

CANADA, DIVISION DES MINES

RAPPORT NO. 512

(21.)
2r

SER
622(21)
C212v
#512
F

Dept. Energy, Mines & Resources

MINES BRANCH

28,201

LIBRARY

OTTAWA, CANADA.

M. LIB

28, 201

622(06)7
C212

CANADA
MINISTÈRE DES MINES

SIR JAMES LOUGHEED, MINISTRE; CHARLES CAMSELL, SOUS-MINISTRE INTÉRIEURE.

DIVISION DES MINES
EUGÈNE HAANEL, Ph.D., DIRECTEUR.

LE GRAPHITE

PAR
Hugh S. Spence, M.E.

Traduit par le personnel attitré du ministère



OTTAWA
THOMAS MULVEY
IMPRIMEUR DE SA TRÈS EXCELLENTE MAJESTÉ LE ROI
1921

15013—1

N° 512.

MINES BRANCH
LIBRARY

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

HOAS 2000

YEAR 1

LETTRE D'ENVOI

Dr EUGÈNE HAANEL,
Directeur de la division des Mines,
Ministère des Mines,
Ottawa.

MONSIEUR,—J'ai l'honneur de vous transmettre mon rapport sur l'industrie du graphite au Canada, accompagné de renseignements détaillés concernant les gisements, la distribution, le traitement et les emplois du graphite.

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

(Signé) **Hugh S. Spence.**

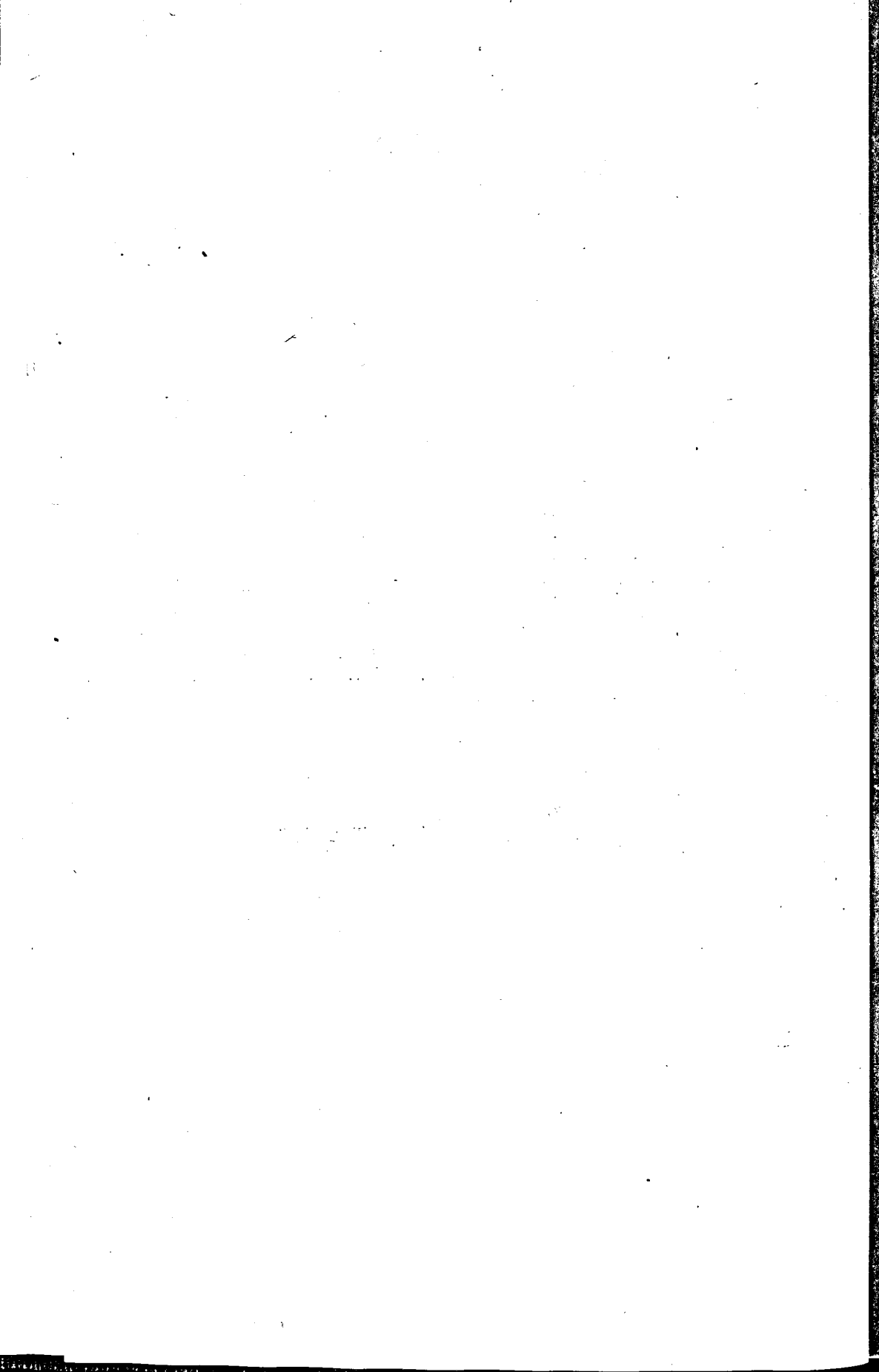


TABLE DES MATIÈRES

	PAGES.
Introduction	1
CHAPITRE I.	
Histoire du graphite et description de ses propriétés chimiques et physiques	3
Histoire.....	3
Propriétés chimiques et physiques.....	4
CHAPITRE II.	
Mode de gisement et origine du graphite	9
CHAPITRE III.	
Composition et importance économique des mines de graphite	13
CHAPITRE IV.	
Le graphite au Canada	18
Remarques préliminaires.....	18
Types de gisements.....	19
Méthodes minières.....	21
Mines et gisements de graphite.....	22
Province de la Colombie britannique.....	22
Province du Nouveau-Brunswick.....	23
Province de la Nouvelle-Ecosse.....	24
Province d'Ontario.....	25
Comté de Frontenac.....	26
Canton de Bedford.....	26
Comté d'Haliburton.....	26
Canton de Cardiff.....	26
Canton de Monmouth.....	27
Comté de Lanark.....	29
Canton de North Burgess.....	29
Canton de North Elmsley.....	29
Comté de Renfrew.....	36
Canton de Brougham.....	36
Canton de Lyndoch.....	40
Autres gisements de graphite dans l'Ontario.....	40
Lac des Bois (schistes carbonés).....	42
Province de Québec.....	43
Comté d'Argenteuil.....	45
Canton de Grenville.....	45
Canton de Wentworth.....	47
Comté de Labelle.....	48
Canton d'Amherst.....	48
Canton de Buckingham.....	50
Canton de Lochaber.....	59
Comté de Hull.....	60
Canton de Low.....	60
Réserve indienne de Maniwaki.....	62
Autres gisements de graphite dans Québec.....	62
Ile de Baffin.....	62
CHAPITRE V.	
Concentration et purification du graphite	64
Plombagine.....	64
Graphite amorphe.....	64
Graphite laminaire.....	65

	PAGES.
Concentration au moyen de méthodes par voie sèche.....	68
Jigs pneumatiques.....	69
Classeurs par l'air.....	74
Cylindres et tamis.....	76
Machines électrostatiques.....	80
Concentration par voie humide.....	82
Tables inclinées (buddles).....	82
Laveurs mécaniques.....	83
Laveurs à râble.....	83
Laveurs à râteau.....	85
Tables humides.....	86
Flottage.....	86
Flottage par l'huile mousseuse.....	88
Système "Callow".....	92
Système de "Minerals separation".....	100
Système "Simplex".....	103
Système "K. and K.".....	103
Systèmes divers.....	110
Purification des concentrés de graphite.....	111
Sommaire.....	113
Purification chimique du graphite.....	114
CHAPITRE VI.	
Graphite artificiel.....	116
CHAPITRE VII.	
Usages du graphite.....	122
Creusets.....	122
Argiles pour creusets.....	129
Fabrication de creusets.....	136
Autres produits réfractaires en graphite.....	149
Crayons.....	150
Enduits de fonderies.....	155
Batteries sèches.....	156
Graphite pour électrotypie.....	157
Balais de graphite.....	157
Electrodes de graphite.....	160
Graphite pour lubrification.....	161
Couleurs à base de graphite.....	165
Pâte à polir.....	166
Graphite pour chaudières.....	167
Graphite pour lustrer la poudre et polir les balles.....	167
Emplois subsidiaires.....	168
CHAPITRE VIII.	
L'industrie du graphite au Canada.....	170
Production, exportations, importations, etc.....	170
Consommation de graphite au Canada.....	175
Aperçu général de l'industrie.....	176
Exposé des conditions du marché 1914-1918.....	179
CHAPITRE IX.	
Sources de l'approvisionnement mondial de graphite.....	182
Autriche.....	182
Ceylan.....	183
Chosen (Corée).....	185
Allemagne.....	186
Italie.....	186
Madagascar.....	186
Mexique.....	188
Afrique du Sud.....	188
Espagne.....	189

	PAGES.
Etats-Unis.....	189
Alabama.....	190
New York.....	190
Pensylvanie.....	191
Graphite cristallin ou plombagine.....	191
Alaska.....	191
Montana.....	192
Graphite laminaire.....	192
Californie et Texas.....	192
Graphite amorphe.....	192
Colorado.....	192
Michigan.....	192
Nevada.....	192
Rhode Island.....	192
Localités diverses.....	193
Production mondiale de graphite.....	193
Graphite artificiel.....	196

CHAPITRE X.

Détermination de la teneur en carbone dans le graphite et les minerais de graphite.....	197
Méthode par combustion.....	198
Méthode par fusion.....	200
Méthode par absorption.....	200
Méthode par recarburation.....	201
Autres détails sur les méthodes analytiques.....	201
Appendice.....	205
Bibliographie du graphite canadien.....	205
Index.....	207

ILLUSTRATIONS.

Photographies.

Planche I. Minerai de graphite laminaire canadien.....	A la fin.
II. Plombagine feuilletée.....	“
III. Plombagine fibreuse ou prismatique.....	“
IV. Cristaux lamellaires radiés de graphite.....	“
V. Plombagine feuilletée.....	“
VI. Usine de la National Graphite Company, Mumford, Ont....	“
VII. Usine de la Tonkin-Dupont Company, Wilberforce, Ont....	“
VIII. Méthode d'extraction dans le gîte de calcaire graphitique, canton de Monteaigle, Ont.....	“
IX. Usine sur la propriété Timmins, canton de North Burgess, Ont.....	“
X. Ciel ouvert aux chantiers de la Globe Graphite and Refining Company, canton de North Elmsley, Ont.....	“
XI. Etage de 100 pieds à la mine de la Globe Graphite and Refining Company, canton de North Elmsley, Ont....	“
XII. Minerai de graphite à “lames en aiguilles”, canton de North Elmsley, Ont.....	“
XIII. Usine de la Globe Graphite Mining and Refining Company, Port Elmsley, Ont.....	“
XIV. Usine et partie des ateliers de surface de la Black Donald Graphite Company, canton de Brougham, Ont.....	“
XV. Extrémité nord de la chambre d'abatage orientale ou du toit, mine Black Donald, canton de Brougham, Ont..	“
XVI. Fosse principale à la mine Miller ou Keystone, canton de Grenville, Qué.....	“
XVII. Usine de la Graphite Limited, canton d'Amherst, Qué.....	“
XVIII. Structure plissée dans du gneiss, canton de Buckingham, Qué.....	“
XIX. Usine de la New Quebec Graphite Company, Buckingham, Qué.....	“

Planche XX.	Usine et chantiers de la Bell Graphite Company, canton de Buckingham, Qué.....	A la fin.
XXI.	Grosses lames de graphite provenant du canton de Buckingham, Qué.....	"
XXII.	Usine du Plombago Syndicate, canton de Buckingham, Qué.....	"
XXIII.	Usine de la Buckingham Graphite Company, canton de Buckingham, Qué.....	"
XXIV.	Pegmatite pénétrant du gneiss, mine Walker, canton de Buckingham, Qué.....	"
XXV.	Usine de la Consolidated Graphite Mining and Milling Company, canton de Buckingham, Qué.....	"
XXVI.	Plombagine feuilletée de Lake Harbour, île de Baffin.....	"
XXVII.	Coupe verticale du broyeur et séparateur Raymond à hautes parois.....	"
XXVIII.	Type de four servant au séchage du minerai de graphite...	"
XXIX.	Jig pneumatique Krom.....	"
XXX.	Concentration pneumatique Hooper.....	"
XXXI.	Modèle de cylindres en usage dans les usines canadiennes...	"
XXXII.	Installation des cylindres King Bee dans une usine du district de Buckingham.....	"
XXXIII.	Séparateur diélectrique Sutton, Steele and Steele.....	"
XXXIV.	Détails du séparateur diélectrique Sutton, Steel and Steele..	"
XXXV.	Partie d'usine montrant les tables Krupp-Ferraris, tables à sliques et classeurs hydrauliques, New Quebec Graphite Company, Buckingham, Qué.....	"
XXXVI.	Bacs de flottage pneumatique, système Callow, en opération.....	"
XXXVII.	Cylindres Seck à polir pour le finissage du graphite laminaire.....	"
XXXVIII.	Machine à mélanger les pâtes à creuset; vue d'arrière....	"
XXXIX.	Machine à mélanger les pâtes à creuset; vue de devant....	"
XL.	"Pull-down and Jigger" servant à la fabrication des creusets.....	"
XLI.	"Pull-down and Jigger" servant à la fabrication des creusets.....	"
XLII.	Les creusets tels que retirés des moules.....	"
XLIII.	Modèles de creusets en usage dans la réduction des métaux non ferreux.....	"
XLIV.	Modèles de creusets en usage dans les fours à bascule....	"
XLV.	Défauts dans les creusets causés par suite d'un usage maladroit.....	"
XLVI.	Modèles de creusets employés pour la réduction de l'acier..	"
XLVII.	Creuset se vidant à partir du fond.....	"
XLVIII.	Creusets à braser pour le brasage par trempage.....	"
XLIX.	Type de cornue employée pour la réduction de l'or, de l'argent, du zinc, etc.....	"
L.	Cheminées ou prolongements supérieurs pour augmenter la capacité des creusets, et des cassettes de pyromètres...	"
LI.	Modèles de bouchons et de tuyères en graphite pour poches de fondeurs.....	"
LII.	Modèles de phosphorisateurs usités dans la fabrication du bronze au phosphore.....	"
LIII.	Modèles d'agitateurs, écumeurs, et cuillères.....	"
LIV.	Modèles de balais électriques en graphite.....	"
LV.	Modèles de coussinets et bagues Nigrum, sans huile.....	"
LVI.	Modèles de coussinets et bagues sans huile, système Bound Brook.....	"

Dessins.

	PAGES.
Figure 1. Plan de la surface de la mine de la Globe Mining and Refining Company, canton de North Elmsley, Ont.....	30
2. Diagramme du gîte de minerai à la mine de la Globe Mining and Refining Company, canton de North Elmsley, Ont.....	32
3. Coupes des chantiers à la mine de la Globe Mining and Refining Company, canton de North Elmsley, Ont.....	34

	PAGES
Figure 4. Plan des chantiers, Black Donald Graphite Company, canton de Brougham, Ont.....	40
4a. Coupe des chantiers, Black Donald Graphite Company, canton de Brougham, Ont.....	40
5. Plan de surface des affleurements de graphite, canton de Lyndoch, Ont.	41
6. Plan et coupe du gisement de graphite, canton de Wentworth, Qué. . . .	49
7. Relations géologiques à la mine Dominion, rang V, lots 20 et 21, canton de Buckingham, Qué.....	53
8. Plan des chantiers à la mine Walker, canton de Buckingham, Qué.....	58
9. Croquis du gisement de plombagine, Lake Harbour, île de Baffin.....	63
10. Installation de l'usine Raymond pour le broyage du graphite.....	66
11. Coupe verticale du jig pneumatique Krom.....	69
12. Coupe verticale du jig pneumatique Hooper.....	70
13. Jig à trois compartiments de Sutton, Steele, and Steele.....	72
14. Diagramme de traitement de l'installation Sutton, Steele and Steele, pour la concentration à sec.....	73
15. Résultat des essais faits sur le graphite de l'Alabama par le procédé à sec de Sutton, Steele, and Steele.....	74
16. Coupe verticale du type de classeur dans l'air en usage dans les usines de l'Alabama.....	75
17. Diagramme d'un système de concentration à sec utilisant des cylindres..	78
18. Diagramme du système de concentration à sec au moyen d'une combinaison de cylindres et de tables.....	78
19. Diagramme d'une installation de concentration à sec et de finissage pour graphite laminaire.....	79
20. Coupe verticale du séparateur électrostatique Huff.....	81
21. Diagramme illustrant le système de traitement utilisant des buddles dans une usine de l'Etat de New-York.....	83
22. Diagramme du système de concentration par voies humide et sèche combinées, installé dans une usine de l'Ontario.....	84
23. Diagramme de traitement d'une usine employant le laveur à râble (log washer) pour la concentration, à Byers, Pensylvanie.....	85
24. Diagramme du système de concentration humide utilisant les laveurs à râeaux dans une usine de la Pensylvanie.....	86
25. Table humide du type Ferraris.....	87
26. Table humide du type James.....	87
27. Diagramme d'un système de concentration à sec utilisant les tables Ferraris, installé dans une usine du Québec.....	89
28. Diagramme du système de flottage pneumatique Callow dans une usine de graphite de l'Alabama.....	93
29. Diagramme d'une installation employant pour la concentration le flottage pneumatique Callow.....	94
30. Diagramme du système de flottage par l'huile "Minerals Sparation", installé dans une usine de l'Alabama.....	101
31. Diagramme illustrant le système Simplex de flottage par l'huile, installé dans une usine de l'Alabama.....	102
32. Coupe verticale d'un laveur Simplex.....	102
33. Coupe verticale du premier laveur Munro.....	103
34. Coupe verticale du laveur New Munro.....	104
35. Coupe verticale du laveur Colmer.....	105
36. Diagramme d'une installation de concentration par tension superficielle utilisant des laveurs Munro dans une usine de l'Alabama.....	106
37. Diagramme d'une installation de concentration par tension superficielle..	107
38. Diagramme d'une installation de flottage par tension superficielle utilisant les laveurs Colmer dans une usine de l'Alabama.....	109
39. Coupe verticale d'un four électrique pour la production du graphite artificielle.....	118
40. Coupe verticale d'un four électrique aménagé pour la graphitisation des électrodes de carbone de forme rectangulaire.....	119
41. Coupe verticale d'un four électrique aménagé pour la graphitisation des électrodes de carbone de forme arrondie.....	120
42. Modèle de cylindre lubrificateur automatique à graphite.....	162
43. Diagramme montrant la production du graphite dans les principaux pays en 1907-1917.....	194

Cartes.

	PAGES.
N° 513. Gisements de graphite dans les cantons de Bedford, Loughborough, Burgess et Elmsley, Ont.....	28
514. Gisements de graphite dans les cantons de Monmouth, Cardiff, Monteagle et Dungannon, Ont.....	28
515. Gisements de graphite dans les cantons de Brougham et de Blithfield, Ont.....	38
516. Gisement de graphite dans les cantons de Grenville et de Wentworth, Qué.....	46
517. Gisements de graphite dans le canton d'Amherst, Qué.....	48
518. Gisements de graphite dans les cantons de Buckingham et de Lochaber, Qué.....	50

LE GRAPHITE

INTRODUCTION

Le graphite se trouve en assez grande abondance dans certaines zones des calcaires et des gneiss cristallins de la série archéenne de Grenville, dans l'est du Canada, ce minéral se rencontrant à la fois tantôt disséminé et en lames tantôt en filons (plombagine). Des gîtes de ce dernier type sont bien connus et ont été exploités sur une petite échelle sur le rivage sud de l'île de Baffin. Un graphite amorphe est également commun dans les ardoises de la Nouvelle-Ecosse et du Nouveau-Brunswick; il se faisait autrefois une production importante de cette catégorie de matière minérale dans des chantiers d'exploitation près de St-Jean, N.-B.

Malheureusement les filons de plombagine (la plus précieuse forme du graphite, et très recherchée pour la fabrication des creusets) sont étroits et l'exploitation qui s'en peut faire ne sera probablement jamais bien rémunératrice. De petites quantités de plombagine ont été, de temps en temps, retirées des travaux superficiels entrepris dans ces filons, mais la quantité qu'on en obtint est insignifiante.

Les minerais de graphite laminaire, de valeur marchande, sont représentés soit par du calcaire cristallin dont la teneur peut aller jusqu'à 8 pour cent, soit par du gneiss qui, parfois, contient jusqu'à 30 pour cent de graphite. La moyenne du tout-venant pour ce dernier type de minerai, n'est cependant que de 10 à 15 pour cent de graphite. Les deux catégories de minerai aboutissent d'ordinaire et graduellement à une roche encaissante stérile.

Quoique l'extraction et le broyage des minerais laminaires du Canada eussent commencé dès l'année 1866, cette industrie n'a jamais pris de bien grandes proportions. Cela vient en grande partie du fait que les efforts tentés depuis des années pour inventer un procédé effectif et économique de concentration pour ces minerais, ont tous échoué. On a essayé de plusieurs méthodes mais aucune n'a été manifestement couronnée de succès. Il en est résulté que bien peu d'exploitants ont continué quelque temps le travail; et sur la douzaine environ d'ateliers créés dans les vingt dernières années, il ne s'en est trouvé que deux ou trois qui faisaient partie de la liste des producteurs à un moment donné. Pendant ces deux ou trois dernières années, toutefois, on a fait beaucoup d'expériences sur les minerais de graphite au moyen de la méthode de concentration par flottage par l'huile mousseuse, et les résultats obtenus ont montré que cette méthode offre probablement le moyen le plus économique et le plus effectif trouvé jusqu'ici d'extraire le graphite des minerais. Plusieurs ateliers de broyage, aux Etats-Unis, ont adopté l'un ou l'autre des différents systèmes de flottage par l'huile, avec des résultats très satisfaisants et, en ce moment même, le procédé est essayé dans un atelier canadien et d'autres se proposent d'en faire autant. Puisque les minerais laminaires canadiens de la meilleure qualité donnent en moyenne 10 à 15 pour cent de graphite au lieu du 3 à 6 pour cent des minerais américains, les profits par tonne de minerai traité seraient proportionnellement plus forts. Il faut espérer que le flottage par l'huile deviendra le moyen de mettre l'industrie du graphite laminaire, au Canada, sur un pied plus satisfaisant qu'elle ne l'a été jusqu'ici.

La question des approvisionnements de graphite pour l'industrie des creusets laquelle, à l'origine de la guerre, consommait 75 pour cent de la production mondiale de graphite, devint d'une importance extrême pour les industries métallurgiques des Etats-Unis, en 1915. En raison de l'embargo mis par les gouvernements anglais et français, sur les exportations de la plombagine de Ceylan et du graphite laminaire de Madagascar, respectivement, les fabricants américains de creusets se trouvèrent menacés d'une sérieuse pénurie de graphite; de là un développement considérable aux Etats-Unis, surtout dans l'Alabama, de l'industrie du graphite laminaire. Entre les années 1916 et 1918 plus de quarante nouveaux ateliers de broyage pour graphite surgirent dans le dit Etat, et l'on vit ces différents ateliers faire usage d'une grande variété de méthodes de concentration.

Dans le but de se procurer les faits les plus récents quant aux méthodes de broyage, des détails sur la fabrication des produits en graphite, sur les exigences de ce commerce, et des renseignements sur la situation générale du graphite, l'auteur visita, en 1918 et 1919, les principales mines et usines des Etats de l'Alabama, de New-York et de Pensylvanie, en même temps que plusieurs usines des Etats-Unis où se fabriquent des creusets, crayons, matières à polir, enduits de fonderie, peintures, balais de commutateur, graphite artificiel, etc. Les principaux importateurs et courtiers de graphite à New-York furent interviewés; l'auteur visita les départements du gouvernement à Washington; il étudia les méthodes d'essai et celles des laboratoires analytiques; enfin il s'entretint avec plusieurs autres autorités au sujet du graphite et de l'industrie du graphite.

