace compris entre cette dernière mine et l'Old Ironsides. On le désigna d'abord sous le nom de Silver King, mais après que le concessionnaire eut laissé périmer ses droits, il fut de nouveau déterminé par Robert Dengler, sous le nom de Phoenix, qui devint ensuite celui de la cité.

La découverte qui suivit fut celle que firent Joseph Taylor et Stephen Mangott de la Brooklyn, le 31 juillet. Peu de jours après, Robert Dengler et William Douglas découvrirent la North Star (maintenant l'Idaho), et vers la même date, George Rumberger découvrait à son tour le terrain qu'embrassent aujourd'hui la Snowshoe la Rawhide et la Monarch. En compagnie de Taylor et de Mangott, Rumberger jalonna trois concessions (600 x 1,500 pieds), sur lesquelles on exécuta des travaux considérables de surface, mais l'évaluation de ces travaux ne fut jamais enregistrée, et les concessions furent périmées. La War Eagle fut déterminée par Dengler et Douglas vers la fin d'août.

Lors des premières découvertes de 1891, la Loi des mines de la

Colombie Britannique autorisait de donner à une concession une dimension de 600 par 1,500 pieds, et accordait des privilèges accessoires additionnels. Cette loi était rappelée en 1892 et la dimension des concessions fut portée à 1,500 sur 1,500 pieds compris dans des lignes de côté verticales. A cette époque, la base des approvisionnements se trouvait à Marcus, dans l'Etat de Washington, à une distance d'environ 75 milles. Le sentier de bât suivait la vallée de la rivière Kettle et se raccordait avec le sentier Dewdney, à Grand Forks; de ce dernier endroit, on établit un sentier secondaire conduisant à Phoenix.

En 1893, Thomas Humphrey et James Keightly établirent la Monarch; Robert Dengler, D. McInnes et William Gibbs, la Rawhide; Dengler et Gibbs, la Shnowsoe; et Joseph Héту détermina la Gold Drop;

En 1894, John Meyer et George Rumberger fit une nouvelle détermination de la North Star, sous le nom d'Idaho, et Thomas Johnston, de la Red Cloud, sous le nom de fraction Standard. La Victoria était jalonnée le 1er août, par John Stephens, et l'Aetna, le 25 août, par George Rumberger.

Au cours des premières années, des travaux considérables de surface ont été exécutés, sous forme de tranchées et de puits foncés à peu de profondeur, sur les affleurements des différents gisements. Les prospecteurs furent cependant pris de découragement, lorsqu'ils constatèrent combien faibles étaient les teneurs en cuivre, or et argent, et ce découragement détermina l'abandon de plusieurs concessions, que d'autres rétablirent ensuite. Un renouvellement d'activité suivit la constatation que le minérai était pratiquement fusible presque sans fondant, constatation qui, jointe au volume apparemment énorme des dépôts, commençait à attirer le capital nécessaire au développement de l'exploitation de ces dépôts.

On reconnut à bonne heure que l'endroit n'offrait aucune chance de succès au travailleur sans ressource pécuniaire, et qu'il faudrait consacrer beaucoup de temps et d'argent au développement des gisements et à la construction de hauts fourneaux, avant de faire produire des profits à ces gisements.

En 1896, le syndicat Miner-Graves entreprit des travaux de développement sur le gisement de l'Old Ironsides-Knob Hill, et fit plus tard des préparatifs pour la construction d'un haut fourneau à Grand Forks. Par le moyen d'achat et du fusionnement des intérêts

en cause, la compagnie originaire devint la Granby Consolidated Mining Smelting and Power Company, qui absorba le plus important groupe de mines de Phoenix, et une fonderie et une usine à Grand Forks. La première expédition de minérai fut faite en juillet 1900, et on alluma le premier four le 21 août de la même année. Le reste des propriétés importantes de Phoenix échut, par le moyen d'autres achats et fusionnements d'intérêts, à la Consolidated Mining and Smelting Company of Canada et à la New Dominion Copper Company. Ces trois Compagnies absorbèrent ainsi tous les gisements d'une valeur économique, dans la superficie que représente la carte de Phoenix. On trouvera des descriptions détaillées de ces gisements, dans une autre partie de ce rapport (Chap. VI, p. 78). La colonie minière a été désignée sous le nom de Colonie Minière de Greenwood, jusqu'en 1898, alors que le premier bureau de poste fut établi à Phoenix; ce dernier nom cependant est, dans une certaine mesure, adopté depuis 1895. La colonie fut érigée en cité, en 1900. Le chemin de fer Canadien du Pacifique y conduisit sa voie en 1898, et le Great Northern y prolongea la sienne en 1904.

TRAVAIL ANTÉRIEUR

En 1900, M. R. W. Brock, du personnel de la Commission Géologique, fit une exploration de reconnaissance d'une partie du district de Boundary, et en 1902, il dressa une carte géographique d'une lisière de terrain d'environ 13 milles en largeur, le long de la frontière internationale, à partir de Grand Forks jusqu'à Midway, vers l'ouest, et comprenant une superficie de plus de 200 milles carrés.

Le Dr R. A. Daly, géologue de la Commission de la Frontière, a plus tard examiné une lisière de 5 milles, le long de cette même frontière internationale. Son rapport, cependant, n'a pas encore été publié, mais il fait partie de la bibliographie du ministère des Mines.

BIBLIOGRAPHIE

La liste suivante des ouvrages de référence comprend les documents et les rapports les plus importants qui se rapportent à la géologie et aux gisements du district, de même qu'aux méthodes d'extraction et aux procédés métallurgiques qui y sont en vogue.

Brock, R. W.

Le district de Boundary Creek.

Rap. Som. Com. Géol. du Canada, 1901, pp. 51-69 A.

Rapport Préliminaire sur le district de Boundary Creek.

Rap. Som. Com. Géol. du Canada 1902, pp. 92-138 A.

Carte No 828.

Gisements du district de Boundary.

Jour. Can. Min. Inst. vol 5, 1902, pp. 392-406.

Campbell, C. M.

Méthodes de l'exploitation minière à Granby.

Jour. Can. Min. Inst., vol. 11, 1908, pp. 392-406.

Daly, R. A.

Géologie de la Cordillère de l'Amérique du Nord, au quarante-neuvième parallèle.

(A être publié par la Commission de la Frontière.)

Emmons, S. F.

Les gisements du district de Boundary, B. C.

Genèse des gisements, 1901, pp. 759-761.

Hodges, A. B. W.

Traitement de trois mille tonnes de minérai par jour, aux mines et au haut fourneau de Granby.

Jour. Can. Min. Inst. vol. 11, 1908, pp. 408-413.

Importance du minérai de basse teneur de Boundary, dans la production du cuivre du Canada.

Jour. Can. Min. Inst. vol. 12, 1909, pp. 441-444.

Keffer, F.

Exploitation Minière et Fonte des Métaux dans le district de Boundary.

Jour. Can. Min. Inst. vol. 7, 1904, pp. 42-46.

Notes sur le coût du forage à la sonde à diamant dans le district de Boundary.

Jour. Can. Min. Inst. vol. 11, 1908, pp. 385-391.

Lathe, F. E.

Développement récent des travaux au haut fourneau de Granby.

Jour. Can. Min. Inst. vol. 13, 1910, pp. 273-287.

Ledoux, A. R.

Extraction du minérai dans le district Boundary, C. B.

Jour. Can. Min. Inst. vol. 5, 1902, pp. 171-178.

Rapport du Ministre des Mines.

Province de la Colombie Britannique.

De 1894 à 1909.

Stokes, Ralph.

Mines et Minéraux de l'Empire Britannique, chap. 23, pp. 344-355.

Weed, W. H.

Les mines de cuivre de l'Univers, pp. 217-220.

Gisements à proximité des contacts ignés.

Trans. Amer. Inst. Min. Eng. vol. 33, 1902, pp. 715-747.

CHAPITRE II

APERÇU SOMMAIRE ET CONCLUSIONS

GÉOLOGIE GÉNÉRALE

Paléozoïque.—Les roches les plus anciennes que l'on rencontre à Phoenix, et que l'on a désignées sous le nom de groupe Knob Hill, consistent en une association complexe de diverses roches clastiques d'origine ignée, de porphyrites et de sédiments et calcaires d'un faible développement. Elles sont toutes massives et n'offrent aucune trace de structure, telle que la disposition par lits ou par bandes, qui indiquerait une succession stratigraphique. On rattache le groupe au Paléozoïque, sans toutefois lui assigner de position fixe, dans l'échelle des périodes de cette ère.

La formation Brooklyn, qui lui est surjacente, est composée de calcaires, de tufs et d'argilites non-fossilifères. Une grande partie de ce calcaire a été remplacée par la silice, pour constituer une zone de jaspéroïdes. Une autre partie a été remplacée par les silicates de chaux d'épidote, de grenat, etc. La formation est dès lors susceptible d'une triple division ; les restes d'un calcaire cristallin, une zone de jaspéroïdes et une zone consistant essentiellement en silicates de chaux, ceux-ci contenant tous les gîtes importants du minerai de cuivre de basse teneur. La formation Rawhide repose en concordance sur la Brooklyn et consiste entièrement en argilites.

Ces deux formations ont été groupées ensemble, sous le vocable de série Attwood, et rattachées provisoirement au Carboniférien, quoique la preuve directe ne puisse être faite de leur âge, dépourvues qu'elles sont de tout fossile. Aucune ligne de démarcation bien accentuée ne paraissant entre la formation Brooklyn et le groupe Knob Hill, il est possible que ce dernier puisse ne précéder que de fort peu la série Attwood, dans l'ordre d'ancienneté, comme il est également possible qu'il se rattache aux derniers stades du Paléozoïque.

Mésozoïque.—Le Mésozoïque est représenté par quelques petites intrusions de syénite et de porphyre syénitique que, d'après les relations des assises, l'on suppose se rattacher au batholithe

granodioritique de la période Jurassique? dont le développement est si considérable dans le district.

Tertiaire.—Les roches les plus anciennes du Tertiaire sont des sédiments de la période Oligocène, que l'on désigne sous le nom de formation Kettle River et qui reposent en discordance sur la formation Brooklyn. Elles se composent de conglomérats, grès et schistes argileux, ces derniers contenant des restes de plantes transformés en lignite, de même que de petites couches de lignite. La continuité de la formation, très prolongée autrefois, est aujourd'hui rompue par l'effet de l'érosion, et les strates occupent maintenant des aires isolées. On observe une de ces aires à Phoenix.

Les laves du groupe volcanique de Midway, que l'on suppose remonter au Miocène, sont surjacentes, en partie à la formation de Kettle River, et en partie à la formation Brooklyn et au groupe Knob Hill. Leurs éléments s'échelonnent, sous le rapport de la composition, du trachyte au basalte, et, à l'instar de la formation de Kettle River, elles s'offraient en lambeaux continus et très-étendus, mais elles ne sont plus maintenant représentées que par des aires isolées. Une de ces aires se rencontre également à Phoenix. Les dykes, les nappes et les amas irréguliers de pulaskite, de porphyre (porphyre alcalin syénitique) et les porphyrites augitiques sont intrusives, dans toutes les séries rocheuses, y inclus les laves. La pulaskite est la moins ancienne de ces roches et représente la dernière phase de l'activité ignée, dans cette partie du district.

DÉPÔTS DE MINÉRAI

Phoenix est la colonie minière la plus importante du Canada, et ses mines, jusqu'au 1er juillet 1910, ont produit et expédié plus de sept millions de tonnes de minérai.

On trouve les gîtes dans une zone minéralisée qui représente une partie du calcaire de la Brooklyn, remplacé par l'épidote, le grenat, etc. La zone se divise en deux aires isolées, qui occupent des bassins en forme d'auges, dans les jaspéroïdes et le calcaire (Fig. 10-18).

Les gîtes reposent à différents étages de cette zone, quoiqu'ils se développent, plus ordinairement, dans ses parties supérieure et inférieure, et qu'on puisse ne les considérer simplement que comme des étendues fractionnaires de la zone minéralisée elle-même, où le minérai de cuivre s'est suffisamment concentré pour former des dépôts exploitables.

Les gîtes varient en dimension, d'un volume d'environ cent pieds en longueur et 20 pieds en épaisseur, à des masses considérables, comme le gîte principal de la mine Knob Hill-Ironside, qui porte une longueur de 2,500 pieds, une épaisseur maxima de 125 pieds et une largeur connue de 900 pieds. Leur allure varie également dans les différents massifs encaissants, et d'un point à un autre de ces massifs, depuis la verticale jusqu'à la ligne presque horizontale. Le plongement se fait distinctement moins prononcé, en gagnant en profondeur. Le mur est ordinairement composé de jaspéroïdes, quelquefois de calcaire et, dans un cas, il est formé de la roche quartzreuse du groupe Knob Hill. En règle générale, le mur commercial coïncide avec le structural. Le toit a presque invariablement une valeur commerciale, quoique le minérai d'une exploitation profitable soit ordinairement nettement séparé de celui de basse teneur, par une fissure remplie de matériaux décomposés ou "slip."

Le minérai est partout remarquablement uniforme et d'une extrême fusibilité. Il consiste en une chalcopryrite finement disséminée, associée à la pyrite et à l'hématite (spécularite) dans une gangue essentiellement formée d'épidote, de grenat, du quartz, de calcite et de chlorite. On rencontre la magnétite, en masses distinctes ou développée en manière de veines, dans les principaux gisements ou le long de ces gisements. Dans la mine Monarch, l'un des principaux gîtes est composé de magnétite. La chalcopryrite contient toutes les valeurs en cuivre, or et argent, la moyenne de son minérai donnant de 1.2 à 1.6 pour cent en cuivre, et environ \$1 en or et argent, à la tonne. La zone minéralisée renferme une certaine étendue d'une zone de métamorphisme par contact, dans le calcaire de la formation Brooklyn. En l'absence de masses étroitement associées de roches ignées, on énonce l'hypothèse que le remplacement métagénétique du calcaire et le dépôt du minérai ont été effectués par des solutions dérivées de quelque élément de la basy-lithe granodioritique. Les solutions injectées à des températures dépassant la température critique et saturées de silice, d'alumine, et de fer ferrique, associés à des sulfures de cuivre et de fer, à une époque plus avancée, ont traversé le calcaire dans des directions latérales et latérales descendantes, l'ont graduellement remplacé par l'épidote, le grenat, etc., et ont déposé le minérai uniformément sur des étendues considérables, pour former ainsi les grands gîtes de basse teneur. L'enlèvement subséquent des roches susjacentes

détermina l'affleurement à la surface de certaines parties des amas du minéral. Le fait que les gîtes se trouvent comparativement à peu de profondeur, et qu'ils diminuent assez brusquement, en raison de la profondeur, tend à confirmer l'opinion que les solutions ont eu un cours descendant plutôt qu'ascendant. On fait provisoirement remonter l'époque de leur formation au Jurassique.

Dans l'exploitation des gîtes, le travail initial se fait au moyen de la sonde à diamant, qui permet de déterminer les grands contours des amas minéraux. Le minéral est extrait au moyen d'un système d'excavations à ciel ouvert et de carrières le long des affleurements, ainsi que par la méthode des piliers et des chambres d'extraction, dans les chantiers souterrains.

AVENIR DU DISTRICT

La zone minéralisée de Phoenix a été bien prospectée, et d'une manière tellement méthodique, qu'il est impossible qu'il y reste d'importants gisements qui n'auraient pas été découverts. Les emplacements des principaux gîtes de la colonie ont tous été déterminés, quoique des sondages de prospection, effectués à des intervalles plus rapprochés, puissent révéler l'existence de plus petits gîtes, dont l'exploitation serait profitable, si leur situation est favorable.

Dans d'autres localités du district de Boundary, où le calcaire s'associe à une zone minéralisée de même nature, une prospection intelligente et scientifique peut encore découvrir de nouveaux gisements. On ne pourra toutefois en entreprendre de prime abord l'exploitation, par les méthodes ordinaires des galeries et des puits, mais on devra les déterminer préalablement au moyen de la sonde au diamant, étant donné surtout que l'on sait que certains gîtes n'affleurent pas à la surface. Le prospecteur ne possède pas en général les capitaux nécessaires au développement des gîtes de cette catégorie; il faut abandonner ce travail à des compagnies disposant de grandes ressources pécuniaires, et qui peuvent entreprendre d'établir si les terrains riches en apparence méritent d'être exploités ou abandonnés.

CHAPITRE III

TRAITS PHYSIOGRAPHIQUES GÉNÉRAUX DU DISTRICT

Topographie

RÉGIONALE

Le district de Boundary, de la Colombie Britannique jusqu'à la rivière Kettle à l'ouest, fait partie du système Colombien de la Cordillère de l'Amérique du Nord.¹

En subdivisant ce système, Daly comprend, sous l'appellation de Montagnes de Midway, cette partie du district de Boundary située entre Grand Forks et la rivière Kettle, et bornée, à l'est et à l'ouest, par la fourche nord de la rivière Kettle et par le cours principal de cette rivière, respectivement (Voir Fig. 1, p. 13).

Le groupe Midway se caractérise par des montagnes comparative-ment basses, qui offrent ordinairement des niveaux uniformes de sommet, à une altitude générale de 5,000 pieds. Une vue d'ensemble de ces montagnes les fait apparaître comme des cîmes arrondies ou des sommets en forme de dôme, dont les crêtes n'atteignent pas la limite de l'érosion alpine intense (Planche II A, p. 26). On croit, d'après Brock,² que cette uniformité, dans l'altitude, résulte principalement du déchiquetage de pics et de crêtes, autrefois plus abruptes et plus élevés, sous l'action de l'érosion qui, au delà de la limite de croissance des arbres, résulte des variations rapides et extrêmes de la température,—à des nuits froides et glacées succédant des jours chauds,—et s'exerce sur les roches non protégées par une couche de terre ou par la végétation. Ces roches, brisées en fragments de différentes dimensions, sont entraînées sur les pentes par la gravitation que viennent aider les pluies et les glissements intermittents des neiges. Sous l'action de ces agents, les parties supérieures des

1—R. A. Daly. Nomenclature de la Cordillère de l'Amérique du Nord, entre les 47ème et 53ème parallèles de latitude. Le Journal géographique, vol. 27. 1896. pp. 586-606.

2—Brock R. W. Rapport Som. Com. Géol. du Can. 1902 pp. 93-94 A.

crêtes et des pics se dénudent, et les rampes inférieures se recouvrent d'une épaisse couche de débris rocheux, qui adopte une inclinaison proportionnelle à la dimension des fragments. Une fois le pic ou la crête rasés jusqu'à la base de la zone de l'érosion rapide, le travail de dissection est plus lent, et permet l'abaissement d'autres pics et crêtes plus élevés, jusqu'au même niveau approximativement que les premiers, avant que ceux-ci aient pu retraiter beaucoup plus bas.

Ces procédés de l'érosion ont été étudiés assez minutieusement par Daly, qui les représente comme une alternative de l'hypothèse des pénéplaines.¹

Cette régularité de forme des élévations a encore été modifiée par les épanchements laviques de l'ère Tertiaire, et par l'érosion glaciaire, pendant la période Pliocène.

Les vallées du district constituent un système longitudinal et transversal bien marqué; les premières affectant la forme d'un U plus élargi, et les vallées latérales paraissant ordinairement flanquées par des séries de terrasses ou de bancs rocheux. Les tributaires ont généralement un cours rapide, dans des vallées plus étroites, en forme de V (voir la vallée du Creek Twin, Planche II). Les rampes septentrionales des montagnes sont ordinairement bien boisées, tandis que leurs rampes méridionales sont souvent herbeuses et dépourvues d'arbres. Les rampes orientales et occidentales sont, soit brisées, soit privées de végétation forestière et offrent l'apparence d'un parc. Les bâses des plus grandes élévations, de même que les fonds des plus étroites vallées, sont les mieux arrosés, et, comme règle, les plus fortement boisés.

Le district, dans l'ensemble, souffre de sécheresse et, pour assurer le succès de la culture des grains, des fruits et des légumes, l'irrigation est généralement nécessaire dans les terres basses; elle est d'une nécessité impérieuse dans les terres des plateaux. A Midway, où la sécheresse est plus marquée qu'ailleurs dans le district, la moyenne des chutes de pluie, de 1894 à 1902, a été de 12.7 pouces par année. Les températures moyennes, pour les années de 1896 à 1902, ont été comme suit: pour le mois de janvier, 20.5 degrés F; pour juillet, 65 degrés et pour chaque année, 43 degrés.

1—R. A. Daly. Concordance des niveaux des sommets, dans les Montagnes Alpines. Journ. de Géol. Vol. 13 pp. 105-125.

LOCALE

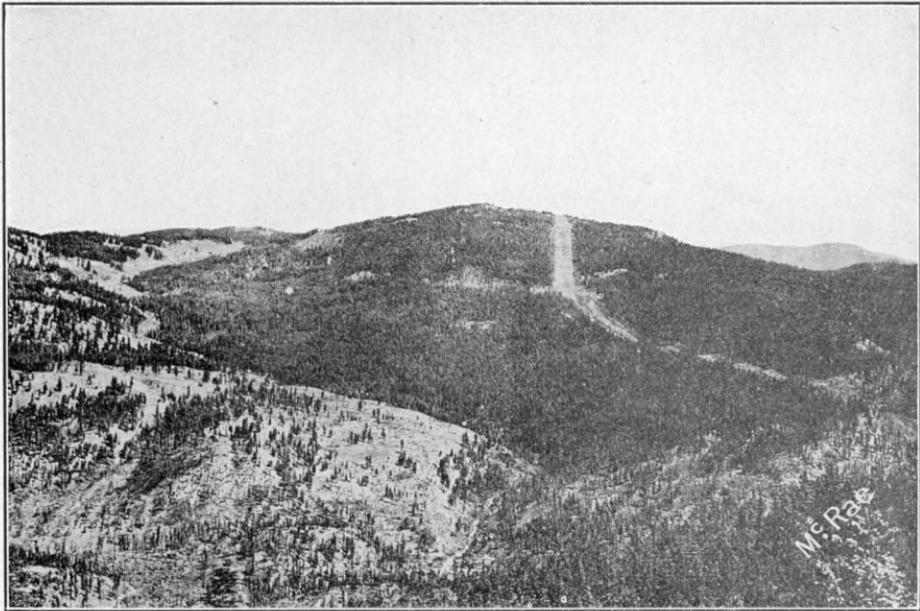
Phoenix est situé, partie dans le bassin qui se trouve à la tête du creek Twin et partie sur la ligne de partage entre le Twin, un tributaire non dénommé du creek Fourth of July, et le creek Deadman (Planche IIA). Son voisinage immédiat affecte surtout des formes de dômes, dont la série est interrompue par le bassin du creek Twin.

Celui-ci est entouré de montagnes relativement élevées, qui se groupent en forme de croissant comprimé s'ouvrant vers l'ouest.

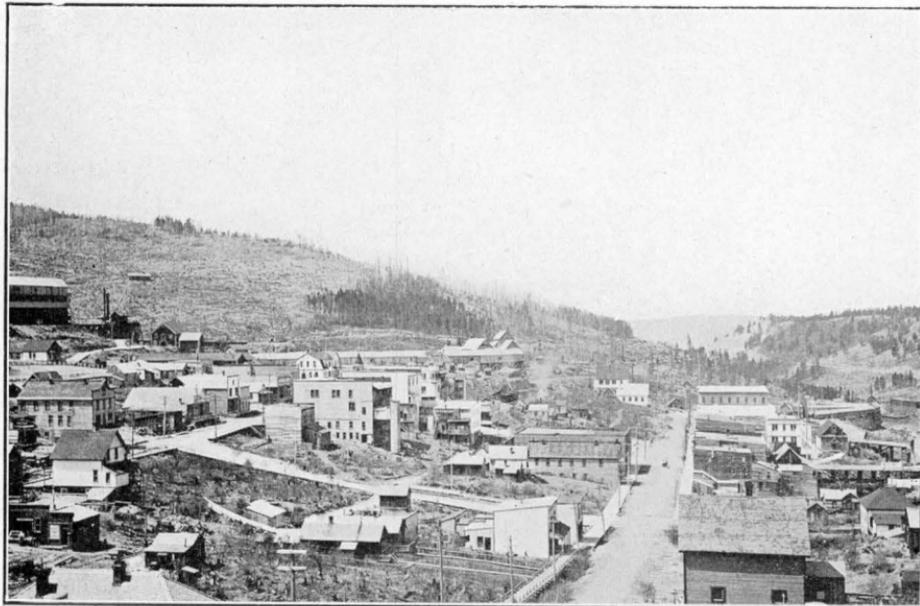
La chaîne montagneuse du sud, que termine la colline Knob, atteint à des altitudes de 4,800 à 5,200 pieds au-dessus du niveau de la mer. Les chaînes Montezuma et Deadman, qui constituent les rebords nord et nord-est du bassin, ont de 4,800 à 4,900 pieds au-dessus du niveau de la mer, et sont séparées l'une de l'autre par la passe de la coulée de Deadman. Entre Deadman et la chaîne Knob-Hill se trouve une passe de bas niveau, à travers laquelle le chemin de fer Canadien du Pacifique pénètre dans la cité. Le bassin lui-même est relativement étroit et les rampes en sont comparativement rapides. Si l'on fait abstraction de quelques courtes lisières du sol, qui se développent dans le sens de la longueur du bassin, il y a absence complète de terrain plat. Les inégalités moins accentuées des rampes de la chaîne donnent à la région une apparence d'âpreté, intensifiée ici et là par de faibles escarpements, résultant, à l'origine, de la structure géologique.

Les chaînes et le bassin étaient fortement boisées, lors de la première apparition des prospecteurs, mais bientôt les exigences de l'exploitation minière et de la construction, de même que les ravages des incendies de forêt ont réduit à de faibles limites les réserves disponibles. Les principaux bois sont le pin, le tamarac, le sapin et l'épinette.

Le climat de Phoenix est exceptionnellement beau, l'altitude exerçant une influence modératrice sur les températures extrêmes que subissent les vallées. Durant l'été, la chaleur dépasse rarement 90 degrés, mais, par suite de la sécheresse de l'air, elle n'est jamais accablante et, durant l'hiver, le thermomètre ne marque pas souvent au-dessous de zéro.



(a) Phoenix, au sommet, du côté gauche: Greenwood, en bas au centre



(b) Vue de Phoenix, côté ouest.

CHAPITRE IV

GEOLOGIE GENERALE

Introduction

Les formations géologiques du district de Boundary ont d'abord été classifiées par Brock et indiquées dans un rapport préliminaire, fait en 1902.¹ Au cours d'une étude postérieure de Daly, dont les résultats n'ont pas encore été publiés, certaines corrélations ont été établies, qui rattachent quelques groupes des roches de ce district avec d'autres groupes que l'on rencontre plus à l'est. Le travail de détail poursuivi à Phoenix n'a fourni aucun renseignement additionnel, sur les âges des diverses formations qui s'y sont développées, et la classification générale est basée sur les travaux couvrant une plus grande étendue de Brock et de Daly. Ce dernier se sert des noms Attwood, rivière Kettle, et Midway dans son étude générale; l'auteur de ce rapport les adopte lui-même, là où faire se peut, dans la superficie de Phoenix.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES FORMATIONS

PALÉOZOÏQUE

GROUPE KNOB HILL

Le groupe Knob Hill est formé des roches les plus anciennes de Phoenix. Il comprend un ensemble complexe de roches d'origine ignée qui ont subi une très-grande altération, et de sédiments d'un moindre développement. Des porphyrites, tufs, brèches et cherts, ainsi que de petites masses lenticulaires d'argilite et de calcaires en forment partie.

Leur altération est surtout le résultat de failles compliquées, qui ont été accompagnées de bouleversements des structures et de

1—Brock, R. W. Rapport Préliminaire sur le district du creek Boundary, Rap. Som. Com. Géo. du Canada, 1902. Carte No. 828.

silicification sur une grande étendue. Le groupe forme un tout de nature essentiellement siliceuse. On ne peut lui assigner actuellement d'âge précis, mais il est possible qu'il soit beaucoup plus ancien que les séries qui lui succèdent immédiatement.

SÉRIE ATTWOOD

La série Attwood est susceptible de division en deux formations, dans la superficie de Phoenix. La formation inférieure, ou formation Brooklyn, consiste essentiellement en calcaire et ses équivalents altérés, jaspéroïdes et roches de grenat-épidote, auxquelles s'ajoute une certaine quantité de tufs et d'argilites. Cette série est la plus importante, au point de vue économique, et elle renferme tous les principaux gisements. La formation supérieure, ou Rawhide, repose en concordance sur la Brooklyn et se compose entièrement d'argilites. Daly considère la série Attwood comme étant probablement l'équivalente de la série Carboniférienne des Montagnes Rossland, et on l'a, par suite, provisoirement classifiée comme telle.

Aucune discordance stratigraphique ne marque le contact entre la formation Brooklyn et le groupe Knob Hill; les jaspéroïdes de l'une reposent sur les cherts de l'autre, et les deux paraissent avoir été soudées par les procédés de la silicification, quoique, lithologiquement, leur ligne séparative soit ordinairement tout-à-fait distincte.

MESOZOÏQUE

JURASSIQUE (?)

Le batholithe granodioritique de la période Jurassique (?), dont le développement est si considérable au nord et à l'ouest de Phoenix, n'a pas de représentant typique dans le voisinage immédiat, quoiqu'il en existe probablement, à peu de profondeur, dans la superficie de Phoenix. Une petite masse de syénite et des dykes de porphyres syénitique, qui sont ici intrusifs dans les roches du Paléozoïque, ont été rattachés à cette ère, d'après leur similitude avec les masses et les dykes qui se montrent associés aux lambeaux à découvert du batholithe, en d'autres endroits du district.

TERTIAIRE

La première période du Tertiaire (l'Eocène) a probablement été une période de vigoureuse érosion, durant laquelle les hautes montagnes des derniers stades du Mésozoïque ont été réduites aux formes de la maturité, formes qui ne diffèrent guère de celles de nos jours.