L'auteur désire exprimer sa reconnaissance pour l'universelle courtoisie qui lui a été témoignée dans le cours de ses recherches et pour les renseignements qui lui ont été si généreusement donnés par les personnes et les administrations dont la cordiale coopération a été d'un si grand secours pour la préparation de ce rapport¹.

¹NOTE.—Ce rapport doit remplacer le Rapport n° 18 (F. 202) "Graphite: propriétés, gisements, traitements et usages" par F. Cirkel, publié par la division des Mines en 1907 et actuellement épuisé.

CHAPITRE I

HISTOIRE DU GRAPHITE ET DESCRIPTION DE SES PROPRIÉTÉS
CHIMIQUES ET PHYSIQUES

HISTOIRE

Le graphite était déjà connu à une époque fort reculée bien que l'usage en fût probablement limité à des usages décoratifs, de même que l'hématite rouge terreuse: ces deux minéraux ont été trouvés dès les temps préhistoriques dans des tombes en Europe; des urnes et des vases en terre cuite colorés avec du graphite ont été retirés de tombes très anciennes.

Le graphite ne devint toutefois d'un usage général que bien des siècles plus tard, et il est d'abord mentionné au Moyen-Age comme une substance utile pour dessiner. On le considérait un peu comme une curiosité minérale et on le confondait souvent avec d'autres minéraux, tels que la molybdénite, et avec d'autres produits artificiels en usage pour dessiner ou écrire. Malgré le fait que le graphite est connu depuis si longtemps ce n'est qu'à la fin du dix-huitième siècle que sa nature et son identité ont été reconnues. L'idée généralement acceptée était que le graphite contenait du plomb, et c'est pour cela que le nom de "mine de plomb" et celui de "plombagine" s'employaient si communément. Il n'est pas douteux qu'il régnait passablement de confusion dans l'esprit des premiers chimistes et minéralogistes quant à l'identité du minéral en question, et différentes substances étaient inspectées et décrites sous le même nom.¹

Il se peut bien que la première allusion spécifique à des crayons soit celle qu'on rencontre dans un traité sur la peinture dû à la plume de Cennini, de Florence, vers l'an 1400. Cennini décrit un crayon composé de deux parties de plomb et d'une d'étain, et le "plomb" semble avoir été généralement tenu pour du graphite; mais cette histoire paraît extrêmement sujette à caution.

Agricola (1495-1550) décrit des creusets réfractaires faits de graphite, et il paraîtrait que des creusets de ce genre auraient été d'un usage général chez les chimistes qui essayaient de convertir en or les métaux non précieux.

Conrad Gesner (1565) dans son traité sur la nature des minéraux et des roches, fait mention d'un crayon à écrire composé d'"antimoine anglais", par où il entend probablement le graphite tendre qu'on retirait des fameuses mines de Borrowdale, dans le Cumberland. Ces mines furent ouvertes en 1554, et pendant plus de trois siècles fournirent une qualité superlativement bonne de graphite à crayon.

Heinrich Pott (1692-1777) chimiste allemand, démontra que la "plombagine" ne contient point de plomb; mais il n'est pas bien sûr qu'il ait expérimenté avec du graphite ou avec de la molybdénite, puisque, comme son collègue chimiste Quist, il ne distingue pas, dans ses écrits, entre les deux minéraux.

¹Vient du grec "graphein" écrire. On donne encore d'autres noms à ce minéral, comme "plombagine", "mine de plomb", "kish", "potelot", "crayon noir", "carbone minéral". Plombagine et mine de plomb sont employés au lieu de graphite, dans le commerce bien que chacune de ces dénominations ait un sens un peu différent. Si "graphite" s'emploie pour le minéral laminaire cristallin, "plombagine" se dit de la matière filonienne, massive, qu'on trouve à Ceylan, "mine de plomb" s'emploie souvent pour la matière amorphe qui forme la pâte à fourneaux, les crayons, etc. Ces noms servent à distinguer les trois formes un peu différentes de la même substance.

Ce fut Karl Wilhelm Scheele (1742-1786) qui le premier se livra à une recherche complète sur le graphite et la molybdénite, et qui, en fin de compte, montra en quoi ils diffèrent. Scheele démontra l'existence du carbone dans le graphite en le faisant brûler dans un courant d'oxygène, et la nature de la molybdénite en la faisant dissoudre par l'acide azotique pour obtenir un oxyde molybdique.

Le nom de "graphite" fut donné pour la première fois au minéral par le minéralogiste Werner en 1789.

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES ET PHYSIQUES

L'élément carbone existe en trois états allotropiques, dont deux, le graphite et le diamant se trouvent dans la nature sous forme de minéraux. Mais le graphite¹ diffère à un si haut degré du diamant et du carbone amorphe (noir de fumée) à la fois par leurs caractères extérieurs, tels que forme, couleur, dureté, etc., en même temps que par leurs propriétés, que Brodie le tint pour un élément distinct qu'il dénomma "graphon".

Les trois formes du carbone: charbon de bois, graphite, et diamant, peuvent facilement être distinguées au moyen d'épreuves tant chimiques que physiques. Le poids spécifique du charbon de bois est de 1.3 à 1.9; du graphite, de 2.1 à 2.3; et du diamant, de 3.5. Chimiquement, un moyen facile de différenciation entre ces trois formes consiste à les traiter par du chlorate de potasse et de l'acide azotique concentré, dans la proportion d'une partie de la substance à traiter, trois parties de chlorate de potasse, et suffisamment d'acide pour rendre la masse liquide. Le mélange est alors chauffé dans un bain-marie pendant plusieurs jours, après quoi le diamant en sort tout à fait inattaqué. Le graphite est converti en des paillettes jaune-d'or d'acide graphitique, et le carbone amorphe est changé en une substance brune soluble dans l'eau². Beaucoup de prétendus graphites, traités de cette manière se révèlent comme du charbon de bois, du coke naturel ou même comme du charbon ou du schiste carboné. On peut découvrir que c'est du charbon ou du schiste carbonné grâce à la matière volatile qui se présente, tandis que toutes les substances falsificatrices énumérées se révèlent par leurs basses températures de combustion, comparées au graphite. Un autre moyen de distinguer le graphite du coke ou du charbon de cornue c'est de voir comment ils se comportent quand ils sont fondus avec du sulfite de soude; le graphite ne réduit pas ce sel, tandis que le coke et le carbone de cornue réagissent fortement sous son influence.

Le graphite naturel se présente rarement en cristaux bien formés (par exemple dans certains calcaires cristallins) mais on le trouve d'habitude dans des agrégats laminaires ou plus ou moins écailleux, disséminés dans des roches schisteuses. Il se rencontre aussi en filons, auquel cas le minéral fait voir habituellement une structure ou feuilletée ou fibreuse. Un graphite terreux, amorphe se voit communément dans des gisements intercalés, et il est alors considéré comme le résultat du métamorphisme d'un charbon ou d'une matière carbonée.

¹Voir Donath, E., *Der Graphit*, Leipzig, 1904, et Haenig, A., *Der Graphit*, Wien, 1910.

²Donath (*Der Graphit*, p. 3) trouve qu'il n'est pas tout à fait certain que le carbone amorphe chimiquement pur donne une solution brun rouge quand elle est traitée de la façon décrite, mais il suppose que la coloration peut provenir des impuretés dans la substance.

La formule $C_{24}H_{10}O_{15}$ a été proposée par Berthelot pour l'acide graphitique préparé avec du graphite naturel. Il est insoluble dans tous les dissolvants et ses paillettes jaunes, ressemblant au mica, se changent, une fois séchés, en une masse brune.

Le graphite comme il se présente habituellement est un minéral noir, brillant, qui cristallise, à ce que l'on croit généralement, suivant le système hexagonal, avec symétrie rhomboédrique. D'autres auteurs prétendent cependant qu'il est monoclinique. Les cristaux ont une forme tabulaire, à six côtés, et les faces sont généralement striées. En raison de la consistance molle de ce minéral, les faces sont rarement très distinctes. Des cristaux très parfaits se rencontrent dans le calcaire cristallin de Pargas, en Finlande, mais les meilleurs spécimens ont été retirés des météorites. Des cristaux maclés ou cristaux d'enchevêtrement parallèle ont été mentionnés par W. Luzi.

Quand elles sont bien cristallisées les lames ont un éclat métallique qui va du noir au gris d'acier, tandis que la variété amorphe est d'une couleur matte noire et terreuse. La rayure est noire et brillante, la dureté 1 et le poids spécifique 2.1 à 2.3. Le minéral est facilement sectile; il est flexible mais non élastique. A cause de sa tendreté, il laisse aisément des marques sur d'autres substances, et il est gras au toucher. C'est un bon conducteur de la chaleur et de l'électricité. Les lames ont un clivage basal parfait et sont opaques même dans les plus minces écailles. Sa température de fusibilité est inconnue, mais dépasse probablement 3000°C. Il est combustible en présence de l'oxygène à un degré entre 620° et 670°C., mais n'est pas altéré s'il est chauffé dans un vase privé d'air.

Chimiquement, le graphite est du carbone pur; il est donc identique au charbon de bois et au diamant par sa composition. Il se trouve presque toujours des impuretés dans le graphite naturel, impuretés qui consistent en quelque substance minérale étrangère qui y est enfermée, comme de l'argile, de l'oxyde de fer, de la calcite, du quartz et du mica. Une petite quantité d'hydroxyle est quelquefois trouvée dans des graphites naturels.

Le graphite résiste très bien aux influences climatologiques et des lamelles tout à fait brillantes du minéral se rencontrent ordinairement à la superficie du sol formé par la décomposition des roches graphitifères.

Quant au poids spécifique du graphite, Donath donne la liste suivante des poids d'échantillons recueillis dans un certain nombre de localités:--

Ceylan (1)	2.257
Borrowdale	2.286
Oberer Jenisei	2.275
Upernivik	2.298
Arendal	2.321
Ticonderoga	2.17
Ceylan (2)	2.246
Blast furnace graphite (hauts fournaux)	2.30

La chaleur spécifique du graphite est 0.2019, et Weber a trouvé qu'elle varie selon différentes températures, comme suit:

à -50°C	0.1138
+61°C	0.1990
+977°C	0.4670.

Celle du diamant, à la même température à peu près, a été trouvée à:

-50°C	0.0635
+58°C	0.1532
+1000°C	0.4589.

Les valeurs susdites pour le graphite ont été fixées d'après le graphite pur de Ceylan qui ne renferme que 0.38 pour cent de cendre.

A des températures plus basses, la chaleur spécifique du diamant diffère donc considérablement de celle du graphite et du carbone amorphe, ces deux dernières substances étant à peu près les mêmes. A mesure que la température monte, cependant, les valeurs pour toutes les trois modifications deviennent de plus en plus égales, et, à 1000°C, elles sont pratiquement identiques.

Les pouvoirs calorifiques qui se rapportent aux différentes formes du carbone ont été déterminées comme suit :

Graphite.	par gramme.	7779.45	cal.
Diamant.	"	7770.00	"
Hauts fourneaux.	"	7762.30	"

Le graphite résiste extrêmement bien à l'action de la plupart des réactifs chimiques. En le fondant avec des carbonates alcalins on obtient du protoxyde de carbone qui se gonfle à travers la matière en fusion et prend feu aussitôt qu'elle se forme, le graphite étant consumé en réduisant le carbonate. Un alcali pur et caustique chauffé au rouge peu intense, n'attaque pas le graphite de façon appréciable, mais le sépare de ses associés minéraux et laisse le graphite à l'état libre et purifié. Le graphite pur n'est pas changé s'il est chauffé dans un courant de chlore gazeux; il n'est pas non plus attaqué par les acides chlorhydrique ou fluorhydrique.

Un graphite de première qualité n'est attaqué que lentement par du nitrate de potassium à une chaleur d'un rouge peu intense. Certains oxydes métalliques sur la surface d'un métal en fusion ou d'alliages à une très haute température ont une tendance à oxyder ou à brûler le graphite, et la même chose arrive à des laitiers qui oxydent fortement et qui ont des points de fusion très élevés. C'est pour cette raison que les creusets de graphite utilisés dans l'aciérie ne sont rarement bons pour plus de six ou sept chauffes en moyenne, tandis que ceux dont on se sert pour fondre le bronze peuvent servir à vingt ou vingt-cinq chauffes.

Le graphite peut être complètement oxydé par un mélange d'acides chromique et sulfurique. Il peut aussi être converti en acide carbonique dans un four à combustion. Une méthode beaucoup plus simple, toutefois, et qui est celle qu'on emploie généralement pour déterminer la teneur en carbone d'un échantillon de graphite, consiste à chauffer le graphite dans un creuset de platine à la plus haute température d'un brûleur Bunsen en même temps qu'on laisse entrer un courant d'oxygène.

Dans l'épreuve du graphite les échantillons devraient toujours être classés d'après la teneur apparente en carbone; une matière de qualité inférieure, comme le minerai de graphite, demande à être traitée autrement qu'un échantillon de graphite raffiné. Les principales impuretés du graphite commercial le plus pur sont l'humidité, le soufre (sous forme de pyrite de cuivre) la calcite, le quartz et le mica. Le soufre fait tort au graphite pour creusets dont on se sert pour fondre l'argent ou les alliages de haute qualité, et c'est la raison pour laquelle les pyrites de cuivre devraient être éliminées autant que possible dans le broyage vu que le fer, qui s'y trouve en combinaison, donne naissance à des taches rouges dans le recuit.

C'est une habitude assez commune d'appeler "amorphes" certains graphites très finement divisés, par opposition à la variété plus grossière ou cristalline ou en lames. Ce terme de graphite "amorphe" est réellement une appellation fautive puisque tout graphite est un carbone cristallin et, comme c'est dit plus haut, se distingue tout à fait du carbone amorphe qui ne donne pas de l'acide graphitique quand on le traite au chlorate de potassium et à l'acide azoti-

que. Le graphite soi-disant "amorphe" est en réalité un graphite cristallin dont les particules sont si minimes que de ne pouvoir pas se distinguer à l'œil nu, un graphite dont l'apparence est terne ou terreuse. Vues au microscope ces graphites terreux se montrent composés d'une matière très finement cristalline et sont par conséquent cryptocristallins.

Cependant certains graphites, comme par exemple, celui de Bohême, qui est une variété terreuse prétendue "amorphe" donnent un acide graphitique qui a l'aspect d'une poudre jaune, tandis que celui qu'on retire de la plombagine de Ceylan a la forme de cristaux lamellaires. Quand on le décompose par la chaleur l'acide graphitique en poudre donne une substance qui ressemble au noir de fumée, tandis que celui qu'on obtient de l'acide cristallin est d'une couleur plus claire et ne paraît pas être aussi finement divisé. Il paraîtrait donc qu'il peut y avoir quelque différence dans la structure moléculaire de certains graphites ou "amorphes" ou "cristallins", mais ce sujet n'a pas encore été suffisamment étudié pour permettre qu'on fasse une distinction bien définie entre les deux types. D'autre part, l'application vague du terme "amorphe" à beaucoup de graphites finement cristallins, comme par exemple à celui de la mine Black Donald, dans l'Ontario, est décidément erronée.

On a paru croire, autrefois, qu'il existait plusieurs variétés de graphite, et que la différence entre ces variétés reposait sur leur différente attitude quand on les traitait par des substances chimiques. Par exemple, certains graphites qui étaient mouillés avec de l'acide azotique fumant et ensuite chauffés, se gonflent et prennent des aspects vermiformes, avec une circonférence de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ pouce et une longueur souvent de plusieurs pouces. Ces formes ont une couleur gris d'acier et un éclat métallique; elles sont recourbées et tordues en courbes régulières: leur structure régulière leur donne une apparence très caractéristique et le volume de ces prétendus "vers de graphite" est souvent cent fois plus grand que celui du graphite originaire dans lequel ils s'étaient formés. On suppose que la cause de ce phénomène doit se chercher dans la structure capillaire des lamelles, qui leur permet d'absorber facilement l'acide. Par la chaleur du feu le gaz dégagé par l'acide tend à exfolier le graphite. Les graphites qui affectent ces formes passent, par conséquent, pour n'être pas essentiellement distincts de ceux qui ne produisent pas une réaction de ce genre. Les premiers étaient, à l'origine, classés par Luzi—qui examina beaucoup de graphite sous ce rapport—comme les vrais "graphites". Le nom de "graphitoïde" a été appliqué à un pigment noir, terreux, contenant de l'azote et de l'eau, qui brûle dans la flamme Bunsen et qui, même sous le plus puissant microscope ne révèle aucune structure cristalline.

Weinschenk qui a examiné un grand nombre de ces graphites, conteste l'existence de l'une quelconque de ces modifications distinctes du graphite naturel et considère l'attitude différente des graphites provenant de localités diverses comme due habituellement à leur structure. Les susdites distinctions sont rarement faites de nos jours, et le fait de ces différences d'attitude sous certaines conditions n'a qu'une importance académique et très peu technique. Le traitement par l'acide azotique a, toutefois, été employé comme un moyen de nettoyer le graphite naturel et d'obtenir un produit d'une pureté exceptionnelle et dans un état de très fine division.

Quand du graphite en fine poudre est chauffé avec un mélange d'une partie d'acide azotique et de quatre parties d'acide sulfurique concentré ou, quand un mélange de quatorze parties de graphite et d'une partie de chlorate de potassium est chauffé avec soixante-dix-huit parties d'acide sulfurique concentré, le gra-

phite prend une teinte violette, mais au lavage il reprend sa couleur première. Toutefois ce n'est plus du graphite, car il contient en plus de l'oxygène, de l'hydrogène et de l'acide sulfurique. Quand cette combinaison est chauffée au rouge, elle se gonfle avec une abondante émission de gaz et puis retombe sous forme d'une poudre extrêmement fine de graphite pur qui a un poids spécifique de 2.25 (dénommée "Brodie graphite").

La méthode susdite a été employée dans le but de purifier le graphite naturel. A cette fin, le graphite est d'abord broyé très finement et la poudre est bien lavée dans des auges, pour le débarrasser le plus possible de la gangue terreuse. Les concentrés sont alors traités comme il est dit ci-dessus et la matière qui reste étant mise à la surface de l'eau, le graphite surnage et les impuretés tombent au fond. Le graphite laminaire est plus facilement purifié par cette méthode que sous forme d'une poudre. Sous cette dernière forme, il peut être traité de la même manière, toutefois, pourvu qu'une petite quantité de fluorure de soude soit ajoutée au mélange aussitôt que l'évolution du gaz trioxyde de chlore a cessé; de cette manière la silice est enlevée comme tétrafluorure de silicium.

Le graphite artificiel, comme produit du four électrique, ne possède pas la propriété de se gonfler quand on le traite par l'acide azotique, mais une fois séparé des métaux fluides, soit par un effet de haute température soit par celui d'une réaction chimique, cette propriété lui revient à un degré très marqué.

Le graphite artificiel peut être ou amorphe ou cristallin. Son poids spécifique varie entre 2 et 2.25, et sa température de combustion dans l'oxygène approche de 660°C. La résistance qu'oppose à l'oxydation le graphite artificiel produit dans le four électrique est proportionnelle à la température sous laquelle il a été formé.

Le graphite de Ceylan, qui est plus ou moins facile à oxyder, peut être rendu plus réfractaire en le soumettant à une haute température.

Pour plus de détails au sujet des propriétés chimiques, physiques et autres du graphite, on renvoie le lecteur aux pages 1 à 29 de l'ouvrage de Donath déjà cité, et aux pages 6 à 19 de la monographie de Haenig. Les renseignements qu'on y trouve sont d'importance plus scientifique que pratique et, n'ont pas, pour cette raison, été compris dans le présent rapport.

CHAPITRE II

MODE DE GISEMENT ET ORIGINE DU GRAPHITE.

Les graphites naturels sont ordinairement divisés en trois classes, selon le caractère du minéral. Cette division comprend le graphite laminaire, le cristallin (plombagine) et l'amorphe. Comme on l'a fait remarquer ailleurs (p. 7) le graphite qu'on appelle quelquefois "amorphe" est en réalité un graphite laminaire très finement divisé, et le terme d'"amorphe" ne devrait, pour être exact, s'appliquer à aucun graphite, vu que tous les "graphites" sont, d'après leurs caractères proprement physiques, essentiellement distincts du carbone amorphe. Cependant, le terme d'"amorphe", tel qu'on l'emploie, s'applique à ces graphites qui ne décèlent aucune apparence de structure cristalline, car ils sont si finement divisés qu'ils ont revêtu plus ou moins la nature d'une terre et que pour cette raison ils ne peuvent servir à plusieurs des fins auxquelles se prêtent et le graphite laminaire et les variétés cristallines. La distinction entre un graphite laminaire et un graphite cristallin (l'un et l'autre sont essentiellement de caractère cristallin) repose sur la manière que ces deux variétés ont de se présenter et sur la différence de forme qui en résulte. Le graphite laminaire, comme son nom l'indique, est la forme écaillée ou lamellaire du minéral, ordinairement trouvé à l'état disséminé dans les roches métamorphiques, telles que les calcaires cristallins, les gneiss et les schistes. Dans des cas de ce genre chaque lame est un individu séparé et s'est cristallisé comme tel dans la roche. Le graphite cristallin, d'autre part, c'est le graphite trouvé soit sous la forme de filons plus ou moins bien déterminés, soit sous forme d'accumulations dans des poches le long des contacts d'intrusion de pegmatites (habituellement) avec des calcaires, des schistes, etc. Ces deux types de mode de gisement sont fondamentalement semblables en ceci qu'ils représentent un remplissage de fissure ou de cassure par du graphite, la forme seule du gîte du minerai étant différente, et la quantité de substance minérale étrangère sous forme de minéraux cristallisés au dedans, ceux de métamorphisme de contact étant plus nombreux dans le dernier cas que dans le précédent. Le graphite de semblables gisements relève de deux types: l'un feuilleté ou lamellé, l'autre prismatique (fibreux). (Voir planches II et III). Du graphite filonien ne demande généralement pas d'autres préparation pour le marché que celle qui consiste dans le triage à la main ou le scheidage, auquel succède peut-être le tamisage. Par ce moyen, un produit pourra facilement s'obtenir qui aura 90 pour cent de carbone graphitique.

Le graphite amorphe se rencontre d'habitude sous forme de particules infiniment petites plus ou moins uniformément distribuées dans des roches faiblement métamorphiques, comme des phyllades et des schistes, ou dans des lits qui, de fait, sont entièrement du graphite. Ces lits représentent ordinairement des couches houillères métamorphisées et contiennent de 80 à 85 pour cent de carbone graphitique, alors que les susdites roches métamorphiques, qui ne sont que des sédiments carbonés et altérés n'en contiennent que de 25 à 60 pour cent. La quantité de graphite que renferment ces gîtes amorphes dépend de la quantité de carbone qui se trouvait à l'origine dans les sédiments, et il n'y a

aucune preuve d'enrichissement quelconque résultant de roches intrusives qui auraient été des agents de métamorphisme dans quelques cas. Certains gîtes de graphite amorphe ont sans aucun doute été formés par l'action d'intrusions ignées, tandis que d'autres sont probablement le résultat d'un métamorphisme dynamique.

La plupart, sinon la totalité, des gîtes de graphite laminaire et cristallin du monde entier, se rencontrent dans les roches de l'ère précambrienne ou paléozoïque primitive. Des calcaires cristallins, des gneiss (souvent calcaires ou associés aux calcaires) et des schistes sont les types de roches les plus ordinaires où se rencontrent les gîtes de graphite laminaire d'importance commerciale, et, en plus d'un cas, la série a été pénétrée considérablement par des intrusions de roches d'une nature pegmatitique ou granitique. Les graphites filoniens se trouvent dans des roches de caractère semblable à celui des précédentes, mais la roche qui les encaisse n'est pas nécessairement graphitique; de fait, dans la majorité des cas, les épontes de ces filons ne contiennent que peu ou même point du tout de graphite et c'est ainsi que les gîtes contiennent le caractère de véritables filons. Les filons de graphite n'atteignent que rarement une largeur de quelque importance, celle de 10 à 12 pouces est exceptionnelle, et le plus grand nombre mesurent beaucoup moins que cela.

Il est commode de classer avec les graphites filoniens ces gîtes-poches de graphite cristallin qu'on rencontre quelquefois dans les séries précambriennes de calcaire gneisseux de la province de Québec et dans l'Etat de New-York¹. Ces poches sont bien moins communes que le vrai type de filon et sont caractérisées par leur forme irrégulière et par l'abondance d'une substance minérale étrangère qui s'est développée avec le graphite. Les plus communs de ces minéraux sont la scapolite, l'idocrase, le pyroxène, la calcite et le sphène, dont l'association au graphite est si intime que de rendre indispensable le broyage d'une forte proportion du minéral. Dans le cas des graphites filoniens, au contraire, la quantité de substance minérale ainsi associée est généralement petite, et la majeure partie du graphite peut être rendue suffisamment pure au moyen du scheidage. Les relations d'origine entre ces poches de graphite et les roches qui leur sont associées n'ont pas été exactement déterminées, mais elles paraissent s'être formées le long du contact de certains types de roches intrusives avec le calcaire cristallin ou le calcaire gneisseux. Le graphite de ce type de gisement présente le même caractère que le graphite feuilleté des filons et, là où il est exempt de minéraux accessoires, il a un degré semblable de pureté. Le graphite fibreux ou prismatique ne se rencontre pas ordinairement dans des gisements de cette nature, mais il peut se rencontrer dans de petits filons ou des veines divergentes qui traversent les roches dans leur voisinage immédiat. Il n'y a pas de doute que les deux types de gîtes sus-mentionnés ont un caractère épigénésique et doivent leur origine aux roches ignées auxquelles ils sont associés. Le graphite a probablement été déposé par le moyen de quelque action pneumatolytique liée à l'intrusion de ces roches et qui s'exerça soit sur des cassures pré-existantes soit sur des fissures causées par la rupture de la roche envahie par la matière intrusive.

Diverses théories ont été avancées au sujet de la source du graphite de ces gîtes. Weinschenk, qui a fait une étude complète des gîtes de graphite, est partisan de l'idée que des combinaisons de cyanogène accompagnaient les intrusions et furent soumises à une réduction qui en fit du carbone graphitique. Une théorie qui alterne avec la précédente considère l'acide carbonique ou des gaz protoxydés comme la substance réduite. Dans les deux cas la source du gra-

¹ Voir G. S. Bastin, *Mineral Resources of the United States*, Part. II, 1913, p. 210.

phite est cherchée dans les roches ignées auxquelles les gîtes sont associés. Une troisième hypothèse suppose que le graphite prit naissance aux dépens des calcaires envahis, le carbonate de calcium étant dissous pour former des silicates de chaux et l'acide carbonique libéré étant réduit en du graphite en présence de l'hydrogène. Cette dernière opinion exige la présence des calcaires dans le voisinage plus ou moins immédiat des gîtes de graphite, et il est digne de remarque que cette condition est remplie dans presque tous les cas où les relations géologiques de ces gîtes de graphite cristallin ont été établies en détail. Dans les cas où la présence des calcaires n'est pas évidente, des roches de ce genre peuvent toujours se rencontrer en profondeur.

À la place du calcaire, d'autres roches carbonatées, comme la dolomie ou la magnésite peuvent bien avoir produit l'acide carbonique. Les gîtes de graphite laminaire à Munghlinup, dans l'Australie occidentale¹, sont associés à la magnésite, et ceux de la péninsule d'Eyre, au sud de l'Australie², le sont à la magnésite et à la limonite.

Le carbonate de chaux nécessaire peut aussi avoir été fourni par le gneiss ou les schistes; le fait qu'ils étaient à l'origine plus ou moins calcaires est démontré par la présence, qu'on y observe très souvent, du grenat et d'autres silicates de chaux.

La théorie que le graphite de ces gîtes aurait été formé aux dépens de roches carbonatées est corroborée par le fait que les roches intrusives (de nature pegmatitique, en général) ne renferment pas du graphite comme constituant minéral. Le graphite y est souvent trouvé dans des agrégats locaux de graphite laminaire dans la zone de contact immédiat, et aussi, quelquefois, au sein de la masse intrusive proprement dite. Un graphite semblable peut, toutefois, être dérivé d'un calcaire dont la roche ignée a produit la dissolution.

Dans le cas des gisements canadiens les gîtes de minerai sont étroitement associés aux roches intrusives d'un caractère pegmatitique. Ces roches, généralement en forme de dyke, peuvent se présenter aussi sous forme de bosses ou d'amas laccolithiques: la région a éprouvé un si grand bouleversement que leur forme véritable est souvent obscure. Les gîtes de graphite semblent être associés particulièrement à une roche du type gabbro ou anorthosite, ou à des formes modifiées de roches analogues. Des pegmatites d'une nature plus acide sont abondamment développées à travers la région, mais aucun gîte de graphite ne se trouve associé à ces pegmatites. Le fait que les gisements de graphite se bornent à ces pegmatites, chargées de chaux ou de feldspath calcosodique peut avoir une certaine signification.

Le graphite est souvent développé le long de plans de diaclase et de cassures dans les pegmatites, et quelquefois il semble être disséminé parmi une portion considérable de la masse des roches intrusives de cette espèce.

Les filons de graphite font souvent voir clairement que la cristallisation du graphite s'est produite en même temps aux deux épontes, la structure pectinée étant tout à fait visible. En quelques cas une moitié du filon consiste en du graphite feuilleté et l'autre moitié en du graphite fibreux.

Quant à la source du carbone des gîtes de graphite laminaire disséminé, les opinions sont très divergentes et l'on ne croit pas que tous les gisements de ce type aient une origine commune. Selon les théories généralement admises ces graphites peuvent avoir une origine soit organique soit inorganique, et ils passent pour s'être formés de l'une ou de l'autre des façons suivantes:

1. Par l'altération d'une substance organique carbonée qui s'y trouve comme un constituant original de sédiments. La graphitisation de la substance

¹Bull. N° 76, Geol. Surv. West Australia, 1917, p. 9.

²Min. Review, No. 27, Dept. of Mines, South Australia, 1918, p. 52.

carbonée peut s'être accomplie par métamorphisme de contact, par dynamique ou régional des roches encaissantes. Dans un cas semblable, le graphite peut se trouver dans la position occupée à l'origine par le carbone, ou celui-ci, peut-on supposer, avoir émigré et, grâce à des conditions favorables, être devenu concentré et cristallisé comme graphite. Un tel mode d'origine se conformerait ainsi à celui des graphites amorphes, ceux-ci ayant, toutefois, éprouvé un degré moins intense de métamorphisme. Que cette théorie puisse être conforme à la réalité dans le cas de maint gisement, cela ressort des faits à nous connus, où des phyllades carbonatés ont vu leur carbone amorphe converti en graphite dans le voisinage immédiat de contacts intrusifs, et alors que la transition du graphite au carbone amorphe, à une distance de plus en plus grande de la zone de contact, peut se reconnaître de la manière la plus distincte¹.

2. Par l'imprégnation, sous l'action pneumatolytique, de la roche encaissante (calcaires ou schistes calcaires, gneiss, etc.) longeant les contacts intrusifs. Un mode semblable d'origine est analogue à celui qu'on a proposé pour les gîtes de contact métamorphique du graphite cristallin. En ce cas, cependant, il serait nécessaire d'admettre certains états singuliers de composition ou de structure dans la roche envahie, qui tendraient à la rendre perméable aux solutions de gaz, avec, comme conséquence, une précipitation du graphite en forme laminaire au sein de la roche, plutôt que comme des morceaux solides de graphite.

3. Par la destruction du carbonate de chaux présent, dès l'origine, dans les roches envahies par les pegmatites, la chaux destinée à former divers silicates, et le graphite se déposant plus ou moins sur place par la réduction de l'acide carbonique mis en liberté. Dans le cas des numéros 2 et 3 le graphite peut aussi, à la rigueur, avoir été formé aux dépens d'un carbonate de magnésium calcique, les roches intrusives étant souvent plutôt dolomitiques que purement calcaires.

Ces deux théories, cependant, semblent d'une application difficile dans le cas des calcaires cristallins graphitiques, dans lesquels le graphite laminaire paraît souvent plus ou moins uniformément distribué à de grandes distances des contacts intrusifs. Il serait raisonnable de s'attendre à une bien plus grande concentration de graphite dans la zone de contact immédiat que cela n'est le cas dans beaucoup de gisements semblables.

Pour une discussion plus circonstanciée des théories sur l'origine du graphite, le lecteur est renvoyé à la littérature très vaste de ce sujet. Plusieurs des traités et des articles les plus importants sur la matière sont indiqués dans la liste bibliographique ajoutée en appendice au chapitre sur le graphite dans le *Mineral Resources of the United States*, pour 1914, deuxième partie, p. 167-174.

Une bibliographie supplémentaire contenant des articles, etc., sur le graphite, ayant paru depuis la publication du présent rapport est ajoutée au chapitre sur le graphite dans l'ouvrage *Mineral Resources of the United States*, 1917, partie II, p. 117-119.

Deux rapports ultérieurs au sujet du graphite ont été publiés récemment, ce sont:

Alling, H. L., "The Adirondack Graphite Deposits, New York State Museum Bulletin No. 199, 1918".

Dub, G. D., "Preparation of Crucible Graphite, U.S. Bureau of Mines, War Minerals Investigations Series, No. 3, December 1918".

Les articles et les rapports ayant trait particulièrement au graphite canadien sont indiqués sur la liste des pages 205-206 du présent rapport.

¹Voir Stutzer, Die Nicht-Erze, p. 78.

CHAPITRE III

COMPOSITION ET IMPORTANCE ÉCONOMIQUE DES MINÉRAIS DE GRAPHITE

Il est de fait que tous les graphites naturels, qu'ils soient amorphes, cristallins, ou laminaires, renferment une certaine quantité d'impuretés sous forme d'une substance minérale qui s'y trouve mélangée, la quantité de ces impuretés étant généralement plus forte dans les minerais laminaires. La plupart de ces derniers sont en réalité des schistes cristallins dans lesquels le graphite s'est développé postérieurement à la formation de la roche proprement dite. Dans ces minerais les impuretés habituelles sont: mica, calcite, quartz, feldspath, sulfure de fer (pyrites de fer et pyrrhotine) et diverses silicates de chaux, de magnésie et d'alumine; en un mot les minéraux métarmorphiques les plus communs et typiques. Là où ces minerais ont subi une altération à l'air, on ne peut plus reconnaître la forme première d'un bon nombre des susdits minéraux parce qu'ils ont été convertis en une matière argileuse. En pareil cas, il en est résulté sûrement un enrichissement considérable du minerai graphite, dû à la filtration des constituants minéraux les plus solubles.

Quand il s'agit des minerais laminaires frais, non altérés, du type susdit, comme par exemple, de ceux des gîtes canadiens, la proportion ordinaire de la teneur en graphite va du 10 au 30 pour cent. D'autre part, le minerai tendre décomposé du district de Passau, en Bavière, va du 30 au 50 pour cent de graphite. Il est du type gneissique, assez semblable à celui de la série de Grenville, au Canada, mais il a subi un degré considérable de décomposition par le fait que le feldspath s'est presque entièrement transformé en kaolin par altération à l'air.

Les graphites cristallins, tels que ceux de Ceylan, sont les plus purs de tous les graphites naturels. Ils se présentent sous forme de filons, et la quantité de substance minérale étrangère ne s'y trouve est d'habitude assez petite, de sorte qu'il suffit de trier le minerai à la main pour rendre ces filons vendables tels quels. La calcite et le quartz sont les principales impuretés dans ces graphites-là, et la teneur de carbone du minerai brut va du 60 au 70 pour cent. En ramassant ou en cassant ces graphites avec la main les impuretés de bon nombre de ces minerais peuvent être aisément éliminées et il reste alors un produit dont la pureté peut dépasser facilement le 90 pour cent, alors que certains produits de choix accusent même plus de 99 pour cent de carbone. Quand il s'agit de minerais fibreux ou prismatiques, le quartz y forme quelquefois une peau très fine ou une croûte entre les fibres ce qui le rend plus difficiles à enlever avec la main.

Les graphites amorphes, dans bien des cas, sont le résultat du métamorphisme des couches de charbon dont le contenu de carbone a été converti en une apparence graphitique. La pureté de ces sortes de graphite dépend naturellement de celle du charbon original. Quelques-uns de ces graphites sont de haute teneur, comme celui de la province de Sonora (Mexique) qui donne 86 pour cent de carbone graphitique, alors que ceux qui proviennent de charbons donnant beaucoup de cendres sont d'une qualité plus pauvre en proportion.

Le graphite amorphe, pauvre, que l'on trouve près de Providence, Rhode Island, se présente dans les zones de métamorphisme plus intense (apparem-

ment dynamique) du charbon et semble avoir été formé principalement au voisinage de plis anticlinaux. Le gisement a ceci de singulier qu'en un certain endroit les couches donnent du graphite, tandis que non loin de là, elles ont été exploitées pour le combustible.

Le graphite amorphe est également trouvé finement disséminé dans des phyllades et des schistes. Ces phyllades graphitiques sont, en règle générale, relativement pauvres en carbone et, dans le plus grand nombre des cas, il n'est pas pratique de purifier le graphite, le minerai étant alors ramassé à la main et pilé pour être utilisé dans des couleurs, revêtements de fonderie, etc.

En ce qui concerne le degré d'importance économique que peuvent atteindre les minerais de graphite des divers types, il est difficile de le généraliser puisque ce n'est pas seulement la teneur en carbone d'un graphite qui en détermine la valeur. Sa forme extérieure, ses qualités réfractaires comparées et, dans le cas des graphites laminaires, la taille des lames, tout cela est d'importance extrême. Les graphites cristallins (plombagine) et la forme laminaire peuvent prétendre aux prix les plus élevés. Le graphite cristallin se présente sous forme de filons qui sont ordinairement étroits et dont l'exploitation est à la fois difficile et dispendieuse. En réalité tout l'approvisionnement dans le monde entier, de ce graphite, provient de l'île de Ceylan où une main-d'œuvre à bon marché rend possible l'exploitation des gisements. Les frais d'une exploitation de ces gîtes par des blancs deviendraient prohibitifs à moins qu'ils ne fussent compensés par une augmentation très sensible du prix de vente. Une semblable augmentation serait, en revanche, à l'avantage du graphite laminaire, pour la raison qu'elle aurait comme résultat un usage plus général de ce graphite-là dans la production des creusets, pour lesquels l'emploi de cette espèce de graphite est possible sans désavantage sérieux, ainsi que l'ont prouvé des expériences récentes.

Alors que la présence du graphite cristallin, à peu près semblable à celui des gîtes de Ceylan, n'est pas rare dans le district de Buckingham (Québec), l'étroitesse et le manque de continuité des filons en ont empêché l'exploitation et il n'y a guère de probabilité que des gîtes semblables puissent jamais s'exploiter avec profit.

Les conditions déterminantes, dans le cas des minerais laminaires disséminés, sont principalement la taille des lames et l'action satisfaisante du broyage et de la purification pour libérer la lame de la gangue et éliminer les impuretés. Le pourcentage de graphite dans le minerai est d'un peu moins d'importance puisque des minerais n'ayant que 3 pour cent ont été traités avec succès dans les ateliers de broyage de l'Alabama. La moyenne du minerai traité dans les ateliers du Canada va du 7 au 12 pour cent. Toutefois, dans le premier de ces cas, les gîtes sont très grands et le minerai est d'une qualité plus ou moins uniforme, tandis que dans le second cas des lentilles ou des bandes d'un minerai plus riche se mêlent à une matière plus pauvre et qu'on n'a pas trouvée bonne à être traitée.

La proportion, dans le minerai, de graphite laminaire de plus de 90 mailles, et l'emploi d'un procédé de broyage qui préservera de la destruction une quantité maximum de ce graphite, quand il passera par les diverses phases de la concentration et de la purification, ce sont là des conditions non moins importantes puisque ce n'est que le graphite à grandes lames qui peut aspirer à un prix proportionné au traitement le plus rémunérateur. Certains minerais d'un graphite laminaire, quoique assez riches pour être d'un bon prix, sont si durs qu'il est difficile à la fois d'en libérer les lames et d'en préserver la taille. Beaucoup de gneiss graphitiques peuvent être compris dans cette catégorie, et c'est seulement les parties supérieures, altérées à l'air, de ces gîtes qui peuvent être traitées de façon satisfaisante. Dans les deux cas, celui du gneiss à graphite de Pickering, en Pensylvanie, et celui des phyllades (schistes) de Talladega, en Alabama, le

premier contenant 5 pour cent, et le dernier 3 pour cent de graphite, les opérations se bornent presque entièrement à la roche altérée à l'air qui dépasse le niveau des eaux d'infiltration. Ces minerais n'exigent que l'action d'un broyeur à meules pour les concasser suffisamment en vue de la concentration.

Les graphites amorphes ont rarement une teneur élevée en carbone graphique, malgré l'exception remarquable que forment les couches houillères altérées de la province de Sonora, au Mexique, lesquelles donnent un graphite de haute qualité, fort recherché pour la fabrication des crayons à mine de plomb. Le graphite amorphe n'est pas rare dans les phyllades et les schistes, et des sédiments graphitiques ont été exploités sur une grande échelle dans les cas où la teneur en carbone est suffisamment élevée. Une matière de qualité inférieure, toutefois, n'est employable que pour les qualités à bas prix du graphite commercial tel que celui qu'on emploie pour les revêtements de fonderie et dans les matières colorantes puisqu'on ne peut pas l'épurer avec succès par suite de la propriété qu'a le graphite de se diviser très finement, et de la difficulté qu'on trouve à le séparer de sa gangue terreuse. Les frais de purification de cette catégorie de graphite seraient prohibitifs, surtout parce que la demande d'un graphite pur, naturel, amorphe est limitée; et à part la fabrication des crayons, il y a peu d'industries—si même il y en a—qui emploient du graphite possédant des qualités que ne possèdent ni les variétés cristallines ni les variétés artificielles.

La production croissante du graphite artificiel (5,785 petites tonnes en 1917)¹, son haut degré de pureté, son bas prix et son adaptabilité aux divers usages auxquels se prête le graphite amorphe, tout cela tend à diminuer l'importance économique, en général, des gîtes de ce graphite amorphe.

Malheureusement il est malaisé de se rendre compte en quelle mesure la composition des graphites mentionnés dans les divers rapports qu'on a consultés, se rapporte aux minerais ou bien au graphite après broyage et purification, car, dans maint cas, les tableaux paraîtraient englober les uns et les autres sans marquer une suffisante différence entre eux. Aussi est-il inutile, pour des buts de comparaison, de faire un tableau de ces analyses. Cependant, M. G. C. Hoffmann² a déterminé la composition d'un bon nombre de minerais canadiens, et les résultats de ses analyses sont donnés ci-dessous :

Graphite laminaire disséminé.

Localité	Carbone	Cendre	Eau	Total
Buckingham, Québec.....	27.52	72.44	0.04	100.00
“.....	23.80	75.02	1.18	100.00
“.....	22.38	75.88	1.74	100.00
“.....	30.52	69.35	0.13	100.00

Graphite filonien—feuilleté.

Localité	Carbone	Cendre	Mat. volatile	Total
Buckingham, Québec.....	99.68	0.14	0.18	100.00
Grenville, Québec.....	99.82	0.07	0.11	100.00

¹ Production de la Acheson Graphite Co., Niagara Falls et Buffalo.

² Commission géologique, Canada, Rap. des Opér., 1876-7, p. 492.

Graphite filonien—prismatique.

Localité	Carbone	Cendre	Mat. volatile	Total
Buckingham, Québec.....	97-63	1-78	0-59	100-00
Grenville, Québec.....	99-76	0-13	0-11	100-00

Les échantillons de graphite laminaire provenaient du minerai moyen de différents gîtes, tandis que la matière filonienne était choisie à cause de sa pureté. Dans le cas du laminaire, la proportion de la matière rocheuse soluble (calcite) et insoluble dans l'acide chlorhydrique allait de 2:66 à 21:53.

Hoffmann a également fait l'analyse des graphites de Ceylan et de Ticonderoga (New-York), les échantillons étant toujours d'une matière choisie:

Graphite filonien—prismatique

Localité	Carbone	Cendre	Mat. volatile	Total
Ceylan.....	99-79	0-05	0-16	100-00
".....	98-82	0-28	0-90	100-00

Graphite filonien—feuilleté.

Localité	Carbone	Cendre	Mat. volatile	Total
Ceylan.....	99-68	0-21	0-11	100-00
".....	99-28	0-42	0-50	100-00
Ticonderoga, N.-Y.....	96-66	2-15	1-19	100-00
".....	97-42	1-76	0-82	100-00

Sommaire.—Les graphites filoniens, cristallins, sont les graphites naturels les plus purs et peuvent devenir une matière marchande simplement en les assortissant à la main. Mais les filons, la plupart du temps, sont étroits et ne peuvent être traités avec profit qu'à la faveur d'une main-d'œuvre à vil prix. A quelques exceptions près et à cause de cela même, les graphites filoniens, trouvés jusqu'à présent sur notre continent, n'ont eu qu'une valeur marchande bien médiocre. Même si la plombagine de Ceylan venait à manquer, ces gîtes n'offriraient que peu de perspectives, vu que la quantité disponible serait petite et que les frais de la production seraient probablement trop élevés pour permettre à ce graphite-là de concurrencer les graphites laminaires. Ces derniers, quoique moins réfractaires que la plombagine cristalline plus massive, pourraient, en cas de besoin, se substituer à celle-ci pour les creusets. Le graphite prismatique de Buckingham, Québec, se voit dans la gravure de la planche III.

La plus grande partie de la production mondiale de graphite consiste en graphite amorphe. En 1913, la dernière année dont on ait des données en chiffres plus ou moins complets, la production de graphite amorphe s'est élevée à plus de 80,000 tonnes, en contraste avec 30,000 tonnes environ de plombagine et autant de graphite laminaire. La plus grande partie de ce graphite laminaire peut être regardée comme représentant un graphite qui a subi une sorte de traitement de purification et qui provient de minerais contenant 3 p.c. et au delà de graphite.

Puisque, en 1916, la production du graphite laminaire de Madagascar s'était élevée à 28,000 tonnes, c'est-à-dire à plus de 20,000 tonnes en excès de la production de 1913, tandis que les expéditions de Ceylan n'avaient augmenté que de 9,000 tonnes pendant la même période, la proportion entre le graphite laminaire et la plombagine dans la production totale de 1916 fut probablement beaucoup plus forte qu'en 1913. Nous n'avons aucunes données, depuis 1913, pour la production de l'Allemagne et de l'Autriche; ces pays produisirent, cette année-là, presque autant de graphite que le reste entier du monde, et l'on peut prétendre que, dans l'intervalle, la production a plutôt augmenté que diminué, à cause de l'interruption des importations de Ceylan.

Le transport, le combustible et d'autres éléments encore jouent un rôle important dans l'essor possible de l'avenir économique du graphite, comme d'autres gîtes minerais. Toutefois, les minerais de graphite laminaire pour le commerce peuvent aller du 3 pour cent en teneur de carbone jusqu'à beaucoup plus que cela, bien que les premiers soient d'une qualité exceptionnellement basse et ne puissent prendre quelque importance marchande que dans l'éventualité qu'offriraient de vastes gîtes à exploiter. La teneur moyenne de graphite des minerais exploités au Canada est de 10 à 15 pour cent, ce qui dépasse énormément celle de la plupart des gisements des Etats-Unis. L'importance économique d'un gîte de graphite laminaire dépend en très grande partie des procédés de concentration, en tant qu'ils sont à bon marché et donnent d'excellents résultats. Au cas où le flottage par l'huile viendrait à lever la difficulté qui a longtemps entravé l'industrie du graphite laminaire dans notre pays, de grandes quantités d'un produit qui a longtemps passé pour être de trop basse teneur pour qu'on l'exploite seraient converties en un minerai propre au traitement à l'usine.