FORMATION DE KETTLE RIVER

Les premières roches du Tertiaire sont une série sédimentaire déposée dans les rivières et les lacs. La formation, autrefois fort développée dans le district, ne paraît plus que par masses isolées. Une de celles-ci se montre dans la superficie de Phoenix et repose en discordance sur la formation Brooklyn. Ces roches sont des conglomérats, des grès et des schistes argileux. Par endroits, les grès et les schistes argileux renferment de petits lits de lignite et des restes de plantes de la période Oligocène.

GROUPE VOLCANIQUE DE MIDWAY

On rapporte au Miocène la période de la grande activité volcanique, pendant laquelle une partie considérable du district de Boundary était couverte d'une épaisseur inégale de la lave qui y a été épanchée, et dont la composition varie du basalte au trachyte. A l'est de Midway, le flot de la lave n'est représenté que par des lambeaux isolés et dispersés. On rencontre un de ces lambeaux à Phoenix; il repose en discordance sur certaines portions du groupe Knob Hill et des formations de Kettle River et Brooklyn. Le groupe Knob Hill, comme toutes les roches anciennes, est recoupé par des dykes, des nappes et des amas irréguliers de porphyre alcalin syénitique (pulaskite) et de porphyrite augitique, les premiers d'origine moins reculée. Ils paraissent avoir une relation génétique avec les laves et sont apparemment des équivalents intrusifs de certains types de roches. Des déjettements et des failles ont accompagné et suivi la période des épanchements de la lave.

QUATERNAIRE

Aucun manteau de drift continu ou de grande épaisseur ne re-

couvre la superficie de Phoenix. Les dépôts les plus épais se trouvent dans le bassin du creek Twin, et on n'a pas constaté que leur épaisseur excède 35 pieds. L'argile à blocs n'a pas été signalée, les matériaux étant ceux d'un drift glaciaire composé de sables, argiles et graviers grossièrement stratifiés, ces derniers mêlés de cailloux provenant principalement des roches du voisinage. La stratification devient plus distincte et mieux développée, en descendant la vallée du creek Twin, vers l'ouest. Les chaînes de montagnes sont couvertes de glace à leurs sommets, quoique l'action atmosphérique ait plus tard obscurci les rainures et les stries qui indiquent que le mouvement local de la glace s'est orienté S 26 degrés E.

Les sédiments sont de peu d'importance et n'ont pas été minutieusement étudiés.

TABLEAU DES FORMATIONS

Quaternaire	Glaciaire et récent	Drift modifié, argiles, sables et graviers.
		<p>Porphyrite augitique, en amas irréguliers, dykes et nappes.</p> <p>Groupe volcanique Midway. Laves. Basalte, andésite, trachyte. (Les trachytes seules se rencontrent à Phoenix).</p>
	Oligocène	Formation de Kettle River. Conglomérats, grès, schistes argileux.
Mésozoïque :	Jurassique ?	Syénite augitique et porphyre syénitique en dykes et masses se rattachant probablement au bathylique grandioritique du district.
Paléozoïque.	Carboniférien ?	Formation Rawhide— Argilites.
	Série Attwood	Formation Brooklyn— Calcaire cristallin et schiste argileux calcifères, avec quelques argilites et tufs. Remplacés partie par la silice pour former des jaspéroïdes et partie par des silicates de chaux.
		Groupe Knob Hill— Porphyrite, brèches, tufs, cendres volcaniques silicifiées, cherts, tufs avec petites masses lenticulaires d'argilites et de calcaire; inclus dans le groupe, quelques dykes et nappes de hornblende et de porphyrites augitiques de date plus récente.

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES FORMATIONS

PALÉOZOÏQUE

INTRODUCTION

Le Paléozoïque est représenté, dans la superficie de Phoenix, par le groupe Knob Hill et la série Attwood, celle-ci comprenant les formations Brooklyn et Rawhide. Il n'a pas été assigné de position définie au groupe Knob Hill, dans l'échelle des âges géologiques, quoiqu'il soit probable qu'il est un peu plus ancien que la série Attwood, provisoirement placée par Daly dans le Carboniférien. On n'a observé aucune discordance stratigraphique entre le groupe Knob Hill et la série Attwood, à aucun des contacts exposés à découvert. Les roches de l'un et de l'autre, à leur contact, ont été soudées par les procédés de la silicification.

GROUPE KNOB HILL

Distribution.—Les roches du groupe Knob Hill forment un plissement nettement elliptique en forme d'auge, dont la partie centrale est ensevelie sous les strates d'origine plus récente, tandis que les bords affleurants (ou le rebord) paraissent à la vue, tels qu'indiqués dans les quatre angles de la carte. Ce plissement peut former partie d'un pli synclinal, d'une orientation approximative nord et sud, mais il n'a pas été relevé au-delà des limites renfermées dans la carte (Carte générale, coupe AA).

Épaisseur.—On n'a trouvé aucun moyen de déterminer l'épaisseur réelle ou approximative du groupe, mais on sait, d'après les carottes des forages verticaux, qu'elle est d'au moins 1,200 pieds.

Lithologie.—Les roches du groupe constituent un ensemble complexe d'origine surtout ignée, et consistent en porphyrites, brèches, tufs et cherts généralement fort altérés, et en quelques masses d'argilite et de calcaire de forme lenticulaire. Le groupe représente essentiellement une période d'activité volcanique, et offre des traces seulement d'intervalles, pendant lesquels de véritables sédiments ont été déposés. Les cherts, tufs et porphyrites sont les types rocheux dominants.

Les roches du groupe sont, pour la plupart, d'un gris verdâtre foncé ou d'un gris foncé, que l'influence atmosphérique change en nuances plus claires. Elles représentent ordinairement des joints déliés et sont fragiles; leur fracture est conchoïdale. Les altérations qu'elles ont subies ont été prononcées au point que leurs différents types paraissent généralement se fondre les uns dans les autres, et que leur détermination individuelle dépend grandement des examens microscopiques.

Cherts.—Les cherts composent la plus grande partie du groupe et offrent peu de variété dans leur composition. Leur couleur varie du gris foncé au noir et ils paraissent sous la forme massive ou en brèches. Dans les carottes des trous de la sonde à diamant, l'uniformité apparente de composition se maintient sur une profondeur de plusieurs centaines de pieds, ainsi qu'on le constate par les déterminations approximatives de la teneur en silice, qui est d'une moyenne de 90 pour cent. Le microscopie les montre formés de masses non définies, arrondies et irrégulières de quartz chacédonique associé avec une certaine proportion de matériaux noirs, indéterminés qui évidemment fournissent leur couleur aux types plus foncés. De menues veinules de quartz, quelques-unes de calcite mêlée de pyrite, traversent les roches en un réseau étendu et compliqué. Les roches étaient probablement composées de tufs de fine texture, et de lits de cendres volcaniques avec peut-être de fins sédiments dans lesquels les éléments originaires ont été remplacés par des agrégats siliceux.

Tufs.—Les tufs se montrent en faible quantité, comparative-ment, et se transforment insensiblement soit en cherts, soit en brèches délicates de même composition minéralogique. Ce sont des roches d'un grain moyen ou fin, et de couleur grise verdâtre foncée auxquelles l'action atmosphérique imprime des tons plus clair avec une teinte brunâtre. Les grains de quartz, dans les tufs et le quartz, ainsi que dans le feldspath, s'il s'agit de types plus grossiers ou de brèches, paraissent en haut relief sur les surfaces qui ont subi l'influence atmosphérique. Examinées au microscope, les roches se montrent composées de fragments de quartz et de feldspath très opaque (principalement de plagioclase) dans une matrice de minéraux secondaires; chlorite, calcite, pyrite, magnétite et quartz.

Porphyrites.—Les plus vieilles séries de porphyrites représentent probablement, en partie, les épanchements laviques contemporains des tufs et des brèches, et, en partie, les nappes et les dykes intrusifs un peu moins anciens. Elles sont cependant si profondément altérées que leur origine, dans la plupart des cas, ne peut être que difficilement déterminée. Elles ressemblent beaucoup aux tufs, dont on ne peut les distinguer qu'avec le secours du microscope.

Les roches sont à la fois massives et disloquées. Elles sont en général d'un vert foncé ou d'un gris verdâtre foncé, qu'elles tiennent de la grande quantité de chlorite qui semble être l'élément minéral dominant des spécimens recueillis. Elles ont atteint la limite extrême de l'altération, et on constate, au microscope, qu'elles consistent en une masse de minéraux secondaires, chlorite, calcite, quartz, épidote, magnétite et pyrite, dans lesquels on peut quelquefois observer les contours cristallins de phénocristaux disparus.

Les porphyrites du dernier groupe sont aussi très altérés, mais il est facile de les distinguer dans les masses encaissantes. Ils sont intrusifs dans les cherts, les tufs et d'autres porphyrites plus anciens, sous forme de dykes et de nappes. Leur couleur passe du gris foncé au noir, et ils sont distinctement porphyritiques, portant en haut relief, par suite de l'action atmosphérique, les phénocristaux originellement de pyroxène. Le pyroxène, la hornblende brune et le feldspath-plagioclase étaient évidemment les éléments originaires essentiels des roches, mais, dans leur état actuel d'altération, celles-ci sont en grande partie composées d'épidote, de calcite, de chlorite, de magnétite, d'un peu de mica incolore et de quartz. En dressant la carte, on les a incluses dans le groupe Knob Hill. Leur âge n'a pas cependant été fixé d'une manière satisfaisante, et, quoiqu'on n'ait pas constaté qu'elles recourent les roches de la série Attwood, dans le district, il est cependant possible qu'elles soient moins anciennes et qu'elles puissent se rattacher au groupe volcanique de Phoenix, de Daly, que l'on attribue à l'ère Mésozoïque.

Structure.—Le groupe tout entier est un ensemble massif, dans lequel n'existe aucune structure apparente qui permette d'établir une succession stratigraphique. Les roches sont fort brisées par un système compliqué de failles et de dislocations, mais on manque

de données pour la computation des déplacements. Ces plans d'affaiblissements s'orientent en tous sens et adoptent tous les angles de plongement. Ils sont ordinairement remplis d'une pâte de matériaux décomposés et quelquefois de quartz et de calcite; en certains endroits, ils sont minéralisés avec la pyrite et de petites quantités de chalcopyrite.

CARBONIFÉRIEN ?

SÉRIE ATTWOOD

Introduction.—La série Attwood, dans la superficie de Phoenix, admet une division en deux formations concordantes entre elles. La formation inférieure, ou formation Brooklyn, consiste essentiellement en calcaire ou ses équivalents remplacés, tandis que l'inférieure, ou la formation Rawhide, est entièrement composée d'argilites. Toutes deux sont non-fossilifères et leur attribution provisoire au Carboniférien est basée sur leur corrélation, établie par Daly, avec les séries Carbonifériennes des montagnes Rossland.

FORMATION BROOKLYN

Distribution.—La formation Brooklyn occupe plus de la moitié de la superficie que représente la carte, son exposition affectant la forme d'un grand demi cercle, élargi à l'ouest, rétréci à l'est, et décomposé en lambeaux à découvert isolés à ses extrémités septentrionales. Elle repose sur les roches du groupe Knob Hill (Carte générale, coupe A-A) et la partie inférieure en est composée de jaspéroïdes en contact avec les cherts de ce groupe.

Lithologie.—La formation Brooklyn est susceptible d'une triple division, fondée sur la nature et l'étendue de l'altération et du remplacement subis par le calcaire. Elle consiste en (a) calcaire cristallin accompagné d'argilites calcifères associés, (b) en une zone de jaspéroïdes auxquels viennent s'ajouter quelques tufs, argilites et intrusions basiques, et (c) en une zone minéralisée, essentiellement composée de grenat et d'épidote. Cette dernière zone est la plus importante, en ce qu'elle renferme les grandes masses de minérai de cuivre de basse teneur.

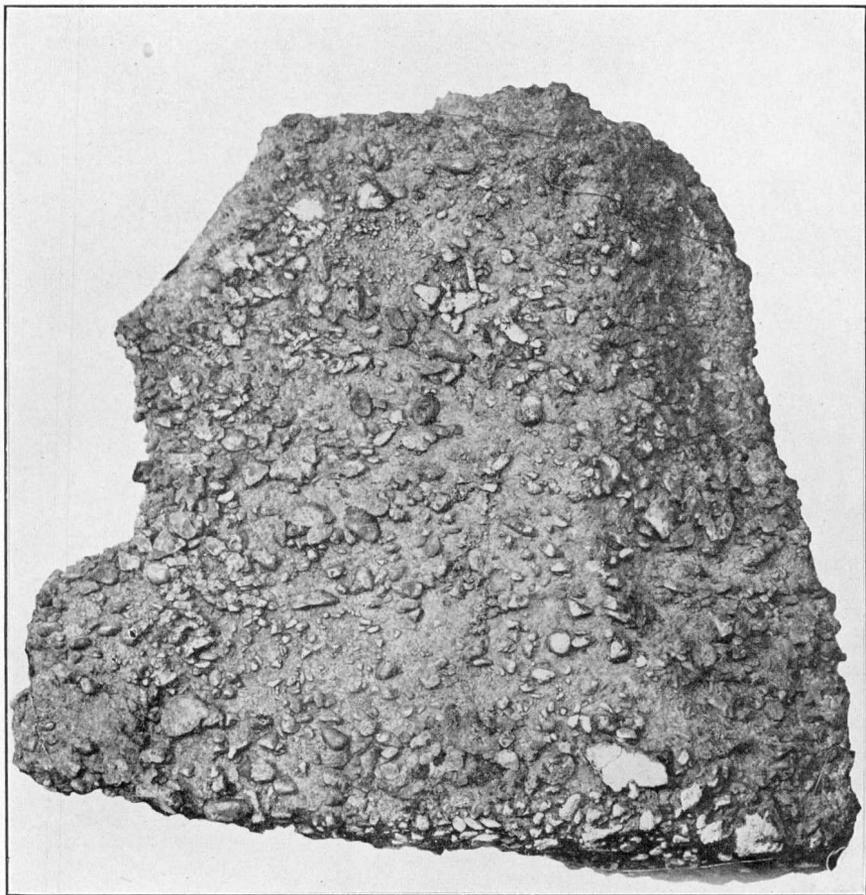
CALCAIRE

Distribution.—Le calcaire avait originairement un développement très-considérable, mais il n'est plus représenté que par quelques lambeaux à découvert isolés, dont les masses reposent en général sur une assise de roches de jaspéroïdes. La plus vaste étendue que l'on en trouve se rencontre dans le voisinage de la mine Brooklyn, les autres lambeaux à découvert ne paraissant qu'à l'état de simples veines et de petits massifs. On voit deux de ces veines dans la mine Stemwinder et au nord précisément de cette mine. On observe des massifs plus petits encore sur les concessions Snowshoe et Gold Drop, et, souterrainement, dans la mine Knob Hill-Ironstones, la Snowshoe et la Gold Drop No 1, où ils font partie de la zone minéralisée, ou bien au contact entre cette zone et les jaspéroïdes. La roche, en autant que l'examen dont elle a été l'objet a pu le constater, est absolument dépourvue de fossiles.

Litologie.—Le calcaire est cristallin, massif et d'une texture variant d'un grain extrêmement fin à un grain de moyenne dimension. Sa couleur passe du blanc pur au gris léger et foncé, auxquels vient s'ajouter parfois une teinte bleuâtre ou brunâtre. Toutes les variétés contiennent plus ou moins de quartz et presque toujours de la pyrite. On constate, au microscope, que la roche est généralement formée de grains clairs ou brouillés de calcite, disposés en mosaïque. Il existe ordinairement des indices de tension et de pression, que révèlent les plans incurvés des discontinuations inégales. Les agrégats de quartz microcristallin et chalcédonique sont de fréquente occurrence et se développent dans les interstices des grains de calcite, ou tendent à remplacer la calcite le long des plans de clivage. On observe la pyrite en grains menus et en cristaux bien formés, à la fois dans la calcite et le quartz.

Composition Chimique.—Les deux analyses suivantes du calcaire typique ont été faites par F. G. Wait, de la Division des Mines.

	I.	II.
CaCO ₃	90.41	98.40
FeCO ₃	0.16	0.31
MgCO ₃	tr	tr
Silice presque entièrement in- soluble.....	10.00	1.50
	<hr/>	<hr/>
	100.57	100.21



Calcaire partiellement remplacée par de la silice,

- I. Mine Brooklyn.
- II. Mine Knob Hill-Ironside, niveau de 300 pieds.

Structure.—En s'altérant à la forme cristalline, les plans de stratification originaires du calcaire ont été en grande partie oblitérés, et il n'en reste plus que des vestiges. Les joints constituent un trait caractéristique bien prononcé, dans le voisinage de la mine Brooklyn, où l'orientation est nord et le plongement de 60 degrés à 85 degrés à l'est, coïncidant avec l'orientation du gisement de la Brooklyn. Dans les massifs de moindre volume, les plans des joints et de fracture sont confusément associés, et le calcaire massif se transforme graduellement en brèches. Les failles, dans le calcaire, accompagnées de faibles déplacements, sont probablement de commune occurrence, mais les données nécessaires à leur détermination sont ordinairement très difficiles à discerner, ou elles manquent absolument. Des ruptures compliquées, accompagnées de dislocation et de la formation de brèches, ont constitué probablement des facteurs importants de l'action qui a remplacé une aussi grande proportion du calcaire originaire par le quartz et les silicates de chaux.

ZONE DE JASPÉROÏDES

Distribution.—Les jaspéroïdes et les roches qui s'y associent forment, dans leurs lambeaux exposés à la surface, une lisière nettement demi-circulaire bien marquée, qui occupe la plus grande partie de la moitié occidentale et une partie considérable de la moitié orientale de la carte de Phoenix. Ils reposent sans exception directement sur les roches du groupe Knob Hill, auxquelles, en certains endroits, ils sont fermement cimentés par des matériaux siliceux. Des masses isolées de jaspéroïdes se rencontrent à bonne distance, à l'intérieur du calcaire (Voir Carte générale, au nord de la mine Brooklyn).

Litologie.—Le jaspéroïde, tel que défini par Spurr, est "une roche essentiellement composée de silice cryptocristalline chalcédonique ou phénocristalline, formée par le remplacement de quelque autre substance, ordinairement la calcite ou la dolomite. Il peut être blanc ou revêtir les teintes variées du rouge, du gris, du brun

ou du noir, sa couleur résultant des différentes formes sous lesquelles le fer peut exister dans diverses proportions.”¹

Les jaspéroïdes proprement dits sont inclus dans la zone des jaspéroïdes qui ont remplacé le calcaire de même que d'autres variétés dérivant des tufs, des argilites et des masses fragmentaires de corps intrusifs ignés, que l'on a trouvés parfois, dans les chantiers souterrains uniquement.

Traits distinctifs microscopiques. Les jaspéroïdes s'offrent individuellement en corps ovales, arrondis, oblongs et subanguleux, ayant l'apparence de cailloux et composés d'un quartz d'un gris léger ou blanc, de cherts gris, roses et brunâtres et de jaspes d'un brun rougeâtre ou d'un rouge vif, dans une matrice de formes plus exigües, de la même composition que la calcite et la chlorite. Ces corps varient individuellement en dimension, du grain microscopique à des masses d'un diamètre de 6 pouces ou plus. Le long du contact des jaspéroïdes et du calcaire, de nombreux fragments résiduaux de ce calcaire sont empâtés dans les jaspéroïdes.

On rencontre ces fragments à plusieurs centaines de pieds de chaque côté du contact, mais ils diminuent sensiblement en nombre, à mesure qu'ils s'en éloignent. Dans le terrain qu'elle embrasse, la roche offre souvent une fausse apparence de brèche ou de conglomérat. Des bandes formées des corps individuels arrondis des cherts se montrent quelquefois en évidence, disposées en un alignement dont la direction coïncide avec les joints principaux du calcaire adjacent. La roche prend ordinairement une couleur grise claire, par influence atmosphérique, et paraît en relief, par suite de la dissolution de sa matrice de calcite.

On observe dans l'étendue de la zone toutes les formes transitionnelles entre le calcaire cristallin, d'une part, et le jaspéroïde-type, d'autre part. Le remplacement s'opère le long des plans de stratification, des joints et des fractures, le jaspéroïde croissant en bandes, en extensions affectant la forme de langues qui se prolongent par coales-

1—J. E. Spurr, Géologie du District Minier d'Aspen. Monographie, 31 p. 219, Com. Geo. Su. U. S.

cence. Il s'effectue également, d'une manière plus uniforme, à travers la masse entière de certains blocs calcaires, dont les solutions siliceuses ont suivi les plans des joints les plus déliés et presque microscopiques. Parvenue à cette phase, la roche a l'apparence reproduite dans le Planche III, les petites masses en forme de cailloux paraissant en haut relief sur les surfaces altérées par influence atmosphérique.

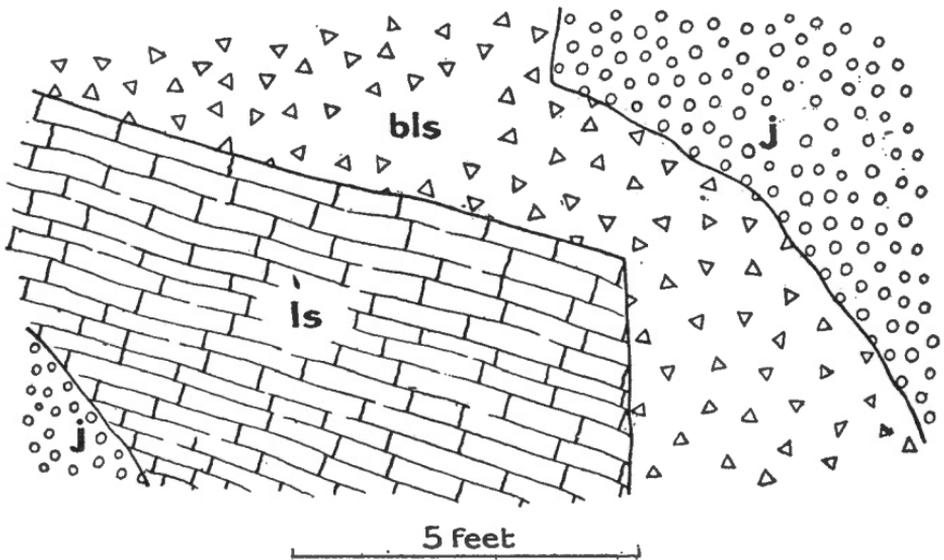


FIG.2.—Brooklyn Mine, 250 ft. level
Showing jasperoid (j), brecciated lime-
stone (bls) and massive limestone (ls).

Fig. 2.—Mine Brooklyn au niveau 250 pds montrant les jaspéroïdes, le calcaire bréchiforme et le calcaire massif.

La relation entre le calcaire et le jaspéroïde est encore indiquée dans la figure ci-haut (Fig. 2), où le remplacement suit la zone du calcaire. Sur le côté inférieur du calcaire massif, le jaspéroïde est en contact plutôt étroit, ayant remplacé la partie formée de brèches.

Traits distinctifs microscopiques.—Au microscope, on observe que le jaspéroïde est composé d'agrégats ovales, arrondis, oblongs et subanguleux de quartz cryptocristallin ou chalcédonique et microcristallin, enfermé dans une matrice de calcite associée à quelques mosaïques granulaires de quartz, une petite quantité de chlorite, d'un vert pâle et des touffes de mica incolore (séricite?). La calcite

est le minéral dominant dans la matrice et peut représenter une partie du calcaire original qui a été de nouveau déposé. Les agrégats siliceux offrent des corps individuellement ovales, arrondis, oblongs ou subanguleux, dont les bords sont unis et crénelés. Quelques-uns se développent en forme de langues qui indiquent la direction de leur croissance, et ils constituent des attaches entre deux unités qui prennent ainsi l'apparence d'haltères irréguliers et grossièrement ébauchés (Planche III). Un faible nombre d'agrégats offrent des inclusions de petits pelotons granulaires de grains de calcite. Dans quelques filons argileux, des cristaux bien formés de quartz se sont développés dans la calcite de la matrice. La pyrite est un élément secondaire qui s'offre en assez grande abondance, surtout dans la roche adjacente aux dépôts de minéral. Les jaspéroïdes qui, à l'origine, étaient des tufs d'un grain de taille moyenne et peut être plus ou moins calcaireux offrent, en plus, les éléments minéraux ci-dessus des grains et des phénocristaux de feldspath-plagioclase, dont quelques-uns conservent des traces d'une seconde croissance, ainsi que des fragments de porphyrites, porphyres, aplites, et de variétés éruptives (effusive) des roches ignées, dont la base vitreuse est partiellement altérée. Des failles minuscules de deux périodes ou plus paraissent souvent dans les jaspéroïdes: les déplacements ne dépassent jamais 0.1 mm. et les plans sont remplis de veinules de quartz et de calcite.

Dans les variétés transitionnelles entre le calcaire et le jaspéroïde, le remplacement de la calcite par la silice suit les plans de clivage et de contact des grains de calcite, les menus grains de quartz se produisant isolément en groupe, à la première phase. A partir de cette phase, on peut observer toutes les variétés qui font partie de la progression vers le jaspéroïde typique.

ORIGINE DES JASPEROÏDES ET DES CHERTS

Les roches siliceuses de la formation Brooklyn et du groupe Knob Hill (jaspéroïdes et cherts) ont probablement une origine commune, au point de vue de la source de la silice. Il semble que cette source était située à grande profondeur, et que les solutions siliceuses ont pu provenir du bathylithe granodioritique dominant, durant les premières phases de son invasion. Partout où les observations ont pu se poursuivre, le calcaire a paru se transformer en ga-

gnant en profondeur, en jaspéroïde et, d'après les relations de ces roches, autant à la surface que dans les chantiers souterrains, la conclusion paraît évidente que les solutions siliceuses ont eu un mouvement ascendant; elles ont sans doute suivi les zones plus favorables des failles et des brèches, dans le calcaire primitif. (Fig. 18, p. 107). Le calcaire massif paraît moins promptement affecté sur une grande étendue et l'action chimique y opère plus lentement le long des plans de clivage et des moindres plans de fracture. La nature probablement poreuse des roches formées des cendres volcaniques du groupe Knob Hill offrait des conditions moins favorables à une silicification uniforme et extensive, ce qui explique la grande épaisseur des cherts

TUFS ET ARGILITES

Litologie.—Les tufs et les argilites sont si intimement rattachés aux jaspéroïdes qui les remplacent insensiblement, qu'on les inclut dans cette zone. Les tufs sont des roches finement granulées et d'un gris verdâtre, dont quelques-unes ont conservé les traces d'une stratification, ou d'un alignement en traînée antérieurs; ils ont probablement existé sous forme de lits intercalés dans le calcaire. Ce sont essentiellement des tufs quartzeux, indicateurs de remplacements partiels, tendant à se transformer en jaspéroïdes typiques. Le quartz chalcédonique se forme autour de noyaux du quartz originaire et des grains de feldspath.

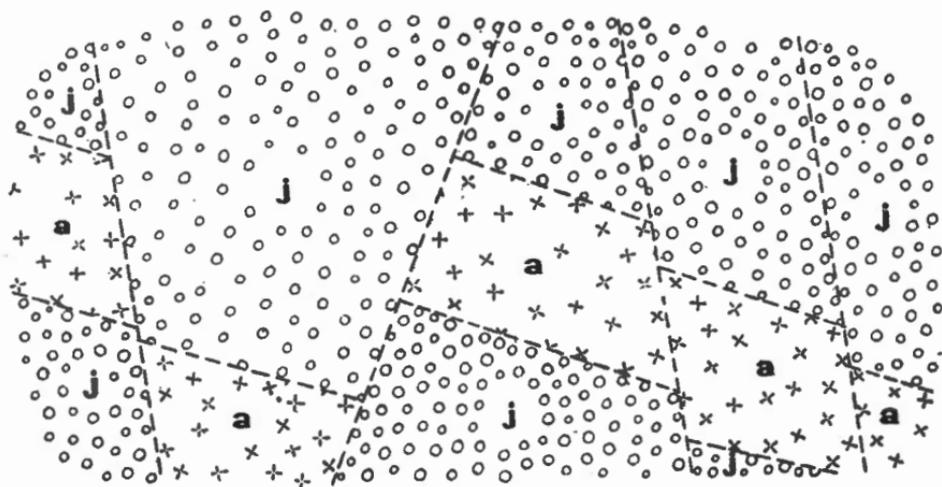


FIG. 3.—Diagramatic sketch showing block faulting of jasperoids (j) and argillite (a).

Fig. 3.—Croquis diagramme montrant les failles de blocs dans les jaspéroïdes (j) et l'argillite (a).

On a remarqué les argilites principalement dans les chantiers souterrains. Elles paraissent se transformer insensiblement en jas-péroïdes, en certains endroits, tandis qu'ailleurs le contact est nettement dessiné et marqué par un plan rempli de pâte de matériaux décomposés. La forme massive de l'ensemble, cependant, est caractéristique, et suggère l'idée d'une faille qui se serait produite entre les deux roches (Fig. 3, p. 41 et Fig. 7 p. 75) de la manière indiquée dans la figure ci-haut.

Les roches, dont la couleur est d'un gris verdâtre, sont d'une granulation extrêmement fine. Elles sont parfois rubannées, mais en général massives. Quelques variétés ont une couleur brune rougeâtre, qu'elles doivent à la transformation en limonite d'une pyrite finement disséminée. Il est fort possible qu'une partie des argilites soit composée de tufs d'un grain extrêmement divisé, ou qu'elles dérivent originellement de particules des roches de cette dernière espèce, dont l'action des eaux a opéré le triage. Elles sont fragiles, leur fracture est nette et conchoïdale, et un système délicat de joints qui traverse la roche la fait se briser en petits fragments rhomboïdaux. Les plans nombreux de ces joints sont remplis de calcite et d'un peu de pyrite, quoique cette dernière n'y soit pas invariablement présente.