CHAPITRE IV

LE GRAPHITE AU CANADA

REMARQUES PRÉLIMINAIRES

Les localités où le graphite a été trouvé, au Canada, et observé avec quelque attention, se présentent dans la partie est du pays. Les gîtes disséminés de graphite laminaire se rencontrent dans les provinces d'Ontario et de Québec, dans un rayon de 150 milles d'Ottawa. L'industrie du graphite canadien, en ces commencements (1866-1870) avait son centre de voisinage plus ou moins immédiat de Buckingham (Québec) à environ 25 milles à l'est d'Ottawa, mais il y a longtemps que les premières usines dans ce district ont suspendu leurs travaux. Plus récemment une demi-douzaine d'usines ont travaillé avec plus ou moins d'intermittence dans le territoire de Buckingham, et ont toutes travaillé à la production du graphite laminaire. Le graphite cristallin ou plombagine¹ se trouve aussi dans cette région, mais les filons, en général, ont été trouvés trop étroits pour être travaillés avec profit. Plus récemment encore, un bon nombre de terrains à graphite laminaire ont été exploités dans l'Ontario, dans la région qui s'étend tout droit à l'ouest d'Ottawa; cinq usines ont été construites dans cette région. Très peu de graphite cristallin a été signalé dans ce district, tout celui qui s'y trouvait étant de la variété laminaire. La présence dans la concession I, canton de Brougham, comté de Renfrew (mine Black-Donald) d'un amas de minerai laminaire de première qualité, est digne de remarque, vu qu'un gîte pareil de graphite est probablement unique parmi les gîtes dont on a connaissance. Le minerai consiste en de petites lames dont la plus grande partie est de trop petite taille pour les exigences de l'industrie des creusets, mais qui renferme des filonets de lames plus grandes. La richesse du minerai est variable, allant de 60 à 80 pour cent de carbone graphitique, et le gîte dont la pente est presque verticale et se trouve enfermée dans du calcaire cristallin, a une largeur moyenne d'environ 40 pieds.

Le graphite laminaire a été signalé aussi sur divers points de la Colombie britannique, mais nulle part il n'a été exploité. Le graphite cristallin a été trouvé en diverses localités des territoires du Nord-Ouest et du Labrador, et un gîte de cette matière fut exploité pendant les années 1917 et 1918 sur le côté méridional de l'île de Baffin. Une petite quantité de ce graphite fut le résultat de ces opérations et expédié pour le commerce des creusets. Ce graphite passe pour être de même qualité que la meilleure plombagine de Ceylan pour ce genre d'ouvrage.

Le graphite amorphe était exploité il y a bien des années près de St-Jean du Nouveau-Brunswick. Le minerai, là, consiste en schistes et phyllades graphitiques très impurs et cette matière trouva son emploi dans les revêtements de fonderie et les matières colorantes.

Le nombre des mines de graphite et des usines en activité pendant ces quelques dernières années a été en moyenne d'environ une demi-douzaine; il faut y

¹ NOTE.—Dans ce rapport les expressions de "graphite cristallin", de "graphite filonien" et de "plombagine" sont employées comme étant synonymes. Alors que le graphite laminaire, lui aussi, est essentiellement de caractère cristallin, le commerce ne le considère pas ordinairement comme tel.

ajouter les travaux intermittents qu'on a faits dans quelques gisements où, pour quelque raison, la phase de production n'a pas été atteinte.

La production annuelle moyenne du graphite de toutes les qualités, pendant les années 1910 à 1918, a été de 2,438 tonnes, et dans ce total il faut comprendre surtout le graphite traité à l'usine; cependant, en certaines années, une petite quantité de minerai brut a été comprise dans ce total.

TYPES DE GISEMENTS

Les deux façons principales dont se présente le graphite laminaire disséminé sont: (1) dans des gîtes plus ou moins irréguliers de gneiss à sillimanite, et (2) en du calcaire cristallin. Plusieurs gîtes de ce dernier type ont été découverts dans les comtés de Hastings et de Haliburton (Ontario), mais dans la province de Québec, l'exploitation a été, en majeure partie, restreinte aux bandes graphitiques dans les gneiss. Bien qu'il soit évident que ce dernier type de gîtes résulte de la graphitisation de certaines bandes dans la série (sédimentaire) de Grenville, cette formation a subi une déformation et un métamorphisme si intenses que la continuité originelle des bandes a été en grande partie détruite et qu'on ne peut que rarement en suivre la trace sur une distance un peu grande le long de la ligne générale de leur direction. En outre, le degré de la graphitisation et la forme des gîtes sembleraient dépendre des conditions locales de composition et de structure, respectivement, qui existaient dans ces roches avant qu'elles subissent l'intrusion des types pegmatitiques, à l'action desquels on croit pouvoir attribuer la formation du graphite. Il s'ensuit que les gîtes ont une forme et une étendue quelque peu irrégulières, présentant quelquefois la forme d'une selle comme s'ils s'étaient formés sur la crête d'un pli ou anticlinal ou d'entraînement. Dans ces cas, la formation du graphite semblerait avoir profité des conditions d'affaiblissement de pression qui existaient à ces endroits.

Les gîtes sont loin d'être uniformes quant à leur teneur en graphite et sont souvent caractérisés par des zones d'enrichissement local. Ce fait peut provenir soit de différences de composition ou de texture dans la roche primitive—la distance à partir de la roche intrusive qui produisit la graphitisation—soit du degré d'influence que celle-ci a pu exercer. Ce sont les zones du plus riche minerai (10-20 p.c.) qui constituent, le plus souvent, les gîtes jusqu'ici exploités. Ces derniers, toutefois, dégénèrent graduellement en un minerai moins riche, lequel sans se prêter à un traitement rémunérateur par les procédés de concentration employés jusqu'à présent, peuvent cependant être considérés comme ayant beaucoup de valeur pour le traitement du flottage.

Les gisements de graphite dans le calcaire cristallin se rencontrent communément dans le voisinage immédiat des intrusions pegmatitiques, les gîtes étant situés dans les parties silicatées du calcaire le long de son contact avec la matière intrusive. En certains cas la roche calcaire s'est présentée comme une bande calcaire relativement étroite, intercalée dans des gneiss, et, en ce cas, le gîte a une forme plus ou moins définie. Il y a d'autres exemples où les pegmatites ont été injectées dans de grandes masses de calcaire, avec la présence d'une zone graphitique dont la richesse variait avec la distance où elle était du contact. Par le fait d'abord que les pegmatites ont souvent la forme de laccolithes plutôt que de dykes bien distincts, et ensuite que le complexe entier semble avoir subi une déformation considérable comme conséquence de la période d'intrusion, les gîtes ont d'habitude une forme décidément irrégulière et leurs rapports réels avec la roche environnante sont souvent obscurs, ce qui rend ardue la tâche de débloquent un gîte de la matière qui l'entoure. Dans ces conjonctures le forage au diamant est la seule manière satisfaisante de déterminer la forme générale et l'étendue du gîte.

Un autre type de gisement de graphite, de plus rare occurrence il est vrai, mais dont on connaît plusieurs exemples qui ont été exploités, c'est celui où du graphite cristallin et du graphite laminaire se présentent associés l'un à l'autre. Ces gisements sont essentiellement du type de métamorphisme de contact et sont caractérisés par une association intime avec des minéraux tels que wollastonite, scapolite, pyroxène, vésuvianite, grenat et sphène, le tout formant un agrégat plutôt lâche d'individus grossiers et cristallins. Les interstices sont d'habitude comblés par de la calcite. A part qu'il est très apte à renfermer des impuretés, à cause de la présence dans sa masse des susdits minéraux en plus ou moins grande quantité, une forte proportion du graphite cristallin de ce type de gisement est essentiellement semblable au graphite feuilleté des filons authentiques. Toutefois ce graphite cristallin est d'habitude moins brillant, souvent d'une teinte grise plutôt que noire, et il est plus tendre et moins compact, se brisant facilement en morceaux de forme lamellaire, en contraste avec les particules anguleuses données par la plombagine filonienne. Le graphite est évidemment d'origine contemporaine des minéraux qui lui sont associés, car il est souvent manifesté au milieu des individus plus gros de scapolite, de pyroxène, etc. Ces gisements, par leur caractère général, ressemblent de très près aux gîtes d'apatite micacée que l'on trouve dans la même série de terrains dans le district de Buckingham (Québec).

Laissant de côté la variété amorphe, le graphite du Canada se rencontre dans des gisements de trois types, tous essentiellement différents par leurs caractères généraux, quoique, peut-être semblables par leur origine. La géologie des régions à graphite dans l'Ontario et le Québec a été étudiée en détail en ces quelques dernières années par MM. E. Wilson et J. Stansfield, de la Commission géologique, et pour la discussion de l'origine de ces gîtes et de la façon dont ils se rencontrent avec les roches associées le lecteur est renvoyé aux articles de la note ci-dessous¹.

En résumant brièvement les points saillants de ce double sujet de la présence et de l'origine des gisements de graphite, on put établir que trois hypothèses ont été avancées pour expliquer le mode d'origine du graphite. Ces hypothèses attribuent cette origine à l'une des trois sources suivantes:

(1) Au carbone, d'origine organique, présent dès l'origine dans les roches sédimentaires, lesquelles ont été métamorphosées par métamorphisme dynamique ou de contact (ou par les deux à la fois) avec conversion de la matière carbonatée en graphite.

(2) A un dépôt par une action pneumatolytique, le graphite ayant été introduit dans des roches immédiatement contiguës aux intrusions ignées. En ce cas la source du graphite est attribuée soit à des composés de cyanogène ou d'hydrocarbure existant dès l'origine dans le magma igné, soit à l'acide carbonique qui accompagnait la matière intrusive.

(3) A la réduction de l'acide carbonique provenant de la fragmentation du carbonate de calcium des roches (calcaires, schistes et gneiss calcaires, etc.) par l'action du métamorphisme de contact le long des bords de masses ignées (pegmatite) injectées dans ces roches.

Tandis que les susdites hypothèses ont été avancées pour expliquer l'origine des gisements de graphite en général, et que telle théorie spéciale est invoquée pour l'un ou pour l'autre des types sus-mentionnés de gisements, sans que pour cela il soit nécessairement applicable à tous les types; le fait aussi de l'étroite association des trois catégories de gisements dans le sol du Canada, à l'intérieur d'une superficie relativement restreinte de terrains d'un caractère essen-

¹ Trans. Can. Min. Inst. Vol. XVI, 1913, p. 401-411; Vol. XIX, 1916, p. 362. Com. géol. Can., Rapp. sommaire, 1917, Partie E, pp. 29-42.

tiellement semblable (calcaires et gneiss cristallins considérablement injectés de roches pegmatiques, de périodes et de types différents, mais toutes également de l'âge précambrien), toutes ces circonstances nous porteraient à croire que le graphite est dérivé, dans tous ces cas, d'une source identique.

Alors que, sur les trois classes de gisements mentionnées, celle du graphite laminaire disséminé parmi le calcaire et le gneiss est la seule à laquelle puisse avec raison s'appliquer la théorie de la teneur originelle de carbone, il n'y a, en faveur d'une pareille hypothèse, qu'un bien maigre témoignage à invoquer. Mais ce qui l'infirmé, c'est le fait que, bien que le système entier des calcaires et des gneiss (série de Grenville), au sein duquel se rencontrent ces gîtes de graphite, ait subi un degré de métamorphisme dynamique de contact (par endroits) suffisant pour produire la formation, à travers la masse de ces roches, de nombreux minéraux secondaires et typiques, tels que mica, grenat, trémolite, wollastonite, pyroxène, etc., les gîtes de graphite semblent être confinés dans le voisinage immédiat de gîtes d'une roche intrusive, et probablement d'une roche intrusive d'un certain type, savoir d'un feldspath fortement calcosodique (plagioclase). Il paraît donc probable que, si une teneur initiale de carbone, de la série de Grenville, était vraiment la source du graphite trouvé dans cette série, les gîtes de graphite se rencontreraient beaucoup plus fréquemment, parmi la masse de ces roches, que ce n'est en réalité le cas.

Il s'est fait, relativement, peu d'exploitation souterraine qui se rapportât à l'exploitation des gîtes de graphite, et des excavations assez petites de surface ont dû suffire presque entièrement à l'étude des rapports existant entre ces gisements et les roches connexes. L'impression générale qu'on a retirée d'un examen des gîtes mis au jour par ces travaux de surface, c'est que le carbone des roches est d'origine plutôt secondaire que primaire, et que sa formation se rattache en quelque manière aux intrusions de roches pegmatitiques dans les gneiss et les calcaires. Toutefois, que la source du graphite doive se chercher dans les roches intrusives elles-mêmes, ou qu'elle doive être attribuée à la réduction de l'acide carbonique mis en liberté par sa séparation du carbonate de calcium des roches envahies, tout cela est matière à spéculation. Cette dernière question n'est peut-être pas d'une importance très spéciale quant à l'exploitation des gisements de graphite. La constatation bien établie d'une relation directe entre la présence de ces gîtes et les roches intrusives d'un certain type, serait, toutefois, d'un indiscutable intérêt, et, peut-être, d'un secours considérable pour l'exploitation des gisements en question. À cet égard aussi, la question de l'influence que peut exercer la structure, et la tendance possible du graphite à s'accumuler à la crête des plis ou à d'autres endroits là où s'est produit un affaiblissement de la pression, tout cela devrait être pris en considération¹.

MÉTHODES MINIÈRES.

Il y a peu de chose d'un intérêt spécial qu'on puisse rapporter au sujet de la méthode d'exploitation des gisements de graphite du Canada. La méthode habituelle a consisté à exploiter ces gisements, à la fois ceux de graphite laminaire disséminé et ceux de filons ou de zones de contact de plombagine, par des excavations de surface pratiquées dans les affleurements les plus riches de promesses, et à continuer en profondeur ces travaux tout le temps que le gîte tiendrait ses promesses. De telles excavations n'ont que rarement été poursuivies à une grande profondeur, celle de 100 pieds en étant, on peut dire, l'extrême limite. Là où l'affleurement se produit sur le flanc d'une déclivité on

¹ Voir Rapport somm. de la Com. géol. Can., 1917, Partie E, p. 40.

pratique un ciel ouvert sur la surface du sol au pied de l'affleurement et une galerie est ouverte dans ce flanc. Si le gîte semble y inviter, un chantier en gradin est créé jusqu'au minerai, à partir de ladite galerie; mais une exploitation souterraine de cette nature se fait rarement sur un grand pied. La plus grande partie de l'exploitation qui a lieu dans le district de Buckingham se compose de ces ciels ouverts peu profonds dont il y a parfois un grand nombre dans une seule propriété. Le complexe entier des roches cristallines dans lesquelles les gîtes de graphite se rencontrent a subi un degré si considérable à déformation que tout système méthodique d'exploitation, qui consisterait à découper le minerai en sections, est ordinairement inadmissible, et l'exploitation des gisements se réduit à la méthode la plus économique d'extraire le minerai qui est en vue et en déplaçant le moins possible de roche stérile.

C'est seulement dans trois mines qu'une exploitation souterraine a eu lieu. Dans ces mines, un gîte de composition mieux déterminée que cela n'arrive ordinairement, a été exploité au moyen de puits ayant respectivement 125, 200 et 250 pieds de profondeur, avec des étages depuis lesquels l'abattage du minerai a pu se faire. En deux endroits le puits est en pente, dans le troisième, il est vertical.

La roche qui enserme le gîte de graphite est d'habitude imperméable et on n'y a pas besoin de beaucoup de travaux de boisage.

L'extraction, dans le cas des excavations à ciel ouvert et peu profondes, se fait par la benne et le derrick, et dans les mines plus profondes sur voies de guidage.

La plupart des mines situées à une certaine distance du chemin de fer utilisent le bois dur comme combustible pour les chaudières et les fours à sécher.

Quant à ce qui se rapporte à la description du pays, la région qui contient du graphite, dans l'Ontario et le Québec se compose de collines peu élevées et de crêtes de roches cristallines, les vallées intermédiaires étant en grande partie occupées par des étendues de drift glaciaire. De nombreux lacs remplissent les principales dépressions de l'orientation prédominante des roches, c'est-à-dire vers le nord-est. Le pays est très boisé, ayant une quantité d'érables, de bouleaux, de cèdres, de sapins et de baumiers de seconde venue.

MINES ET GISEMENTS DE GRAPHITE

PROVINCE DE LA COLOMBIE BRITANNIQUE

On n'a publié aucun rapport au sujet de la production de graphite dans cette province, et aucune allusion n'est faite à la présence de ce minéral dans les rapports du minéralogiste provincial. On sait cependant qu'en plusieurs localités la présence du graphite a été constatée, les principales localités étant les suivantes:

Alkow Harbour, Dean Channel, District minier de Bella Coola.—Du graphite fut signalé dans cette localité dès l'année 1860. Le minéral s'y présente en lamelles minuscules, associées à la pyrite de cuivre, dans une gangue de heulandite. Un échantillon de cette matière, analysé dans le laboratoire de la Commission géologique, contenait 23 pour cent de graphite (Com. géol. Can., Rapp. ann., vol IX, 1896, p. 16R).

Matthew Creek, Marysville, district minier de Fort Steele.—Du graphite découvert en ce lieu fut examiné par l'auteur en 1916, et la description s'en trouve dans le Rapport sommaire de la division des Mines pour cette année-là,

p. 34. Ce graphite est amorphe et se présente disséminé dans une gangue de silicate friable et terreux. Il semble que ce soit un filon formé au contact d'une roche dioritique avec un schiste micacé. La teneur en graphite dans un échantillon de choix se trouve être de 25 p. c. La largeur maximum du gisement, tel qu'il est en vue dans une petite surface à ciel ouvert, est de 2 pieds. La basse teneur en graphite du minerai et l'étroitesse du filon n'indiquent pas que le gisement ait aucune valeur commerciale.

Harrison Lake, district minier de New Westminster.—D'après une communication reçue de la part de W. A. Blair, de la Chambre de Commerce de Vancouver, du graphite se rencontre dans le district susdit, et deux chargements de minerai furent expédiés de ce gisement il y a quelques années. On n'en sait pas davantage au sujet de l'existence de ce graphite.

PROVINCE DU NOUVEAU-BRUNSWICK

Le Nouveau-Brunswick, dans le passé, a produit des quantités considérables de graphite amorphe qu'on trouve sous forme de gisements stratifiés dans du calcaire en plusieurs localités, mais, jusqu'à présent, en quantités marchandes seulement près de St-John. Les travaux, dans cette localité, se firent à Split Rock et à Marble Cove, près du pont suspendu sur la rivière St-John, paroisse de Lancaster, comté de St-John. Le premier travail, ici, semble avoir eu lieu en 1853, la production initiale étant de 48 tonnes de minerai brut. Après avoir été abandonnés durant plusieurs années, les travaux reprirent en 1868 et produisirent pendant plusieurs années une moyenne d'environ 1,000 tonnes de graphite écrasé et tamisé. Les gisements furent exploités de façon intermittente soit dans la localité du commencement soit dans son voisinage plus ou moins immédiat, et cela pendant un bon nombre d'années, la production presque totale étant utilisée pour revêtements de fonderie. Le prix qu'on obtint pour la matière brute, en 1890, fut de \$7 la tonne, f.o.b. sur wagons, et la majeure partie de cette expédition fut à destination des Etats-Unis. Une production annuelle de 100 à 400 tonnes est enregistrée pour les années 1885 à 1888.

En 1892, M. Ingall rapporte qu'une certaine quantité de minerai était en voie de broyage et de nettoyage dans une usine construite sur la propriété. En 1895, la Canada Paint Company, de Montréal, commença à exploiter les gisements, leurs ateliers se trouvant à Marble Cove, et, à partir de cette année, jusqu'en 1903, elle retira environ 100 tonnes de graphite par année. Cette production était expédiée à leur fabrique de matières colorantes, à Montréal. Depuis 1903, aucune exploitation ne s'est faite ni là ni en aucune autre localité à graphite de la province.

Au dire de MM. Bailey et Matthew¹, des bandes de graphite se rencontrent dans des argillites et des calcaires peu cristallins, et varient de 1 à 4 pieds d'épaisseur. Le graphite se trouve aussi sous une forme finement disséminée parmi de vastes régions de calcaires.

Selon M. Ingall², le graphite se présente au point de contact du calcaire cristallin avec du dyke de trapp. Le gisement dans la propriété Hazen fut exploité à la faveur d'une galerie d'allongement ouverte le long du massif de minerai, à partir du fond d'un puits de 50 pieds. A la profondeur de 30 pieds, le gîte se trouva avoir 10 pieds d'épaisseur.

Un échantillon du minerai provenant des travaux faits à l'ancien Split Rock fut analysé par G. C. Hoffmann³, de la Commission géologique, en 1878, et se trouva contenir 49 p. c. de carbone graphitique, 50 p. c. de matière insoluble, et 1 p. c. d'eau. L'échantillon avait une structure lâche, schisteuse, et contenait une quantité considérable de pyrite.

¹ Les numéros 1, 2, 3 dans cette page et partout ailleurs dans cet ouvrage, se rapportent à la "Bibliographie" du même article.

Cette localité fut visitée par A. O. Hayes, en 1913, qui fait les remarques suivantes¹ sur la présence du graphite :

"Le graphite se rencontre sur la rive nord-est de la rivière St-John, vers les chutes. On peut le voir quiaffleure à des intervalles à partir du rivage, à quelques centaines de pieds au nord du pont du chemin de fer, dans la direction nord sur une distance de 500 yards le long d'une petite vallée, jusqu'à un point à l'est de la scierie Murray et Gregory. Près de la scierie, d'anciennes haldes ont été retirées d'un puits, et d'autres travaux apparaissent dans la vallée. Une coupe en travers du gisement peut se voir à son extrémité méridionale près de la rivière, où un tunnel de 20 pieds de long a été ouvert."

"En cet endroit on trouve du graphite, dans une zone verticale de faille, mêlé à des schistes pyritifères de couleur foncée et rougis par de l'oxyde de fer. La roche encaissante à l'est de la zone de faille est un calcaire bleu foncé, et dans l'ordre allant de l'est à l'ouest, on mesura la coupe suivante :

- 2 pieds de schiste graphitique avec de la calcite.
- 3 " " vert quelque peu graphitique.
- 6 " graphite schisteux.
- 6 " calcaire vert.
- 8 " schiste graphitique dur.
- 6 " roche verte friable qui ne fait pas effervescence avec un acide.

Bibliographie :

¹Com. géol. Canada, Rapport des Opérations, 1870-74, p. 231. Rapport des Opérations, 1876-7, p. 329; Rapport des Opérations, 1878-9, p. 3H; ²Rapport annuel, vol. V, 1890-1, p. 71SS; Rapport annuel, vil. VI, 1892-3, p. 63S; Rapport annuel, vil X, 1897, p. 72-74M; Bulletin sur le Graphite, 1904, p. 6-10. ⁴Rapport sommaire, 1913, p. 242.

Division des Mines, Monographie sur le Graphite, 1907, p. 50.

Autres localités dans le Nouveau-Brunswick où du graphite amorphe a été signalé, ce sont : la station près de Dumbarton, sur l'embranchement St-Andrews, du C.P.R.; Thorn Brook, paroisse de Havelock, comté de King; près de Dorchester, dans le comté de Westmoreland; Goose River, paroisse de St-Martin, comté de St-John; Lepreau Harbour, comté de Charlotte; et dans les paroisses de St-Stephens et de St-Patrick, comté de Charlotte.

Le graphite de Lepreau Harbour ressemble assez au graphite bien connu du Rhode Island, car c'est un anthracite graphitique. Le gisement fut entrepris vers 1880 pour du charbon; plusieurs puits furent creusés, dont l'un atteignit une profondeur de 140 pieds. (Com. géol. Can., Rapp. des Opér. 1878-9, p. 13D).