Le microscope montre ces argilites composées de kaolin, associé à des grains de quartz microcristallins et cryptocristallins, et à un peu de chlorite. On trouve partout, dans la roche, des surfaces de calcites brouillées mesurant jusqu'à 0.75 mm. en diamètre, et d'apparence spongieuse, dans lesquelles sont empâtées de minuscules inclusions d'autres éléments. La pyrite se présente en menus cristaux bien formés et des veinules de calcite limpide de trois générations traversent la masse du minéral.

Composition.—Deux déterminations approximatives de la partie rocheuse insoluble dans l'acide chlorhydrique ont été faites par M. F. F. Wait, de la Division des Mines. Elles ont respectivement donné 56-11 et 63-35 pour cent de silice et 26-38 et 20-78 pour cent d'alumine, ce qui indique la nature essentiellement argilacée des roches. Celles-ci représentent probablement les parties les plus imperméables des roches originaires de la formation Brooklyn, qui ont résisté aux procédés de silicification qui ont affecté les calcaires solubles et les tufs poreux à un si haut degré.

ROCHES IGNÉES

Certaines variétés de porphyrites associés aux jaspéroïdes et empâtés dans ces derniers ont été mises à découvert dans les chantiers souterrains des différentes mines. On les rencontre en blocs détachés et en masses de forme lenticulaire, résultats de failles et de dislocations. Elles ont probablement existé à l'état de nappes et de dykes contemporains des tufs de la formation Brooklyn, ou elles peuvent appartenir à la même période que les porphyrites plus anciens du groupe Knob Hill. Elles ont subi une profonde altération et les spécimens portatifs sont habituellement élongés et contractés, rarement massifs, de couleur verte foncée et de composition essentiellement chloritique. La loupe les montre composées de chlorite, épidote, calcite, quartz, magnétite et pyrite. Dans cette masse granulaire de minéraux secondaires, on peut discerner parfois la forme d'un phénocrystal originaire.

LA ZONE MINÉRALISÉE

La zone minéralisée se montre en superficies interrompues ou isolées, dans des bassins en forme d'auge, dont le fonds est formé de jaspéroïde ou de calcaire. Elle est essentiellement le résultat de la substitution de l'épidote, du grenat etc., au calcaire, dans une zone de métamorphisme par contact, qui renferme toute la masse du minéral de basse teneur de Phoenix. A cause de son association avec les gisements, cette zone est l'un des principaux sujets dont il est traité dans le chapitre sur la géologie économique, auquel nous renvoyons le lecteur pour les descriptions détaillées, omises ici afin d'éviter des répétitions inutiles.

FORMATION RAWHIDE

Distribution.—La formation Rawhide n'est exposée que sur une faible étendue, dans l'angle sud-est de la superficie de Phoenix; elle est surjacente par concordance à la formation Brooklyn, ici représentée localement par la zone de jaspéroïde. Le lambeau est un reste de l'érosion d'un développement jadis plus considérable, et son épaisseur maxima n'atteint pas 100 pieds.

Litologie et Structure.—La formation consiste entièrement en

argilites légèrement carbonatées, variant du gris foncé au noir, disposées par lits d'une épaisseur de 3 à 18 pouces. Certains lits offrent une fine lamination parallèle aux plans de stratification; les lamelles sont alternativement d'un gris clair et d'un gris foncé. Au contact avec les dykes intrusifs postérieurs de porphyre augitique, on observe une étroite zone marginale de l'argilite métamorphosée en cherts. Quelques-uns des lits de la base ont été remplacés, en certains endroits, le long des plans de structure, par les jaspéroïdes disposés en langues étroites et en veines. Les lits sont presque horizontaux ou plongent vers le nord-est, à angles peu accentués.

Les deux principales séries des plans de joints sont presque verticales et s'orientent respectivement N. 60 degrés E. et N. 15 degrés O. Ces plans combinés avec de plus petits sont la cause qui fait que les argilites se brisent en blocs rhomboïdaux. Des zones de dislocations, semblables à celles des formations inférieures, se produisent dans toutes les directions et plongent à angles variés. Elles sont remplies de la pâte de matériaux décomposés provenant de la roche triturée et altérée.

MÉSOZOÏQUE

JURASSIQUE (?)

Roches Ignées

Distribution.—Les seuls représentants du bathylithe granodioritique, dans la colonie minière de Phoenix, consistent en un petit massif de syénite augitique, qui se trouve dans la partie nord-est de la superficie dont il est ici question, et en trois dykes de porphyre syénitique, dont deux se présentent dans la concession Snowshoe et le troisième dans les chantiers souterrains de la mine Rawhide. On les rattache à la période Jurassique, d'après leur ressemblance lithologique avec les dykes et les apophyses que l'on trouve directement rattachés aux principales intrusions du bathylithe de certains autres endroits du district. A Phoenix, ces intrusions recoupent les roches du groupe Knob Hill et de la formation Brooklyn.

Le batholithe granodioritique a un développement considérable par tout le district de Boundary, et il est probablement sousjacent

à la superficie de Phoenix, à peu de profondeur. La roche se présente généralement en masses irrégulières, bosses et dykes, et, dans son développement typique, se trouve une roche granitoïde d'un gris léger, qui, minéralogiquement, varie d'un granite à un diorite quartzifères associés à la hornblende ou à la biotite, ou aux deux, comme éléments ferro-magnésiens principaux. D'autres variétés basiques de la même intrusion renferment du gabbro de hornblende.

Litologie.—La syénite augitique est une roche granitoïde d'un grain moyen et consiste en feldspath gris foncé et en pyroxène noir. La roche est très-considérablement élongée, contractée et fracturée, et ses interstices sont remplies de calcite légèrement nuancée par une limonite jaunâtre. Elle passe à un brun de rouille par influence atmosphérique. Le microscope la montre individuellement composée de feldspath d'orthoclase et de plagioclase, d'augite jaune pâle, de biotite brune, de quartz et de magnétite accompagnés secondairement de chlorite, limonite et de calcite. Le feldspath est trop brouillé pour que l'on puisse le déterminer plus amplement que par la révélation des différentes variétés de potasse et de nitro-calcite et des intercalations perthitiques de ces deux minéraux. Une grande proportion de l'augite s'est aussi transformée en produits secondaires: chlorite, limonite et calcite.

Les dykes de porphyre syénitique n'ont pas plus de 12 pieds de largeur et ne peuvent être retracés que sur une courte distance, le long de leurs parcours. Dans les spécimens portatifs la roche est d'abord rose, puis elle prend une couleur gris brunâtre claire, et offre une texture porphyritique plutôt vague. Les dykes ont été considérablement élongés, contractés, et fracturés, et la calcite en remplit les plans. A l'aide du microscope, on voit la roche composée d'orthoclase et de plagioclase très opaques, qui affectent les formes de petites tablettes et de batonnets. Le bisilicate a disparu; il n'en reste que la forme, qu'un agrégat de chlorite, limonite, carbonates, magnétite et quartz a remplie. La base est presque cryptocristalline et consiste en un agrégat de quartz et de feldspath, à travers lequel se développent des aires d'apparence spongieuse de calcite opaque. La roche est sillonnée de menus plans remplis soit de calcite, soit de quartz, soit de ces deux minéraux réunis.

TERTIAIRE

OLIGOCÈNE

Formation Kettle River

Distribution.—La formation Kettle River se montre à Phoenix en lisière relativement étroite, représentée dans le centre de la carte.

Le lambeau a environ un mille en longueur et sa largeur varie de 40 à 960 pieds. Le long du bord occidental de l'affleurement, la formation est surjacente à la zone minérale de la formation Brooklyn et peut-être aux petites aires du groupe Knob Hill. Elle est en partie couverte, à l'est, par les laves du groupe volcanique Midway (Carte générale, coupe A-A).

Litologie et Structure.—La formation consiste en conglomérats, grès feldspathiques et argiles schisteuses compactes formées en cherts, dont quelques-unes sont carbonatées. La direction de l'inclinaison s'oriente vers le nord; les plongements se produisent de préférence vers l'est et ils varient de 10 degrés à 60 degrés, marquant en moyenne 35 degrés. L'épaisseur extrême de la formation, telle qu'indiquée par les carottes des trous de la sonde à diamant, est d'environ 260 pieds. Un fin réseau de joints perpendiculaires aux couches paraît partout, accompagné de légères dislocations le long de quelques-uns des plans, dans lesquels la pyrite s'est plus tard déposée. On n'a relevé, dans ce lambeau isolé, aucune trace des failles si communes ailleurs, quoiqu'il puisse en exister dans la partie que recouvrent les laves du groupe volcanique Midway.

Les conglomérats sont d'un gris léger, contiennent des cailloux des roches du groupe Knob Hill, et une grande quantité d'autres d'un porphyre quartzifère gris, dont les roches intrusives n'ont pas été trouvées in situ dans le voisinage de Phoenix. Les cailloux ont une dimension d'une fraction d'un pouce à 5 pouces, en diamètre, et sont ordinairement assez bien arrondis. La matrice est grandement feldspathique et subordonnément quartzreuse. Les grès feldspathiques sont reliés aux conglomérats par des transitions graduelles. Ils sont composés de grains anguleux et arrondis de feldspath associé au quartz et à une biotite blanchie, dans une matrice formée

des mêmes minéraux, auxquels s'adjoignent le kaolin, la calcite et la limonite. Les éléments des lits inférieurs sont plus grossiers, mais en gagnant en hauteur ils offrent une granulation plus fine et atteignent finalement l'étage de l'argile schisteuse.

Les argiles schisteuses sont compactes; quelques uns de leurs lits sont finement laminés et elles se présentent ordinairement en cherts, particulièrement celles des variétés de teintes plus foncées. Leur couleur passe du gris sombre au gris verdâtre, qui devient presque blanc sous l'action de l'air. Les lits plus foncés contiennent, en quelques endroits, des fragments de restes de plantes, qui, en se transformant en lignite, ont partiellement perdu leur structure originaire. Les lits de couleur claire sont d'un grain très-fin et le microscope les montre composés de menus grains de quartz, de rubans de kaolin, chlorite et limonite, et de spicules de hornblende partiellement blanchie; ils représentent la consolidation d'une argile extrêmement fine. Les argiles schisteuses et les grès, dans une certaine mesure, ont été remplacés sur une petite échelle par les cherts, le long des plans de stratification et des joints. On n'a rencontré aucun dépôt de cendres volcaniques bien déterminé dans ce lambeau, quoique cette variété existe en d'autres endroits du district de Boundary.

Origine et Age.—La formation est le résultat d'une sédimentation lacustre et fluviale, les dépôts se produisant dans les vallées et les bassins formés durant la période d'érosion des premiers stades de l'ère tertiaire. A Phoenix, l'uniformité de la stratification, au-dessus de l'étage des conglomérats, l'absence de fausse stratification et la fine granulation de la partie supérieure de la formation, indiquent que la sédimentation s'est effectuée dans des eaux tranquilles, peut-être le long du bord extérieur d'un delta.

L'érosion subséquente a cependant détruit le bassin originaire et on ne sait rien au sujet de son étendue et de son importance locales. Les matériaux toutefois sont en grande partie étrangers au voisinage de Phoenix et sont venus d'autres localités, dont la situation n'a pas encore été déterminée. D'après les restes de plantes trouvés dans les roches de même nature, à l'ouest de Phoenix, la formation

peut être rapportée avec certitude à la période Oligocène¹ et considérée comme une équivalente du groupe Coldwater de Dawson, dans la région de Kamloops.

MIOCÈNE ?

GROUPE VOLCANIQUE DE MIDWAY

Distribution.—L'épanchement lavique de la période Miocène (?) a probablement couvert la plus grande partie du district de Boundary; mais il a été séparé en lambeaux isolés par l'érosion subséquente. Le lambeau à découvert que l'on voit à Phoenix correspond à celui de la formation Kettle River; il est plus haut situé, à l'est de cette formation. Les laves couvrent aussi une partie du groupe Knob Hill et de la formation Brooklyn, et on a constaté qu'elles existent dans la formation Kettle River, injectées en nappes latérales le long des plans de stratification.

Le lambeau à découvert a une longueur d'un peu plus d'un mille, et varie en largeur de 1,100 à 2,000 pieds. Au sud du chemin de fer Canadien du Pacifique, la lave est peu remarquable comme élément caractéristique de la topographie, mais au nord, le long de la chaîne Deadman, elle offre des rampes accentuées et de petits escarpements, sur les versants de l'est comme de l'ouest. Son épaisseur, telle qu'indiquée par les carottes des trous de la sonde à diamant, varie de quelques pouces à 200 pieds, et elle est probablement de plus de 300 pieds sur certaines parties de la chaîne Deadman.

Trachyte augitique

Lithologie.—La composition des roches du groupe varie du basalte au trachyte, quoique, d'après la détermination qui en a été faite, elle consiste, à Phoenix, en trachyte augitique ou en un élément qui se rattache étroitement à ce trachyte. Les variétés vésiculaires et amygdaloïdes se rencontrent en certains endroits, mais non

1—Penhallow D. P. Un rapport sur les plantes fossiles recueillies par R. A. Daly au cours de l'arpentage de la Frontière Internationale, de 1903-1905. Trans. Soc. Roy. Can. Troisième série, Vol. 1, 1907, pp. 318-327.

fréquemment. Les cavités ont une longueur de 0.25 à 0.4 d'un pouce et affectent une forme ovale irrégulière ou celle d'un haltère. Elles sont remplies de couches concentriques de calcite, chlorite, limonite et quartz, le premier de ces minéraux se trouvant sur la zone externe et le dernier occupant le centre. Une grossière structure d'épanchement est apparente dans les variétés amygdaloïdes. La texture est porphyritique, les phénocristaux se trouvant encaissés dans une bâte finement cristalline ou compacte et vitreuse, La couleur varie du gris brunâtre clair à une teinte presque noire, celle des phénocristaux de feldspath, du gris clair à une teinte presque blanche. Les différentes variétés de ces roches, à Phoenix, paraissent toutes provenir d'un épanchement unique, et leur principale différence en est une de texture.

La variété principale, qui est exposée à découvert sur le plus d'étendue et la mieux conservée, est une roche porphyritique d'un gris brunâtre clair, associée à des phénocristaux de feldspath blanchissant à l'air, des pyroxènes noirâtres et des tablettes de biotite brune, sur une bâte finement microscristalline contenant des grains bien visibles de pyrite.

Traits Distinctifs Microscopiques.—L'orthoclase et la nitro-orthoclase (soda-orthoclase) se montrent toutes deux dans des phénocristaux et dans des agrégats isomères individuels d'une longueur qui atteint à 2.5 mm. Elles offrent les signes de la corrosion et d'une croissance subséquente qui en a le plus souvent façonné les bords en créneaux. Le plagioclase est andésite et les phénocristaux sont généralement entourés d'une coquille d'orthoclase. Ils sont finement cristallisés par paires entrelacées dans le système de cristallisation de l'albite seulement. Le feldspath est bien conservé, n'ayant subi que les effets d'une légère kaolisation naissante, le long des plans de clivage et des fissures irrégulières. De faibles vestiges de tension et de contraction se montrent partout.

Les agrégats individuels d'augite varient en longueur de 0.5 à 1.5 mm. et se rapprochent vaguement des formes idiomorphiques. Le minéral est d'un jaune pâle; la plupart des agrégats considérés individuellement révèlent une légère transformation en chlorite, le long des fissures irrégulières, tandis que, pour quelques-uns, la transformation est complète en chlorite, calcite et magnétite. On observe

quelques biotites oblonges et brunes d'une longueur de 0.4 à 0.8 mm. qui portent des inclusions de grains étroitement serrés de magnétite, dont le développement s'est opéré le long des plans de clivage. Les grains plus gros de magnétite, d'un diamètre de jusqu'à 0.5 mm., sont généralement entourés d'un étroit rebord de biotite.

La base consiste en batonnets de feldspath orthoclase et plagioclase, d'agrégats isomorphiques arrondis d'une augite d'un vert pâle et de tablettes irrégulières de biotite, qui remplissent les espaces angulaires des feldspaths. L'augite et la biotite n'ont subi qu'une légère transformation en chlorite. La magnétite, sans doute titanifère, existe en plus forte proportion, surtout à l'état d'inclusions dans les éléments colorés. L'apatite se rencontre en faibles quantités et affecte de grandes formes hexagonales et délicates. La calcite existe en plutôt forte quantité sous forme d'amas dans le feldspath, et comme remplissage des plans de fracture, dans les agglomérations individuelles plus considérables de feldspath et d'augite. Elle a été probablement en grande partie introduite dans les roches par les eaux d'infiltration, et déposée. On n'a pas remarqué de silice libre de première origine, dans aucune des légères fissures de la dislocation.

Analyses chimiques.—Une analyse de cette roche, faite par M. F. Connor, de la Division des Mines, est reproduite dans la colonne I ci-dessous. La colonne II se rapporte à une analyse, faite par R. Pfohl,¹ d'un trachyte augitique provenant de Banza, Iles Columbretes, Espagne.

	I.	II.
SiO	52.64	33.12
Al ₂ O ₃	20.69	20.48
Fe ₂ O ₃	2.54	5.13
FeO	1.81	1-50
MgO	1.61	1.88
CaO	3.93	4.29
Na ₂ O	4.84	6.20
K ₂ O	5.99	4.88

1—Washington H. S. Analyses chimiques des roches ignées. W. S. C. S. Prof. Paper, No 14 pp. 262-63.

H ₂ O +	2.23	2.25
H ₂ O -	0.28	—
CO ₂	0.75	—
TiO ₂	0.64	0.25
P ₂ O ₅	0.41	0.43
MnO	0.07	—
SrO	0.21	—
BaO	0.60	—
	99.25	100.59

Le trachyte augitique de Phoenix est chimiquement étroitement lié à un porphyre rhomboïdal intrusif de la même période probablement; que l'on rencontre à l'ouest de Phoenix, près du Creek Rock. La description de cette roche n'a pas été publiée, mais elle est insérée dans le rapport de R. A. Daly.¹

D'après la classification quantitative des roches ignées, le calcul place le trachyte augitique type dans la classe persalane, ordre Russare, rang Viezzenase, sous rang Procenose.

Structure.—La lave exposée à Phoenix n'offre pas d'indications de failles accompagnées de déplacement, quoiqu'il en puisse exister, car on ne dispose d'aucun moyen certain de vérifications de leur absence. Les joints qui se produisent partout dans la roche et la font se briser en blocs anguleux irréguliers constituent un trait caractéristique dominant. Les joints dans le basalte sont rares, et n'ont été observés que dans une tranchée pratiquée dans la roche, sur l'embranchement Brooklyn, près de la gare du chemin de fer Canadien du Pacifique. A son contact avec les roches susjacentes, la lave est en brèches, sur un pied environ, et, dans cette zone, il existe des fragments des roches de la base qui ont été attirés et cimentés avec les brèches laviques, par les parties plus fluides de l'épanchement.

Age de la lave.—Une période d'érosion est intervenue entre la

1—Géologie de la Cordillère de l'Amérique du Nord au quarante-neuvième parallèle. (A être publié par la Commission de la Frontière.)

sédimentation de la formation Kettle River et les épanchements de la lave, et les sédiments ont été enlevés en grande partie durant cet intervalle. La lave se trouve ainsi en discordance avec la formation Kettle River et on l'a rapportée à la période Miocène. Elle peut être contemporaine du groupe volcanique de Dawson, dans la région de Kamloops.¹

PORPHYRITE AUGITIQUE

Distribution et gisements.—La porphyrite augitique se rencontre en dykes, nappes et amas irréguliers, et elle est intrusive dans toutes les formations plus anciennes, y inclus les épanchements laviques. Les lambeaux à découvert se voient partout dans la superficie que reproduit la carte, mais ils ont leur plus grand développement dans la moitié nord. En les retraçant souterrainement, on constate que leurs parcours sont très irréguliers et leurs allures très variables, comportant de brusques changements de la ligne verticale à une ligne presque horizontale (Fig. 6, p. 67). La roche est soumise à un système irrégulier de joints, dont le développement normal se trouve sur les bords du massif. On n'a observé qu'une faible faille accompagnée de déplacement.

LITHOLOGIE

Traits distinctifs macroscopiques.—La roche, lorsqu'elle est bien conservée, est d'un gris foncé et consiste en phénocristaux de feldspath gris foncé, en pyroxène et hornblende variant d'un brun foncé au noir, et en biotite noire dans une base à grain fin, composée des minéraux ci-haut mentionnés. L'exposition à l'air lui donne une couleur d'un gris clair et une teinte brunâtre, les feldspaths prenant une teinte de blanc mat. Des variétés d'un grain plus fin se décomposent promptement en sable rouillé. Les dykes qui traversent les gisements de minerai sont partiellement fort altérés et comportent un développement local de pyrite et de calcite, en petites veines, dans les plans de dislocation parallèles aux parois des dykes. La pyrite se présente très fréquemment en agrégats

1—Dawson G. M. Annales Géologiques du système des montagnes Rocheuses du Canada. Bul. Géol. Soc. Amer., Vol. 12, pp. 80-82.

duvetés branchus à travers la calcite. Les bords des dykes offrent des lisières porphyritiques compactes d'un lustre poissé sombre. Ils sont composés d'agrégats, de chlorite calcite, résultant de l'altération de l'augite dans une base partie cristalline et partie vitreuse, de couleur brune foncée.

Traits distinctifs microscopiques.—Dans la roche typique, les phénocristaux de feldspath se montrent, soit simples soit en monticules de tablettes grandes ou petites, de bâtonnets ou corpuscules carrés et d'unités irrégulières, à bords unis ou entrecroisés. Les faces terminales sont rarement bien nettement taillées; elles sont plus généralement dentelées ou crenelées, indiquant ainsi une croissance incomplète des phénocristaux. Le plagioclase domine sur l'orthoclase dans les plus grands phénocristaux et se montre sur la ligne séparative de l'andésite et de la labradorite. Il est entrelacé deux à deux suivant le système de cristallisation de l'albite quelquefois combiné avec le système Carlsbad et plus rarement avec le groupement de la péricline. Quelques unités montrent des plans jumeaux courbés et brisés, ceux-ci légèrement fracturés. En petit nombre, elles apparaissent partiellement entourées d'un rebord d'orthoclase. Dans l'ensemble, le feldspath est bien conservé et ne subit qu'une légère altération le long des plans de clivage et de fracture. Quelques unités, cependant, sont presque entièrement transformées en agrégats confus de kaolin et de carbonates. L'augite est jaune pâle et se montre en masses anguleuses et arrondies et en unités irrégulières mesurant jusqu'à 3mm. par 1-5 mm. Quelquefois les bords en sont corrodés et entourés par un rebord de biotite ou le produit de son altération, la chlorite. Les unités les plus grandes sont les mieux conservées, mais plusieurs des plus petites sont métamorphosées en chlorite, carbonates brouillés et magnétite.

La biotite et la hornblende brune alternent dans les divers lambeaux à découvert de la porphyrite et se produisent beaucoup dans les mêmes conditions. La biotite est en quantité relativement plus considérable que la hornblende, mais elle se présente surtout en petites masses oblongues et en plaques irrégulières, partout dans la base, et à l'état d'inclusions dans le plagioclase et l'augite disposées parallèlement aux plans des entrelacements et de clivage respectivement. La base est microcristalline en grande partie et

fortement feldspathique. Le quartz, en petite quantité, la magné-
tite et l'apatite complètent la liste des minéraux.

Analyses chimiques.—Une analyse de la porphyrite augitique faite par M. F. Connor, de la Division des Mines, a donné les résultats indiqués dans la colonne 1. Pour les fins de la comparaison, la colonne II reproduit une analyse de W. Hampe, d'une diorite augitique quartzifère, provenant de Lampersdorf, Silésie.¹ La colonne III indique les résultats d'une moyenne de 20 diorites quartzifères.²

	I.	II.	III.
SiO	55.90	55.54	59.47
Al ₂ O ₃	15.52	15.65	15.62
Fe ₂ O ₃	1.22	1.19	2.63
FeO	5.22	7.13	4.11
MgO	4.70	4.84	3.75
CaO	5.79	5.67	6.24
Na ₂ O	2.89	3.17	2.98
K ₂ O	4.45	2.28	1.93
H ₂ O +	1.40	} 2.93	1.39
H ₂ O -	0.60		
CO ₂	0.14	0.40	—
TiO ₂	0.90	1.24	0.64
P ₂ O ₅	0.46	0.45	0.26
MnO	0.08	—	—
SrO	0.09	—	—
	99.36	100.48	99.92

D'après la classification quantitative, le calcul place la roche type dans la classe Dosalane, ordre Germanare, rang Andase, sous-rang Shoshonose.

1—Washington H. S. Analyses chimiques des roches ignées, W. S. G. S. Prof. Paper, No 14, p. 282, No 87

2—Daly R. A. Moyenne de la composition des variétés des Roches ignées. Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences, Vol. 45, No 7, p. 223.

PORPHYRE-PULASKITE

Distribution.— Le porphyre-pulaskite (porphyre syénitique alkalin) se montre en dykes et en nappes souvent rattachés les uns aux autres et offre, dans ces cas, des contours irréguliers dans les affleurements de surface. La roche est la moins ancienne des roches intrusives du district, et marque le dernier stade de l'activité ignée. Dans la région de Phoenix, on n'a pas observé que le porphyre-pulaskite recoupe le porphyrite augitique, mais on a pu constater des relations de cette nature entre eux en d'autres endroits du district de Boundary. A un endroit en particulier, sur la superficie de Phoenix (Voir la carte générale, la masse irrégulière de porphyrite augitique près de l'aire de la formation Kettle River), un dyke de porphyre-pulaskite se trouve en contact avec la porphyrite augitique, et présente la marge indurée caractéristique. La fissure remplie de pulaskite qu'on y observe a été interrompue par un prolongement de la porphyrite, qui a rompu la continuité du dyke.

On trouve les dykes de pulaskite généralement partout dans le champ que couvre la carte, et ils se montrent plus nombreux dans les travaux souterrains, où la quantité en augmente avec la profondeur. Les mouvements de la terre, dans cette aire, ont été peu accentués, depuis cette intrusion, et on n'a constaté qu'un cas de faille dont la poussée n'a pas atteint à toute la largeur (4 pieds) du dyke.

LITHOLOGIE

Traits distinctifs microscopiques.—La roche bien conservée est grise et consiste en unités solitaires et en paquets séparés de phénocristaux de feldspath, dans un fonds fortement feldspathique à grains fins. Elle est moins bien conservée dans les travaux souterrains et revêt généralement une couleur verdâtre qu'elle tient du développement de la chlorite. Dans les lambeaux à découvert de la surface, la masse de la roche prend, par influence atmosphérique, une couleur brune rougeâtre. Les phénocristaux de feldspath acquièrent de la même manière une couleur brune pâle qui donne à la roche une apparence caractéristique, et offre un violent con-

traste avec les roches associées dans lesquelles le pulaskite est intrusif.

Traits distinctifs microscopiques.—La roche est composée essentiellement de phénocristaux en paquets ou en unités dispersés et clair semés d'un feldspath entrelacé et non entrelacé, de quelques augites et biotites presque entièrement décomposées dans une base feldspathique et, en plus, des hornblendes, biotites, quartz, magnétites, apatites et chlorites. Les feldspaths affectent la forme de tablettes et de batonnets atteignant jusqu'à 2-5mm. en longueur et les bords en sont à la fois unis et entrecroisés. La "nitro-orthoclase" (soda orthoclase) légèrement brouillée dans sa partie centrale, porte une zone extérieure généralement limpide. Le plagioclase varie de l'oligoclase à l'andésite acide et se montre finement entrelacé par paires, suivant le système de cristallisation de l'albite; quelques types offrent, de plus, l'entrelacement caractéristique du système Carlsbad. Les unités les plus développées sont entourées d'un rebord ou d'une croûte d'orthoclase limpide, dont les bords sont irrégulièrement crénelés. Les feldspaths plus petits de la base se rencontrent en fins batonnets et en corps irrégulier se pénétrant mutuellement en croissant. L'augite et les grands phénocristaux de biotites, de forme régulière, sont en petit nombre; ils sont presque tous altérés en carbonates grenus associés à la chlorite et à la magnétite. La biotite de la base affecte des formes oblongues et irrégulières, et elle est comparativement bien conservée. De petites unités aciculaires et allotriomorphiques de hornblende verte partiellement chlorurées occupent les espaces intermédiaires des feldspaths de la base et la quantité en est considérable. Le volume du quartz et de l'apatite est très faible, ce dernier minéral s'offrant à l'état d'inclusion, et le premier comme interstitiel dans le feldspath. La magnétite est l'accessoire dominant et se présente en grains de jusqu'à 0.4mm. de diamètre. Un petit nombre d'espaces interstiels sont remplis d'agrégats fibreux et aplatis d'un minéral secondaire polarisant brillamment, qui peut être une altération de quelque feldspathoïde, probablement la néphéline.

Analyses chimiques.—Une analyse chimique de cette roche a été faite par M. F. Connor, de la Division des Mines, et elle paraît ici dans la colonne 1. On a reproduit dans la colonne II une analyse

d'une pulaskite provenant de Rossland, faite par le Dr F. Dittrich, Heidelberg, ¹ pour servir à la comparaison. La troisième colonne indique la moyenne de 23 analyses de syénite alcaline. ²

	I.	II.	III.
SiO ₂	57.32	62.59	61.99
Al ₂ O ₃	17.27	17.23	17.93
Fe ₂ O ₃	1.62	1.51	2.22
FeO	3.94	2.02	2.29
MgO	2.68	1.30	0.96
CaO	4.24	1.99	2.55
Na ₂ O	4.52	5.50	5.54
K ₂ O	5.96	6.74	4.98
H ₂ O +	0.47	} 0.30	} 0.76
H ₂ O -	0.08		
TiO ₂	0.88	0.54	0.56
P ₂ O ₅	0.51	0.11	0.14
MnO	0.09	tr.	0.08
SrO	0.06	—	—
BaO	0.24	—	—
	99.88	99.83	100.00

La roche est un peu moins basique que la moyenne et que la pulaskite de Rossland, et elle peut être considérée comme type transitionnel entre la pulaskite et la monzonite. D'après le calcul, la roche type est rapportée à la classe Dosalane, ordre Germanare, rang Monzonase, sous-rang Monzonose de la classification quantitative.

RÉSUMÉ

Les roches ignées de l'ère tertiaire qui existent à Phoenix sont étroitement rattachées entre elles, à la fois minéralogiquement et

1—R. W. Brock. "Rapport préliminaire sur le district de Boundary". Rap. Som. Com. Géo. du Canada 1902, p. 104 A.

2—R. A. Daly "Composition Moyenne des types des roches ignées" Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences, Vol. 45, No 7, p. 220.

chimiquement, et sont probablement des quantités différentielles dérivées du même bassin de magma. Aucun relevé, qui ait été publié, n'a encore été fait de nombre des épanchements laviques du district de Boundary, mais il est manifeste qu'il y a eu plusieurs périodes d'épanchement, la plus ancienne étant représentée par le basalte d'olivine, la plus récente par quelques variétés de trachyte augitique alcalin, auquel s'allie, à Phoenix, le trachyte. Les épanchements intermédiaires sont ceux des andésites et des dacites. Le porphyre-pulaskite est considéré comme l'équivalent intrusif du trachyte, tandis que le porphyre augitique peut avoir une relation de même nature avec l'andésite, quoiqu'on ne possède aucune donnée certaine pour confirmer cette manière de voir.

CHAPITRE V

GEOLOGIE ECONOMIQUE

Zone minérale de Phoenix

INTRODUCTION

Les dépôts considérables de minerai de basse teneur qui ont donné naissance à l'importante industrie de Phoenix, se rencontrent dans une aire minéralisée de la formation Brooklyn, offrant tous les caractères d'une zone de métamorphisme de contact. Cette zone est essentiellement composée d'épidote et de grenat associés avec la calcite, le quartz et la chlorite. A la loupe, on y a observé l'actinolite, la trémolite, la zoisite, la séricite et l'apatite, qui, à l'exception du premier de ces minéraux, s'offrent en très petite quantité. Le type de gangue de la roche le plus en évidence est celui dans la composition duquel l'épidote domine. La roche elle-même est d'un vert foncé ou d'un vert jaunâtre souillé, et généralement massive, quoique parfois rubannée. Elle contient de petites cavités irrégulières remplies de calcite que l'influence atmosphérique a décomposée sur les surfaces exposées, en laissant les cavités bordées de menus cristaux d'épidote. Les traînées et les amas d'un grenat brun rougeâtre et brun pâle se rencontrent moins souvent à la surface que sous terre. Le grenat forme une grande proportion des agrégats et on le voit presque toujours s'associer avec l'épidote, dans ces parties de la zone où ce dernier minéral est l'élément prédominant.

Des veines et des masses de calcite se rencontrent généralement partout dans la zone. Celle-ci n'a subi qu'une faible décomposition à sa surface, depuis la période glaciaire, quoique la gangue rocheuse ait été ici et là, sous l'action du sulfure qu'elle contient, désagrégée en un sable brun rougeâtre.

Les minéraux métalliques sont la chalcoppyrite, la pyrite, l'hématite (spécularite) et la magnétite, qui ont été déposées dans certaines étendues favorables de cette zone, de manière à former des amas considérables de minerai exploitable.

RELATIONS GÉOLOGIQUES

La zone minéralisée repose dans des bassins en forme d'auge larges et peu profonds envahis par les jaspéroïdes, dans des bassins en auge profonds et étroits qui se sont produits dans le calcaire, ainsi que le montre la forme de l'excavation à ciel ouvert "glory hole" de la mine Brooklyn, (Planche VI), ou le long du contact entre le jaspéroïde et le calcaire, et entre les jaspéroïdes et les roches quartzes du groupe Knob Hill. On la considère comme ayant été originairement composée en grande partie d'un calcaire qui a été métasomatiquement remplacé par des silicates de chaux, principalement d'épidote et de grenat. Elle est couverte, partie en discordance par la formation de Kettle River, et partie par la lave du groupe volcanique Midway (Carte générale, Coupe AA). Elle-même et les gisements de minerai qu'elle renferme sont recoupés par des dykes, des nappes et des amas irréguliers de porphyrite augitique et de porphyre-pulaskite, dont les intrusions croissent en nombre en raison de la profondeur, comme on l'a observé dans les chantiers miniers. Certains dykes plus anciens de porphyrites basiques se montrent par masses apparemment fragmentées, mais leur altération a été telle que l'on ne peut discerner leur origine qu'à la loupe. Dans les gisements, ils représentent des aires stériles et n'ont pas évidemment favorisé le dépôt des minéraux.

DISTRIBUTION

Cette zone minéralisée, autrefois probablement continue sur une plus grande étendue que celle que l'on peut maintenant observer, a été divisée par l'érosion en une quantité d'aires détachées, que l'on a désignées pour les mieux reconnaître, sous les noms de Granby, Brooklyn, Stemwinder, Gilt Edge, Montezuma et Gold Drop respectivement.

Zone Granby.—Les principales mines, sauf une seule, sont situées dans la zone Granby, qui est superficiellement demi-elliptique ou dessinée en forme de fer à cheval (Voir carte générale). Le côté occidental a 3,200 pieds en longueur et 1,000 pieds en largeur, tandis que le côté oriental est long de 2,250 pieds et large de 350 à 1,000 pieds. La courbe de leur rattachement au sud a une longueur de 2,000 pieds et une largeur de 200 à 700 pieds. Les dimensions horizontales réelles sont cependant beaucoup plus grandes,

car une étendue considérable est couverte par les roches sédimentaires et ignées de l'ère tertiaire. L'épaisseur du côté occidental, le long d'un axe orienté est et ouest varie de 160 à 350 pieds et diminue graduellement à l'est. (Carte générale, coupe A-A). Le long de l'axe orienté nord et sud de ce dernier côté, l'épaisseur de la partie centrale est d'environ 350 pieds, et à partir de là, la zone s'amincit graduellement dans les deux directions. La base en jaspéroïdes de la zone est fortement onduleuse (formant par endroits de brusques et courtes ondulations) et elle affecte la forme d'une auge dédoublée ou de deux bassins, dont celui de l'est n'est qu'à moitié dessiné. (Carte générale, coupe A-A). Le contact entre la zone minéralisée et celle des jaspéroïdes est bien prononcé et généralement marqué par une fissure large d'une fraction de un pouce à 7 pieds remplie d'une pâte de jaspéroïdes décomposées.

La zone Brooklyn.—Cette zone, sur laquelle se trouve située la mine Brooklyn-Idaho, se développe à l'ouest de la zone Granby et se prolonge dans la vallée du creek Twin, en traversant la basse ville de Phoenix. Dans sa partie centrale, qui correspond aux niveaux les plus inférieurs du creek Twin, la zone a considérablement souffert de l'érosion qui a rasé une forte proportion de la masse originale du minerai. Le long de la partie médiane de la vallée, elle est couverte de sable et de graviers, et les limites de la surface ont été, pour cette raison, tracées par une ligne projetée à partir des chantiers souterrains.

La zone affecte la forme d'une poire allongée; elle est large et peu profonde, au sud, et se rétrécit et se redresse, au nord, jusqu'à ce qu'elle se trouve enfermée par les épontes presque verticales du calcaire, ainsi que le montrent celle de l'excavation à ciel ouvert "glory hole" de la mine Brooklyn (Planche VI), ou des jaspéroïdes à l'est et du calcaire à l'ouest. Le mur est composé principalement de calcaire, auquel s'adjoignent quelques jaspéroïdes dans la partie sud (Fig. 18, p. 107). La longueur de cette zone est d'environ 1,850 pieds et sa largeur varie de 400 pieds environ, au sud, à moins de 50 pieds à l'extrême nord.

Zone Stemwinder.—La zone Stemwinder consiste en une petite étendue lenticulaire d'environ 600 pieds en longueur, et de 8 à 60 pieds en largeur. Son allure est presque verticale, le calcaire en brèches formant l'éponte de l'est, et les jaspéroïdes formant l'éponte de l'ouest (Carte générale). On sait que son prolongement au sud

est recouvert par les jaspéroïdes. Une seule mine y existe, la Stemwinder.

Zone Montezuma.—Cette zone est située dans la concession Montezuma et repose sur la rampe méridionale de la chaîne montagneuse du même nom. Un massif de porphyrite augitique en termine le développement au nord. Ses limites, au sud et à l'est, sont plutôt indéfinies, car elle est partout peu profonde et s'aminuit graduellement en se rapprochant des jaspéroïdes en bordure et sous-jacents. Elle n'a pas d'importance commerciale.

Zone Gilt Edge.—La Gilt Edge se trouve à l'entrée de la coulée de Deadman et se développe probablement en forme de poire élongée. Ses limites réelles sont cependant cachées au nord par le drift, et les roches de la formation de Kettle River et du groupe volcanique Midway la recouvrent à l'est. Elle est interrompue à l'ouest par une intrusion de porphyrite augitique. Sa longueur connue est d'environ 950 pieds et sa largeur varie de 20 à 400 pieds. On n'a pas encore découvert de dépôt de minerai exploitable dans cette étendue.

Zone Gold Drop.—La zone Gold Drop est située dans la partie nord-est de la concession de ce nom, à environ 150 pieds au nord du prolongement vers l'est de la zone Granby.

Elle repose dans un bassin plat peu profond, formé dans des jaspéroïdes associées à une petite quantité de calcaire quartzeux, et la lave du groupe volcanique Midway la recouvre partiellement. Elle a un peu plus de 300 pieds en longueur, environ 200 pieds de largeur et une épaisseur maxima d'environ 50 pieds. Elle contient un gîte connu sous le nom de Gold Drop No 1.

TRAITS CARACTÉRISTIQUES DES GITES

Les gîtes affectent généralement une forme lenticulaire et reposent dans des bassins en forme d'auges formés dans la zone des jaspéroïdes et du calcaire cristallin de la formation Brooklyn. Les veines irrégulières sont, soit simples, soit composées, ce dernier type se présentant dans le gîte de Knob Hill-Ironside qui est le dépôt le plus considérable de la colonie (Fig. 10 p. 84). La puissance des gîtes varie de cent pieds environ en longueur, et de 20 à 50 pieds en largeur, à une masse de la puissance de la veine occidentale de la mine Knob Hill-Ironside, qui a une longueur de

près d'un demi mille, une épaisseur maxima de 125 pieds et une largeur maxima de 900 pieds. Tous les plus importants gîtes ont une relation prononcée avec la topographie et leur plongement ou inclinaison correspond approximativement avec les rampes locales des chaînes montagneuses.

Le jaspéroïde, parfois associé au calcaire cristallin, constitue le mur structural qui, en règle générale, est aussi le mur commercial, quoique, dans les aires de peu d'étendue, des bandes d'une gangue stérile, de quelques pouces à cent pieds et plus d'épaisseur, séparent le minéral profitable du mur structural ((Fig. 9, p. 83). Le plongement est plus accentué, ne dépassant pas 20 degrés, dans certains gisements, mais il est prononcé le long de l'affleurement, où il marque de 45 à 80 degrés, tout en s'affaiblissant en raison de la profondeur (Fig. 10. p. 84). Le toit est ordinairement exclusivement commercial, si ce n'est lorsqu'il s'agit de faibles gisements, et des parties terminales étroites des plus importants (Fig. 9, p. 83). Le gîte est de teneur de plus en plus basse ou le minéral profitable se termine brusquement à une fissure remplie d'une pâte de matériaux décomposés.

Système de fissure.—Un système de fissures localement appelées "slips" parcourt les gisements de minéral. Ces fissures adoptent toutes les directions et prennent toutes les allures. Elles varient en longueur, de plusieurs centaines de pieds à des dimensions presque microscopiques. Sous cette dernière forme elles dégèrent en fractures encore plus minimes, dans et entre les grains individuellement des gangues minérales. Les principales fissures sont à peu près parallèles au mur du gisement dans lequel elles se produisent (Fig. 8, p. 82). Elles varient, en largeur, de quelques pouces à 7 pieds et sont habituellement remplies d'une pâte de matériaux décomposés. Plusieurs se prolongent dans la masse des roches sous-jacentes au mur, de même que vers le haut et les côtés, dans les zones des gangues stériles adjacentes aux gisements.

Elles ne sont pas toutes du même âge, mais appartiennent à trois périodes ou plus. Elles sont des fractures de tension pour la plupart et ont probablement été causées par des forces d'inégale intensité, qui se sont développées dans la zone de minéralisation, durant la période du remplacement du calcaire. Il est possible que les plus importantes soient survenues durant une période de fissuration des roches de la région à l'époque de l'intrusion du batholithe granodioritique.

Les fissures ont sans doute constitué le facteur le plus important du dépôt du minerai, en offrant des canaux de pénétration aux solutions véhiculant ce minerai, et dont l'action peut être comparée à celle de la sève de l'arbre, qui passe des racines au tronc, puis dans les nombreuses divisions des branches pour finalement atteindre les feuilles. Dans l'élaboration des gisements, les principales fissures sont les canaux du tronc qui communiquent avec les fissures plus petites rattachées elles mêmes aux fractures microscopiques des grains minéraux individuels. En suivant ces routes les solutions du minerai ont pu dès lors déposer leurs éléments métalliques d'une manière très uniforme et très étendue. Plusieurs des fissures, cependant, entièrement ou partiellement remplies d'une pâte de matériaux décomposés et rendues plus ou moins impénétrables, ont joué un rôle important, en guidant et faisant dévier les solutions et favorisant ainsi une plus parfaite concentration de leurs éléments métalliques. Dans les dernières phases du dépôt du minerai, un grand nombre des fissures ont été remplies par la calcite, le quartz et la chlorite, associés ou non avec les minéraux métalliques. Quelques-unes des plus grandes fissures sont demeurées partiellement ouvertes, permettant ainsi le libre développement de grandes druses de calcite. (Planche IV A).

La fissuration peut avoir été accompagnée de failles nombreuses, mais les déplacements réels, s'il s'en est produit, se trouvent dissimulés dans la plupart des cas, par la nature homogène de la gangue rocheuse et des gîtes. On constate l'existence d'un mouvement récent par les nombreuses surfaces burinées ou polies que l'on rencontre le long des petites fissures, et deux failles considérables se sont produites dans les gîtes, l'une dans la mine Knob Hill-Ironside et l'autre dans la Snowshoe (Fig. 10, 11 et 16). Ces failles sont subséquentes à la formation des gîtes et probablement contemporaines du système de failles du groupe volcanique Midway.

Il existe dans tous les gîtes des masses irrégulières ou des lisières étroites cunéiformes de gangues rocheuses presque entièrement stériles qui constituent des obstacles de plus ou moins d'importance, dans l'exploitation minière. Le long de certaines parties des principaux gisements et dans quelques uns des plus petits, la continuité est interrompue et le minerai se montre en petites étendues en forme de coins ou de côtes, séparées les unes des autres par des côtes complémentaires d'une gangue stérile ou "de déchet" (waste) (Fig. 5, p. 66).

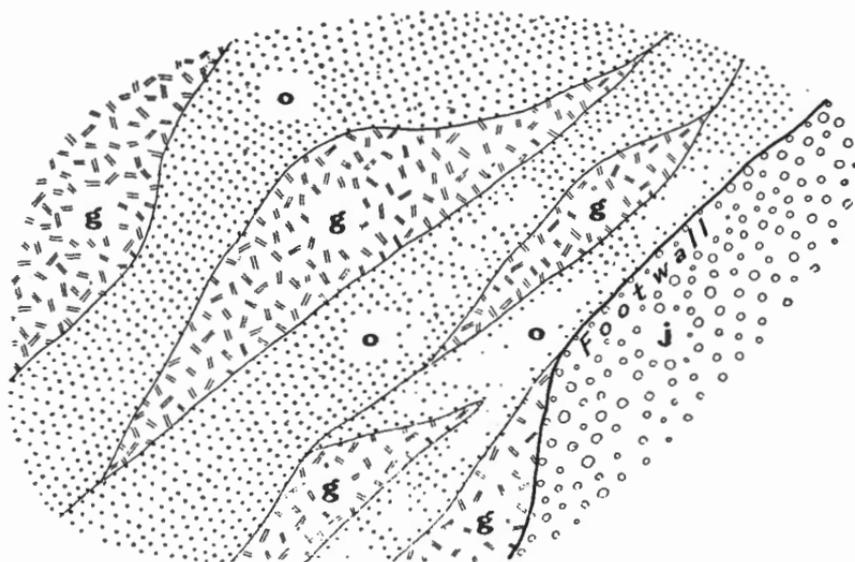


FIG. 5—Diagrammatic sketch showing general relations of ore (o) and lightly mineralized or barren gangue (g).

Fig. 5—Diagramme indiquant les relations générales du minéral (o) et de la gangue minéralisée ou stérile (g).

Les limites de ces étendues sont constituées par des plans de fissures de largeur variable remplies de quartz et de calcite ou simplement de pâte de matériaux décomposés. Suivant les volumes relatifs du minéral et de la gangue stérile, ce minéral et cette gangue sont minés ou on les abandonne, car le minéral est si uniformément de basse teneur, que le mélange d'une forte proportion de gangue stérile abaisserait la teneur au-dessous du degré qui permet l'expédition.

NATURE DU MINÉRAI

Le minéral est en général fusible presque sans fondant et sa teneur en cuivre de 1.2 à 1.6 pour cent. Les minéraux métalliques sont la chalcoppyrite, la pyrite et l'hématite spéculaire qui sont distribuées uniformément, quoique très dispersées, à travers les minéraux en gangue, le long des plans de fracture et de clivage, et interstitiellement entre chaque grain. On constate généralement que le minéral adjacent aux fissures est d'une teneur un peu plus élevée que la moyenne, mais il s'appauvrit graduellement jusqu'à

cette moyenne. La magnétite se rencontre en masses isolées, grandes ou petites, généralement sur les bords ou à proximité de la zone minéralisée, ou à différents étages dans les gîtes et rarement comme minerai disséminé. On a trouvé l'azurite, la malachite et, dans un cas, du cuivre natif dans la zone d'oxydation, qui est tellement mince qu'on peut la dire purement superficielle. Il est toutefois rare, comparativement, que ces minéraux se présentent ainsi, et ils n'ont absolument aucune importance comme minerai. La lixiviation par les eaux oxigénées n'a pas produit d'enrichissement secondaire, aux niveaux inférieurs. Le cuivre des solutions a évidemment été entraîné au-delà des limites des gisements, et s'est ainsi perdu.

Les minéraux en gangue sont l'épidote, le grenat, l'actinolite, la calcite quartzifère et la chlorite. La trémolite la sérécite, la zoïsite et l'apatite sont très rares et on ne les a remarquées que dans les étendues de peu d'épaisseur. Les minéraux prédominants de la masse principale des gisements sont ceux que nous venons d'in-

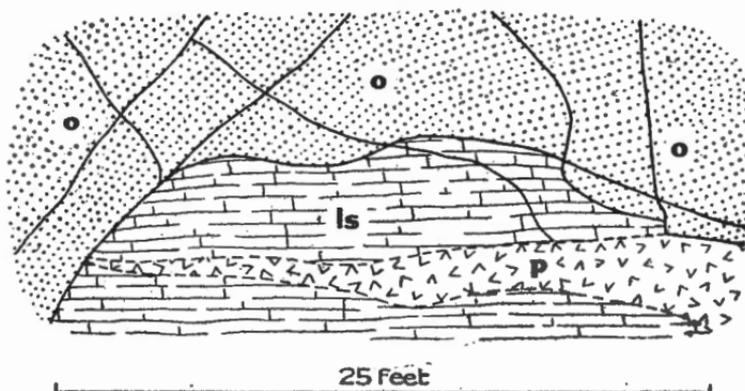


FIG. 6.—Knob Hill—Ironside Mine, 300 ft. level. Limestone (ls), ore (o) and quartz augite porphyry (p). Ore replacing limestone.

Fig. 6—Mine Knob Hill-Ironside, niveau 300 pds. Coupe montrant le calcaire (ls), le minéral (o) et le porphyre augitique quartzifère (p) le minéral remplace le calcaire.

diquer en premier lieu, sauf l'actinolite. Le long des bords, où les épontes sont formées de calcaire, la gangue est essentiellement composée de quartz et de calcite, qui se substituent directement au calcaire et qu'accompagne un dépôt de chalcopryrite et d'autres minéraux métalliques (Fig. 6, p. 67).

Le minerai adjacent au calcaire se montre disposé en rubans

ou bandes, comme à l'extrémité septentrionale de la mine Brooklyn, et aussi là où il n'existe pas de calcaire, comme sur la surface, le long de la partie nord du gisement de Knob Hill-Iron-sides. La disposition par bandes, souterrainement, est plus ou moins distincte et quelque peu indéfinie. Elle peut représenter des plans de structure dans la roche primitive, antérieurement au remplacement de celle-ci. Elle ne se produit cependant que là où l'on vient de l'indiquer, le type massif de minerai dominant dans tous les gisements.

MINÉRALOGIE

On n'examinera sous ce titre que les minéraux associés à la zone minéralisée et qui la constituent et les gîtes eux-mêmes.

MINÉRAUX MÉTALLIQUES

Natifs *

Cuivre.—On trouve le cuivre natif dans la concession Gilt Edge, sous forme de paillettes et de feuillets arborescents, le long des plans de fracture, dans les roches des gangues. Il est secondaire et a probablement été réduit des solutions cuprifères par l'action des acides organiques.

SULFURES

Chalcopyrite (Sulfure de cuivre et de fer).—La chalcopyrite est le minerai métallique dont l'importance et la valeur sont le plus considérables; elle ne contient pas seulement tout le cuivre, mais les valeurs en or et argent tout aussi bien. Elle se produit en étroites veinules et filaments remplissant les crevasses minuscules, les fractures et les plans de clivage, dans l'épidote, le grenat, la calcite et le quartz, et sous la forme de grains et d'agrégats branchus qui se développent dans les interstices des minéraux en gangue, ou bien là où différents plans de fracture se croisent. Dans la magnétite, elle remplit les espacements des octaèdres, de même qu'elle se montre interstitiellement. Les grains les plus en évidence dans le minerai disséminé sont en moyenne d'un diamètre de 1.25mm. Plusieurs ont un rebord d'hématite (spécularite) et quelques-uns de pyrite. La chalcopyrite se présente en grosses masses et en poches, et,

dans plusieurs des fissures, elle offre des intercalations rubannées de quartz, de calcite et de chlorite.

Pyrite de fer (Bisulfure de fer).—La pyrite de fer est distribuée sur de grandes étendues et accompagne presque invariablement la chalcopryrite, sous forme de grains et de veinules. Elle affecte souvent les formes de cristaux; celle du cube et du polyèdre régulier le plus ordinairement, mais rarement celles des combinaisons du cube et de l'octaèdre. Les cristaux se montrent souvent en séries disposées en monticules ou alignés. Dans les gîtes, près du mur, la pyrite s'offre, dans quelques cas, en petites veines longues de quelques pieds et large de 1 à 4 pouces, composées d'une masse grenue de cristaux et de grains. Son dépôt s'est effectué durant une longue période; elle a, d'une part, précédé la chalcopryrite, et elle a, d'autre part, subi sa cristallisation après celle de tous les autres minéraux, car on la trouve développée sur les faces des cristaux de calcite, en druses qui se sont formées dans quelques-unes des fissures les plus largement ouvertes. La pyrite, en règle générale, n'a absolument aucune teneur de quelque valeur en cuivre, or ou argent.

Pyrrhotite (Pyrites de fer magnétique).—La pyrrhotite est faiblement distribuée; on ne l'a observée qu'en deux endroits où elle se présentait en grains menus, dans la porphyrite altérée associée au minéral.

OXYDES

Hématite (Sesquioxyde de fer).—On rencontre l'hématite comme variété de la spéularite; elle est intimement associée aux sulfures et a été déposée en même temps que la chalcopryrite. Elle forme des grains et des feuilletés souvent disposés en rosettes ou en monticules radiés, On la trouve en menus feuilletés ou paillettes, le long des plans de clivage de la calcite, le long des plans de fracture du quartz, et dans les gîtes, sous forme de veinules qui ont été fracturées et recoupées par les veinules postérieures de la calcite. Elle a pratiquement le même développement que la chalcopryrite et on l'observe dans plusieurs des veines qui remplissent les fissures.

Magnétite (Oxyde de fer magnétique).—La magnétite se présente en amas et en masses d'une dimension considérable près du mur de quelques-uns des gisements. Elle forme par elle-même un gîte très considérable de la mine Monarch. On la rencontre aussi en

faible quantité et irrégulièrement disséminée en petites veines et en petites masses, dans presque tous les gîtes. Son grain varie de l'unité fine à celle d'une grosseur moyenne et sa surface polie indique que les agrégats granulaires en sont faits de séries d'octaèdres évidés dont les espacements sont remplies de chalcopryrite, pyrite, quartz, et calcite. Elle a apparemment une origine moins reculée que la chalcopryrite et elle est probablement en grande partie contemporaine des silicates de chaux. Elle ne comporte par elle-même aucune valeur autre que son contenu en fer.

Limonite (Sesquioxyde hydraté de fer).—On trouve la limonite de couleur jaune claire ou brune, en traînées ou bandes irrégulières et étroites, dans certaines fissures qui ont servi de canaux aux eaux de surface. Elle est dérivée, par oxydation, des sulfures et se montre parfois en cristaux mous et incohérents comme la pyrite.

CARBONATES

Azurite (Carbonate bleu de cuivre).—L'azurite d'un bleu intense et d'un lustre plutôt éteint se rencontre avec la limonite dans la zone de surface des gisements. Elle forme des incrustations sur la chalcopryrite et offre des surfaces botryoïdes et finement stalactitiques.

Malachite (Carbonate vert de cuivre).—La malachite d'un vert pâle et d'un lustre terreux se rencontre avec l'azurite et a les mêmes associations que celle-ci.

MINÉRAUX NON MÉTALLIQUES

Silicates

Epidote (Chaux et fer—Silicate d'aluminium).—L'épidote est l'élément constituant dominant des gangues minérales. On la trouve rarement en traînées ou masse de quelque dimension isolément, mais elle est ordinairement associée à la calcite, au quartz, à la chlorite, avec ou sans grenats. On l'observe en mosaïques de grains polygonaux ou arrondis, traversées de minces fractures qui sont remplies de minéraux métalliques. Rapprochée de la calcite, elle offre des cristaux réguliers de jusqu'à 0.1mm. de longueur. Ces cristaux sont d'un vert foncé, ou d'un gris olive, et ont un lustre brillant; ils se rencontrent souvent en monticules implantés

dans la calcite. Il est rare comparativement qu'on les trouve individuellement jumelés. Les parties disloquées de l'épidote massive offrent les signes d'une légère transformation en calcite. La zoïsite, l'épidote calcifère, n'a été observée au moyen de la loupe qu'une couple de fois sous forme de cristaux minuscules incolores.

Grenat (chaux et fer silicatés).—Le grenat se rencontre généralement dans toute la zone minéralisée et très-souvent en bandes et en masses plutôt pures. Il varie d'une couleur rougeâtre, verdâtre ou brun pâle, avec un lustre éteint, à celle de cristaux plus brillants d'un rouge vin. Il est probablement essentiellement andradite et peut-être associé à quelque mélange de la molécule grossularite (chaux-aluminium silicatés) ainsi que l'indiquent des analyses partielles de certains types de sa gangue. On le trouve en grains arrondis et en polygones disposés en mosaïques, et aussi en cristaux distincts de dimensions variables, atteignant à 0.4 pouces en diamètre. Il présente comme formes ordinaires le dodécaèdre rhomboïdal et ses combinaisons avec le trisoctaèdre tétragonal.

A la loupe, le grenat offre des anomalies optiques, quoiqu'il soit en partie isotropique. Dans les types plus massifs, la croissance des cristaux a été interrompue et les grains sont par suite plus ou moins arrondis. Rapproché de la calcite, le grenat se montre presque invariablement en cristaux effilés. Le système compliqué de fractures minuscules qui parcourt ce minéral est rempli de minéraux métalliques, ainsi que de quartz, de calcite et de chlorite. Cette dernière est une transformation du grenat, le long des menus plans de dislocation.

Actinote (Amphibole de magnésie-calcium-fer). — L'actinote est relativement rare et ne peut, en règle générale, être reconnue qu'à la loupe. Elle se rencontre, associée avec d'autres minéraux, en masses fibreuses et feutrées, d'un vert pâle, et, individuellement, sous forme de bâtonnets aux faces terminales effilochées. Une proportion considérable de la chlorite a pu dériver de l'actinote.

Trémolite.—(Chaux-magnésie silicatés).—La trémolite est rare et ne peut être distinguée qu'à la loupe. Elle est incolore ou rendue opaque par des inclusions minuscules, ayant l'apparence de poussières, et elle présente des formes oblongues, feutrées à leurs extrémités, ou des agrégations irrégulières ayant l'apparence de gerbes.

Séricite (Variété hydratée de mica muscovite).—La séricite est aussi très rare et n'apparaît qu'à la loupe. Elle se présente en lamelles et feuilletés incolores, ordinairement recourbés ou ratatinés.

Chlorite (Silicate hydraté de composition variable).—La chlorite domine en plus ou moins grande quantité dans toutes les variétés de la gangue rocheuse. Elle varie du vert au vert brunâtre et se montre en agrégats lamelleux et en plaques fibreuses. Elle entoure les grains de quartz et de calcite au milieu desquels on la trouve aussi en pelotons arrondis de paillettes. Dans les fissures subséquentes remplies de veines, la chlorite constitue généralement la zone extérieure de la veine rubannée. Une très faible proportion de la chlorite est dérivée de l'altération de l'épidote et du grenat, et une grande proportion en a pu dériver de l'altération de l'actinolite, mais les données sont imprécises sur ce point.