Le graphite de Thorn Brook est décrit comme étant une bande de graphite terreux, de 20 pieds de large, en phyllades avec des cassures alignées ou fragmentées. Le gisement passe pour avoir été suivi à la trace sur une distance de plus d'un mille de long de son allure (Com. géol. Can., Rapp. ann., 1890-1, vol. V, p. 71SS). Un échantillon du graphite de ce gisement, analysé dans le laboratoire de la Commission géologique, a donné seulement 7.5 pour cent de carbone graphitique.

PROVINCE DE LA NOUVELLE-ÉCOSSE

On n'a aucune donnée d'une production de graphite de la Nouvelle-Ecosse, bien que la présence d'un graphite amorphe ait été signalée dans diverses localités situées la plupart dans l'île du Cap Breton. Au dire d'Ells¹ on a fait en divers

¹ Com. géol. Can., Bulletin sur le Graphite, 1904, p. 5.

temps plusieurs tentatives pour exploiter les gîtes de graphite, mais sans beaucoup de succès. Les remarques qui suivent sur la présence du graphite en plusieurs endroits de la province sont empruntées à des citations dont la note au bas de la page indique l'origine.

Ces gisements dans l'île du Cap Breton se rencontrent dans des roches qui se composent de calcaire cristallin, de phyllades et de schistes, injectés de types granitiques. Les principales localités comprennent les gisements que voici :

Glendale, rivière Inhabitants, partie méridionale du comté d'Inverness; schiste graphitique, donnant de 14 à 32 p.c. de graphite, suivant des analyses faites dans le laboratoire de la Commission géologique. Une analyse du schiste de Christmas Island, qui fait partie de la même série, donna jusqu'à 50 p.c. de graphite. Le graphite de cette localité obtint des diplômes aux expositions de Paris et de Glasgow en 1901. La syénite intrusive dans les schistes à Glendale contient des taches de graphite disséminées au dedans. A Dallas Brook, près de West Bay, les calcaires et les schistes graphitiques furent pris, une fois, pour des couches de charbon.

Guthro Lake, près de Frenchvale, collines de Boisdale, partie nord du comté du Cap Breton: schiste graphitique ayant de 38 à 45 p.c. de graphite et se rencontrant sous forme d'une bande de 2 à 3 pieds de large. On fit dans ce gîte un peu d'exploitation, en 1895.²

D'autres localités pour le graphite dans l'île du Cap Breton comprennent l'île de Boularderie, comté de Victoria, et les deux ruisseaux Gillis et Gregwa, vers le fond de la East Bay, comté du Cap Breton.

Sur le continent les schistes graphitiques se trouvent, à ce qu'on rapporte, près de Parrsboro, dans le Minas Basin, comté de Cumberland, et dans le comté de Guysborough, sur la rivière Salmon, qui se jette dans la baie de Chedabucto.

Le graphite se trouve aussi dans les phyllades de la série aurifère de la Nouvelle-Ecosse, comme à Musquodoboit, rivière dite Fifteen-mile, et à Hammond plains, comté d'Halifax.

Bibliographie:

¹ Commission géologique, Canada, Rapport des Opérations, 1818-9, p. 2H; Rapport des Opér., 1879-80, p. 19 et 125F, et p. 1-2H; ² Rapport annuel, 1896. vol. IX, p. 52R; Bulletin du graphite, 1904, p. 5-6.

Minéraux marchands de la Nouvelle-Ecosse, ministère des Travaux publics et des Mines, Halifax, 1903, p. 22.

Division des Mines, monographie sur le graphite, 1907, p. 52.

Carte des minéraux de la province de la Nouvelle-Ecosse, ministère des Mines, Halifax, 1912.

PROVINCE D'ONTARIO

La toute première exploitation minière avec préparation du graphite dans l'Ontario eut lieu en 1870, lorsque le gisement de Fort Elmsley fut attaqué et qu'une usine de purification fut installée à Oliver's Ferry, sur le canal Rideau. Cette mine resta la seule source de production jusqu'en 1896, alors que des travaux furent entrepris dans la fameuse mine Black Donald, comté de Renfrew. Ce gisement-là est unique en son genre parmi les exemples de graphite laminaire, à la fois par ses dimensions et par la richesse phénoménale de son minerai. Celui-ci a une si haute teneur de graphite qu'une quantité considérable en est expédiée, à l'état brut, pour être utilisées dans certaines industries.

La mine Black Donald a continué ses travaux, de façon on peut dire ininterrompue, depuis 1896 à nos jours, et a produit plus de graphite que toutes les autres mines ensemble.

Les gisements de graphite de l'Ontario se présentent associés à des calcaires cristallins, plutôt qu'à du gneiss ainsi que c'est le cas le plus général dans le Québec, et dans toutes les cinq mines de la province c'est le calcaire qui est la roche encaissante du minerai.

Le tableau suivant fait voir la production du graphite dans l'Ontario, de 1896 à 1918:

Production du graphite dans la province d'Ontario, 1896 à 1918¹

Année	Petites tonnes	\$	Année	Petites tonnes	\$
1896.....	650	13,000	1908.....	10	1,600
1897.....	400	8,500	1909.....	730	37,624
1898.....	300	6,000	1910.....	992	55,637
1899.....	1,220	16,179	1911.....	894	36,492
1900.....	1,802	27,030	1912.....	1,246	65,076
1901.....	1,000	20,000	1913.....	1,788	93,054
1902.....	1,923	17,868	1914.....	1,363	87,167
1903.....	4,400	20,636	1915.....	2,534	115,274
1904.....	355	4,700	1916.....	3,446	249,586
1905.....	152	9,825	1917.....	3,173	296,587
1906.....	1,772	15,000	1918.....	2,934	171,227
1907.....	2,000	20,000			

Des descriptions de mines de graphite dans cette province sont données dans les pages suivantes.

COMTÉ DE FRONTENAC.

Canton de Bedford

Concession IV, lot 4, et concession V. lot 4.—Ces lats, à ce qu'on dit, ont été entrepris par la Mining Corporation of Canada, 1511, Bank of Hamilton Building, Toronto, dans le but de les exploiter.

Concession VI, lot 2. D'après les témoignages de M. J. Bawden,² un puits de 30 pieds a été creusé dans ce lot quelques années avant 1890, et l'on en sortit environ 100 barils de graphite cristallin qui furent expédiés aux Etats-Unis. Ce graphite est décrit comme étant "un filon bien caractérisé, d'une longueur de trois bons quart de mille et de 10 pieds de large" dans un calcaire cristallin. On ne semble pas avoir fait d'autre travail dans ce gisement.

COMTÉ D'HALIBURTON

Canton de Cardiff

Concession XXII, lots 9, 10 et 11.—Propriété de la National Graphite Company, Royal Bank Building, Toronto. Cette propriété est située à quelques centaines de yards au sud d'Irondale, embranchement de Bancroft-Ottawa du Canadien Nord, à $\frac{1}{4}$ de mille à l'ouest de la station de Mumford. Elle fut occupée, à l'origine, en 1912, par la New York Graphite Company qui y fit construire une grande usine et exploiter un gîte de minerai qui affleurerait le long de la pente nord d'une crête peu élevée qui faisait face au chemin de fer. Une série de petits puits creusés le long de cette crête permit de constater la présence d'un massif de minerai au pendage plat, avec une orientation vers l'est et un prolongement au sud. On s'est assuré de l'existence de ce gîte sur une distance de plusieurs

¹ Chiffres tirés des rapports annuels du Bureau des Mines de l'Ontario.

² Report of the Royal Commission on the Mineral Resources of Ontario, 1890, p. 52.

centaines de pieds, et plusieurs petites galeries ont été percées grâce auxquelles on a pu retirer une petite quantité de minerai. La plus grande excavation est une fosse à ciel ouvert de 40 pieds de profondeur et large de 15. La nature du gîte a également été éprouvée par plusieurs trous de sondage au diamant. La New York Graphite Company continua des travaux intermittents jusqu'en 1915, l'année où elle s'est fondue avec la compagnie actuelle. Les travaux miniers furent, à partir de là, presque tout à fait interrompus dans les lots susdits, et le minerai fut expédié à l'usine depuis un gisement dans le comté de Hastings, près de Maynooth.

Cette dernière propriété est située dans le lot 24, concession XIII, canton de Monteagle, et touche à celle de la Tonkin-Dupont Graphite Company. Le minerai est essentiellement semblable à celui qu'on trouve dans le lot contigu (voir page 29) et se compose d'un calcaire cristallin, mêlé à des silicates, et renfermant environ 7 p.c. d'un graphite laminaire brillant et de bonne taille. Une quantité assez forte de molybdénite a été constatée dans les haldes qu'on laisse perdre. On a retiré de ce lot une forte quantité de minerai pendant les années 1915 et 1916; mais ni la mine ni l'usine n'ont beaucoup produit depuis le commencement de 1917. En ce moment on sait qu'il est question de rouvrir la mine à Mumford. Des expériences se font à l'heure qu'il est avec un nouveau système de concentration par flottage.

Les chantiers dans le canton de Monteagle comprennent une fosse principale et deux petites excavations ayant l'une 50 pieds et l'autre 20 pieds de profondeur. La fosse principale est une excavation de forme irrégulière mesurant 150 sur 30 de dimensions et 150 pieds de profondeur, qui accompagne un massif de minerai dirigé vers le nord-ouest, avec un léger plongement vers le sud-ouest. Cette fosse est protégée par un cuvelage et un boisage sur une partie de ses parois et elle est pourvue d'une voie de guidage pour faire monter les bennes d'extraction. L'entrée de l'excavation se trouvant sur une élévation de terrain ne reçoit pas beaucoup d'eau. Il y a une usine à vapeur et compresseur près de la mine, et, en outre, une installation toute pareille, à Graphite Siding sur la voie ferrée. Cette installation fut placée en 1916, mais n'a jamais été utilisée.

L'usine de la compagnie, à Mumford, est une bâtisse en bois, vaste et à trois étages, adaptée au traitement de 200 tonnes de mines par 24 heures. La vapeur est fournie par trois chaudières de 150 H.P., et une machine à vapeur de 250 H.P., actionne les machines de l'usine et l'atelier de l'éclairage électrique. Un tramway incliné (voir planche VI) transporte le minerai depuis les haldes qui sont le long de la voie d'accès reliant l'usine à la voie ferrée, jusqu'à la plateforme de culbutage où il est jeté dans les wagons qui le transportent aux fours de séchage. Ces fours sont chauffés au pétrole. Le système de concentration et de purification est complètement par voie sèche, et, de façon générale, semblable à celui qui est décrit aux pages 76-80. Deux séparateurs électrostatiques, système Huff, furent installés en 1916. On prétendit que le produit n° 1 sorti de cette usine avait une teneur moyenne en carbone de 92 pour cent, tandis que le n° 2 tournait autour du 90 pour cent. La production du graphite broyé se monta en 1916 à 900,000 livres¹.

Bibliographie:

Rapports annuels de l'Ontario Bureau of Mines, de 1913 jusqu'à nos jours.

Canton de Monmouth

Concession XVI, lot 35, S. 1.—Propriété de la *Tonkin-Dupont Graphite Company, Ltd.*, 2345 Broadway, New-York. La propriété touche l'embranchement

¹ Cette installation a, depuis, été modifiée pour adopter la concentration par flottage.

ment Irondale, Bancroff-Ottawa, du Canadian National, près de la station de Wilberforce. Une grande usine, bâtie par les premiers propriétaires, la *Virginia Graphite Company*, en 1910, est située le long de la voie du chemin de fer, tout proche de la station.

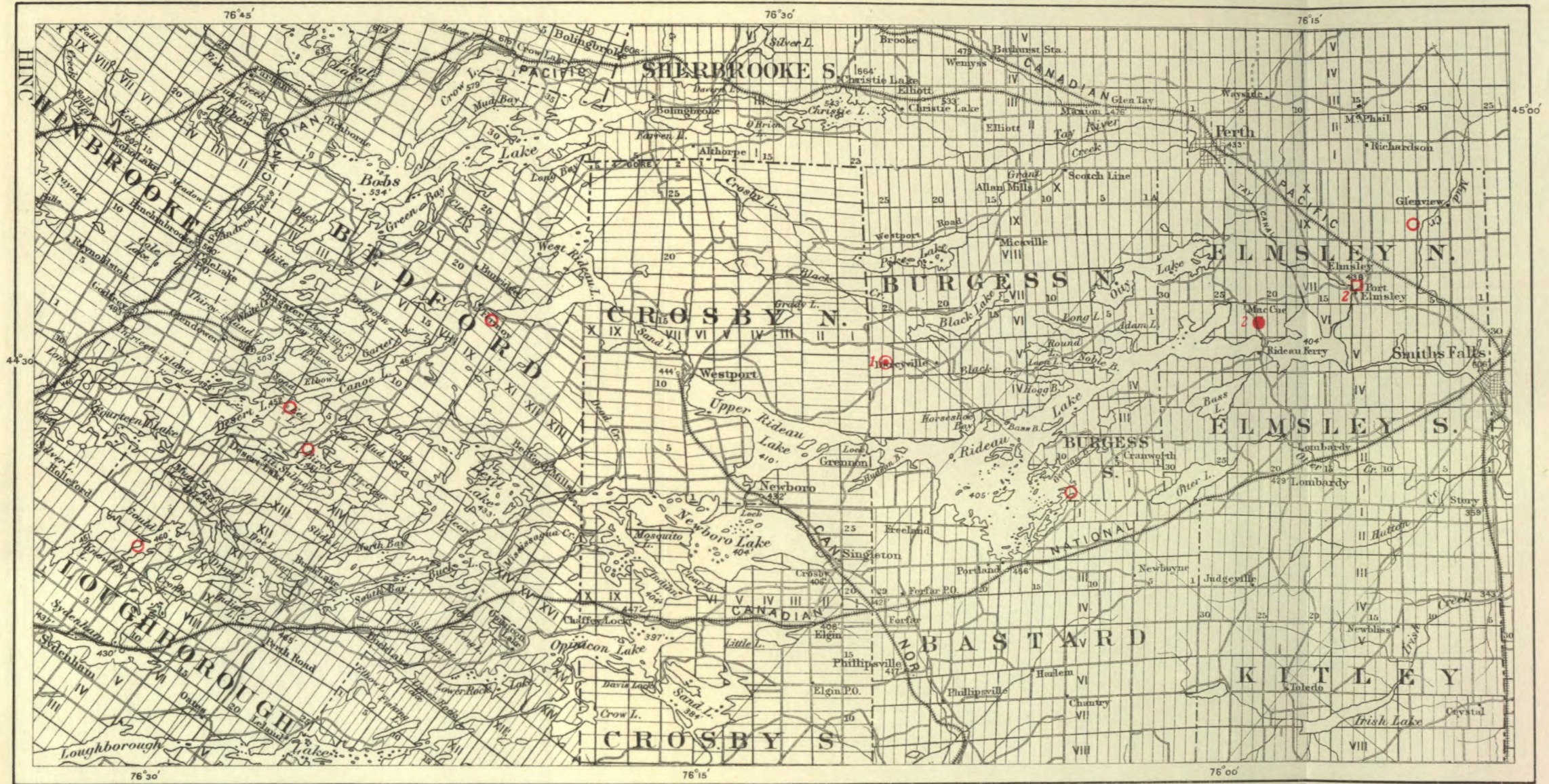
Les premiers travaux en ce lieu furent exécutés en 1910 par la compagnie qu'on vient de mentionner et qui procéda en même temps à la construction de l'usine. On fit un peu d'exploitation minière dans le lot susdit et dans ceux qui le touchaient, mais les résultats, paraît-il, n'en furent guère encourageants, puisque, l'année suivante, l'usine travailla surtout un minerai apporté par le chemin de fer depuis Maynooth, quelque 30 mille de là, et dans la concession XIII, lot 23, du canton de Monteagle, comté de Hastings, la compagnie faisait faire une exploitation minière plus considérable. Les chantiers à Wilberforce, comprennent quelques petits ciels ouverts dans une carrière à flanc de coteau, une grande excavation à ciel ouvert, qu'on dit être d'environ 100 pieds de profondeur et mesurant 75 pieds sur 40, et une galerie inclinée de 8 pieds sur 15 et profonde de 100 pieds. Cette dernière excavation a été faite dans la zone graphitique cristallin silicaté, le graphite se présentant en bandes étroites de lames disséminées, séparées par un calcaire légèrement graphitique. La roche prédominante dans ces lots est un calcaire cristallin dans lequel se rencontrent des bandes silicatées. C'est dans ces bandes seules qu'on trouve le graphite. Le minerai est relativement pauvre et n'a en moyenne que 5 pour cent de graphite. Un examen fait en courant de ces lots n'a révélé aucun indice qu'il se trouvât un important massif de minerai.

En 1913, la compagnie changea de nom et prit celui de la *Tonkin-Dupont Graphite Company*. On fit, cette année-là, un peu de prospection, avec la perforatrice, dans la propriété Wilberforce, mais presque tout le minerai broyé fut apporté de Maynooth et de plusieurs gisements prospectés dans les cantons de Monmouth et de Cardiff. Depuis 1913, les mines et les usines de la compagnie ont chômé.

L'usine, de Wilberforce, est une grande bâtisse à 3 étages (voir planche VII), et pourvue de machine à concentration sèche. Les fours à séchage du minerai sont situés sur une éminence derrière l'usine, et sont approvisionnés de minerai au moyen d'une voie de guidage qui va des tas de minerai, situés le long de la voie d'accès du chemin de fer, jusqu'à l'usine. La méthode de concentration se conforma à la description qui en est donnée aux pages 76-80, ces concentrés étant épurés par des séparateurs électrostatiques, système Huff. L'usine avait été destinée à avoir une capacité de 200 tonnes de minerai par 24 heures. La vapeur était fournie par deux chaudières de 125 H.P.

Les travaux d'exploitation que fait la compagnie dans le lot 23, concession XIII, canton de Monteagle, comté de Hastings, comprennent une excavation principale longue de 200 pieds et large de 20, avec une profondeur de 75 pieds, et plusieurs plus petites excavations au sud-est de la précédente. La principale excavation donna presque tout le minerai retiré de cette propriété. Le gîte de minerai exploité consiste en une bande graphitique dans un calcaire cristallin, avec direction au nord-ouest et plongement légèrement vers le sud-ouest. C'est, au fond, une continuation de la même bande exploitée dans le lot contigu (XIII 24) par la *National Graphite Company*.

Ce minerai se compose de lames de graphite de forte taille, et brillantes, disséminées parmi un calcaire cristallin silicaté, la teneur moyenne en graphite étant d'environ 7 pour cent. La calcite forme le plus gros des impuretés dans le minerai, avec du mica et de la pyrrhotine en quantité secondaire. Le massif de minerai est bordé de zones d'un calcaire silicaté, dont les constituants les plus



Base map, Dept. of Interior

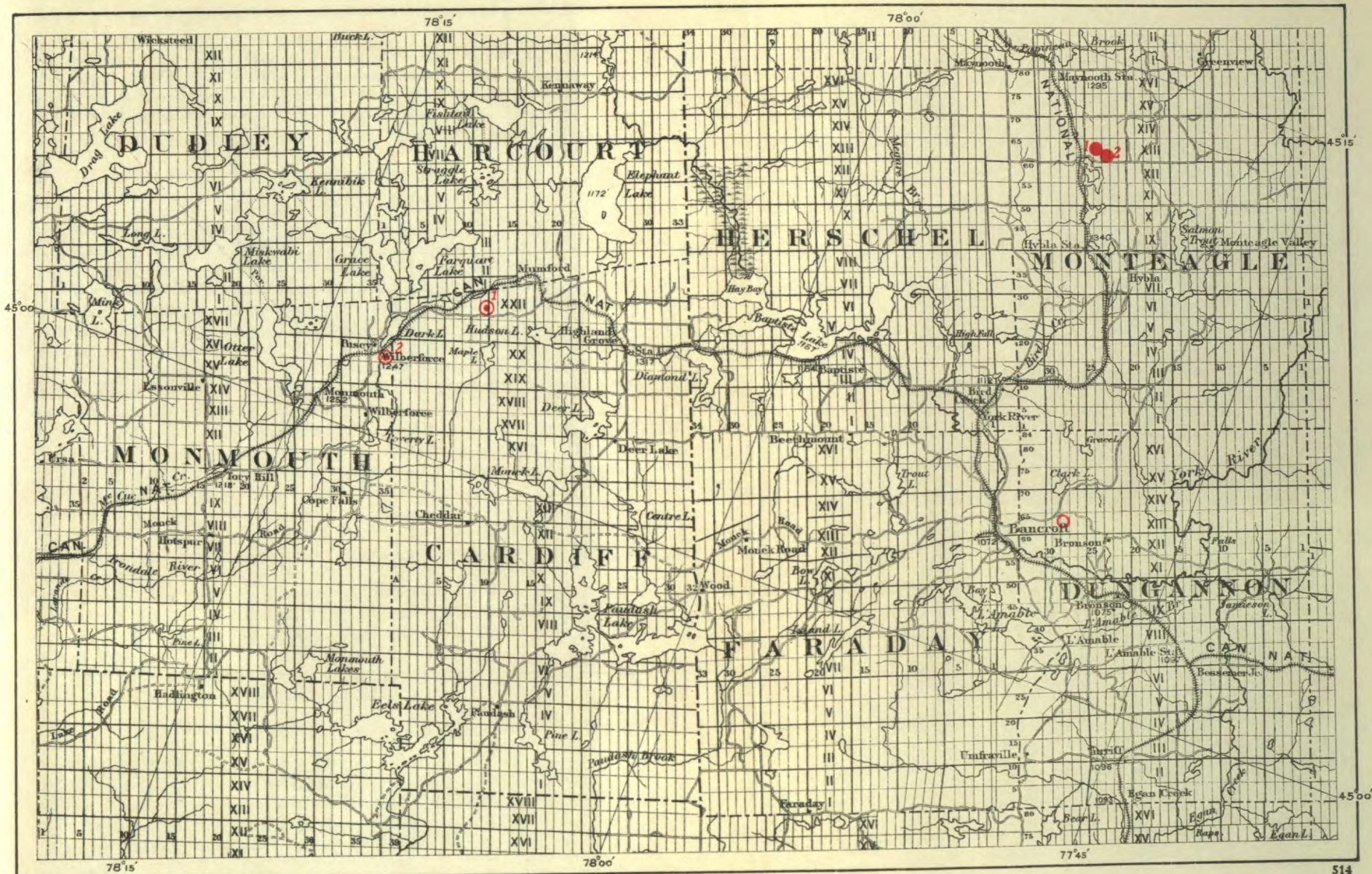
513

GRAPHITE OCCURRENCES
 IN
BEDFORD, LOUGHBOROUGH, BURGESS, N. AND S.,
AND ELMSLEY N. Tps., ONTARIO

Scale: 3.95 miles to one inch

Reference

- 1 N. A. Timmins
- 2 Globe Graphite Mining and Refining Co.
- Mine equipped with mill
- Mine
- Mill
- Undeveloped prospect



Base map, Dept. of Interior

514

GRAPHITE OCCURRENCES IN MONMOUTH, CARDIFF, MONTEAGLE AND DUNGANNON Tps., ONTARIO

Scale: 3.95 miles to one Inch

Reference

- 1 National Graphite Co.
- 2 Tonkin-Dupont Graphite Co.
- ⊙ Mine equipped with mill
- Mine
- Undeveloped prospect

apparents sont: diopside, trémolite, mica, grenat, apatite, pyrrhotine, sphène, scapolite, et d'autres minéraux typiques du métamorphisme par contact. La présence de petits prismes transparents et brillants de scapolite offre un certain intérêt au point de vue minéralogique.

La mine est pourvue d'une petite usine motrice à vapeur, d'un compresseur et d'une machine d'extraction. Le minerai était transporté vers une voie de garage à graphite, sur la voie du Central Ontario, à 1 mille de distance, et expédié via Bancroft jusqu'à l'usine de la compagnie à Wilberforce.