OXYDES

Quartz (Oxyde de silicium).—Le quartz de tons gris clairs et sombres se trouve en agrégats lenticulaires et arrondis, à la fois microcristallins et chalcédoniques. Il se montre aussi en grains anguleux et arrondis et forme des cristaux en forme de pyramides doubles, dans la calcite et la chlorite. Il est, pour une grande partie, du même âge que la calcite, et ces deux minéraux réunis croissent entremêlés et apparaissent irrégulièrement entrecroisés. Associé à la calcite, le quartz remplit les menus plans de fracture dans les gangues d'autres minéraux et se montre en rubans dans les veines logées dans les grandes fissures.

CARBONATES

Calcite (Carbonate de chaux).—La calcite, d'un blanc laiteux, d'un gris pâle ou d'un rose pâle, est l'un des plus abondants de minéraux des gangues, et elle a été déposée avec le quartz, en partie du moins, plus tard que les silicates de chaux et fer. Dans les parties les plus ouvertes de quelques-unes des fissures, elle a formé des druses avec des cristaux de jusqu'à 3 pouces de diamètre affectant les formes des combinaisons du rhomboèdre et du prisme (Cliché IV A). On la rencontre plus généralement en petits grains et en corpuscules de jusqu'à 3-5mm. de diamètre, ou en masses d'apparences spongieuses et de dimensions indéfinies, renfermant de menus grains de tous les autres minéraux, tant métalliques que non-métalliques. Elle est soit contemporaine du quartz, soit moins

ancienne, et représente probablement les parties résiduaire non-combinées du calcaire primitif.

PHOSPHATES

Apatite.—L'apatite est extrêmement rare et on n'a pu l'observer à la loupe qu'en deux endroits où elle s'offrait en menus cristaux et en aiguilles implantés dans les grains de quartz.

ORIGINE DES GISEMENTS

Les gisements de cuivre-or-argent de Phoenix se trouvent dans cette partie d'une zone de métamorphisme de contact qui est caractérisée principalement, au point de vue de sa composition minérale, par l'ample développement de l'épidote et du grenat. Une classification génétique que Weed¹ a dressée des gisements rattache ceux du district de Boundary au type Cananea, à raison de l'importance de la chalcopryrite de leur minerai.

Le calcaire originaire, qui paraît en lambeaux à découvert fragmentaires adjacents aux amas du minerai et en contact avec ceux-ci, de même qu'en masses résiduaire dans les gisements, est comparativement pur et ne contient, sans tenir compte de la silice, que de faibles quantités de fer et d'alumine (voir analyse, p. 36). Le remplacement métasomatique du calcaire par l'épidote et le grenat associés à une petite proportion d'actinolite, de trémolite et de zoïsite, a évidemment été déterminé par l'introduction du fer ferrique, de l'alumine et d'une quantité additionnelle de silice. Le contact du calcaire remplacé et du calcaire primitif est généralement bien marqué, mais des étendues de faible épaisseur indiquent que l'épidote et le grenat se sont développés à des distances considérables du contact réel des massifs principaux du calcaire. La calcite et le quartz sont invariablement associés aux silicates de chaux, et remplissent généralement les espacements des grains de ces silicates.

Les solutions de fer ferrique, d'alumine et de silice dépassaient probablement la température critique (365 degrés et pression

1—Weed W. H. Dépôts de minerai près des contacts ignés. Trans. Inst. Min. Eng. Vol. 33 1902 pp. 716-746.

de 200 atmosphères pour l'eau) et consistaient surtout en vapeur d'eau fortement ionisée.

Une certaine quantité du calcaire se dissolvant s'est combinée avec des quantités correspondantes des ions de matériaux déjà en dissolution, et a donné naissance aux silicates de chaux et fer et de chaux, fer et aluminium, conformément aux lois physico-chimiques. Ce remplacement moléculaire général du calcaire en grandes masses devait aussi avoir pour effet de dégager de grandes quantités de gaz carbonique et d'eaux carbonatées, qui auront fui au-delà de la zone de minéralisation.

La formation de la magnétite est probablement contemporaine de celle de l'épidote, du grenat, etc. On rencontre la magnétite en masses isolées (dont quelques-unes sont importantes comme gisements distincts) à divers étages, particulièrement sur les bords de la zone minéralisée ou à proximité. Quand la formation a été bien avancée, la nature des solutions a quelque peu changé, et la chalcoppyrite, la pyrite et l'hématite ont été injectées et déposées, la circulation générale des solutions, le long des géodes et fractures minuscules, étant originellement guidée par le système de fissures développé à travers la zone entière.

Cette zone de métamorphisme de contact, qui comprend le calcaire cristallin et la zone minéralisée, se caractérise par l'absence de masses intrusives ignées associées, de suffisante importance pour déterminer le métamorphisme de grande portée qui s'est opéré dans le calcaire primitif. Les affleurements les plus rapprochés de granodiorite se produisent à un ou deux milles plus loin, et des sondages d'exploration menés à au moins 1,200 pieds plus bas que la base de la zone de contact n'ont rencontré aucune masse importante de roches ignées.

On a supposé, sans cependant s'appuyer sur aucune preuve directe, que certaines intrusions du batholithe granodioritique que l'on rencontre dans le district, ont été la cause du métamorphisme du calcaire et la source des solutions minérales qui ont métasomatiquement remplacé une superficie tellement considérable de calcaire par les silicates de chaux, et ont été suivies du dépôt des minéraux métalliques.

Si cette hypothèse est exacte, les solutions minérales émises par les masses ignées ont cherché les couches les plus favorables du calcaire qui, à cette époque, auront été ensevelies sous une épaisseur inconnue de roches surjacentes, mais encore situées dans la

zone des fractures. Ces solutions auront ainsi traversé le calcaire dans des directions latérales, et quelquefois dans des directions latérales descendantes, remplacé le calcaire par des silicates de chaux et plus tard déposé le minéral. L'hypothèse paraît être confirmée par le fait que le minéral disparaît graduellement ou brus-

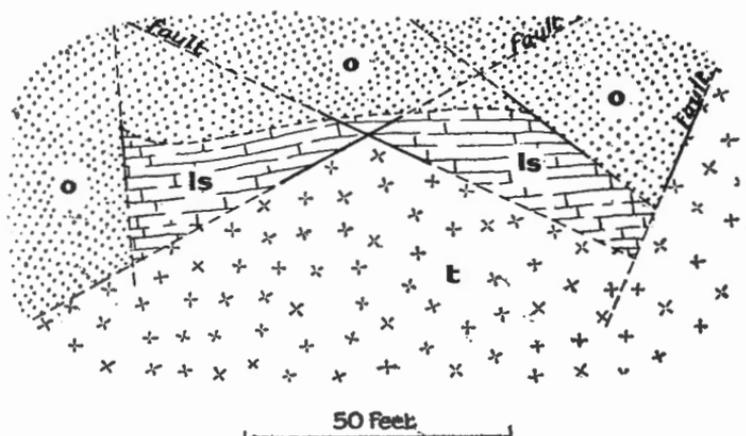


FIG. 7.—Knob Hill-Ironside Mine, 300 ft. level. Tuffs (t), limestone (ls) and ore (o). Ore replacing limestone.

Fig. 7.—Mine Knob Hill-Ironside, niveau 300 pds. Coupe montrant les tufs (t), le calcaire (ls) et le minéral (o). Le minéral remplace le calcaire.

quement en gagnant en profondeur, pour céder place définitivement au calcaire et aux jaspéroïdes. Dans la figure que nous donnons ici (Fig. 7) et aussi dans une précédente (Fig. 6, p. 67), on voit le minéral se terminer au calcaire et aussi aux tufs de la zone de jaspéroïdes, où le calcaire a été complètement remplacé.

La granodiorite, ainsi que l'a remarqué Brock¹ et aussi l'auteur, en traitant de la concession Laxie, près de Phoenix, a été localement remplacée par le grenat, l'épidote et l'actinolite. Cet état de choses peut être dû à une solidification survenue à bonne heure du magma, sur certaines étendues qui ont été plus tard attaquées par les solutions provenant d'intrusions plus récentes, et dont il a été question dans l'hypothèse ci-dessus. Des porphyres syénitiques que l'on croit rattachés aux roches plutoniques de la bathylithe recourent la zone minéralisée et représentent sans doute la phase finale du grand développement de l'intrusion. Des porphyres granitiques et quartzeux ont existé à des niveaux relative-

1—Brock R. W. Rap Som. Com. Geo. du Can. 1902.

ment plus élevés que Phoenix, pendant les premiers stades de l'ère Tertiaire, et une grande partie des sédiments de la formation de Kettle River, surjacents à une portion de la zone de métamorphisme de contact, est composée d'une abondance de roches décomposées des types plus haut mentionnés, mais dont on ne relève aucun affleurement aujourd'hui, dans le voisinage de Phoenix. Ces sédiments peuvent peut-être représenter les intrusions hypothétiques.

Il existe une grande divergence d'opinion parmi les géologues les plus éminents, au sujet de l'origine de cette zone de métamorphisme de contact, dans les formations calcaires. On maintient, d'une part, qu'elle est le résultat du métamorphisme d'un calcaire impur au contact des roches ignées adjacentes, et à proximité, que ce calcaire ait été associé ou non avec une faible proportion de matériaux provenant de ces roches; on soutient, d'autre part, que des matériaux étrangers aux sources ignées se sont introduits dans le calcaire et en ont seuls causé le remplacement métasomatique.¹

D'après la diversité considérable des dépôts et leurs variations dans les zones de contact de cette nature, il semblerait que l'on ne peut faire de généralisations de grande portée, en se basant sur un petit nombre ou même un grand nombre de faits isolés. Dans certains cas, les bandes de calcaire pur sont seules remplacées, tandis que, dans d'autres cas, les bandes impures seules ont subi le développement des silicates de chaux. En outre de la nature de la roche remplacée, la composition du magma de la roche intrusive constitue un facteur important, quant à la diminution comme quant à l'allure de la masse ignée.

Pour ce qui regarde les dépôts de minéral et la zone de métamorphisme de contact de Phoenix, les matériaux étrangers que l'on suppose être dérivés, en grande partie, sinon en totalité, de sources ignées, ont joué le rôle le plus important dans le remplacement du calcaire, de même que dans la formation du minéral.

Le fait qu'il existe une quantité de zones semblables, dans d'autres districts, montre que les dépôts ne se rencontrent pas

1—Kemp, J. F. Dépôts de minéral aux contacts des roches intrusives et des calcaires. *Econ. Geol.* Vol. 2, 1907, pp. 1-13. Lindgren, W. Les relations des dépôts de minéral avec les conditions physiques. *Econ. Geol.* Vol. 2, 1907, pp. 105-127.

Lindgren W. Dépôts de cuivre du district de Clifton Morenci. C. G. E. U. Prof. Paper 43, pp. 160-164.

Barrell J. Effets physiques du métamorphisme de contact. *Amer. Jour. of Science*, Vol. 13, 1903, p.p 279-296.

aux contacts réels entre les roches ignées et les sédimentaires, mais peuvent se trouver à des centaines ou même à des milliers de pieds de ces contacts. A Phoenix toutefois, pareille situation n'existe pas; l'érosion a fait disparaître toutes traces de roches ignées, si ces roches y ont existé originairement associées avec la zone minéralisée, et celle-ci même et les masses de minerai ont considérablement souffert de l'action des mêmes agents.

AGE DES DÉPÔTS

Il est impossible d'assigner aux dépôts une place définitive dans l'échelle des temps géologiques. Si l'avancé hypothétique concernant l'origine du minerai, qui a été l'objet de la discussion dans les paragraphes précédents, comporte la solution exacte du problème, la formation de ce minerai s'est produite à une période subséquente à l'invasion initiale de la bathylithe granodioritique du district, et antérieurement aux dernières phases de l'intrusion de la bathylithe, ainsi que l'indiquent les dykes de porphyre synétiques qui recoupent la zone minéralisée. On ferait dès lors provisoirement remonter l'âge du minerai au Jurassique (?)

AVENIR DE LA COLONIE MINIÈRE DE PHOENIX

Le travail d'exploration et de développement exécuté sur les différents dépôts, et généralement dans la zone minéralisée, a été de nature à établir d'une manière presque concluante que tous les grands gisements ont été déterminés et que leur puissance et leur importance ont été approximativement évaluées. Des travaux additionnels plus circonscrits, tels des forages à la sonde à diamant à des intervalles plus rapprochés, peuvent mener à la découverte de dépôts plus petits et plus ou moins isolés, qui pourraient être exploités avec avantage. Il est également possible qu'avant l'épuisement des principaux dépôts de minerai, d'autres événements se produisent qui permettraient l'extraction des masses de plus basse teneur, non considérées aujourd'hui comme constituant du minerai, sur une base commerciale. S'il en était ainsi, l'existence de la colonie minière serait prolongée pendant une période de temps que l'on ne peut apprécier à première vue, en ce moment.

CHAPITRE VI

DESCRIPTION DÉTAILLÉE DES MINES

THE GRANBY CONSOLIDATED MINING, SMELTING, AND POWER
COMPANY LIMITED

INTRODUCTION

Emplacement.—Les mines de la Granby Consolidated sont situées dans la cité de Phœnix, ou lui sont adjacentes. La Compagnie possède 43 concessions et fractions de concessions d'une étendue totale de 1,050 acres, et dont 14 se développent soit entièrement, soit partiellement sur la zone minéralisée. Celles-ci sont l'Old Ironsides, la Knob Hill, la Victoria, l'Ætna, la Grey Eagle, une fraction de l'Ætna, la Missing Link, la Gold Drop, une fraction de la Gold Drop, la Monarch, la Curlew, la Phœnix, la Fourth of July et la Gilt Edge. (Fig. 4, p. 60)

Historique.—Les concessions les mieux connues sont l'Old Ironsides et la Knob Hill, qui ont été d'abord exploitées sous les auspices de deux Compagnies financièrement associées, l'Old Ironsides Gold Mining Company Ltd, et la Knob Hill Gold Mining Company Ltd. A celles-ci s'adjoignit la Granby Consolidated Mining and Smelting Company Ltd., et les trois formèrent l'association connue sous le nom de Miner-Graves Syndicate. Cette dernière Compagnie a construit une fonderie à Grand Forks, sur la fourche nord de la rivière Kettle, à environ 24 milles de Phœnix, pour le traitement du minerai des mines que l'on vient de mentionner. Des travaux systématiques de développement ont été commencés aux mines durant l'hiver de 1895, et le 10 juillet, 1900, le premier chargement de minerai, comprenant 300 tonnes, était expédié à la fonderie. Le premier fourneau fut allumé le 21 août de cette année et, depuis cette date jusqu'à aujourd'hui, sauf pendant une courte période de la fin de 1907, les mines et la fonderie n'ont cessé d'être en activité.

En 1901, les compagnies ci-haut mentionnées se fusionnèrent avec la Grey Eagle Gold Mining Company, Limited, pour former

la Granby Consolidated Mining Smelting and Power Company Limited, au capital de \$15,000,000. Les propriétés de la nouvelle association consistaient alors en 11 concessions et fractions de concessions à Phoenix, la fonderie, l'atelier de réduction et l'usine de l'énergie motrice. Depuis cette époque, ces propriétés ont augmenté à Phoenix, l'addition la plus importante étant apportée par la mine Monarch acquise en 1904, le groupe Gold Drop, acquis en 1905 et la mine Curlew acquise en 1907. La fonderie a aussi été agrandie et sa capacité portée, de 600 tonnes qu'elle était en 1901, à de 4,000 à 4,500 tonnes en 1904. Les mines emploient environ 450 hommes et la fonderie 350.

Production.—La production totale des mines Granby, jusqu'au 1er juillet 1910, avait été de 6,263,091 tonnes. On a en outre traité 214,544 tonnes de minerai étranger et 13,514 tonnes de matte étrangère avec le minerai de Granby, soit un total de 6,491,149 tonnes.

Les rendements en métaux et valeurs de ce minerai ont été comme suit:

Or, 401,280 onces.....	\$ 8,025,662.22
Argent, 2,690,055 onces.....	1,533,555.36
Cuivre, 161,071,120 livres.....	23,203,005.46
	<hr/>
	\$32,762,223.04

Minerai en réserve.—Dans le dernier rapport annuel de la Compagnie, M. O. B. Smith, surintendant de la Granby Consolidated Mines, déclare que le volume mesuré du minerai, au mois d'octobre 1910, comportait 6,429,169 tonnes, dont on calcule pouvoir extraire 90 pour cent. Les teneurs moyennes sont: cuivre, 1.25 pour cent, or, 0.043 onces et argent, 0.25 onces, par tonne.

Dividendes.—Des dividendes ont été déclarés de temps à autre, durant les dernières sept années, le premier en décembre 1903, et le dernier en décembre 1910. La somme totale payée aux actionnaires s'est élevée à \$3,928,630.

Outillage et transport.—Le maniement du minerai des mines se fait à Phoenix au moyen de quatre chantiers séparés, qui sont les tunnels Nos 2 et 3 et le puits Victoria, pour la mine Knob Hill Ironsides (Planche 1, frontispice), et le tunnel Curlew pour les mines Curlew, Gold Drop et Monarch. Chaque unité est munie de bocards

et de bennes. A l'exception du tunnel No 2 où le minerai est directement déversé dans les bennes, on se sert de transbordeurs à courroies entre les bocards et les bennes. La capacité globale est d'environ 600 tonnes à l'heure.

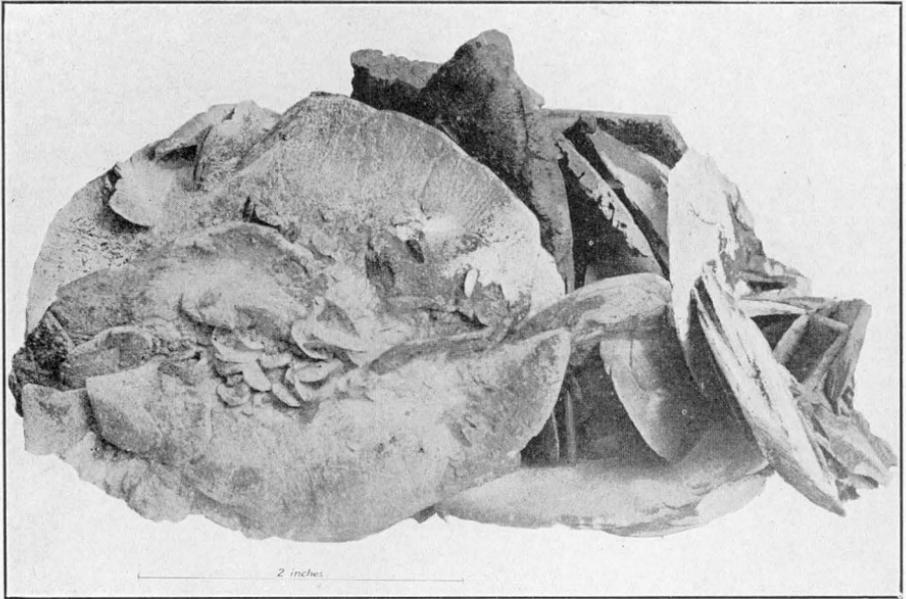
Le tunnel No 3 se raccorde au chemin de fer Great Northern et le Curlew au Canadien du Pacifique; le tunnel No 2 et le puits Victoria se rattachent à ces deux chemins de fer à la fois. La régularité des transports est ainsi assurée dans le cas d'accidents, soit dans les chantiers, soit sur les chemins de fer. Le minerai est expédié à la fonderie dans des wagons d'une capacité de 30, 40 et 50 tonnes.

On se sert partout de l'électricité pour la force motrice et pour la lumière. Les lignes qui transmettent l'énergie à haute tension de la West Kootenay Water and Power Company et de la British Columbia Construction and Distributing Company peuvent fournir 7,000 ch. v. à Greenwood. Ces lignes sont doubles, ce qui garantit une énergie permanente. L'air comprimé est fourni par deux compresseurs à double expansion, de 60 perforatrices.

Méthodes d'extraction.—Les méthodes d'extraction ont été modifiées suivant que les gisements ont été plus développés et que leur puissance, leur allure et leur nature ont été mieux comprises. Pour miner le long des affleurements du minerai, on adopte le système de grandes carrières à ciel ouvert ou "glory holes" et, souterrainement, on se sert du système des galeries et des puits. Le boisage des excavations a été depuis longtemps abandonné comme impraticable, et la méthode des piliers et chambres est exclusivement en usage pour tout le minerai au-dessous des niveaux des "glory holes". On mène généralement deux galeries ou plus en suivant la direction du gisement. De celles-ci, des plans inclinés secondaires sont menés tous les 45 pieds, à angle de 45 degrés, de manière à raccorder les unes avec les autres, à 30 et 60 pieds, de même qu'avec la galerie de niveau au-dessus. La dimension des piliers et leur nombre dépendent de la nature du terrain traversé.¹ Le travail préliminaire de prospection se fait au moyen de la sonde à diamant et on le maintient en bonne avance sur les travaux de développement réguliers.

Développement général.—Le développement total des mines de Granby, jusqu'à la fin de 1909, dans les tunnels, les galeries

1—Campbell C. M. Granby Mining Methods. Jour. Can. Min. Inst., Vol. XI, 1908, pp. 392-406.



(a) Druse de calcite.



(b) Mine de Knob Hill-Ironside : extrémité nord du principal "glory hole"

et les travers-bancs, représente 73,679 pieds (linéaires) et le travail se poursuit à raison de 1,000 pieds environ par mois. La longueur totale des trous de la sonde à diamant atteignait à la même date 43,684 pieds.

Composition du minerai.—Une analyse de moyenne du minerai de Granby donne les proportions suivantes:¹

SiO ₂	35
Fe	13
CaO	17
Al ₂ O ₃	8
MgO	3
Cuivre	1.2 à 1.6

La chalcopirite est le seul minéral cuprifère et contient également toutes les valeurs en or et en argent.

Haut fourneau de Granby.—² Le haut fourneau à Grand Forks consiste en huit fourneaux coulants pouvant traiter de 4,000 à 4,500 tonnes par jour et 13 creusets de réduction d'une capacité annuelle totale d'environ 36,000,000 livres de cuivre noir. La charge moyenne de coke avec le minerai est d'environ 12½ pour cent. On recueille régulièrement environ 85 pour cent des valeurs, le pourcentage du cuivre perdu dans les scories variant de 0.2 à 0.25 pour cent. La matte porte actuellement de 35 à 40 pour cent de cuivre, que l'on convertit en cuivre pur, dans le rapport de 99 à cent, et qui contient toutes les valeurs en or et en argent. On le coule en barres de 220 livres que l'on expédie à New-York où il est raffiné.

MINE KNOB HILL-IRONSIDES

Emplacement.—La mine Knob Hill-Ironsidés est située dans les limites et au sud de la ville de Phoenix et comprend dans ses chantiers un groupe de 5 concessions, nommément la Knob Hill, l'Old Ironsidés, la Victoria, l'Ætna et la Grey Eagle (Fig. 4, p. 60).

1—Lathe F. E. Développements récents au haut fourneau de Granby. Jour. Can. Min. Inst. vol. XIII 1910, p. 280.

2—Lathe, F. E. Développements récents au haut fourneau de Granby, Journ. Can. Min. Inst. vol. XIII, pp. 273-287.

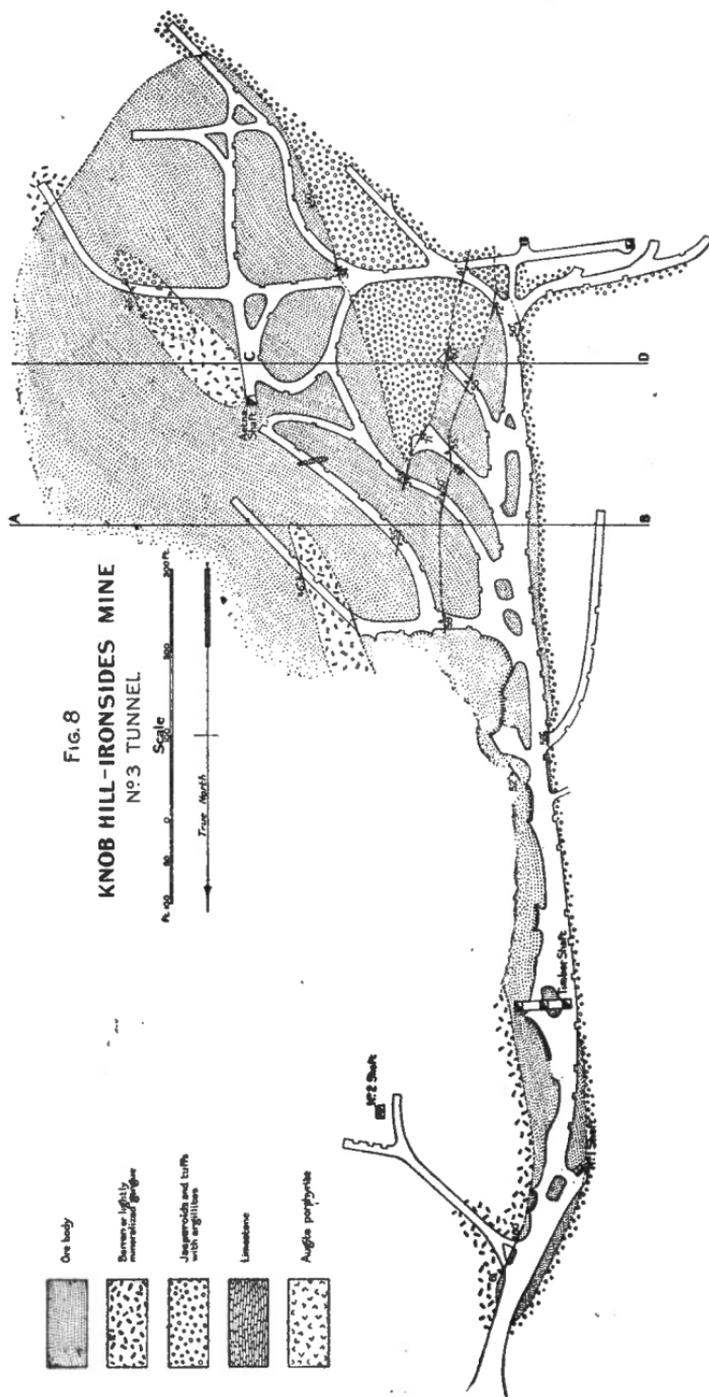


Fig. 8.—Mine Knob Hill-Ironsides, galerie No 3.

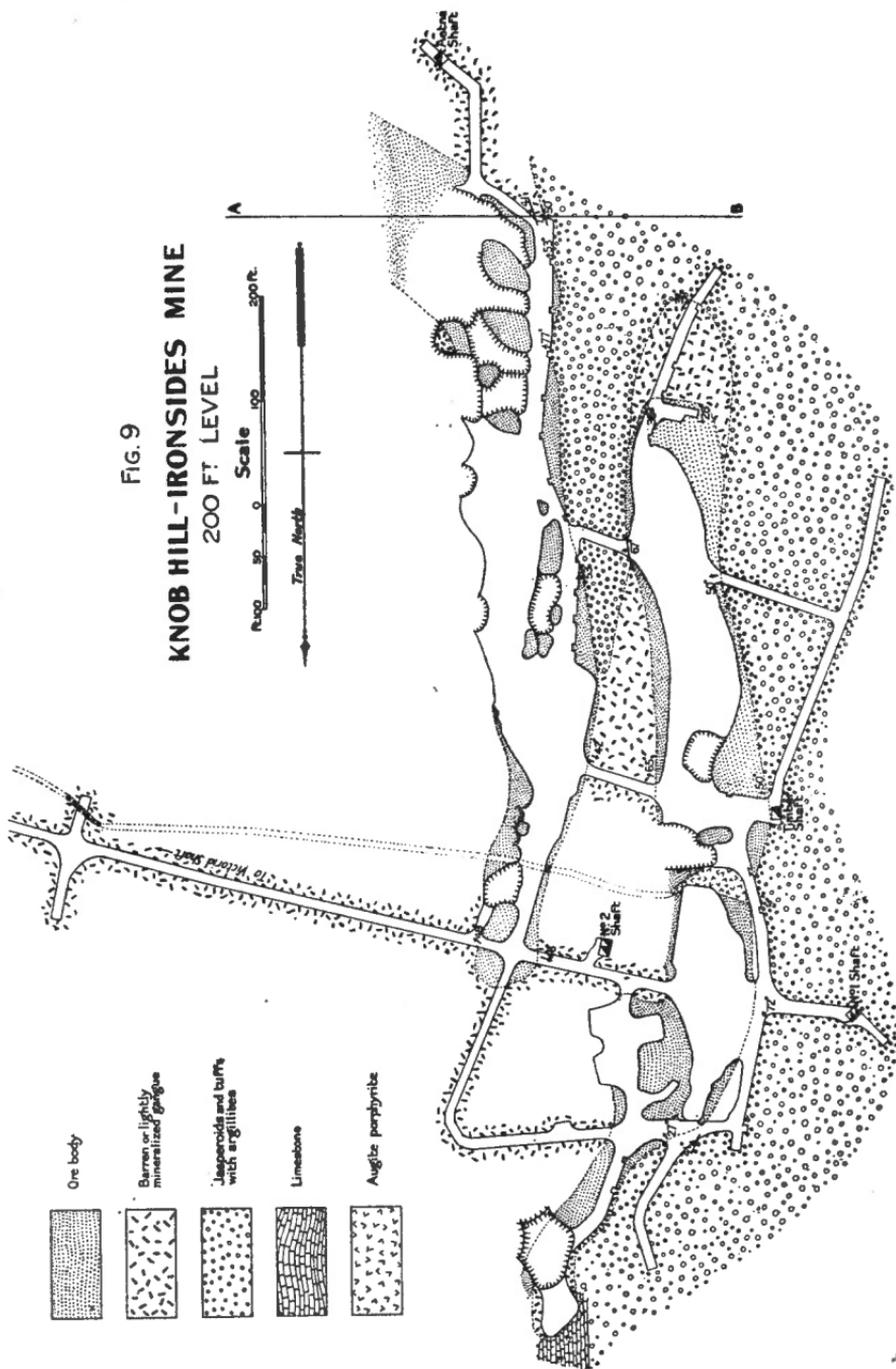


Fig. 9—Mine Knob Hill-Ironsidés, niveau 200 pds.

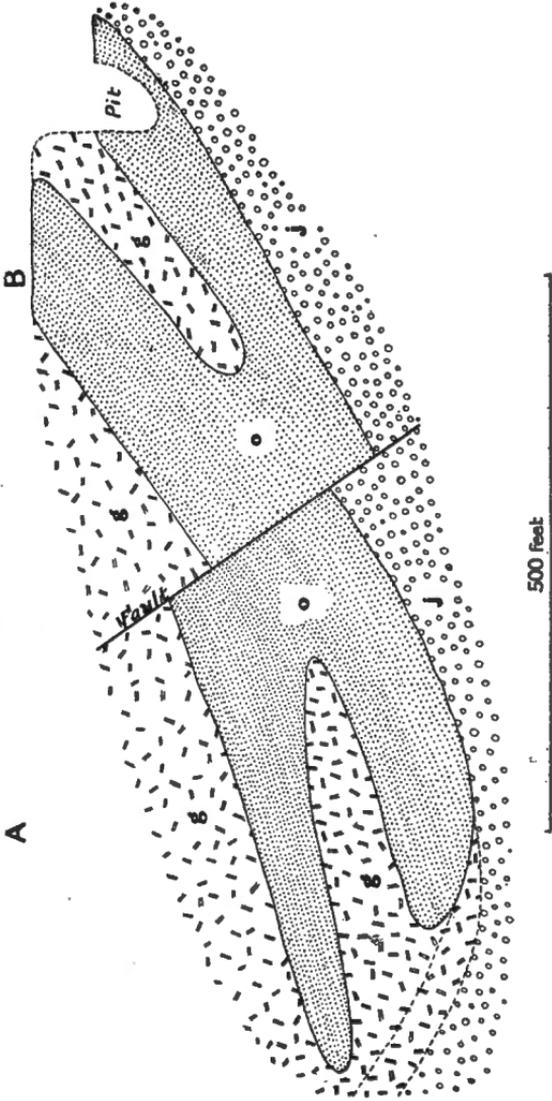


Fig. 10.—Section B-A across ore bodies.

Knob Hill-Ironside Mine.

Ore (o), gangue (g), jasperoids, and tuffs (j).

Fig. 10.—Mine Knob Hill-Ironside. Coupe transversale B-A des gîtes de mineral. Mineral (h), gangue (g), jasperoïdes et tufs (j).

Développement et outillage.—La mine est développée au moyen d'une série de "glory holes", le long de l'affleurement du gisement, (Planche 1, frontispice et Planche IVB) et de six galeries de niveau dont les trois premières sont les tunnels Nos 1, 2 et 3 percés dans la direction du gisement, et dont les trois dernières, menées aux niveaux de 200, 300 et 400 pieds se raccordent à la surface, au moyen de puits. Le puits Victoria est un plan incliné à trois compartiments, raccordés aux galeries de niveau inférieures. Tout le mi-

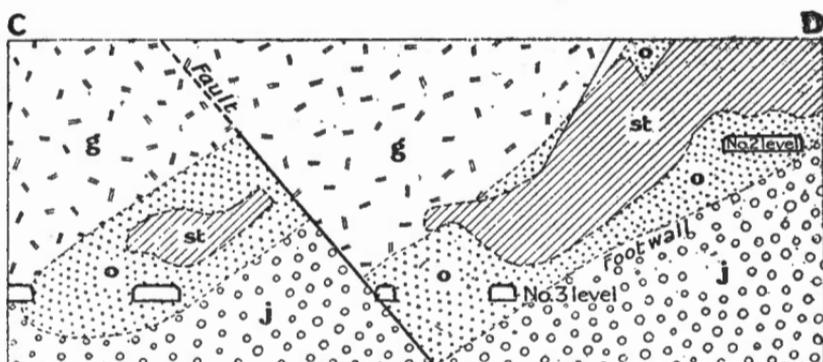


Fig. 11.—Mine Knob Hill-Ironstones. Coupe transversale D-C des gîtes de minéral. Minéral (o), gangue (g), jaspéroïdes et tufs (j), chambres d'abatage (st).

nerai au-dessous du niveau du tunnel No 3 est transporté à un caissons en dessous des niveaux de 300 et 400 pieds, et remonté par ce puits dans des traîneaux de 5 tonnes. On enlève ainsi environ 1000 tonnes en moyenne par 8 heures de remontage. Le tunnel No 1 a été abandonné comme avenue de sortie et tout le minéral extrait, entre la surface et le tunnel No 2, est ramené à ce dernier tunnel. Le tunnel No 4 se trouve au niveau de 300 pieds, mais ne sert qu'à certaines fins particulières. Le puits No 2 se prolonge jusqu'à la galerie du niveau de 400 pieds et on l'utilise principalement pour le transport de l'acier, etc., aux niveaux inférieurs.

On fait partout le montage au moyen de l'électricité. Les wagonnets construits en acier ou en bois ont une capacité variant de 3 à 10 tonnes.

Ils sont pourvus de fonds mobiles à bascule, dans les galeries de niveau, et se déchargent automatiquement par les côtés, dans

les galeries des niveaux de 300 et 400 pieds. Les trains sont ordinairement composés de huit wagonnets.

Relation géologique et nature des gisements.—Le principal gisement affleure sur les concessions Knob Hill et Old Ironsides; dans son prolongement en profondeur vers l'est, il traverse les concessions Victoria et Ætna. Il varie en composition et consiste en deux veines qui se confondent vers leurs parties centrales. (Fig. 8 et 10). Le long de l'affleurement, ces veines paraissent être deux gisements séparés par une épaisseur variable de gangues rocheuses. La veine de l'ouest a une longueur d'au moins 2,500 pieds, une épaisseur de 40 à 125 pieds, et une largeur de 370 à plus de 900 pieds. (Fig. 10 et 11, pp. 84 et 85).

La veine orientale n'est pas apparemment aussi longue, mais elle n'a guère moins de largeur et d'épaisseur. L'épaisseur collective des deux veines, à leur point de jonction, est d'environ 187 pieds (Fig. 10 p. 84). Dans son prolongement méridional, ce gisement complexe paraît se diviser en forme de fuseaux ou coins secondaires de minerai, (Fig. 5, p. 66), séparés qu'ils sont par des fuseaux complémentaires de gangues rocheuses presque stériles. La même situation existe à l'est du gisement principal, où l'on a trouvé, au même niveau à peu près que le tunnel No 3, une zone horizontale, partiellement composée de minerai exploitable. L'orientation générale de l'affleurement du gisement est N. 10 degrés E., avec des plongements à l'est variant de 45 à 60 degrés. Le prolongement se fait moins accentué en gagnant en profondeur, et aux niveaux inférieurs, il est d'une moyenne de 15 à 30 degrés. L'inclinaison générale du gisement est d'environ 18 degrés vers le nord-est. L'étendue verticale du gisement de l'extrémité sud, du "glory hole" principal au plus bas niveau des chantiers, est de 675 pieds.

Le gîte repose dans une dépression en forme de bassin, dont la base est principalement formée des roches de la zone de jaspéroïdes de la formation Brooklyn, de certaines étendues locales du calcaire Brooklyn (Fig. 9, p. 83), et des roches siliceuses du groupe Knob Hill. Ce sont, cependant, surtout les jaspéroïdes qui forment le mur de structure (Fig 8 et 9), et le gisement est généralement en contact étroit avec ces jaspéroïdes, si ce n'est en certains endroits où des bandes de la gangue rocheuse, de quelques pouces à cent pieds et plus en largeur, interviennent et (Fig. 9, p. 83) développent ainsi un mur commercial. A l'extrémité nord du gisement occidental la roche adjacente au minerai est un calcaire cristallin siliceux,

qui s'étend à partir de la galerie du niveau de 200 pieds jusqu'en dessous de celle du niveau de 400 pieds (Fig. 9, p. 83).

Le toit est purement commercial et le minerai s'en transforme insensiblement en gangue stérile, ou se voit brusquement intercepté par une fissure remplie d'une pâte de matériaux décomposés (Fig. 9, p. 83).

Système de fissure.—Un système compliqué de fissures "slips" parcourt, dans toutes les directions, les gisements et les roches adjacentes et y plonge à tous les angles. Les principales de ces fissures tendent à conserver une orientation vers le nord, tout en plongeant parfois, soit à l'est, soit à l'ouest (Fig. 8, p. 82). Elles varient en dimension; les unes ont des centaines de pieds de longueur et d'autres sont microscopiques. Leur influence a été des plus importantes sur le dépôt du minerai, dès qu'elles ont constitué un système compliqué et rétifforme de canaux favorables à l'invasion des solutions chargées de ce minerai, et qui en ont permis la distribution uniforme si caractéristique de ce dépôt. Plusieurs des fissures ont été remplies de minerai et de bandes de quartz et calcite, et c'est un fait remarquable que, par endroits, le minerai qui leur est adjacent soit de plus haute teneur que la moyenne. Quelques-unes des fissures sont demeurées ouvertes, et de grandes et belles druses de calcite se sont formées le long de leurs parois (Planche IV A). Aucun déplacement remarquable n'accompagne le système de fissure, si ce n'est le long de la fissure majeure qui traverse le gisement et dont la projection varie de zéro à 120 pieds. L'orientation de cette faille est N. 12 degrés E et le plongement moyen de 55 degrés à l'ouest (Fig. 8, 10 et 11).

Roches ignées.—Les gisements sont recoupés par des dykes de porphyre alcalin syénitique (pulaskite) et de porphyrite augitique de l'ère Tertiaire. On ne trouve aucun de ces dykes au-dessus de la galerie de niveau No 3, dans les chantiers souterrains. Ils deviennent plus nombreux en gagnant en profondeur. Il n'a pas été possible d'en suivre la marche d'une manière continue sur une distance quelconque, sauf dans un cas où un dyke de porphyrite augitique qui se rencontre dans la galerie du niveau de 200 pieds (Fig. 9, p. 83), persiste apparemment, à partir de derrière le mur jusqu'à un travers-banc, près du puits Victoria. Les dykes ont été considérablement altérés par l'effet de la tension et de la contraction, ainsi que par le développement de minéraux secondaires. D'étroites

veinules de calcite et de pyrite duvetée remplissent quelques-uns des plans les plus considérables.

Nature du minerai.—Le minerai consiste en chalcopryrite, qui associée à la pyrite et à l'hématite, en grains et agrégats granulaires, est finement et uniformément distribuée dans une gangue presque exclusivement composée de grenat, épidote, calcite, quartz, et chlorite. La pyrite se montre ordinairement en petits grains, filaments et cristaux, et l'hématite (spécularite) en agrégats lamellés. La magnétite s'offre par intervalles dans le gisement en masses et veines irrégulières de différentes dimensions mais de peu d'importance relative.

Le minerai paraît sous forme de bandes à la surface de la zone et à différents endroits, dans quelques-unes des excavations inférieures. Adjacent au calcaire, il offre généralement une plus grande proportion de calcite formée en gangue minérale, ainsi qu'une augmentation remarquable de son contenu en pyrite. Parfois, de minces bandes de minerai siliceux pyriteux se développent le long du mur, ou à proximité. Des veines et des poches de chalcopryrite plus massive et de plus haute teneur se rencontrent fréquemment, mais elles sont de faible dimension et de peu d'importance relative. La teneur moyenne du minerai est comme suit: cuivre 1.25 pour cent, or, 0.04 onces et argent 0.3 à la tonne. Les valeurs sont toutes renfermées dans la chalcopryrite. Le long de l'affleurement, le minerai a souffert de la lixiviation des eaux oxygénées, qui, par endroits, n'ont produit, jusqu'à des profondeurs variables, qu'un minerai de basse teneur n'offrant pas trace d'enrichissement secondaire appréciable aux niveaux inférieurs.

LA MINE GOLD DROP

Emplacement.—La mine Gold Drop est située sur la rampe orientale de la chaîne Knob Hill, à environ un mille de la mine Knob Hill-Ironside. Elle touche à la Rawhide et à la Monarch, au sud, et à la Snowshoe, à l'est (Fig. 4, p. 60).

Développement et outillage.—La mine est développée au moyen de trois "glory holes", le long de l'affleurement du gisement et par la galerie de niveau No 3 et les tunnels de niveau menés suivant le prolongement du gisement (Planche V). Le tunnel No 3, ou la galerie de niveau Monarch, avec ses cinq galeries parallèles de l'est, par-

tage le gisement en blocs de forme oblongue. La galerie Monarch est la principale avenue de halage et se rattache, près de son extrémité sud, par un plan incliné secondaire, avec la mine Monarch. Près de son extrémité nord, un autre plan incliné secondaire de grande longueur rattache la mine avec le tunnel Curlew. Tout le minerai extrait de la Monarch, de la Gold Drop et de la Gold Drop No 1, est descendu par le plan incliné secondaire Curlew et halé à travers le tunnel Curlew, jusqu'au terminus, sur le chemin de fer Canadien du Pacifique. On se sert partout de l'électricité pour effectuer le halage.

Relations géologiques et nature du gisement—On ne développe, dans la mine Gold Drop, qu'une partie d'un gisement étendu et pratiquement continu, qui affleure sur la concession Gold Drop, dévie en plongeant, pour traverser la Rawhide et la Curlew, et se

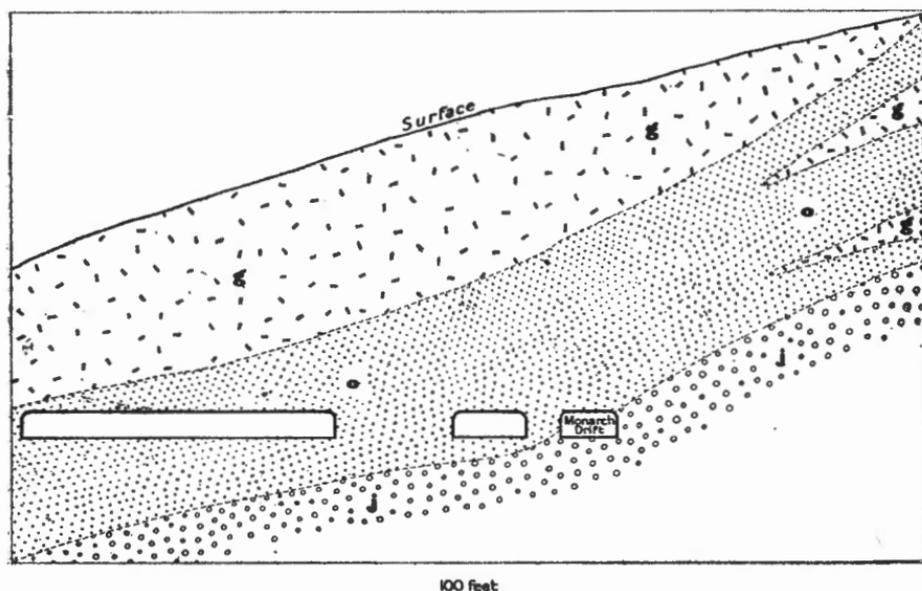


FIG. 12.—Gold Drop Mine, No. 3 level.
Showing portion of ore body.
Ore (o), gangue (g), and jasperoid (j).

Fig. 12.—Mine Gold Drop, niveau No 3, montrant une partie du gisement. Minerai (o), gangue (g), et jaspéroïdes (j).

termine sur la concession Snowshoe. Une vue d'ensemble du gisement le montre sur un plan horizontal en forme de croissant comprimé, dont les cornes orientées vers le nord sont brisées par la survenance du gisement détaché de la Gold Drop No 1, et par le

gisement nord de la Snowshoe. Il repose sur un fond de jaspéroïdes, dans la Gold Drop proprement dite; il est absolument dépourvu d'intrusions Tertiaires ou de restes du calcaire de la Brooklyn. Le gisement de la Gold Drop proprement dite se développe dans la partie sud-est de la concession Gold Drop et la partie nord-est de la concession Monarch. L'orientation varie de N. 13° E. à N. 32° E., avec un plongement vers l'est, d'environ 40 degrés en moyenne, mais qui s'affaiblit jusqu'à 25 degrés, en dessous du niveau de la galerie de niveau de la Monarch. Au nord-ouest des galeries, le mur se redresse à 70 degrés sous la poussée d'une masse fusiforme de jaspéroïde, qui se fraye chemin jusqu'à la surface et divise localement le gisement en deux fourches. Le toit est commercial, de même que certaines parties du mur et le minerai profitable est généralement circonscrit par des fissures plus ou moins bien marquées (slips). L'inclinaison générale du gisement au nord et au nord-est, est de 7 degrés.

La longueur connue du gisement dans le sens des galeries de la Monarch, est d'environ 750 pieds et sa largeur d'environ 135 pieds, jusqu'aux limites de la concession. L'épaisseur est probablement de 30 pieds en moyenne; les carottes de la sonde à diamant indiquent des profondeurs de 7 à 55 pieds (Fig. 12, p. 89).

Le système de fissure commun à tous les gisements est ici bien développé. Le gisement n'est pas partout uniforme, dans son contenu métallique, et en plusieurs endroits de la mine paraissent les étendues fusiformes ou cunéiformes des minéraux des gangues que, suivant leur dimension ou leur situation, on mine ou en abandonne dans l'état où elles sont.

Nature du minerai.—En général, le minerai ne varie pas des types ordinaires au point de vue de la gangue ou des minéraux métalliques. Les valeurs, telles que déterminées d'après les analyses des carottes de la sonde, représentent de 1.12 à 3.2 pour cent, en cuivre, de 0.2 à 0.7 onces, en or, et de 0.2 à 0.6 onces en argent par tonne.

MINE GOLD DROP NO 1

Emplacement.—La mine est située dans la partie nord-est de la concession Gold Drop, à environ 600 pieds au nord de la mine Gold Drop.

Développement.—Elle a été ouverte au moyen d'un tunnel et

de deux travers-bancs qui ont délimité le gisement dans toutes les directions, à ce niveau. Le tunnel est au même niveau que la galerie Monarch de la Gold Drop et se rattache à la glissoire Curley par voie ferrée et trolley.

Ensemble du gisement.—Le gisement est comparativement de faible puissance et de forme elliptique; sa longueur est de 300 pieds, sa largeur de 90 et son épaisseur de 25. Il repose dans un bassin plutôt plat, dont le lit est composé des roches de la zone de jaspé-roides et en partie de calcaire cristallin quartzeux. La lave du groupe volcanique Midway le recouvre partiellement. Le minerai est de teneur moyenne.

MINE CURLEW

Emplacement.—La mine Curlew est située sur une fraction de la concession du même nom, entre la Rawhide et la Snowshoe (Fig. 4, p. 60). On extrait le minerai au moyen de plans inclinés secondaires partant du tunnel Curlew.

Gisement.—Le gisement n'est qu'un morcellement triangulaire du gisement principal, qui s'étend de la Gold Drop à la Snowshoe, via la concession Rawhide. Il a environ 200 pieds en longueur et jusqu'à 180 pieds en largeur, sur une épaisseur moyenne d'environ 25 pieds. Il plonge vers le nord, dans la Snowshoe, à angle d'environ 35 degrés; les roches du mur sont les mêmes que celles de la zone de jaspéroïdes.

MINE MONARCH

Emplacement et développement.—La mine Monarch originaire est située dans le quart nord-ouest de la concession de ce nom et on l'a ouverte au moyen d'un plan incliné à deux compartiments d'une profondeur de 100 pieds, et d'un faible développement de galeries menées sur ce niveau.

En 1909, on a découvert un important gisement n'affleurant pas à la surface, en sondant à quelque distance à l'est du puits. On l'a développé au moyen d'un tunnel communiquant avec les vieux chantiers du puits. Un plan incliné secondaire, mené à partir des galeries de la mine Gold Drop jusqu'au tunnel principal de la Monarch, permet le halage du minerai jusqu'au terminus Curlew.

Nature des gisements.—Dans le voisinage du puits, une tranchée

à ciel ouvert peu profonde met à découvert une étendue de la zone minéralisée, dans laquelle se montrent d'étroites bandes de magnétite associée à la chalcopryrite et à la pyrite, ainsi que des veinules des sulfures associés à l'hématite (spécularite). La gangue est en grande partie formée d'épidote et d'une calcite grise cristallisée. Des bandes de magnétite s'intercalent souvent dans la calcite et en contiennent des inclusions. Le minerai qui se présente en bandes varie en épaisseur de 18 pouces à 3 pieds. Le long du côté ouest de la tranchée, il apparaît fort désagrégé et une oxydation considérable affecte les sulfures. La même situation existe généralement dans les vieux chantiers souterrains et l'on n'a pas déterminé de terrain métallifère suffisamment étendu pour constituer un gîte de quelque dimension.

Le principal gîte, à l'est du puits foncé sur les chantiers actuels, dessine grossièrement un cercle d'un diamètre d'environ 140 pieds et a une épaisseur moyenne de 30 pieds. Il est plutôt uni et plonge à angle bas vers le sud-est.

Nature du minerai.—Le minerai est en grande proportion composé de magnétite et sa teneur est de 1.17 pour cent, en cuivre, de 0.03 onces en or et de 0.4 onces en argent, à la tonne. Le gisement est le plus considérable de ce type qui ait été jusqu'ici découvert à Phoenix.

MINE GREY EAGLE

Emplacement.—La mine Grey Eagle est située au sud de la mine Knob Hill-Ironstones et touche à la War Eagle du groupe absorbé par le fusionnement des Compagnies de Phoenix.

Développement.—Le gisement a été prospecté au moyen de la sonde à diamant et développé par des tranchées à ciel ouvert ou le râclage, qui ont exposé à la vue une masse de magnétite de 30 pieds d'épaisseur, par endroits, sur une superficie de plus de 4,000 pieds carrés. Ce gisement repose dans un bassin peu profond, dont le fond plat est composé des roches de la zone des jaspéroïdes.

Nature du minerai.—Le minerai est une magnétite massive compacte, qui contient des grains disséminés et des cristaux de pyrite associés à de petites quantités de chalcopryrite. Le grenat se montre en masses et en cristaux empâtés dans le minerai. Par suite de la dimension comparativement faible et de l'emplacement du gisement,

et à raison de son infime teneur en cuivre, on n'a pas considéré qu'il fut possible de faire l'extraction du dépôt, du moins à l'heure qu'il est.

CONCESSION GILT EDGE

La concession Gilt Edge est située au nord de Phoenix, à la tête de la coulée Deadman. Le travail d'exploration qui a consisté en un puits peu profond, une certaine étendue de tranchées, et quelques forures à la sonde à diamant, n'a amené la découverte d'aucun gisement exploitable.

La zone minéralisée, telle qu'elle paraît à la vue, comprend une aire superficielle peu considérable. Elle est interrompue, à l'ouest, par une intrusion de porphyrite augitique, tandis qu'à l'est elle est sousjacent aux sédiments Tertiaires et aux laves. Le drift la recouvre vers le nord, dans la coulée Deadman. Il serait peut-être opportun de faire l'essai du terrain, à l'est, dans les limites circonscrites par les roches Tertiaires, mais la disposition structurale des couches offre peu d'espoir d'y découvrir quelque gisement de grande étendue.

PERSPECTIVE POUR L'AVENIR

La grande superficie de la zone minéralisée que comprennent les propriétés Granby a maintenant été prospectée au moyen de nombreuses forures à la sonde à diamant, et les gisements ont été développés par des travaux souterrains extensivement poursuivis.

Le travail, dans l'ensemble, a été exécuté d'une manière tellement systématique, qu'il n'est pas douteux que tous les gisements d'importance, dans les limites du domaine de la Compagnie, ont été découverts. Il est certain que le futur développement des mines, joint à la prospection poursuivie avec la sonde à diamant, à des intervalles plus rapprochés, élargira par endroits les limites des gisements connus aujourd'hui, et l'on découvrira peut-être, dans le territoire adjacent, de petits gisements situés de telle façon que l'exploitation puisse s'en faire avec peu d'œuvres mortes additionnelles. Les bandes de la gangue des roches minéralisées, entre les gisements, devraient être soumises à l'essai, au moyen de sondages effectués dans les directions horizontales et verticales, dans le but de découvrir de petits gisements ou des côtes de minerai. En de-

hors de la superficie qu'occupent les gisements principaux, on rencontrera indubitablement de petits gisements situés de telle manière que leur exploitation n'en peut être actuellement profitable.

The Consolidated Mining and Smelting Company of Canada Limited

INTRODUCTION

Historique.—Cette compagnie a été en opération à Phoenix depuis 1906, alors qu'elle a pris à bail le groupe Snowshoe, puis acheté un groupe de 11 concessions situées au sud des propriétés Granby et connues sous le nom de Phoenix Amalgated.

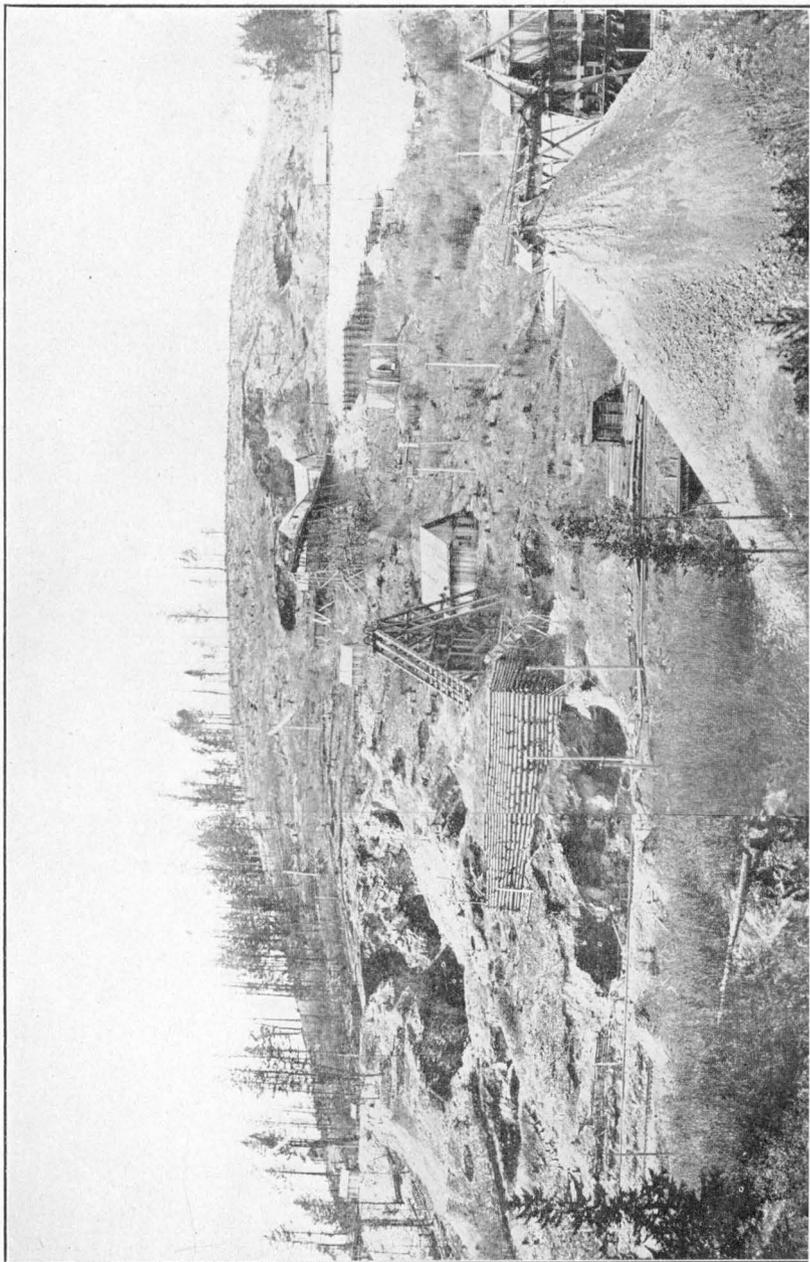
Le groupe Snowshoe comprend la Snowshoe, la Phoenix, la Fairplay et des fractions de l'Alma. Le terrain qu'il embrasse fut d'abord jalonné par G. W. Runberger en 1891, mais la concession fut périmée. Elle fut déterminée de nouveau, en 1893, par Dengler et Gibbs qui la cédèrent à P. Clark de Spokane, en 1899, elle devient la propriété de la British Columbia, Rossland and Slocan Syndicate of London, et, en 1901, après des travaux comportant environ 5000 pieds d'excavation, la Snowshoe Gold and Copper Company Limited, de Londres, en acquit la propriété qu'elle détient encore. En 1906, la Snowshoe a été louée à la Canadian Consolidated, qui l'a exploitée depuis.

Production.—D'après le dernier rapport annuel de la Canadian Consolidated, la production totale de la Snowshoe s'élevait au 1er juillet 1910 à 520,092 tonnes de minerai d'une teneur de 12,750,718 livres en cuivre, de 35,993 onces en or et de 137,978 onces en argent, soit une valeur brute de \$2,913,361.

La War Eagle, de la Phoenix Amalgamated, n'a fait que des expéditions d'essai s'élevant à 249 tonnes, dont le rendement a été de 2,214 livres de cuivre, 7 onces d'or et 44 onces d'argent, d'une valeur brute de \$451. Le minerai est expédié, par le chemin de fer Canadien du Pacifique, à la fonderie de Trail.

MINE SNOWSHOE

Emplacement.—La mine Snowshoe est située à l'est de Phoenix; elle touche à la mine Gold Drop, à l'ouest, et à la Rawhide et à la Curlew, au sud. Les quatre propriétés font pratiquement partie du même gisement.



Mine Gold Drop et Snowshoe.