Bibliographie: Rapports annuels de l'Ontario Bureau of Mines, 1912-1915.

COMTÉ DE LANARK

Canton de North Burgess

Concession V, lots 24, 25, et 26. — Propriété de M. N. A. Timmins, Canadian Express Building, Montréal. La mise en valeur de cette propriété commença en 1918, et une usine est aujourd'hui en voie de construction.

Le graphite se rencontre sous forme de lames disséminées dans une bande de calcaire silicaté, la teneur en graphite étant d'environ 7 p. c. La largeur de la zone de graphite exposée à la vue dans la fosse principale est de 12 pieds. Le minerai est actuellement exploité à ciel ouvert dans le lot 24, en un point à 700 yards à l'est de l'usine, où le massif graphite affleure au côté sud d'une petite colline. Quand la mine fut visitée au commencement de 1919, cette excavation avait 75 pieds de long et 20 pieds de profondeur.

Cette mine fut sondée au diamant en 1918, et six trous furent percés à des profondeurs qui variaient de 90 à 200 pieds. Ces trous firent, dit-on, constater la présence d'une forte quantité de minerai qui donnera du 5 à 7 p. c. de carbone. La trace de cette bande de graphite a été suivie à la surface et constatée par la perforatrice sur une distance de $\frac{3}{4}$ de mille. Les principales impuretés dans la surface se composent de calcite, pyroxène, mica et sulfures de fer.

L'usine est outillée pour la séparation par flottage d'un système qui a été récemment patenté. Ce système consiste en un broyeur giratoire Gates, un broyeur à boulets, des laveries à flottage, des séchoirs rotatifs, des meules et des cylindres à polir. Une ligne de tuyaux longue de 5,000 pieds a été construite entre l'usine et Black Lake, et l'on projette de relier la fosse à l'usine au moyen d'un tramway.

La mine est située à 14 milles au sud-ouest de Perth, et à 7 milles de Westport, la station de chemin la plus rapprochée.

Canton de North Elmsley

Concession VI, lots 21 et 22. — C'est la propriété de la Globe Graphite Mining and Refining Company, de Syracuse, N.-Y. Cette propriété est située à 7 milles au sud-est du canton de Perth, et à 4 milles de la station d'Elmsley sur la ligne Montréal-Toronto, du chemin de fer Canadian du Pacifique. La distance jusqu'au lac Rideau est de moins d'un mille, et de cette localité les expéditions de marchandises peuvent partir ou arriver par la voie du canal Rideau qui relie Ottawa à Kingston sur le lac Ontario.

L'exploitation de ce gisement — ce fut le premier graphite exploité dans la province — se commença vers 1870 au nom de la International Mining Company de New-York, et se continua jusqu'en 1875, le minerai étant charrié à une usine construite à Oliver's Ferry, sur le canal Rideau. De 1875 à 1893, la propriété fut négligée; en cette dernière année, elle fut reprise par la Northern Graphite Company qui fit faire des sondages dans les lots 21 et 22, concession VI et dans le lot 23, concession VII. Huit trous furent ouverts, qui allaient de 50

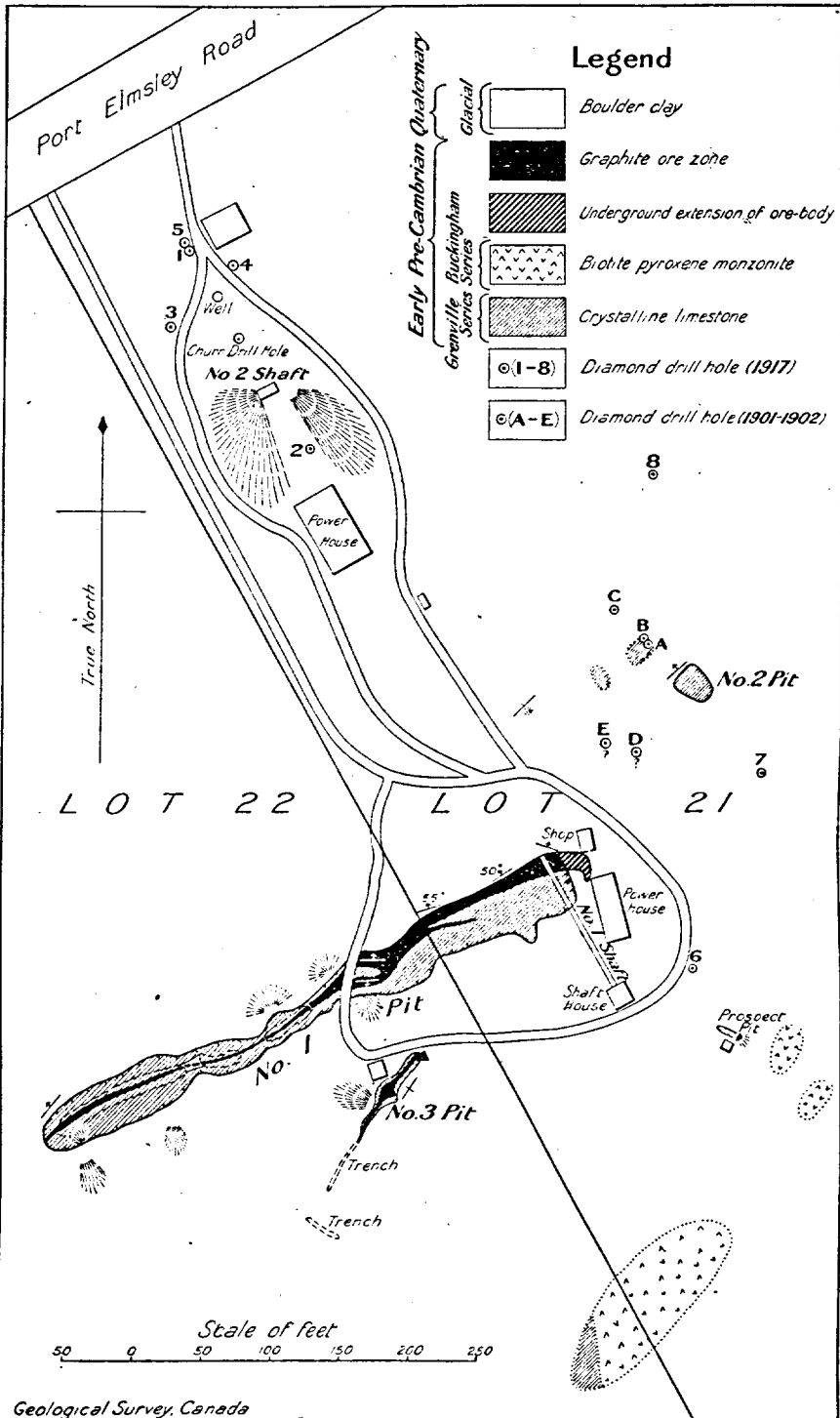


Figure 1. Plan de surface de la mine de la Globe Graphite Mining and Refining Company, lots 21 et 22, concession VI, canton de North Elmsley, comté de Lanark, Ont.

à 100 pieds de profondeur et l'on trouva un gîte considérable de graphite. Il ne s'en suivit toutefois aucune exploitation minière par la susdite compagnie, et le terrain resta inoccupé jusqu'en 1901, quand il fut sondé de nouveau par M. R. A. Pyne, qui fit percer au diamant quatre trous dans le lot 21, ces trous ayant de 64 à 140 pieds. En 1902 les travaux miniers furent entrepris par M. Rinaldo McConnell qui fit exécuter de grands travaux d'abatage, fit ouvrir sept trous de sonde diamantée et construire une usine à 20 tonnes à Port Elmsley, située à 3 milles à l'est de la mine. De 1903 à 1911 la mine et l'usine occupèrent des ouvriers presque tout le temps pour la Globe Refining Company. De 1912 à 1915, nouveau chômage dans ce terrain, mais, en octobre de cette dernière année, la Globe Graphite Mining and Refining Company se constitua et les travaux recommencèrent. L'actif de cette compagnie fut repris en 1916 par les propriétaires actuels du terrain, lesquels ont continué à faire exploiter la mine et travailler l'usine jusqu'au jour d'aujourd'hui¹ ouvrant encore plusieurs centaines de pieds de sondage au diamant.

Ce terrain fut examiné en 1917 par M. E. Wilson, de la Commission géologique et c'est à son rapport² que les remarques suivantes sur la présence du graphite sont empruntées.

Le massif de minerai, tel qu'il se découvre par les travaux d'extraction et de sondage, présente, sous la forme d'une selle, un amas fortement silicaté de calcaire de Grenville traversé par les amas intrusifs d'une roche pegmatitique. Cette roche présente une composition qui va d'un gabbro à une syénite et contient généralement du pyroxène et de la biotite. Le graphite est associé surtout à des zones silicatées dans le calcaire, et le contenu de graphite augmente en proportion du degré de silicatation. La roche silicatée se compose principalement de diopside avec des proportions accessoires, de scapolite, mica, pyrite et feldspath-orthose; elle semble représenter un produit de métamorphisme de contact qui s'est formé le long des côtes des rochers pegmatiques. Les zones silicatées se confondent peu à peu avec le calcaire ordinaire de Grenville.

En sus du fait que le graphite se rencontre dans les parties plus fortement silicatées du calcaire, la forme du gîte indique des rapports possibles entre sa formation et la structure du calcaire encaissant. De manière générale, le massif de minerai est un amas non symétrique, en forme de selle — de 40 pieds d'épaisseur au sommet — développé sur les flancs d'un pli anticlinal très accusé; la selle occupe par ce fait une position fortement redressée, l'axe du pli anticlinal étant horizontal plutôt que vertical (figure 2). La direction générale du calcaire est au nord-est parallèlement à la direction plus longue de l'excavation, avec un pendage escarpé vers le nord. A l'extrémité est du puits, toutefois, le fasciage dans le calcaire tourne brusquement au sud, formant un pli anticlinal plongeant abruptement au nord-est. Le massif du minerai est développé sur une distance de 400 pieds le long du flanc nord-ouest de ce pli anticlinal, augmentant peu à peu en largeur de l'ouest à l'est, jusqu'à ce que, au sommet, il atteigne une épaisseur de 40 pieds.

Quant à ce qui se rapporte à l'influence possible de la tectonique des roches précambriennes sur la formation des gîtes de graphite, Wilson s'exprime comme suit:

Le caractère structural prédominant qui distingue les gisements de graphite qui se rencontrent dans le complexe précambrien de l'Ontario oriental et dans les Laurentides du sud de la province de Québec, c'est la présence en général des gîtes de graphite les plus riches sur les sommets des plis ou sur d'autres points où

¹ Cette compagnie est entrée en liquidation au mois de février 1919.

² Com. géol. Can., Rapport sommaire 1917. Partie E. p. 29-42.

la tectonique fait voir qu'une diminution de pression a eu lieu, et cette tectonique trouve sa plus remarquable manifestation dans le gîte principal de Port Elmsley.

Il se peut que la fosse principale soit située tout près du sommet du flanc nord d'un pli majeur dans le calcaire de Grenville, et que le pli anticlinal plongeant à l'extrémité est de la fosse principale soit le prolongement de ce pli, mais il paraît plus probable que le pli anticlinal prononcé soit un pli mineur du type des plis d'entraînement développé sur le flanc nord d'un pli anticlinal encore plus grand. Les données sur lesquelles se fonde cette conclusion sont d'abord l'abondance des plis mineurs du type pli d'entraînement dans le calcaire, comme par exemple sur le front est de la fosse principale juste au-dessus de l'extrémité sud du massif de minerai graphitique; ensuite la direction nord-est du calcaire dans des affleurements tout droit à l'est du puits principal, enfin la forme non symétrique du gîte principal, la plus grande partie de sa masse formant le flanc nord-ouest de la selle.

Cette façon d'expliquer la structure de ce calcaire qui est contigu au gîte se rattache évidemment aux opérations d'abatage, car si le pli aigu, dans lequel se rencontre l'amas en forme de selle, est un pli majeur, le prolongement du filon de graphite à la surface devrait se retrouver au sud de la fosse principale; d'autre part, si le pli anticlinal aigu est du type des plis d'entraînement, le prolongement du filon de graphite devrait se trouver à l'est de la fosse principale. Dans l'un et l'autre cas, toutefois, il est probable que le prolongement du filon au delà du flanc sud-ouest du pli anticlinal, tout comme le prolongement du flanc nord-ouest, n'est pas de proportions propres à une exploration.

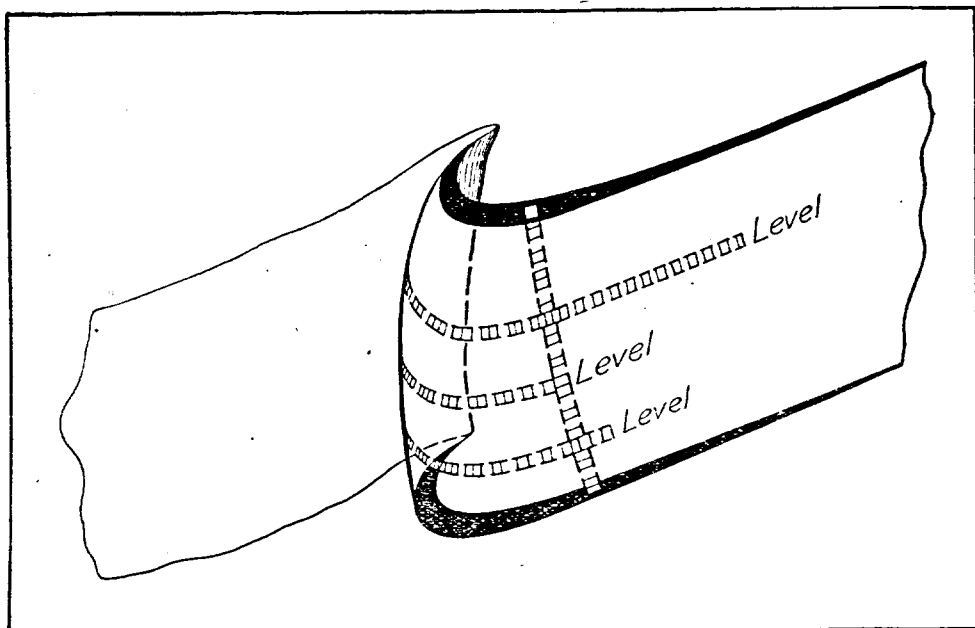


Figure 2. Diagramme montrant la forme approximative du gîte de graphite sur la crête du pli anticlinal aigu, lots 21 et 22, concession VI, canton de North Elmsley, Ont.

Quant à la question de l'origine du graphite, Wilson dit encore:

Les gisements de graphite de Port Elmsley, selon l'hypothèse sédimentaire, sont probablement des portions de couches fortement carbonées dans le calcaire de Grenville qui, par déformation, se sont fragmentées en masses détachées. Si une couche de ce type était moins résistante aux pressions que le calcaire associé, elle pourrait être comprimée en une masse ayant la forme d'une selle et de même forme que le gisement principal.

L'association du graphite à des zones de silicatation dans le calcaire, et l'augmentation dans la teneur en graphite du minerai en proportion de l'intensité

de silicatisation, sembleraient toutefois indiquer que le graphite était en quelque sorte associé aux intrusions des roches pegmatitiques au moyen desquelles la silicatisation du calcaire était produite. Des émanations gazeuses ou aqueuses, provenant d'une intrusion ignée, tendraient à s'accumuler aux sommets des plis ou en d'autres points où la pression est moindre, et, par conséquent, la silicatisation pourrait se produire de la façon la plus complète à ces endroits-là. Il se produirait probablement aussi une plus grande accumulation de graphite à ces endroits, qu'elle émanât de l'intrusion ignée ou qu'elle provint de l'acide carbonique mis en liberté par la silicatisation du calcaire. A tout prendre, par conséquent, les rapports des gisements de Port Elmsley peuvent s'expliquer de la façon la plus satisfaisante si l'on admet que ce soit des émanations ignées ou un produit dérivé de l'acide carbonique du calcaire, plutôt que par l'hypothèse sédimentaire.

Le minerai de Port Elmsley consiste en du calcaire de Grenville silicaté et chargé d'un graphite laminaire disséminé. La roche la plus fortement silicatée renferme le plus de graphite et forme la portion la plus riche du massif de minerai (15 à 20 pour cent de graphite) et cette portion dégénère en un calcaire chargé de silicates et de graphite disséminés. Ce dernier est regardé comme un minerai traitable tant que la teneur en graphite ne tombe pas au-dessous de 5 pour cent. Les minéraux accessoires plus ordinaires dans le minerai sont : diopside, orthose, calcite, pyrite et titanite. Des analyses de plusieurs échantillons du minerai, faites par H. A. Leverin, de la division des Mines, ont révélé une teneur en graphite allant de 6.67 pour cent à 16.70 pour cent.

Ce terrain a été prospecté par des sondages au diamant, très probablement sur une étendue plus considérable qu'aucun autre gisement de cette contrée, 28 trous ayant été ouverts entre 1893 et 1917, dans le but de trouver un minerai nouveau. Mais les résultats de ces sondages, pas plus que les travaux miniers, n'ont tendu à faire découvrir qu'il y eût là des gîtes de graphite de proportions exploitables autres que ceux qu'avait décelés la fosse principale et qui ont été décrits plus haut.

Les chantiers se composent : 1° de l'excavation principale où elle a commencé, et de laquelle on a retiré, en fait, tout le minerai dont on dispose; 2° d'un puits creusé à quelque 40 pieds au nord de l'excavation susdite; et 3° d'une troisième fosse, plus petite, à environ 100 pieds vers le sud. L'excavation principale consiste en une tranchée peu profonde, ou plutôt en une série de petites tranchées, sur la plus grande partie de sa longueur de 400 pieds, et qui deviennent plus grandes et plus profondes vers l'extrémité de l'est. A cette extrémité est, un puits a été creusé à une profondeur de 250 pieds, qui suit le massif de minerai. Ce puits se trouve sur une pente d'environ 60° S.-O., pour 150 pieds de sa profondeur, point à partir duquel il se rapproche de la verticale (voir figure 3). Il s'est fait de l'abatage souterrain dans le gîte au moyen de trois principaux niveaux ouverts en deux directions à partir du puits sur une distance d'environ 200 pieds le long du massif de minerai. Les niveaux sont placés à des profondeurs de 100, 150 et 200 pieds, et les travaux ont déjà avancé dans un quatrième niveau, à 250 pieds, qui est pratiqué dans la direction de l'est, vers la crête du pli anticlinal.

En 1916, on creusa un puits d'une profondeur de 106 pieds, en un point situé à 400 pieds vers le nord-ouest, de l'excavation principale, et de ce puits deux galeries furent percées, de 40 pieds vers l'excavation, à des profondeurs de 50 et de 100 pieds. On n'a pas entendu dire que ces travaux aient fait découvrir du minerai de quelque valeur.

La figure 1 fait voir le plan général de l'exploitaton, l'emplacement des trous de sondage, etc.

Le gisement, tel qu'il se présente aux différents niveaux, et plus particulièrement dans les travaux de profondeur, se compose d'une série de trois riches

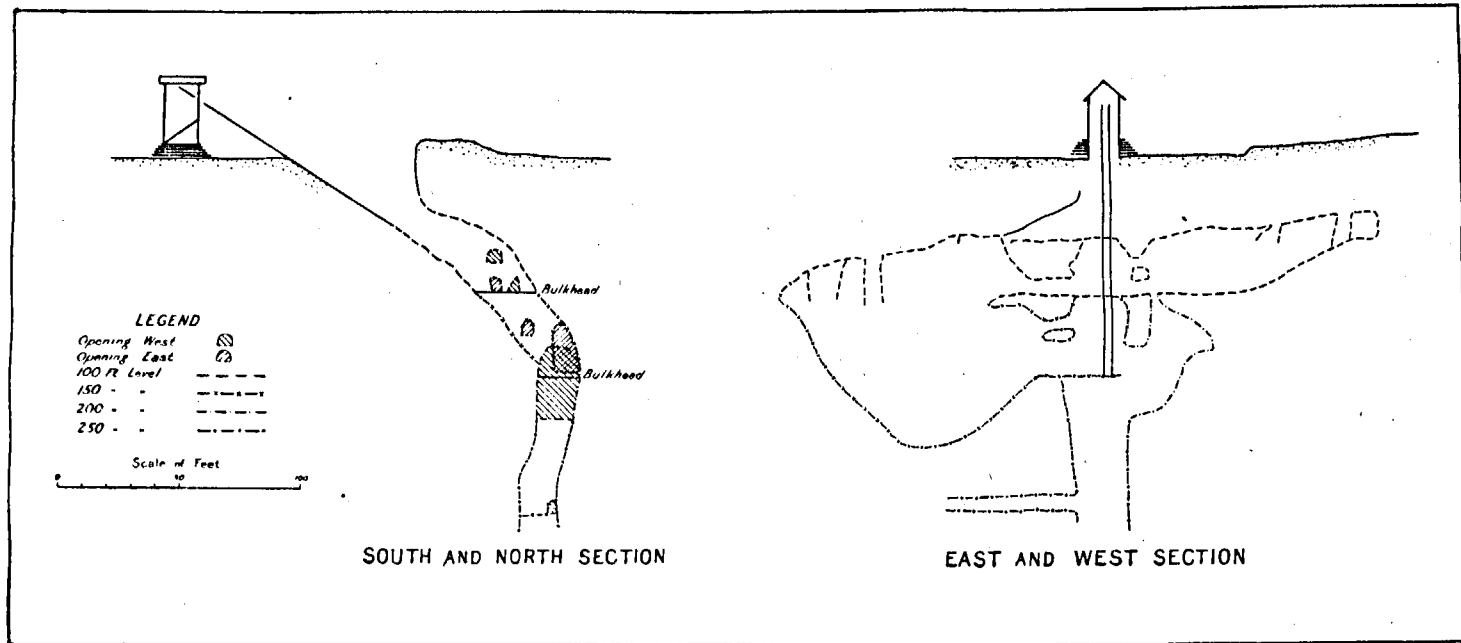


Figure 3. Coupes des chantiers à la mine de la Globe Graphite Mining and Refining Co., Ltd., canton de North Elmsley, Ont.

bandes de graphite, séparées par du calcaire graphitique, plutôt que d'un seul et unique massif de minerai. De ces trois bandes, celle du centre est la plus épaisse et a été la plus exploitée, mais la largeur de chacune des trois varie certainement aux différentes profondeurs. L'épaisseur totale de la zone de graphite est de 40 pieds à l'endroit le plus large, aussi loin qu'on a pu s'en rendre compte, c'est-à-dire au point extrême, à l'est, de l'excavation principale. Alors que la teneur en graphite dans les zones riches montera même à 20 p. c., la moyenne est beaucoup plus basse; la teneur du calcaire graphitique qui sépare les bandes du minerai riche n'aura probablement une moyenne que de 3 à 5 p.c.

Le graphite est un graphite laminaire de bonne qualité et de bonnes dimensions moyennes. En sus des lames ordinaires de dimensions plus ou moins égales, de petits gîtes de "graphite en aiguilles" se rencontrent çà et là (planche XII). Ce dernier graphite se compose d'individus ayant la forme de lattes, et dont la longueur peut être 5 ou 6 fois leur largeur. Mais cette matière, dans l'usage, se brise en morceaux qui ont la forme de lames ordinaires. La présence d'aucun filon de graphite (plombagine) n'a été constatée dans cette localité.

Le puits principal est muni d'une voie de guidage en pente jusqu'au second étage, et, de là jusqu'au fond du puits, l'extraction se fait au moyen d'une benne et d'un cabestan. Le minerai est culbuté dans une caisse dans la bâtisse du chevalement et de là il est chargé sur des wagons et dirigé à l'usine de Port Elmsley. Deux chaudières, de 60 et de 80 H.P. fournissent la force pour l'extraction, le compresseur, les pompes et les perforatrices.

L'usine.

Dans la première usine construite à Oliver's Ferry pour le traitement du minerai provenant de ce terrain, le procédé de concentration était par voie humide. L'outillage consistait en une batterie de dix pilons ou bocards, pilons auxquels on distribuait le minerai après l'avoir concassé à la taille d'un œuf, à trois tables inclinées, travaillant successivement, puis à un bassin de décantation. Le concentré de la première table était versé dans la seconde, et celui de la seconde était versé dans la troisième, ce qui donnait une concentration progressive du graphite. Les résidus provenant de ces trois tables étaient renvoyés aux bocards. Les riches de la dernière table étaient transportés dans un bassin circulaire de décantation (4 pieds de haut, 4 pieds de diamètre au sommet, et 2 pieds $\frac{1}{2}$ au fond) et lentement secoués avec l'eau, produisant ainsi une concentration des particules de la gangue dans la portion inférieure du bassin. Cette matière était renvoyée aux bocards. Le graphite passait dans un séchoir et de là dans un four à réverbère, après quoi il était classé en quatre produits par tamisage. Les plus grosses lames (60 mesh) étaient placées dans une série de trois petits broyeurs à boulets, disposés dans une petite chambre spéciale pourvue de tablettes autour des parois. Après un broyage de quelques heures dans ces moulins, les plaques qui recouvraient les portes de distribution étaient enlevées et des plaques perforées ou des tamis à fines mailles leur étaient substitués. En remettant en marche les broyeurs, le graphite s'échappait peu à peu à travers les tamis, les lames plus grossières se déposant sur le plancher de la chambre, et les matières plus fines sur les tablettes.

Ce broyeur livrait ainsi du graphite propre à toute sorte d'usages y compris l'électrotypie, la lubrification, la fabrication des crayons, le noir à poêle, les enduits de fonderie.

En 1902, une vieille usine à laine, à Fort Elmsley, sur la rivière Tay, à trois milles à l'est de la mine, fut pourvue de machines à concentration et à purification, et c'est cette usine qui est actuellement utilisée. C'est un bâti-

ment en pierre, à trois étages, situé au bord de la rivière qui fournit la force motrice pour faire marcher les machines. Le procédé de concentration, installé là, à l'origine, consistait à sécher le minerai, à le concasser, à le tamiser et à le concentrer par des jigs pneumatiques. Les concentrés étaient distribués dans des broyeurs à meules, et le produit achevé obtenu par un système de classement sur tables, suivi de tamisage. Cette installation était capable de traiter 20 tonnes de minerai par jour.

En 1908, le système précédent fut mis de côté et remplacé par le traitement par voie humide. Le minerai était broyé par le concasseur à mâchoires et les cylindres, après quoi il était soumis à un procédé de concentration dans un classeur. La dessiccation des concentrés se faisait dans un séchoir rotatif, puis ils étaient classés et passés sous des broyeurs à meules pour y devenir le produit achevé. Cette installation, avec diverses modifications, continua à être utilisée jusqu'en 1911.

En 1915, les méthodes de concentration à sec furent de nouveau en vogue, le système adopté étant celui qui a été si largement en usage, en ces dernières années, dans les usines canadiennes à graphite et qui consiste à sécher le minerai au four, à le concasser grossièrement, à le broyer alternativement entre des cylindres du type des minoteries, et à le tamiser, enfin à le concentrer sur des tables sèches. La fin du procédé consistait à soumettre les concentrés à une seconde édition du traitement précédent, avec l'emploi des cylindres, des tamis, des tables sèches et des broyeurs à meules. (Pour une description détaillée de ce procédé de purification, voir p. 76-80). La susdite installation est de force à traiter 100 tonnes de minerai par 24 heures, consomme 110 H.P. et demande 25 ouvriers pour la faire marcher. La teneur moyenne de graphite dans ce minerai, soumis au traitement en question est estimée à 8 pour cent, sur lesquels 62 pour cent furent retirés. Et sur le tout, 82 pour cent étaient du n° 1 flake, et 18 pour cent, du n° 2 flake, et de la poussière.

Au moment où nous écrivons (décembre 1918) on fait des expériences avec un nouveau système de flottage par pellicule, dans le but d'introduire cette méthode au cas où les résultats seraient satisfaisants.

Bibliographie:

Report of the Royal Commission on the Mineral Resources of Ontario, 1890, p. 181; Annual Reports of the Ontario Bureau of Mines, 1893 jusqu'à ce jour.

Com. géol. Can., Rap. des Opérations, 1872-73, p. 178; Bulletin sur le Graphite, 1904, p. 22; Rapport sommaire 1917, partie E, p. 29.

Catalogue des minéraux industriels du Canada, préparé pour l'Exposition Internationale, de Philadelphie, 1876, p. 121.

Division des Mines, Rapport sur les industries minières et métallurgiques du Canada, 1907-8, p. 404.

COMTÉ DE RENFREW.

Canton de Brougham

Concession I, partie du lot 20; Concession III, lots 17, 18 et 19; Concession IV, partie des lots 15, 16 17 et 18.—Mine Black Donald, propriété de la Black Donald Graphite Company, Ltd., Calabogie, Ontario. L'exploitation minière s'est bornée entièrement à la troisième concession, les travaux d'excavation se trouvant sur la rive sud du lac Whitefish. La distance de là au lieu d'expédition le plus rapproché, Calabogie, sur l'embranchement Kingston-Pembroke, du Canadien du Pacifique, est de 14 milles, et le transport depuis la mine jusqu'à la voie ferrée se fait par des camions automobiles.

Le gisement de graphite dans cette propriété fut découvert en 1896 et des travaux y furent entrepris, la même année, par la Ontario Graphite, pour traiter le minerai par des procédés chimiques. Des 300 tonnes de minerai de graphite produites en 1897, 200 tonnes furent expédiées à l'état brut, et 100 tonnes furent épurées. En 1902, une usine à 3 étages fut construite à la mine et une usine motrice fut construite sur la rivière Madawaska, à 2 milles $\frac{1}{4}$ au sud-est. En 1909, l'usine fut remise à neuf, et un tout nouveau système de purification fut installé par la Black Donald Graphite Company, Ltd. La production annuelle de graphite purifié de toutes les catégories qui a été livrée par cette usine depuis 1909, a grandement dépassé la production totale de toutes les autres usines canadiennes.

Une grande partie des chantiers souterrains sur cette propriété se trouve en aval du lac Whitefish. En 1902, un affaiblissement qui se produisit sur la ligne du rivage, à la suite d'un creusage trop près de la roche de couverture, entraîna l'inondation du puits et, par suite, son abandon temporaire. En 1904, la propriété fut louée par la Ontario Graphite Company à R. McConnell, qui fit construire autour de cette trouée une digue qui en ferma l'entrée, refoulant l'eau de cette partie du lac qui recouvre l'exploitation en carrière. En 1908, la propriété, par un bail à long terme, passa aux mains des propriétaires actuels, la Black Donald Company, Ltd., qui, finalement, l'acheta de la Ontario Graphite Co., en 1917.

La force motrice de 400 H.P. que fournit le bâtiment de la compagnie sur la rivière Madawaska suffit pleinement aux travaux de la mine et de l'usine. La force est produite et transmise au bâtiment transformateur à la mine avec une intensité de 4,400 volts; là elle est réduite à 550 volts. La compagnie utilise quatre moteurs de 75 H.P., un moteur de 60 H.P., trois de 30, deux de 15, et deux de 5 H.P. En sus de l'installation électrique il y a deux chaudières de 120 H.P. et le bâtiment du compresseur contient deux compresseurs Rand et un Blaisdell, qui, jusqu'à tout récemment, ont servi à actionner des pompes à air et des perforatrices à air. Deux des compresseurs et les pompes à air ont été mises de côté, récemment, et à leur place une pompe centrifuge actionnée par l'électricité a été installée dans la mine.

En 1901-2, on a fait dans cette propriété un travail considérable de perforation au diamant, dont le résultat a été la découverte de deux filons distincts et bien déterminés.

Le gisement Black Donald décèle des caractères fort inusités quand on les compare à l'apparence générale du graphite laminaire qui se distingue avant tout par les dimensions et la richesse du minerai. Ce gisement est le plus riche et le plus grand de graphite laminaire parmi ceux qu'on connaît soit aux Etats-Unis soit au Canada. La teneur moyenne en graphite dans ce minerai est de 65 p. c., mais il se rencontre par endroits des zones plus riches et allant jusqu'à 80 p. c. Une bonne partie du minerai obtenu a donc été assez pur, à l'état naturel, pour être utilisé dans les travaux de fonderie, et, de fait, la production entière de la mine fut vendue à l'état brut avant 1909. La partie riche du minerai dans le filon vertical exploité se compose d'un amas de graphite plus ou moins homogène, ayant une largeur d'environ 20 pieds. La largeur maximum, telle qu'elle est déterminée dans l'exploitation du fond de la mine, est de 79 pieds. Le massif de minerai se dirige au nord-est et a été reconnu sur une distance de 800 pieds, la largeur augmentant à partir d'environ 15 pieds, à l'affleurement de l'ouest jusqu'à 70 pieds aux chantiers à l'est. Le gîte a un pendage vertical, des épontes bien définies, et plonge vers le nord-est sous un angle qui va de 20 à 40 degrés. Il a un chapeau de calcaire et l'on a trouvé que sa profondeur est d'au moins

125 pieds. Arrivé là il semble être interrompu par du calcaire. Cela peut provenir d'une faille, ou, plus probablement, d'un pli. Son épaisseur varie entre 18 et 24 pieds, sur une distance vérifiée de 600 pieds, point à partir duquel le minerai s'élargit jusqu'à 70 pieds. Il est enfermé dans un calcaire cristallin de Grenville qui est graphitique, sur une longueur de plusieurs pieds, de chaque côté de la masse du minerai. En plusieurs places des chantiers du fond de la mine d'étroits dykes de pegmatite se sont rencontrés qui recoupaient le filon en travers; c'est donc que ces dykes sont plus récents que le filon. Tandis que le minerai consiste en granite laminaire, la plus grande partie des lames sont de si petite taille qu'il est impossible de les classer comme du n° 1. Ces lames sont, en réalité, si fines qu'on a été conduit à se servir du terme "amorphe" pour l'appliquer aux catégories intermédiaires et inférieures du graphite de Black Donald. Mais ce terme n'est pas exact, car le graphite à grain fin est essentiellement de forme laminaire. Parmi ce graphite très fin il se trouve à l'état disséminé une forte quantité de lames plus grosses. La proportion de celles-ci aux plus fines, à la poussière de graphite dans la moyenne de minerai est approximativement de 1:3, c'est-à-dire que, prenant la catégorie moyenne du minerai comme contenant 60 p. c. de graphite, environ 15 p. c. seront des lames, et 45 p. c. de la poussière.

La calcite est la principale impureté dans ce minerai; elle se rencontre soit intimement mêlée au graphite, soit sous la forme d'étroites veines ou veinules. On y trouve aussi de la chlorite et de petites quantités d'autres silicates.

Tandis que le gîte présente une grande ressemblance avec un véritable filon, le fait que le graphite participe de la nature des lames, tend à discréditer cette opinion. Autant qu'on le sait les filons de graphite sont toujours de la variété cristalline ou de la plombagine, et les filons de cette matière n'ont jusqu'ici jamais été trouvés contenant une proportion même petite de graphite en lames. De plus, ces filons-là sont presque toujours étroits, et, quand il s'agit de filons canadiens ils sont ordinairement de forme absolument irrégulière. Il est donc assez probable que le massif de minerai de Black Donald est d'origine métasomatique plutôt qu'un filon véritable; c'est-à-dire que le graphite constitue un produit de remplacement d'une certaine zone du calcaire qui enferme le gîte, et que, bien que décelant certains caractères insolites, ce gîte a une origine analogue à celle d'autres gîtes laminaires des roches précambriennes de l'Ontario et de Québec. Dans le cas particulier qui nous occupe, il paraîtrait qu'un degré beaucoup plus intense que d'ordinaire de la graphitisation du calcaire a eu lieu, accompagné d'un degré d'autant plus faible de la silicatation. Eu égard au fait que le massif de minerai tend à augmenter en largeur de l'ouest à l'est, et qu'il semble faire son apparition dans la direction précédente, il se pourrait que le gisement fût de la nature d'une masse de graphite, en forme de selle, développée sur un pli anticlinal dans le calcaire (figure 2, p. 32).

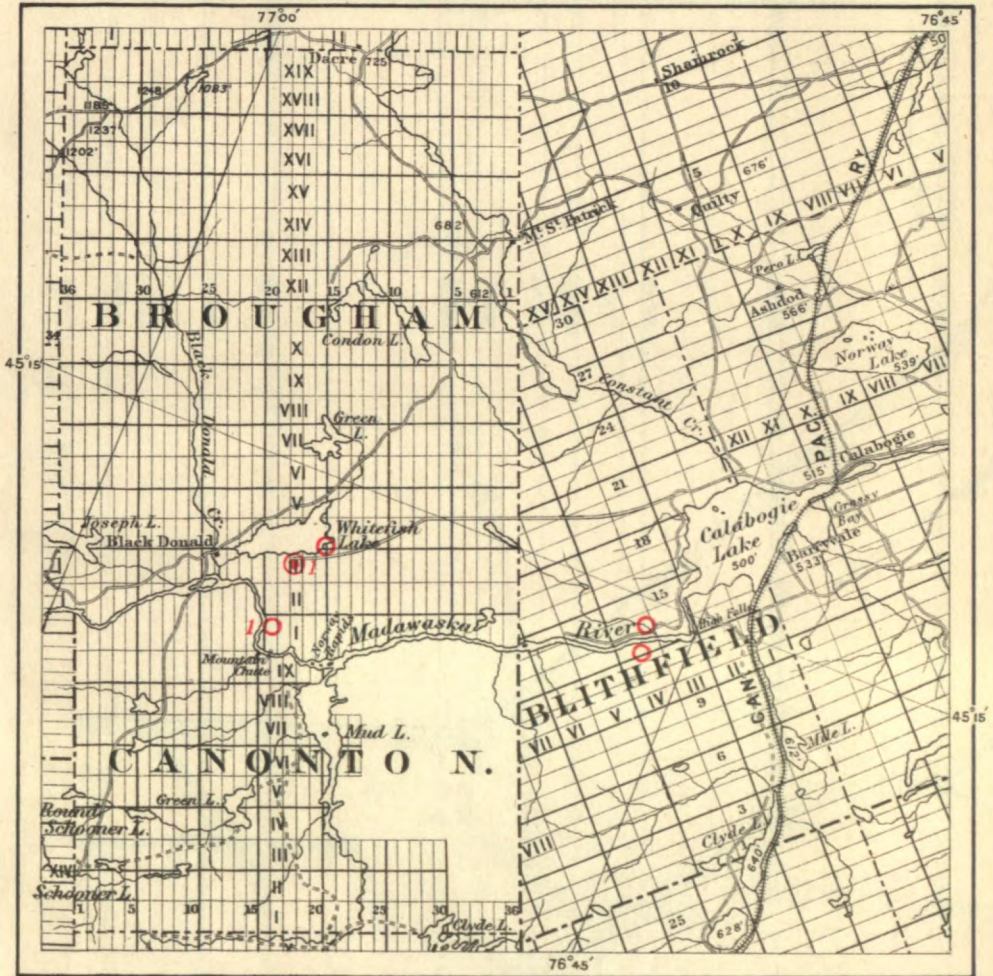
Comme on l'a déjà dit, la plus grande partie de l'extraction minière a été faite près du rivage du lac, les puits, galeries et chantiers d'abatage se continuant le long du prolongement de l'est du gisement. Le premier puits qu'on creusa fut de 80 pieds de profondeur et vertical. À partir du fond de ce puits un étage fut pratiqué vers le nord-est, de 200 pieds de long au-dessous du lac, et de 24 pieds vers le sud-ouest. Dans la galerie de l'est on fit une extraction en gradins de 50 pieds de haut sur une distance de 120 pieds, et de 30 pieds pour le reste de la distance, le gîte ayant à cet endroit une largeur de 26 pieds. On creusa encore plus loin vers le sud-ouest plusieurs excavations et tranchées moins grandes, le long du massif de minerai. Trois trous forés au diamant, en 1901, sur l'étage de 80 pieds dans le puits principal, révélèrent la présence du minerai à une nouvelle profondeur de 40 pieds. En 1901 l'eau du lac se fit jour au milieu

CANADA
 DEPARTMENT OF MINES
 MINES BRANCH

HON. MARTIN BURRELL, MINISTER, R. G. McCONNELL, DEPUTY MINISTER.

EUGENE HAANEL, PH. D., DIRECTOR.

1919



Base map, Dept. of Interior

515

GRAPHITE OCCURRENCES

IN

BROUGHAM AND BLITHFIELD Tps., ONTARIO

Scale: 3.95 miles to one inch

Reference

- 1 Black Donald Graphite Co.
- Mine equipped with mill
- Undeveloped prospect

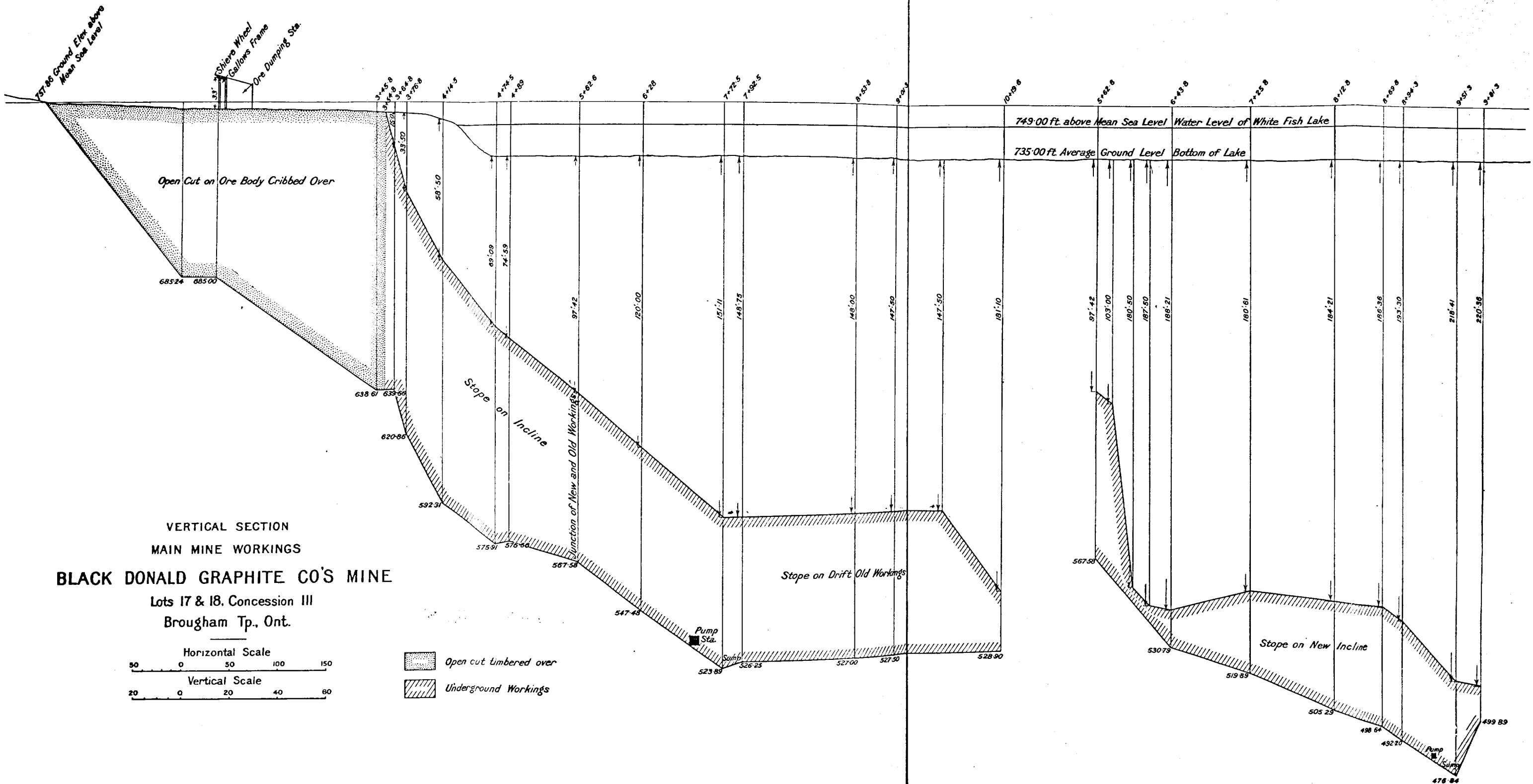


Figure 4a. Coupe des chantiers à la mine de Black Donald, canton de Brougham, Ont.