Développement.—La mine a été ouverte, sur l'affleurement, au moyen de six tranchées à ciel ouvert et "glory holes" ou carrières, et, souterrainement, au moyen de trois tunnels et deux puits, en outre d'un système subordonné de galeries, plans inclinés secondaires et travers-bancs. On a excavé plus de 10,000 pieds (linéaires) au cours de ce développement du gisement. Le tunnel principal traverse le gîte et pénètre dans la roche du mur; la galerie principale s'en détache à angles droits et se raccorde au puits principal et aux chantiers supérieurs, à l'extrémité nord de la mine (Fig. 13, p. 96). Le puits principal (un plan incliné à trois compartiments) croise la principale galerie de niveau, à 97 pieds au-dessous du cuvelage, la deuxième galerie de niveau, à 197 pieds, et la troisième, à 212 pieds. On ne s'en servira à l'avenir que par le montage du minerai, à partir des deux niveaux inférieurs, car le tunnel principal offre une voie de sortie pour tout le minerai détaché sur son niveau et au-dessus.

Outillage.—On pratique le halage électrique pour transporter le minerai dans des wagonnets de deux ou trois tonnes, à partir des auges inclinées jusqu'aux bennes terminales, situées au-dessus d'un embranchement du chemin de fer Canadien du Pacifique. L'air comprimé pour les perforatrices, pompes, etc., est fourni par un compresseur Rand de 30 perforatrices actionné par la vapeur.

Méthodes d'extraction.—Les méthodes d'extraction sont semblables à celles que nous avons déjà décrites, c'est-à-dire une série de "glory holes" pour la partie superficielle du gisement et les piliers et les chambres d'extraction sous terre. Au cours des deux dernières années (1909 et 1910), on a extrait une grande quantité du minerai de surface, particulièrement dans les "glory holes", où l'on utilise une râcle actionnée par l'électricité, pour entraîner et faire tomber le minerai dans les caissons.

Relations géologiques et nature des gîtes.—Il existe à la surface deux ou trois gîtes séparés par les ondulations remontantes des roches (jaspéroïdes) du mur. On les a, par raison de commodité, décrits sous l'appellation de gîtes nord et sud, et ils communiquent entre eux au moyen des chantiers souterrains (Fig. 16, p. 100). En 1908, les chantiers inférieurs des deuxième et troisième galeries de niveau ont été inondés, et les renseignements à leur sujet ont été fournis par les plans et les coupes de la mine, ainsi que par des communications entretenues avec les surintendants.

Gîte sud.—Le gîte sud est une continuation de celui qu'on a

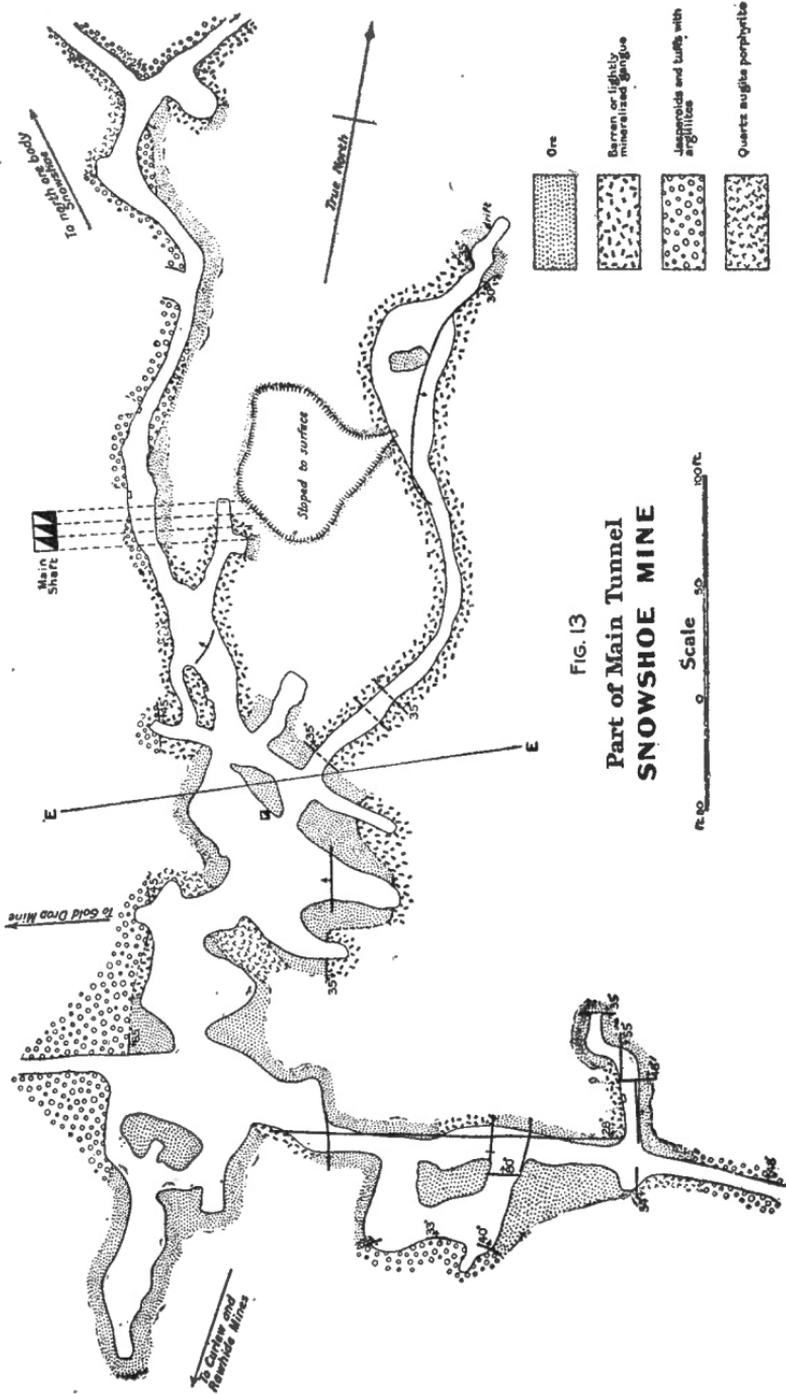


FIG. 13
Part of Main Tunnel
SNOWSHOE MINE

Fig. 13—Mine Snowshoe : partie de la galerie principale.

développé dans les mines Curlew, Rawhide et Gold Drop. On le considère généralement comme constituant un gîte distinct, quoique les bandes, les coins et les côtes des gangues rocheuses légèrement minéralisées en interrompent la continuité. On enlève ces gangues ou on les abandonne dans les excavations, suivant leur dimension et leur structure. Le long de la limite Snowshoe-Curlew, le mur

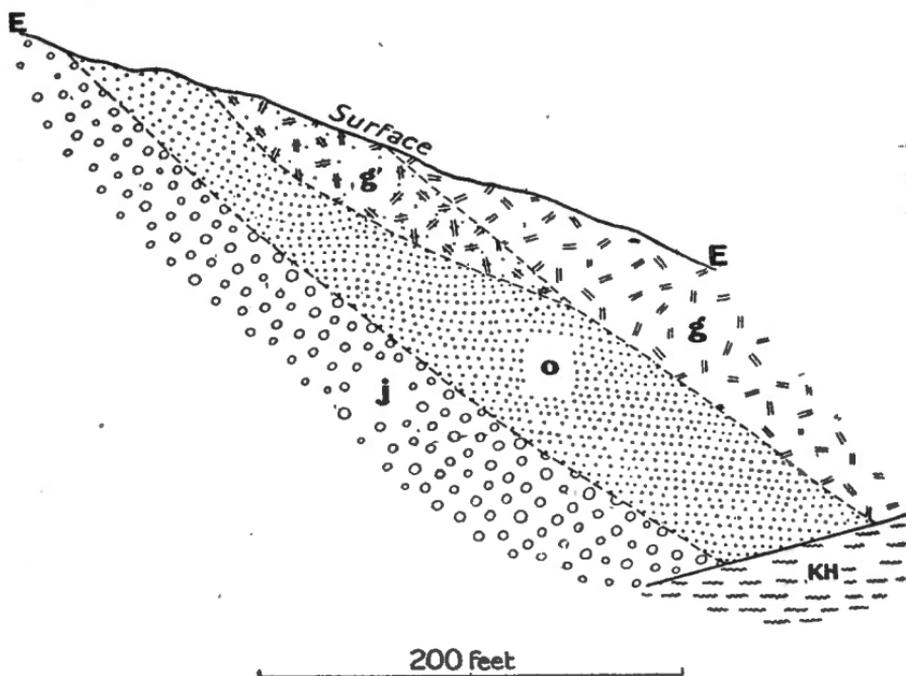


FIG. 14.— Section of Snowshoe ore body.
Ore (o), gangue (g), gangue mineralized (g),
jasperoid (j), siliceous rocks Knob Hill series (KH).

Fig. 14—Mine Snowshoe : coupe géologique.
minerai (o), gangue (g), gangue minéralisée (g),
jaspéroïdes (j), roches siliceuses, série Knob Hill (KH).

plonge vers le nord à environ 40° . Il suit ensuite une ligne courbe dirigée vers le nord et subit des plongements orientés vers l'est, variant de 30° à 65° . Au nord du puits principal, au premier travers-banc, la direction est nord-est, avec des plongements, au sud-est, de 40° à 50° (Fig. 13, p. 96). Dans son prolongement en profondeur, le gisement dévie apparemment vers le nord-est, ce qui le fait adjacent au gîte du nord, ou le met en contact avec lui. L'axe nord et sud du gisement a environ 580 pieds et celui orienté est et ouest, environ 270, en longueur. L'épaisseur du minerai, d'après les indi-

cations des travers-bancs, varie de 15 à 35 pieds, sauf dans quelques renflements qui lui donnent une plus grande épaisseur, sur de petites étendues.

Les roches du mur sont des jaspéroïdes, tufs, argilites rouges et grises, avec des aires locales de calcaire cristallin quartzeux. Le toit est formé des roches de l'épidote et du grenat de la zone minéralisée, dans laquelle le minerai disparaît insensiblement, ou dont il est séparé par une fissure remplie d'une pâte de matériaux décomposés (slip). En profondeur, le minerai cesse brusquement en atteignant les roches quartzieuses du groupe Knob Hill (Fig. 14, p. 97) sur le plan d'une faille que l'on suppose antérieure à la minéralisation, ou sur le plan du contact qui plonge vers l'ouest, à de 15° à 38°. Le gîte est partout traversé par de nombreuses fissures qui, en certains endroits, exercent une influence marquée sur la nature du minerai, et qui ont été les principaux canaux de la circulation des solutions chargées de minerai. (Fig. 13, p. 96) Plusieurs de ces fissures ont été remplies durant les derniers étages du dépôt des quartz, calcites, chalcopyrites et pyrites disposés en bandes.

Quatre dykes de porphyrites augitiques recourent le gîte, dans la galerie de niveau principale et se développent avec des allures à peu près choses parallèles (Fig. 13, p. 96). Ils sont très irréguliers, se resserrent, se gonflent et subissent de brusques ondulations dans une direction horizontale. Ils ont partiellement suivi les lignes d'appauvrissement des plans de fissure dominants du gîte.

Nature du minerai.—Le minerai est du type ordinaire, composé qu'il est de chalcopyrite et de pyrite associées à l'hématite (spécularite) dans une gangue de grenats, épidotes, quartz et calcites. On ne trouve la magnétite qu'en faible quantité; on n'en a remarqué que deux masses ou veines seulement dans les chantiers au-dessus de la galerie de niveau principale.

Le gîte nord.—Le gîte nord se rattachait probablement autrefois superficiellement aux gîtes de la South Snowshoe et de la Gold Drop No 1, mais en a été séparé par l'érosion.

D'après les plans et les coupes de la mine, le corps principal du gîte nord a une longueur, dans la direction nord et sud, d'environ 370 pieds à la surface, une largeur variant de 110 à 150 pieds et une épaisseur de 8 à 55 pieds, ou de 35 pieds environ en moyenne. Le plongement du mur varie de 18 à 56 degrés vers l'est. Le minerai cesse à une faille plongeant à l'ouest à angle de 12 degrés. Cette

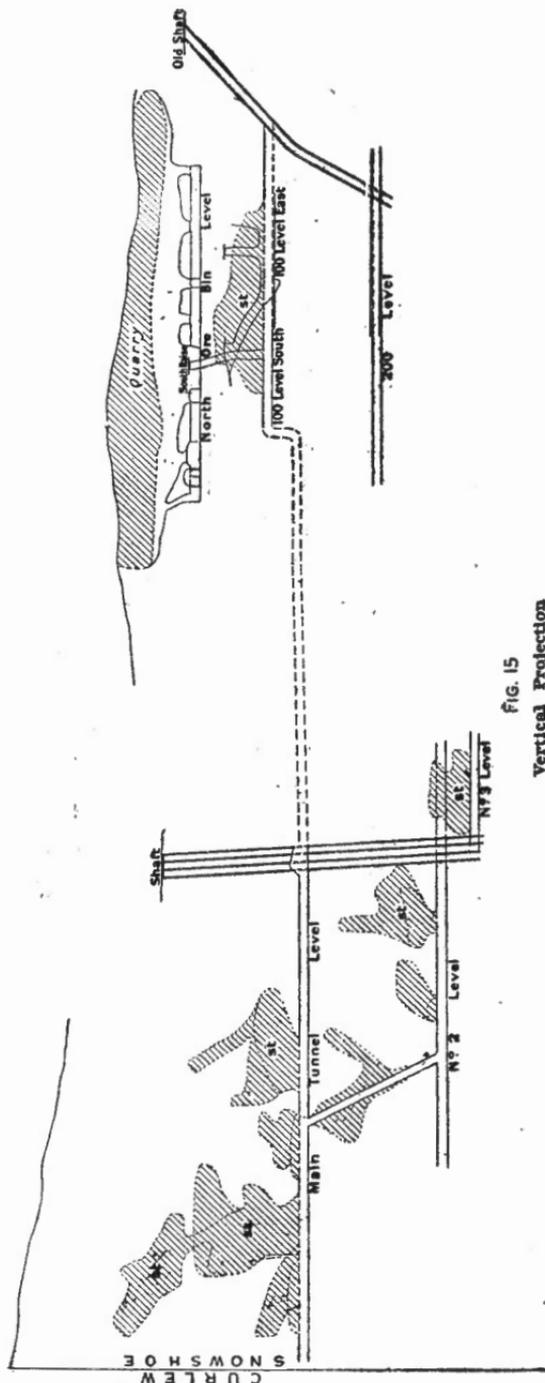


FIG. 15
Vertical Projection
of the
SNOWSHOE MINE
1903

Scale 1:1000

Fig. 15.—Mine Snowshoe: projection verticale.

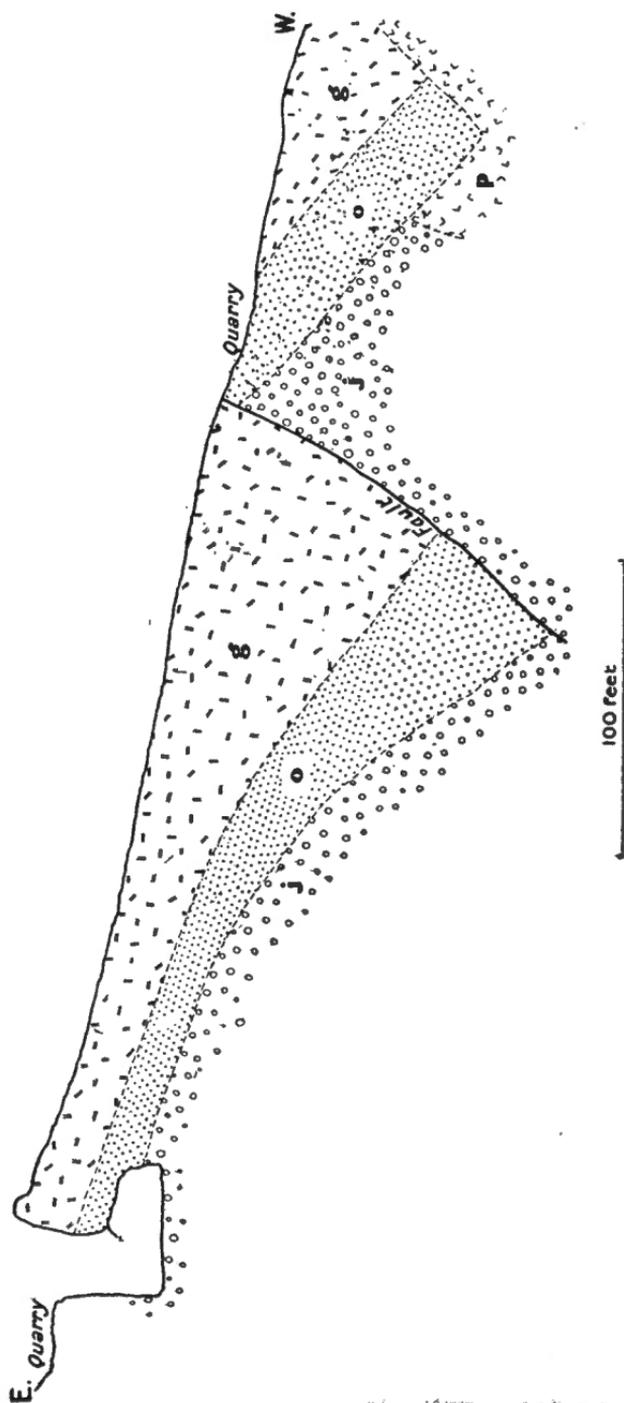


FIG. 16.— Section, North Ore Body.
Snowshoe Mine.

Ore (o), gangue rock (g), jasperoid (j),
augite porphyrite (p).

Fig. 16—Mine Snowshoe : coupe du gîte nord. Minéral (o), gangue (g), jaspérites (j) et porphyrite augitique (p)

faille accentue son plongement jusqu'à 47 degrés, au nord, et affectant un déplacement d'environ 40 pieds, elle ramène la partie inférieure du gîte à la surface (Fig. 16, p. 100). A cet endroit, le minerai repose sur un dyke de porphyrite augitique intrusif, le long du mur. Dans son prolongement au nord, l'inclinaison du gîte dévie vers le nord-est et le mur de jaspéroïdes fait place aux roches quartzzeuses du groupe Knob Hill. Au sud-est, le plongement est de 22 à 65 degrés, avec une moyenne d'environ 45 degrés. Dans cette partie du gîte, le minerai était de teneur plus élevée que la moyenne du minerai extrait dans la colonie, particulièrement pour le contenu en cuivre.

LA MINE WAR EAGLE

Emplacement.—La mine War Eagle du groupe Phoenix Amalgamated est située au sud de Phoenix et touche aux concessions Aetna et Grey Eagle de la Granby Consolidated (Fig. 4, p. 60).

Développement et outillage.—La mine a été développée au moyen d'un puits vertical à deux compartiments foncé sur la galerie du niveau de 100 pieds, et cette galerie a été mise en communication avec la surface par un tunnel de 300 pieds mené à partir du sud. Les bennes sont à 300 pieds de l'entrée du tunnel et se raccordent, au moyen d'une ligne de tramway fonctionnant par gravitation, avec un embranchement du chemin de fer Canadien du Pacifique, conduisant à la jonction Hartford. Les travaux de surface consistent en un grand développement de tranchées le long de l'affleurement de la zone minéralisée. L'air comprimé est fourni par un compresseur Rand à double extension, actionné par une chaudière tubulaire de 80 chevaux vapeur.

RELATIONS GÉOLOGIQUES ET NATURE DES GISEMENTS

La principale galerie de niveau est située en dessous de la zone minéralisée dans les roches des jaspéroïdes, sauf à l'extrémité nord du travers-banc nord No 2, où le minerai que l'on rencontre tout d'abord plonge à angle faible, à l'ouest et au nord. Ce minerai consiste en chalcoppyrite et pyrite finement disséminées, en gangue épidotitique compacte, où s'intercalent irrégulièrement des bandes plus grossières de minerai, dans une gangue de calcite grise et de quartz. Un trou de la sonde à diamant à travers ce gîte a indiqué

une épaisseur verticale d'environ 29 pieds. On n'a pas fait de travail suffisant pour démontrer le volume et l'importance de ce gîte.

Dans le travers-banc No 1 du nord, on rencontre un gisement de magnétite, à environ 35 pieds au-dessous de la galerie de niveau principale ; il est aussi exposé dans les coupes de la surface. D'après le développement actuel, les dimensions apparentes de ce gisement seraient d'environ 135 pieds, le long de l'inclinaison, sur une largeur d'environ 160 pieds dans le sens du plongement et une épaisseur de 35 pieds et plus.

Le plongement se fait à angle faible au nord. Le minerai contient peu de cuivre ou en est dépourvu entièrement, mais la pyrite s'offre en quantité considérable.

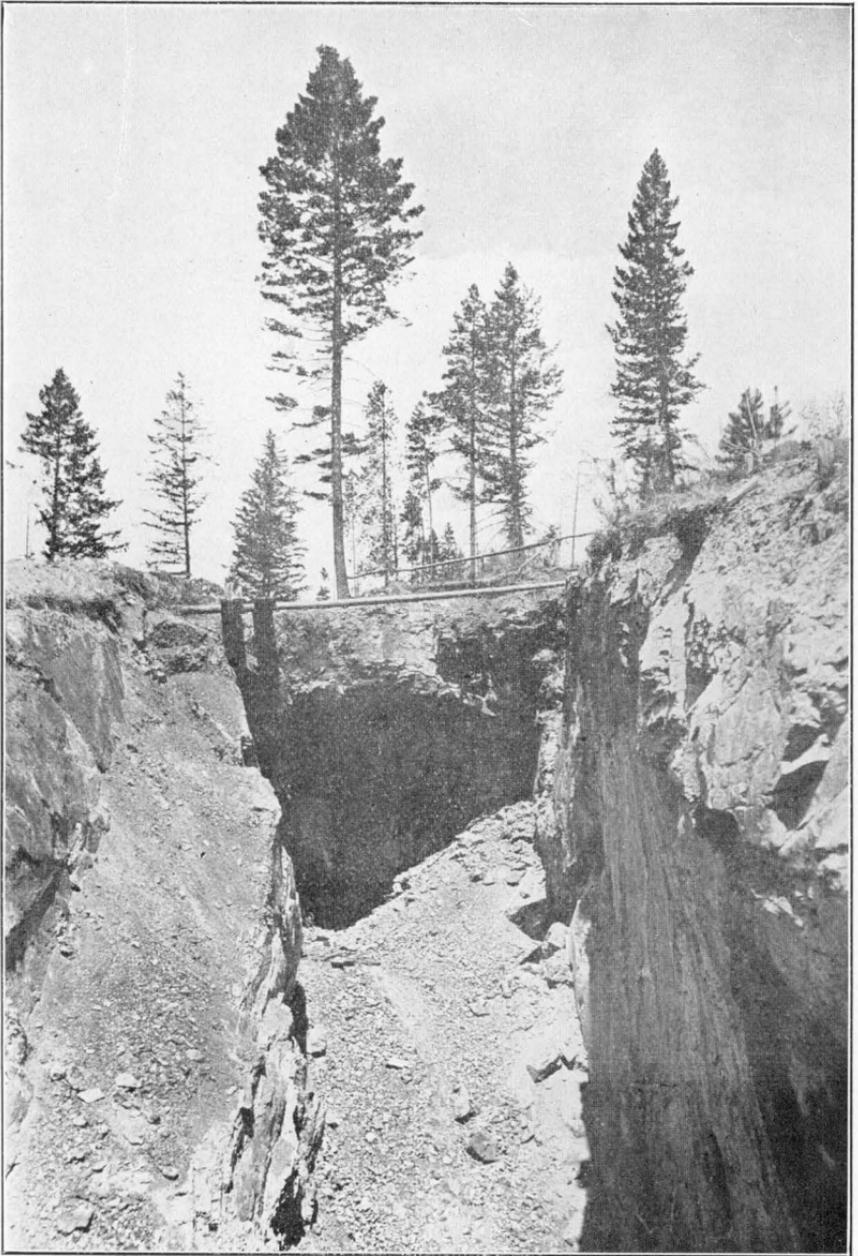
A l'angle nord-est de la concession, les tranchées Nos 1 et 2 découvrent un gisement de magnétite massive associée à la pyrite. Sa largeur superficielle varie de 30 à 50 pieds. La majeure partie des tranchées à ciel ouvert ne montrent qu'un minerai de basse teneur ou une gangue stérile, caractérisée, par endroits, par une abondance d'épidote massive d'un vert olive, contenant de la pyrite et de la calcite.

Comme les gisements de la War Eagle se trouvent sur les bords de la zone minéralisée ou dans son voisinage, il est probable que les indications tendent à démontrer qu'ils seront relativement de faible dimension et séparés les uns des autres par des étendues stériles fusiformes ou cunéiformes des gangues rocheuses. On trouvera le principal gîte ou les gîtes, s'ils existent, dans l'angle nord-ouest de la concession, où la zone minéralisée atteint sa plus grande épaisseur sur cette propriété.

NEW DOMINION COPPER COMPANY LIMITED

Emplacement.—La compagnie détient les concessions Brooklyn, Idaho, Standard, Stemwinder, Montezuma et Rawhide situées à Phœnix ou dans le voisinage, comprenant en tout environ 177 acres (Fig. 4, p. 60).

Historique.—La Stemwinder a été établie par Attwood et Schofield vers le 25 juillet 1891, et la Brooklyn, par Taylor et Mangott, quelques jours plus tard. Durant la même saison, Douglas et Dengler jalonnèrent l'Idaho, sous le nom de North Star, mais la laissèrent périmer comme on le fit pour le terrain que comprend actuellement la Rawhide et que G. W. Rumberger et ses associés avaient



“Glory hole ” de Brooklyn.

originellement délimité. McInnis et Gibbs délimitèrent de nouveau, en 1893, la Rawhide. Rumberger délimita de nouveau l'Idaho en 1894. On constate qu'en 1898 Mann et MacKenzie acquéraient de grands intérêts dans la Brooklyn, la Stemwinder, la Montezuma et la Standard, et que l'année suivante la Dominion Copper Company of Canada fut organisée pour développer ces propriétés auxquelles vinrent se joindre l'Idaho et la Rawhide. En 1894, cette compagnie était absorbée par la Montreal and Boston Consolidated qui, déjà, avait acquis le haut fourneau de Boundary Falls, d'une capacité de 600 tonnes par jour. On effectua une réorganisation en 1905, et la propriété du haut fourneau fut transmise à la Dominion Copper Company, Limited, de New York, qui exploita les mines d'une manière intermittente jusqu'en 1908. Cette dernière compagnie était à son tour réorganisée en 1909, sous le nom de New Dominion Copper Company dans les opérations de laquelle la part prépondérante appartient à la Granby Consolidated. Celle-ci figure au premier rang dans l'industrie de la production du cuivre du district de Boundary, avec ses mines en activité dans plusieurs des colonies minières adjacentes et un système complet de hauts fourneaux et d'ateliers de réduction à Greenwood.

La période de l'activité minière fut inaugurée dans la mine Rawhide, en juin 1910, et cette mine a repris les expéditions régulières sur la base de 4,000 tonnes par semaine.

Production.—On n'a pas pu recueillir de données précises sur la production globale des mines ou sur les valeurs en cuivre, or et argent. L'évaluation la plus approximative comporte environ 350,000 tonnes de minerai, extrait et expédié, au 1er janvier 1911, dont 180,000 tonnes ont été produites par la mine Rawhide.

Outillage.—L'outillage, à l'exception d'un compresseur Rand à double expansion de trente perforatrices et de quelques-uns des appareils de pompage, est plutôt démodé et impropre au manie-ment d'un fort volume de minerai au prix minimum. L'administration actuelle est toutefois en train de moderniser complètement les installations.

Méthodes d'exploitation.—La Brooklyn, l'Idaho et la Stemwinder sont situées de telle manière qu'on ne peut y utiliser sur une grande échelle le système des tunnels et "glory holes", car toutes les galeries de niveau exigent des raccordements avec les puits pour effectuer le montage. La Rawhide se trouve dans une meilleure situation et on peut la développer au moyen de tunnels et de "glory

holes" exclusivement. Dans la Brooklyn et l'Idaho, au comblement des excavations on a substitué le système des piliers et des chambres d'extraction que l'on a partout adopté dans les chantiers souterrains de la Rawhide.

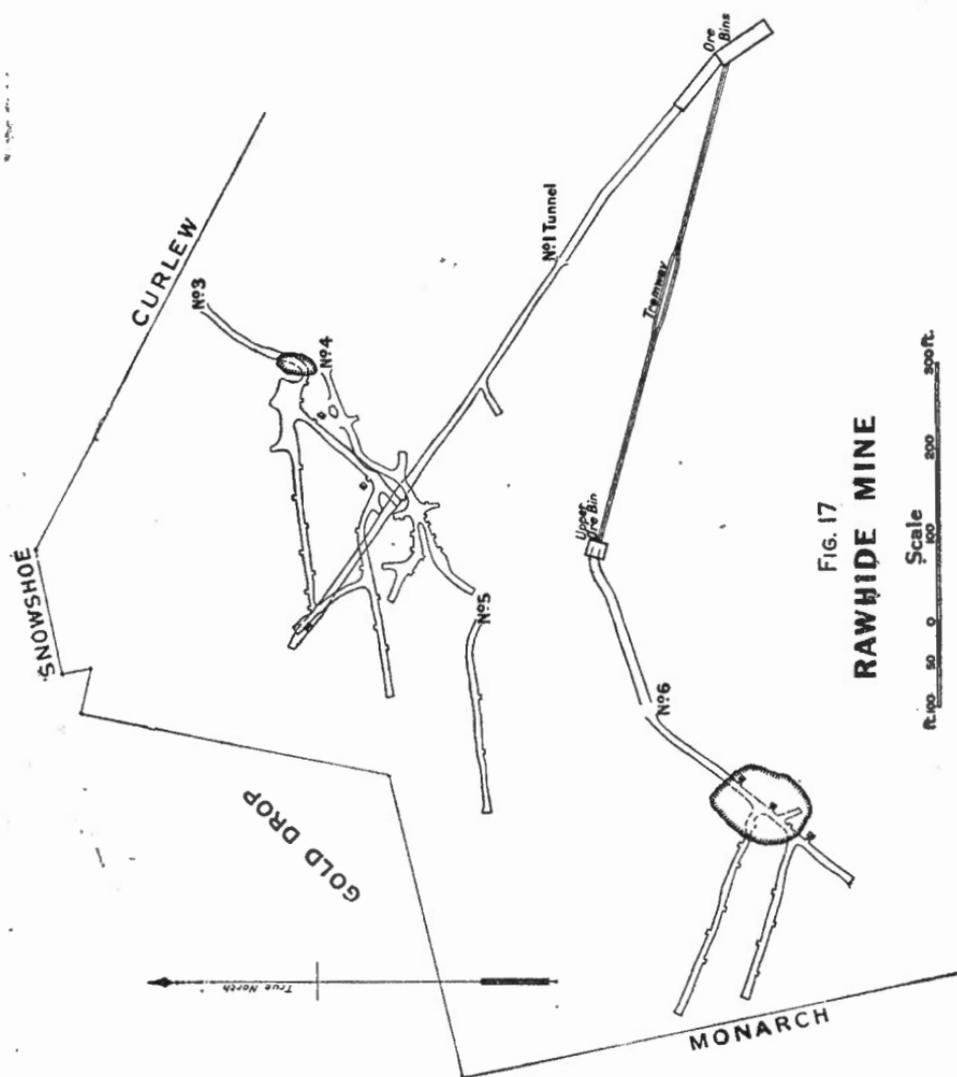


FIG. 17
RAWHIDE MINE

Emplacement.—La mine Rawhide est la plus importante des propriétés de la New Dominion ; elle est située au sud-est de la mine Gold Drop et au sud de la mine Snowshoe (Fig. 17, p. 104).

Développement et outillage.—Le gisement a été développé au moyen de "glory holes" et de six tunnels du genre travers-bancs, qui suivent une direction orientée vers l'ouest. La différence des altitudes du No 1 et du No 6 est de 241 pieds. On a excavé environ 3,500 pieds dans le percement des tunnels, galeries, travers-bancs et plans inclinés secondaires (Fig. 17. p. 104).

MINE RAWHIDE

Les bennes sont installées sur un embranchement du chemin de fer Canadien du Pacifique et se raccordent au tunnel No 6 par un tramway fonctionnant par gravitation. Le tunnel No 1 se trouve sur le même niveau que le sommet des bennes et sert de chemin de sortie pour les tunnels Nos 3 et 4, le minerai étant déversé dans un plan incliné vertical. On s'est servi de wagonnets d'une tonne pour le halage à la main dans les galeries de niveau; on y substituera bientôt le travail des chevaux dans les galeries supérieures et le halage électrique dans la galerie de niveau No 1, ou inférieure.

Relations géologiques et nature du gîte.—La zone minéralisée occupe la partie ouest de la concession Rawhide, sur une aire approximative de 14 acres et une épaisseur variant de quelques pouces à 75 pieds.

Le gisement principal est une fraction de celui des mines Gold Drop-Rawhide-Curlew-Snowshoe, dont nous avons traité dans un précédent chapitre (p. 89). Dans les excavations souterraines et les "glory holes" du tunnel No. 3, le volume des matériaux excavés à ce niveau mesure une longueur d'au moins 180 pieds et une largeur de 35 pieds. Dans la galerie de niveau No 4, ce volume est d'une longueur de 290 pieds et d'une largeur de 120 pieds, sur une épaisseur évaluée à de 20 à 30 pieds. Le "glory hole", au tunnel No 6, découvrirait une face de la gangue rocheuse qui contenait quelques amas fusiformes du minerai maintenant en grande partie excavé. Les résultats de sondages récents ont établi la continuité du minerai, pratiquement à partir du tunnel No 6 jusqu'aux limites ouest et nord de la concession. Il est probable que la plus grande partie du minerai que l'on extraira à l'avenir proviendra du terrain adjacent aux lignes latérales des concessions Monarch, Gold Drop et Curlew, où le gisement atteint probablement sa plus grande épaisseur.

Le gisement repose sur une assise onduleuse de jaspéroïdes et d'argilites et tufs d'un brun rougeâtre, le plongement du mur se faisant au nord et au nord-est, à des angles variant de 13° à 25°. Si l'on en excepte le No 4 (tunnel), la plus grande partie des travaux d'excavation des tunnels a été exécutée en dessous du minérai, ce qui a nécessité des plans inclinés secondaires plus élevés, dans leurs prolongements vers l'ouest, pour atteindre le minérai.

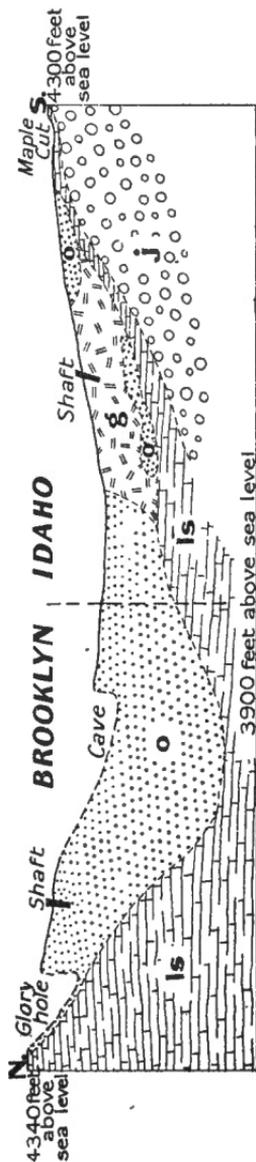
Roches ignées.—On rencontre des dykes de porphyrite augitique dans toutes les galeries de niveau et dans quelques affleurements à la surface (Voir carte générale). Ces dykes varient en largeur de 1 à 16 pieds et leur inclinaison s'oriente apparemment vers le nord. On observe un petit dyke de porphyre syénitique—probablement une phase du batholithe granodioritique—qui recoupe les roches du mur dans un travers-banc du tunnel No 6.

Nature du minérai.—Le minérai est semblable à la moyenne des types de la colonie minière que l'on a décrits ailleurs. Le grenat et l'épidote constituent les minéraux dominants de la gangue et le chalcopryrite est le seul minéral métallique de quelque valeur.

MINE BROOKLYN-IDAHO

Emplacement.—Ces deux mines sont adjacentes sur le même gisement ou la même série de gisements, et on peut dès lors en traiter comme constituant un tout distinct. Elles sont situées dans la partie occidentale de Phœnix et partiellement sous la cité. La Brooklyn se raccorde au chemin de fer Canadien du Pacifique et l'Idaho au chemin de fer Great Northern, au moyen d'embranchements.

Développement et outillage.—La mine Brooklyn a été ouverte sur la surface au moyen d'un "glory hole" qui s'étend en profondeur jusqu'à la galerie du niveau de 80 pieds, et l'Idaho, au moyen de deux coupes de faible profondeur rattachées par des plans inclinés secondaires au tunnel No 1. Souterrainement, la Brooklyn est développée par un plan incliné à deux compartiments d'une profondeur de 425 pieds et des galeries aux niveaux de 80, 150, 250 et 350 pieds respectivement. On a mené une courte galerie intermédiaire à quelque distance du puits, au niveau de 300 pieds. On brise le minérai sur des grilles, on le laisse tomber dans des caissons aux différents niveaux et on le remonte dans des berlines de 1-5 de tonne. En excavant trop près de la surface, on a causé au sud du puits un



Scale: 400 feet to 1 inch

Fig. 18.—Generalized vertical projection of
 Brooklyn - Idaho
 Ore bodies (o), limestone (ls), lightly mineralized or barren gangue (g), jasperoid (j).

Fig. 18.—Mine Brooklyn, Idaho : projection verticale d'ensemble. Gites (o) calcaire (ls), gangue minéralisée ou stérile (g), jaspéroïdes (j)

écroulement considérable de quelques 310 pieds de longueur et de jusqu'à 100 pieds de largeur, qui s'est étendu à la galerie du niveau de 150 pieds et a écrasé certaines parties des galeries des niveaux de 250 et de 300 pieds.

La mine Idaho est développée au moyen d'un tunnel d'une longueur de 480 pieds et par un plan incliné à deux compartiments, avec galeries aux niveaux de 100 et 150 pieds, ces dernières rattachées et communiquant avec la galerie du niveau de 250 pieds de la mine Brooklyn. On a excavé environ 7,500 pieds (linéaires) dans le percement des galeries, travers-bancs et plans inclinés secondaires de la mine Brooklyn-Idaho.

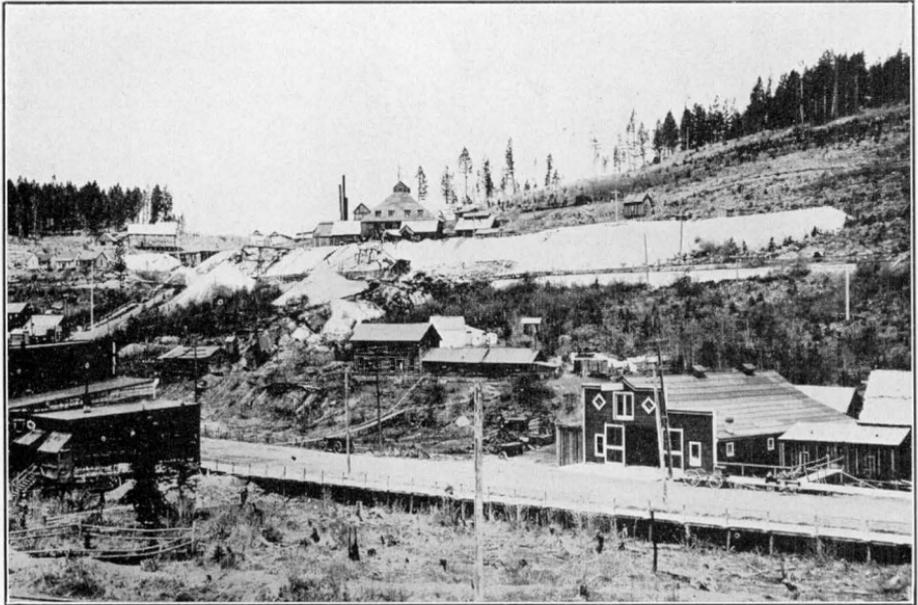
RELATIONS GÉOLOGIQUES ET NATURE DES GISEMENTS

Sur les concessions Brooklyn et Idaho, la zone minéralisée a une longueur d'environ 1,850 pieds et une largeur superficielle de 50 pieds, au nord, sur environ 400 pieds, au sud, sa forme rappelant celle d'une poire élongée. Elle repose sur un calcaire cristallin et sur les roches de la zone de jaspéroïdes qui l'entourent également (Voir la carte générale). La partie excavée du gisement principal mesure, à partir de l'extrémité nord du «glory hole» Brooklyn jusqu'à l'extrémité sud des plans inclinés secondaires de la galerie du niveau de 250 pieds, une longueur d'environ 1,050 pieds, sur une largeur variant de 20 à 90 pieds, et une profondeur d'environ 250 pieds. Au sud de ce gisement, on a excavé de plus petits gîtes isolés dans les galeries Nos 8 et 9 et dans les tranchées à ciel ouvert de la mine Idaho (Fig. 18, p. 107) Un petit gîte parallèle au principal gisement et situé à l'est de celui-ci, affleure dans une coupe de chemin de fer pour se prolonger apparemment jusqu'à la galerie du niveau de 150 pieds.

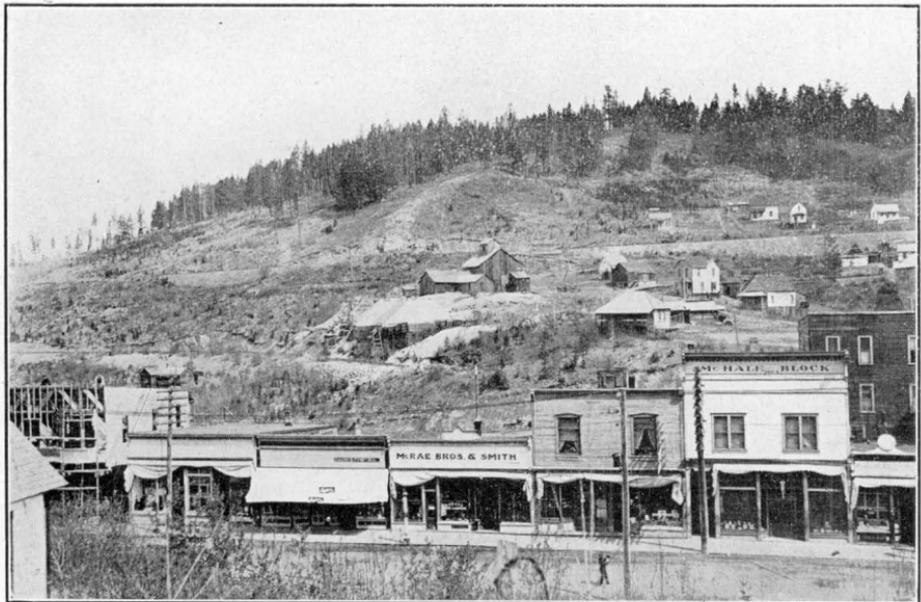
L'inclinaison des gîtes est orientée vers le nord; le plongement du mur vers l'est varie de 85° à 30° et se fait constamment moins accentué en raison directe de la profondeur. Le toit est partout plus incliné et subit des plongements de 55° et plus. L'orientation est vers le sud, du côté de la Brooklyn, et vers le nord, du côté de l'Idaho (Fig. 18, p. 107).

La roche du mur est un calcaire cristallin, sauf à l'extrême sud, où elle est remplacée par les jaspéroïdes.

Dans les terrains plus plats, le gîte repose sur une surface irrégulière de calcaires (Planche VI). Le toit est composé de calcaires, jaspéroïdes, tufs et argilites ou leurs équivalents étirés.



(a) Mine Brooklyn.



(b) Mine Stemwinder.

Des dykes et nappes de porphyre alcalin syénitique (pulas-kite), à l'état d'intrusions, et de porphyrite augitique recourent à la fois les roches et les gîtes de la région. Les dykes de la première de ces roches sont plus nombreux et croissent en nombre en gagnant en profondeur. Ils forment quelquefois un mur structural qui peut être ou n'être pas le véritable, mais qu'il est sage de percer au cours des travaux de l'extraction minière. Le système de fissures qui parcourt le minerai est semblable à celui que l'on a déjà décrit sous le titre: description générale (Chap. V, p. 64).

Nature du minerai.—Le minerai varie grandement suivant la situation qu'il occupe. Il s'appauvrit en se rapprochant du toit et aussi le long de certaines parties du mur, quand son plongement se fait moins accentué.

Si le plongement est prononcé le long du mur de calcaire, le minerai se montre en bandes et protège les plans de structure (les joints) des roches avoisinantes, durant le travail du remplacement avec du minerai. Ce dernier consiste en chalcoppyrite et pyrite disséminées en grains et filaments associées à une certaine quantité d'hématite (spécularite), dans une gangue granulaire de quartz et calcite. C'est de l'éponte du mur de la partie nord du gisement qu'est provenu le minerai le plus riche. Ordinairement, quoique non invariablement, la nature du minerai change à peu de distance du mur où son contenu en cuivre est de plus basse teneur, et où sa gangue composée de grenat et d'épidote associés à la calcite et au quartz contient une plus grande proportion d'hématite (spécularite), l'analyse de moyenne donnant: silice 39, chaux 17, sous-sulfure ferreux 14.

Le minerai de la partie méridionale de la mine Idaho, que l'on observe dans le tunnel et les tranchées, paraît être de teneur très-basse et probablement inférieure à celle qui permet l'extraction et l'expédition du minerai.

PERSPECTIVE POUR L'AVENIR

Le principal gîte de la Brooklyn-Idaho a été exploité en grande partie et il est contestable que l'on trouve, dans le terrain adjacent, des gisements d'importance suffisante pour justifier la réouverture de la mine dans les circonstances actuelles.

Vers l'extrémité de la mine Brooklyn, le minerai se rencontre en arrière du mur et du toit proprement dits, en petit amas isolés

de chalcopyrrite presque massive. On n'y a toutefois découvert jusqu'ici aucun gisement d'une importance commerciale, en dehors des épontes. Dans la partie nord de cette mine, au-delà du gîte proprement dit, le calcaire cristallin pyritique se montre dans un plan incliné secondaire, à partir du niveau de 150 pieds. H. A. Leverin, de la Division des Mines, a fait l'analyse d'un spécimen recueilli sur la paroi de ce plan, et cette analyse a indiqué 0.3 onces d'or et 0.4 onces d'argent à la tonne. Il est possible que l'on considère une partie considérable de cette zone d'une importance suffisante pour la miner.

La seule étendue de terrain, que l'on pourrait juger valoir la peine d'être explorée au moyen de la sonde à diamant, est un bloc situé au sud des galeries du niveau de 250 pieds et à l'ouest des galeries Nos 8 et 9. Le trou horizontal de 411 pieds pratiqué par la sonde à diamant à l'ouest, à partir de la galerie du niveau de 350 pieds, ne donne pas d'indications concluantes, car il se trouve à un étage trop inférieur. Le développement actuel de la mine, cependant, a déterminé les limites verticales des gîtes.

MINE STEMWINDER

Emplacement.—La mine Stemwinder est située dans le centre de la cité de Phœnix et à l'est de la Brooklyn. Elle a cessé ses opérations depuis plusieurs années, et comme elle était inondée, on n'a pu en examiner les travaux, à l'exception des "glory holes" et du tunnel. On n'a pu recueillir que peu de renseignements à son sujet, et ceux qui suivent ont été extraits, pour la plus grande partie, des rapports annuels du Ministre des Mines concernant la Colombie Britannique.

Développement.—La mine a été ouverte au moyen d'un "glory hole", d'un tunnel et d'un plan incliné dont a indiqué la profondeur comme étant de 400 pieds. Au niveau de 100 pieds, on a mené un travers-banc sur une distance de 75 pieds et creusé un puits intérieur que l'on dit foncé dans le minerai à une profondeur de 25 pieds. Un autre travers-banc aurait été mené à un niveau de 114 pieds et traverserait deux gîtes d'une largeur, à cet endroit, de 18 et de 30 pieds respectivement.

Le tunnel se trouve au sud-ouest du puits, à environ 250 pieds du cuvelage. Il recoupe une bande de minerai de basse teneur de 6 à 8 pieds de largeur sur environ 90 pieds à partir de l'entrée.

Relations géologiques et nature des gisements.—Le gisement est situé le long de l'éponte occidentale d'une veine de calcaire cristallin (Voir carte générale) en grande partie formé en brèches et parfois remplacé par l'épidote et le quartz. Il a paru pratiquement vertical et s'incline vers le nord. Au cours des travaux, on y a pratiqué un "glory hole" d'une longueur de 110 pieds, d'une largeur de 60 pieds et d'une profondeur de 30 à 40 pieds. On ne peut dire si le minerai des niveaux inférieurs appartient à ce gisement superficiel ou s'il existe en veines isolées, dans la zone minéralisée.

Nature du minerai.—Dans les spécimens recueillis dans les chariots à bascule, le minerai se compose de chalcopryrite en gros grains et en veines de jusqu'à un pouce de largeur et de plusieurs pouces de longueur, associée à l'hématite (spécularite) et à la pyrite. La gangue est essentiellement formée de calcite et d'une faible proportion d'épidote et de quartz. On a constaté que le minerai de la surface est comparativement riche, particulièrement au point de vue de sa teneur en or.

INDEX

Page.

A

Actinote, dans la zone minérale de Phoenix.....	67, 71
Aetna, concession.....	16, 78, 84
" fraction de concession.....	78
Alma, concession.....	94
Analyses, trachyte augitique.....	50, 54
" minerai de Granby.....	81
" calcaire.....	36
" porphyre-pulaskite.....	56
Apatite, rare dans la zone minérale de Phoenix.....	67
Attwood, Jas.....	73
" série.....	15, 102
Azurite.....	67, 70
Argile schisteuse.....	47
Argent, district de Boundary.....	11
" mine Gold Drop.....	90
" mine King.....	15
" mine Knob Hill-Ironsidés.....	88
" mine Monarch.....	92
" minerai à Phoenix, valeur moyenne.....	22
" production aux mines de Granby.....	79
" " à la mine Snowshoe.....	94
" " à la mine War Eagle.....	94

B

Burrell, J., métamorphisme de contact.....	76
Bibliographie.....	17
Biesel Charles, aide signalée.....	13
Boundary, district, description détaillée des formations du.....	32
" " historique des travaux miniers du.....	14
" " grand centre de production du cuivre du.....	11
" " tableau des formations, du.....	31
Boyd, W. H., travail topographique par.....	13
Brock, R. W., formations géologiques classifiées par.....	27
" origine des gisements.....	75
" exploration de reconnaissance par.....	17
" rapport sur le district de Boundary cité.....	56
" topographie du district de Boundary.....	24

	Page.
Brooklyn, formation	33
" glory hole	59, 62
" mine de	15, 62, 102, 103
" " " analyses du calcaire de	62
" zone	37
Brooklyn-Idaho mine de	107, 108
" " " " perspectives pour l'avenir de	109
British Columbia Construction and Distributing Co.	80
British Columbia Copper Co.	103
British Columbia Rossland and Sloan Syndicate of London	94
Bois de construction	25, 26
C	
Calcite, gisements de	72.
" quartzifère dans la zone minérale de Phœnix	67
Campbell C. M., aide signalée	12
" Méthodes d'extraction à Granby	80
Chalcopyrite, Mine Brooklyn-Idaho	109, 110
" dépôts de	74
" mine Grey Eagle	92
" mine Knob Hill Ironsides	87
" mine Monarch	91
" zone minérale de Phœnix	54, 67, 68
" mine Rawhide	105
" mine Snowshoe	98
" mine Stemwinder	101
" mine War Eagle	101
Chlorite dans la zone minérale de Phœnix	67, 72
Clarke P.	94
Climat	26
Connor, M. F., analyse de trachyte augitique	48, 54
" " " porphyte-pulaskite	56
Calcaire	36, 61, 62, 63, 67, 73, 108, 110, 111
" métamorphisme du	74, 76
Carte index de Phœnix	13
" des concessions	60
Consolidated Mining and Smelting Co. of Canada	17
" " " " services reconnus	13
Cuivre, district de Boundary	11
" mine Gold Drop	91
" haut fourneau de Granby	81
" mine Knob Hill Ironsides	88
" mine Monarch	92
" minerai de Phœnix nature du	22, 67
" zone minérale de Phœnix	59, 68

	Page.
Cuivre, production aux mines de Granby	79
“ “ à Phœnix	21
“ “ à la mine Snowshoe	94
“ “ à la mine War Eagle	4
Crown Silver, mine de	15
Curlew, concession	78
“ mine	79, 91
Concession minière, dimension de	16

D

Daly, Dr. R. A.	17
“ “ composition de certaines variétés des roches ignées. .54,	56
“ “ effet de l'érosion	25
“ “ géologie du district de Boundary	27
“ “ subdivision du district de Boundary	24
Dawson, G. M., notes géologiques sur le district des Montagnes Rocheuses	52
Dengler Robt.	15, 102
“ et Gibbs	94
Dittrich, Dr. F., analyse de la pulaskite	56
Dépôts de minerais, âge des	76
“ “ origine des	73
Dominion Copper Co.	17
“ “ services reconnus	14
“ “ formation de la	102
Douglas, Wm.	15, 102
Drysdale, C. W., aide reconnue	13

E

Electricité dans l'exploitation minière	80, 85, 89, 95
Emma, mine	11
Epidote dans la zone minérale de Phœnix	68, 70
Erosion, effet, à Phœnix de l'	76
“ “ dans la mine Brooklyn	62
Extension des chemins de fer jusqu'à Phœnix	17

F

Fairplay, concession	94
Fissure, système de, dans la mine Knob Hill-Ironside	87
Fourth of July, concession	78

G

Gangue, obstacle dans l'extraction	65
Grenat	59
“ dans la zone minérale de Phœnix	67, 71

	Page.
Géologie économique	59
" générale	20, 27
Gibbs, Wm.	15, 102
Gilt Edge concession	78, 93
" zone	63
Gisements, nature des	63, 66
Gold Drop, concession	78
" " " fractionnaire	78
" " mine	11, 16, 79, 88, 90
" " mine No. 1	90
Gold Drop zone	63
Granby Consolidated Mining Smelting and Power Co.	78
" " " " " services reconnus	12
Granby Consolidated Mining Smelting and Power Co organisation de	16
Granby Consolidated Mining Smelting and Power Co. propriétés et perspectives pour l'avenir de	93
Granby Consolidated Mining Smelting and Power Co. zone	61
Greenwood, colonie minière	17
Grey Eagle, concession	78, 81
" " Gold Mining Co	78
" " mine	92
Gisements, nature des	63, 66

H

Hampe, W., analyse de diorite augitique quartzreuse	54
Hématite, mine Brooklyn-Idaho	109
" dépôt d'	74
" mine Knob Hill-Ironsides	88
" mine Monarch	92
" zone minérale de Phoenix	54, 67, 69
" mine Snowshoe	98
" mine Stemwinder	111
Hétu, Joseph	16
Hodges, A. B. W., services reconnus	14
Hotter Matthew	14
Humphrey Thos	14
Haut fourneau de Boundary Falls	103
de Grand Forks	78, 81

I

Idaho mine (voir aussi North Star)	101, 103, 106
Introduction	11
Irrigation, nécessité de l'	25-

J

Jaspéroïdes	37, 43, 59, 63, 89, 95, 98, 101, 106, 108
Johnstown, Thomas	16

K

Keightly, James	16
Kemp, J. F., gisements	76
Kettle River, formation	21, 29, 46, 61, 63
Knob Hill Gold Mining Co.	78
“ “ groupe	27, 32
“ “ mine	15, 78, 81
Knob Hill-Ironsidés, mine	11, 16, 21, 63, 67, 75, 81, 82, 83, 84, 85
“ “ “ “ analyses du calcaire de	36
“ “ “ “ faille dominante à	65

L

Lathe, F. E., développements à la fonderie de Granby	81
Laxie, concession	75
Lefebvre, Edmond	15
Leverin, H. A., essai du minéral de la Brooklyn-Idaho	110
Lignite	21
Limonite	70
Lindgren, W. gisements	76

M

Mc Innes, D.	16
McRae, Mess., services reconnus	14
Mackenzie et Mann, intérêts miniers à Phoenix	103
Magnétite	22, 50, 56
“ formation de	74
“ mine Grey Eagle	92
“ Knob Hill-Ironsidés	88
“ mine Monarch	22, 92
“ zone minérale de Phoenix	57, 66, 69
“ mine Snowshoe	98
“ mine War Eagle	101, 102
Malachite	67, 70
Mangott, Stephen	16, 101
Meyer, John	16
Midway, groupe volcanique de	29, 48, 61, 63
Miner-Graves, syndicat de	16, 78
Minéralogie	68
Mines, description détaillée des	78
“ principales du district de Boundary	11
Méthodes d'exploitation minière à Phoenix	23

	Page.
Missing Link concession	78
Monarch concession	78
“ mine	11, 16, 79, 91
“ magnétite de la mine de	69
Montezuma, concession	103
“ zone	63
Montreal and Boston Consolidated	103
Mother Lode mine	11, 15
Minérai de Phœnix fusible	16

N

Néphéline	56
New Dominion Copper Co	101
North Star mine	16

O

Or, district de Boundary	11, 15
“ mine Gold Drop	90
“ mine Knob Hill-Ironsidés	88
“ mine Monarch	92
“ minérai de Phœnix, valeur moyenne	22
“ production aux mines de Granby	79
“ “ à la mine Snowshoe	94
“ “ à la mine War Eagle	94
“ mine Stemwinder	111
Old Ironsidés, concession	78, 81
“ “ Gold Mining Co	78
Oro Denoro mine	11

P

Penhallow, D. P., rapport sur les plantes fossiles, cité	48
Pfohl, R., analyse de trachyte augitique	50
Pheasant, concession	94
Phœnix Amalgamated	94
“ colonie, avenir de la	77
“ “ exploration de la	11
“ concession	78
“ avenir du district de	23
“ historique de la colonie de	14
“ mine	15
“ zone minérale de	59
“ situation, population etc	14
Porphyre-pulaskite	55, 87
Pyrite, mine Brooklyn-Idaho	109
“ dépôt	74

	Page.
Pyrite, mine Grey Eagle	91
“ mine Knob Hill-Ironsidés	88
“ mine Monarch	91
“ zone minérale de Phoenix	59, 66, 69
“ mine Snowshoe	98
“ mine Stemwinder	111
“ mine War Eagle	101, 102
Pyrites de fer	69
Phyrrhotine	69

Q

Quartz	72
------------------	----

R

Rawhide, formation	43
“ mine	11, 15, 103, 104, 105
“ “ production de	104
Red Cloud mine	16
Rumberger, George, services reconnus	14
“ “ découvreur de mines à Phoenix	16, 101
“ “ concession Snowshoe jalonnée par	94
Roches ignées	43, 44
Schofield, Jas	16, 101

S

Séricite, rare dans la zone minérale de Phoenix	67, 71
Smith, O. B., services reconnus	14
Snowshoe Gold and Copper Co.	94
Snowshoe mine	11, 15, 94, 96, 97, 99, 100
“ “ failles dominant à	65
Spécularite. Voir Hématite.	
Standard, fraction	15, 103
Stemwinder, mine	15, 62, 103, 110
“ zone	62
Stephens, John	16
Sunset, mine	11, 15

T

Taylor, Joseph	15, 101
Topographie du district de Boundary	24
Trémolite, rare dans la zone minérale de Phoenix	67, 71
Tufs et argilites	41

V

Victoria, concession	16, 78, 85
--------------------------------	------------

	Page.
W	
Wait, F. G., analyse du calcaire	36
“ “ détermination des tufs et argilites.....	42
War Eagle, mine.....	11, 15, 94, 101
Washington, H. S. analyse des roches ignées, citée.....	54
Weed, W. H., classification des gisements.....	73
West Kootenay Water and Power Co.....	80
White Henry, première découverte à Phoenix.....	15
Z	
Zoïsite, rare dans la zone minérale de Phoenix.....	67
Zones minérales, distribution.....	61