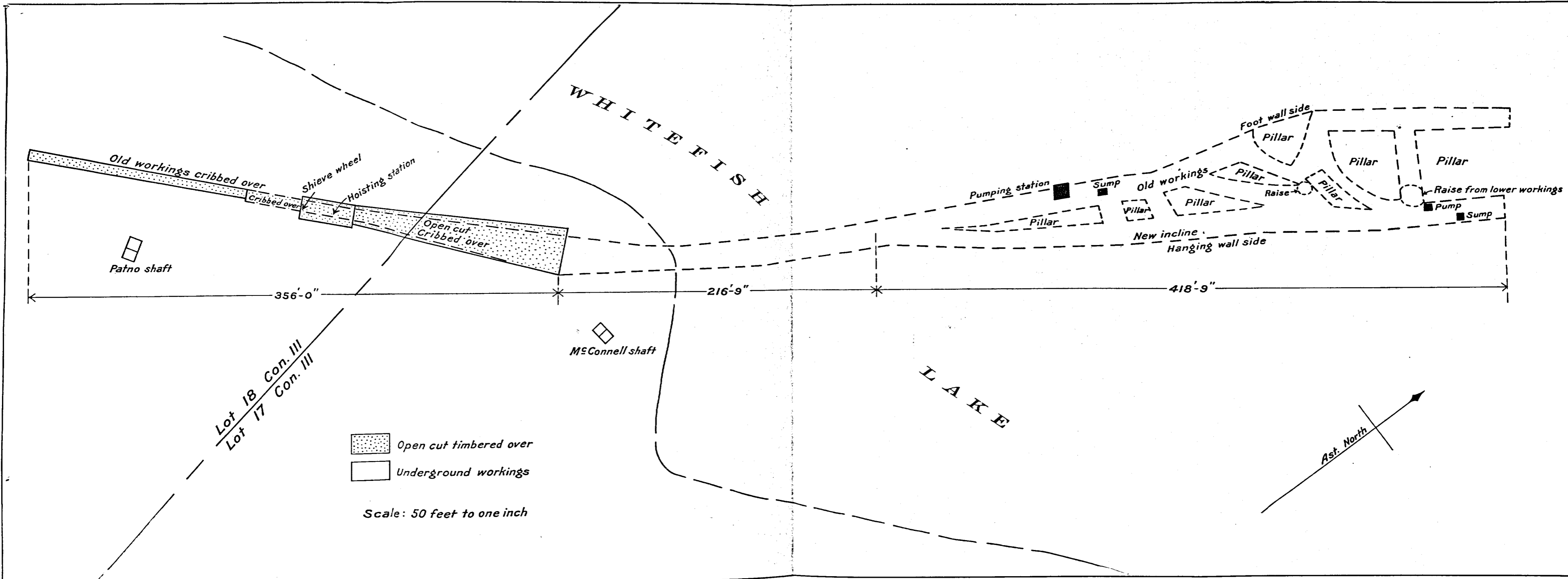
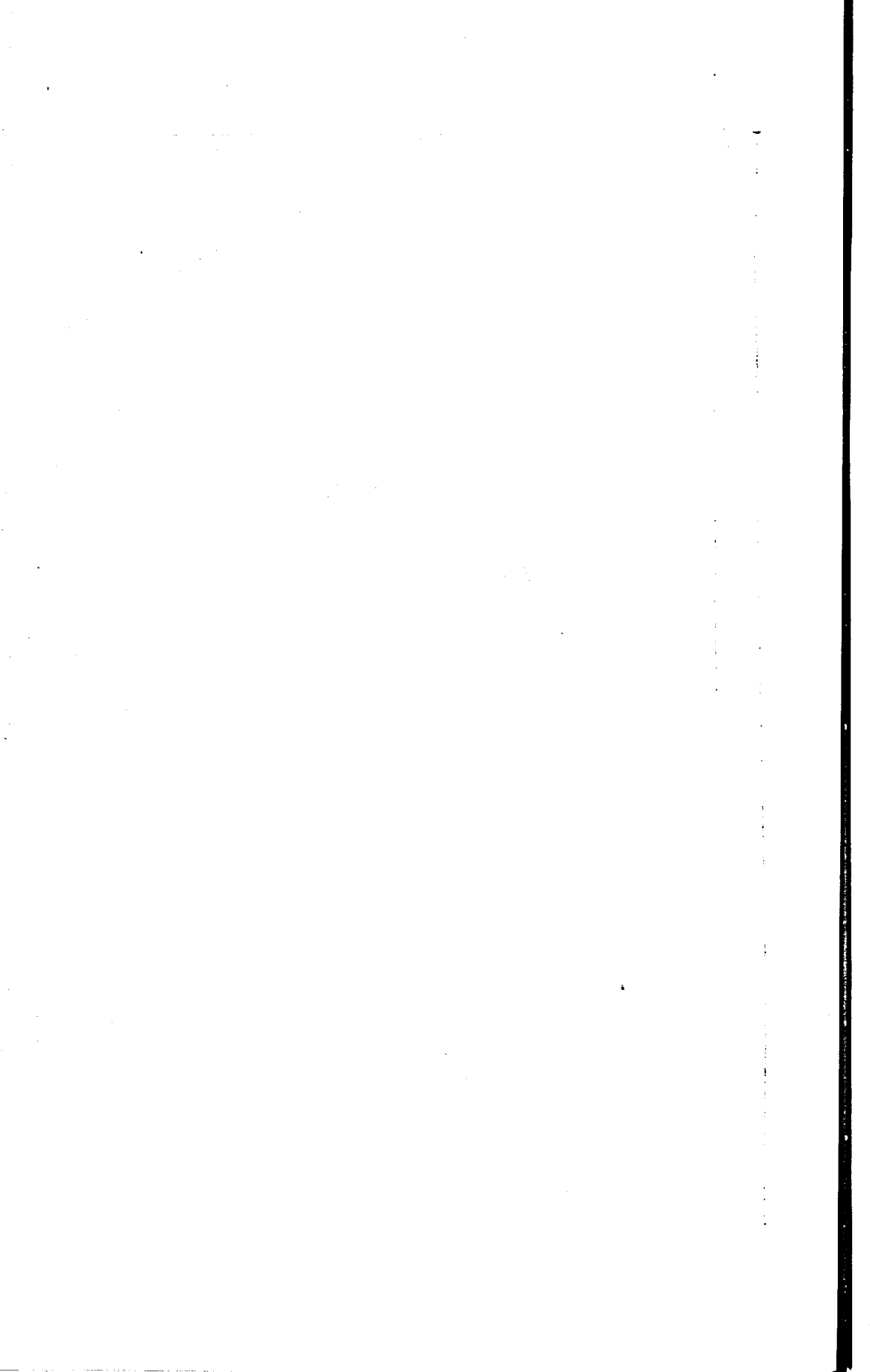


Figure 4. Plan des chantiers de la Black Donald Graphite Company, canton de Brougham, Ont.



de ces chantiers et en nécessita l'abandon. L'année suivante un puits vertical de 34 pieds fut creusé dans une ancienne excavation à 200 pieds à l'ouest du puits principal, et, du fond de ce puits, une galerie fut ouverte de 50 pieds vers l'ouest et de ce point à une galerie inclinée de montage fut ouverte sur une distance de 30 pieds vers la surface. Dans cette galerie d'allongement on trouva que le massif de minerai s'élargissait de 46 pieds sur une petite distance. L'extension des travaux, en ce moment, fit voir que la longueur bien démontrée du gîte était de 800 pieds, que les travaux du côté de l'est se faisaient toujours dans le minerai, et que le gîte s'élargissait graduellement depuis 15 pieds à l'extrémité ouest jusqu'à 70 pieds sur le front de l'est.

En 1905, à la suite d'une tentative manquée pour rouvrir les chantiers inondés, un nouveau puits fut creusé en un point situé à 100 pieds à l'ouest du principal puits initial. Ce nouveau puits était incliné de 30° au nord-est et atteignit une profondeur de 170 pieds sur la ligne d'inclinaison. A partir de ce puits le massif de minerai fut abattu dans les deux directions, mais principalement vers l'est, et cette excavation fut plus tard convertie en un puits ouvert. Ce puits continua à fournir la plus grande partie du minerai exploité jusqu'à ce que, en 1916, une profondeur verticale de 145 pieds fut atteinte. L'extraction faite depuis les chantiers actuels a lieu à l'aide d'une voie de guidage inclinée.

Avant 1917, on retirait assez de minerai pendant les mois d'été pour faire marcher l'usine pendant toute l'année; mais depuis deux ans on a doublé les postes, été et hiver.

A trente pieds au sud-est du principal gîte, et à quatre-vingt-dix pieds de profondeur on rencontra un gîte de graphite de 14 pieds et plongeant à plat. Des travaux de mine sur ce filon mirent au jour le minerai laminaire le plus riche qui se fût encore montré dans cette propriété. Après avoir essayé ce second filon de façon satisfaisante les travaux reprirent dans la grande excavation.

En ce moment les travaux avancent sur un point situé à 500 pieds au nord-est du sommet du puits et à 200 pieds au-dessous du niveau du lac où un abattage s'exécute vers le nord-est. Le massif de minerai, là, est large de 70 pieds.

En sus du bâtiment à trois étages pour la purification, d'une chaudière, d'un compresseur, de chevalements et d'autres bâtiments pour travaux miniers, un petit village de quelque quarante habitations (Black Donald, P.O.) s'est élevé sur cette propriété pour l'installation du personnel des employés.

L'usine.

Tandis qu'il se faisait de temps à autre divers changements au système installé par les premiers propriétaires, les travaux ne parurent pas satisfaisants jusqu'au jour où un procédé entièrement nouveau de purification eut été inauguré par les propriétaires actuels et les entrepreneurs des travaux, en 1901. Le système des tables inclinées pratiqué ici est le même système de concentration, avec certaines modifications pour s'adapter aux conditions locales, qui fut installé dans les premières usines canadiennes, et il est digne de remarque que leur emploi s'est continué malgré l'adoption très répandue de bien d'autres procédés très variés de concentration inventés dans un temps plus rapproché. L'usine a une capacité de 12 tonnes de graphite purifié par journée de deux postes. Les produits n° 1 et n° 2 flake, passent pour avoir environ 88 p. c. de carbone; et vu l'absence de matière siliceuse dans le minerai, ce graphite est très particulièrement approprié à la fabrication des lubrifiants.

Un diagramme de traitement¹ se trouve à la page 84.

¹ NOTE. — L'usine a depuis été modifiée pour le système Callow de flottage à l'huile
15013-4

Bibliographie:

Annual Reports of the Ontario Bureau of Mines, 1896 à aujourd'hui, plus particulièrement ceux de 1896, 1901, et 1903.

Com. géol. Can., Bulletin sur le Graphite, 1904.

Division des Mines, Rapport sur les industries minières et métallurgiques du Canada 1907-8, p. 406.

Canton de Lyndoch

Concession II, lots 1 et 2.—Appartenant à MM. Beidelman et Lyall, 701 Transportation Building, Montréal. Il ne s'est fait que peu de travail de prospection sur cette propriété laquelle nous n'avons pas visitée. Les détails suivants à son sujet ont été généreusement fournis par les propriétaires.

La propriété est à 25 milles de la gare du chemin de fer la plus rapprochée, Caldwell Station, sur l'embranchement Ottawa-Parry Sound du Grand-Tronc et à 33 milles au sud-ouest de Renfrew. Les chantiers sont sur la rive gauche de la Madawaska à quelques centaines de pieds de la rivière. Le gisement se dirige au nord-est et la principale zone graphitique, ainsi que le font voir les fossiles, est de 250 pieds de large; mais on trouve aussi en dehors de cette zone des pointements de graphite. Des fouilles de recherche ont été pratiquées sur une distance totale de 1800 pieds le long de l'allure du gisement et ont décelé du graphite sur toute la distance. La fouille la plus profonde sur la propriété est un puits de 7' x 9', foncé à une profondeur de 35 pieds, dans du bon minerai jusqu'au fond. Le minerai est un graphite en lames ressemblant à celui de la mine Black Donald, dans le canton de Brougham, et composé principalement de petites lamelles encaissant une certaine quantité de plus grosses lames. La zone de graphite semblerait comprendre plusieurs bandes du minerai plus riche séparées par des lisières de calcaire plus ou moins graphiteux. La roche encaissante est un calcaire cristallin du Grenville.

Les propriétaires actuels ont acquis cette mine en 1917, et exécuté la plupart des travaux d'exploitation qui ont été faits, à l'exception du puits principal qui fut foncé en 1917 par M. McHale d'Ottawa.

Un échantillon du minerai de cette propriété fut soumis à un essai de concentration par la méthode Callow de flottage par l'huile; l'essai fut pratiqué par le bureau d'Ottawa de la General Engineering Company. Ces expériences ont démontré que par ce système de traitement, on peut obtenir de chaque tonne de minerai:

143 livres de n° 1 flake (+80 mailles) donnant à l'essai 89 p.c. de carbone, et 154 livres de n° 2 flake (—80 mesh) donnant 85 p. c. de carbone avec une récupération de 91.1 p.c. de graphite dans le minerai. L'analyse de l'échantillon traité a fourni une teneur en carbone de 12.9 p.c.

La figure 5 est un plan de surface des chantiers et des pointements de graphite sur cette propriété.

AUTRES GISEMENTS DE GRAPHITE DANS L'ONTARIO

Dans le rapport de l'Ontario Bureau of Mines, année 1904, p. 93, il est question d'un gisement de graphite qui fut travaillé en 1913 à quelques milles de Kinmount Station dans le comté de Victoria. On n'a plus entendu parler d'autres travaux sur cette propriété depuis.

Sur le lot 34, concession VIII, canton de Denbigh, comté d'Addington, il a été fait un peu d'extraction en 1902-3, par J. G. Allan, de Hamilton, Ontario. Dans le bulletin sur le graphite publié par la Commission géologique en 1904, p. 35, il est dit que le minerai de cette mine contient jusqu'à 76 p.c. de carbone, la moyenne étant de 50 p.c., et qu'il est de la variété amorphe. On entend probable-

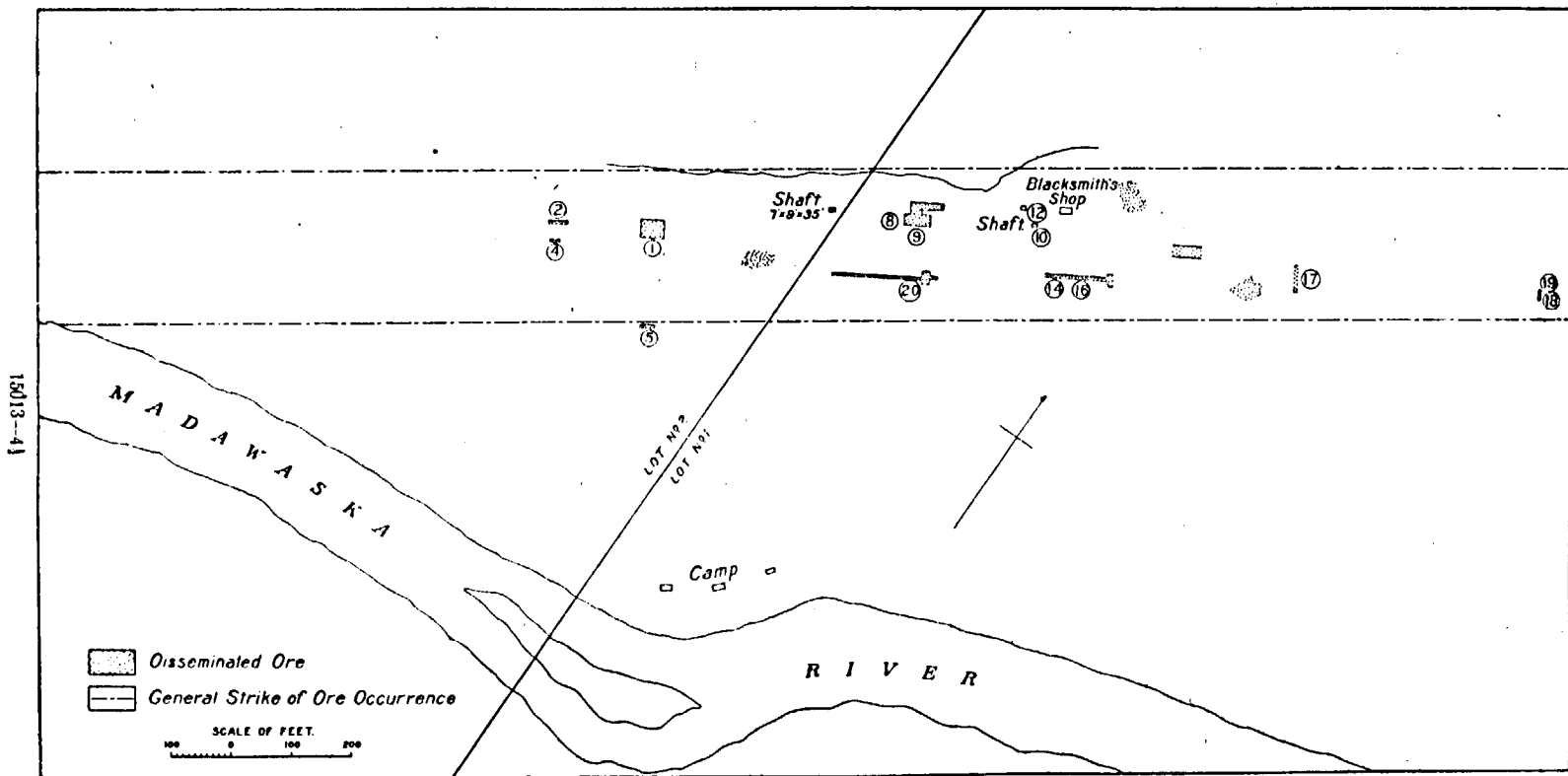


Figure 5. Plan de surface des affleurements de graphite sur les lots 1 et 2, concession II, township de Lyndoch, Ont.

ment par ce terme que les lames sont tellement menues que le minéral est pour ainsi dire en poudre. On a extrait d'un puits de 50 pieds de profondeur, environ 200 tonnes de minéral qui fut expédié à l'état brut. Il ne s'est pas fait d'autres travaux sur cette propriété. Sur le lot 1, concession VIII, du canton d'Ashby (le lot voisin du côté ouest) on prétend qu'il existe un minéral de même nature.

Dans le rapport annuel de la Commission géologique, vol. VII, 1894, p. 11R, on dit qu'il se rencontre du graphite à grains fins (amorphe) sur le lot 13, concession VIII, canton de Marmora, dans le comté de Hastings. Une analyse de l'échantillon fait au laboratoire de la Commission géologique, a fourni une teneur en graphite de 72 p.c.

Sur les lots 13 et 14, concession IV, canton de Blithfield, dans le comté de Renfrew, on dit qu'il y a eu un gisement d'exploité sur une petite échelle avant l'année 1896. (Bulletin sur le graphite, p. 25).

Nous donnons ci-après les noms d'autres localités où du graphite a été signalé, mais nous n'avons aucune autre information à leur sujet:

Comté de Frontenac, canton de Bedford, IX, 18.

Comté de Frontenac, canton de Loughborough, IX, 6.

Comté de Lanark, canton de North Burgess, I, 10.

Comté de Lanark, canton de North Elmsley, IX, 7.

Comté de Lanark, canton de Darling, près de Tatlock.

Comté de Hastings, canton de Dungannon, XIII, 28.

Comté de Renfrew, canton de South Canonto, III, 23.

Comté de Renfrew, canton de Westmeath, Front A, 21.

LAC DES BOIS.

(Schistes carbonés.)

Des demandes d'information ayant été adressées à la division des Mines quant à la nature des schistes carbonés de cette région; nous donnons les extraits suivants de deux rapports publiés sur cette section pour montrer la nature du carbone contenu dans ces roches¹.

On trouve dans différentes localités, associées aux schistes tendres, fissiles, hydro-micacés ou magnésiens du lac, des bandes de schistes carbonifères ou semigraphitiques d'un noir de jais. Ces schistes ont une structure vésiculaire très caractéristique et sont fortement imprégnés, la plupart du temps, de pyrite. Ce que j'en dis ici n'a pas pour but d'appeler l'attention sur la valeur industrielle de ces schistes, mais c'est plutôt pour signaler leur manque de valeur au point de vue industriel et empêcher les explorateurs de perdre leur temps et leur argent en cherchant à explorer ces bandes dans l'espoir d'y trouver quelque mine de graphite. Comme des explorateurs m'ont souvent consulté à Portage-du-Rat, sur la valeur de ces schistes carbonifères, et comme quelques-uns d'entre eux paraissent bien persuadés qu'ils étaient graphitiques, il peut être utile de répéter ici que des spécimens de la bande de schiste carbonifère qui affleure sur la rive, à environ un mille au sud de l'embouchure de la baie aux Ptarmigans, examinés dans le laboratoire de la Commission géologique, par Mr. Frank Adams, n'ont donné que 5.773 p.c. de matière carbonifère, après dessiccation à 100° C, et qu'un autre spécimen a perdu au feu 7.47 p.c., probablement presque tout de matière carbonifère. L'opinion de M. W. F. Downs, chimiste de la compagnie de fabrication de creusets Joseph Dixon, de Jersey City, est décisive à l'égard de sa valeur commerciale. Une demi-douzaine de spécimens de différentes localités lui ayant été soumis, voici ce qu'il dit au sujet du caractère général de ce schiste:—"Il est à peine plombagineux, quoique certainement très carbonifère, et il lui manque la plupart des caractères distinctifs du graphite. Sa seule valeur industrielle serait la fabrication de revêtement de fourneaux à bon marché mais comme les ingrédients dont on se sert pour cet usage sont à très bas prix, je ne lui trouve, même pour cela, aucune valeur."

L'origine² et la structure de ces schistes présente un problème difficile à résoudre. L'analyse chimique nous renseigne très peu à ce sujet. Il s'est produit tellement d'altération tant par l'élimination de certains ingrédients que par l'introduction de certains autres, que les témoignages apportés par l'analyse ne peuvent guère être que théoriques.

¹ Lawson, A.C., Com. géol. Can., Rap. ann., 1885, Partie CC, p. 150.

²Greenland, G. W. Trans. Can. Inst., vol. XVI, 1913, p. 586-9.

L'analyse donne le résultat suivant :

SiO ₂	76.10
Ti ₂	0.44
Fe ₂ O ₃	7.48
Al ₂ O ₃	4.14
CaO	0.74
MgO	0.84
Soufre	0.74
Carbone	8.24
Perte en chauffant à 150° C.	0.10

L'auteur désire attirer l'attention sur la forme, sous laquelle se présente actuellement le carbone. Il y en a très peu si toutefois il y en a, qui soit du véritable graphite, mais c'est un carbone amorphe et qui peut être brûlé à l'air à des températures pas plus élevées que celle d'un brûleur de Bunsen. Il est très raisonnable de s'attendre que si c'était de la matière organique déposée simultanément avec des roches du Keewatin elle aurait été maintenant convertie en véritable graphite. Toutes nos roches archéennes contenant un carbone quelconque la possèdent sous forme de graphite.

On rencontre aussi des schistes carbonés ordinairement pyritifères, semblables d'une façon générale à ceux que nous venons de mentionner dans le district de Kenora, à 14 milles au sud de la station d'English River sur le chemin de fer Canadien du Pacifique; il y en a également dans le district de Nipissing, canton de McCarthy, concession V, lot 7, au nord-ouest de Porquis Junction, sur le chemin de fer Timiskaming et Ontario-Nord. Les schistes carbonés à grains plus fins tenant à peu près 8 pour cent de carbone, se rencontrent sur la rive nord du lac Beaver, dans la Saskatchewan, près des mines Flin Flon et Mandy.

PROVINCE DE QUÉBEC

C'est dans la province de Québec que se fit la première exploitation du graphite au Canada vers l'année 1846, alors qu'un gisement de graphite cristallin ou plombagine fut travaillé sur le lot 10, rang V, canton de Grenville, dans le comté d'Argenteuil. Les travaux ont été poursuivis pendant plusieurs années et la mine resta ensuite quelque temps inactive puis fut exploitée à nouveau sous le nom de mine Miller et plus tard encore, en 1899, sous le nom de mine Keystone.

On a d'abord extrait du graphite laminaire en 1866 sur le lot 24, dans le rang VIII et sur les lots 23 et 24 dans le rang XI du canton de Lochaber dans le comté de Labelle. Le produit de ces mines était purifié à une usine construite sur la rivière Blanche, lot 28, rang X, du canton précité. Ces travaux furent dirigés par la Lochaber Plombago Company. A cette époque, il commença à se manifester beaucoup d'intérêt dans les ressources éventuelles de graphite dans ce district, et Logan, dans le Rapport des Opérations de la Commission géologique, 1863-6, p. 22-27, décrit un certain nombre de gisements de graphite qui avaient été découverts dans les cantons de Buckingham et de Lochaber et où il s'était fait dans certains cas un peu d'exploitation. Parmi ces premiers exploitants on dit que la New England Plombago Company avait acquis le droit d'exploiter sur le lot 22, rang VII, canton de Buckingham, de même que les lots 1W₁ et 2E₁, rang III, et le lot 17, rang IX, canton de Wentworth. Dans les pages 218-223 du rapport précité, T. Sterry Hunt donne une étude détaillée de la qualité, du mode de gisement et de l'origine possible du graphite du district de Buckingham.

Dans le Rapport des Opérations de 1871-2, on dit que le graphite a été exploité durant les trois années précédentes sur le lot 38, rang VI, de Bucking-

ham, par la Canada Plumbago Company et que la production fut de 450 tonnes.

H. G. Vennor, dans le Rapport des Opérations de 1873-4, p. 139-143, décrit plusieurs gisements de graphite dans le canton de Buckingham, dont quelques-uns avaient été exploités sur une petite échelle.

Dans le Rapport des Opérations, de 1876-77, p. 308-320, Vennor étudie plus en détail les gisements de graphite de cette région et les travaux d'extraction qui s'y sont faits. Les plus importantes opérations jusqu'à ce jour, semblent avoir été celles de la Buckingham Company, sur le lot 27, du rang VII, et de M^M. Pugh et Weart sur le lot 27, du rang VI. Les propriétés de la Canada Plumbago Company sont passées cette année aux mains de la Montreal Plumbago Company. L'extraction du graphite semble avoir été interrompue en 1876. Dans les pages 489-510 du rapport précité, G. C. Hoffmann, donne les résultats d'un certain nombre d'analyses pratiquées sur des échantillons de graphite canadien soit à l'état brut soit purifié, et discute les qualités relatives de graphites canadiens et de ceux de l'étranger.

Dans le Rapport des Opérations de 1882-4, p. 30-32, J. J. F. Torrance dit que ces années-là, toutes les mines de graphite étaient inactives et attribue le marasme dans cette industrie à la qualité inférieure du produit purifié qui sort des usines.

En 1888, l'exploitation fut reprise en plusieurs endroits, dans le Québec, et fut continuée depuis, par intermittence jusqu'en 1899. Les principaux exploitants étaient: La Walker Plumbago Mining Company, rang VIII, lot 19; la North American Graphite Company, rang VI, lot 28; et la Buckingham Graphite Company, rang VI, lots 26 et 27, tous dans le canton de Buckingham.

Dans le rapport annuel de 1897, p. 66-73 S. A. A. Cole donne une description détaillée des gisements et des chantiers des mines en question.

Toutes les mines du district de Buckingham furent à peu près inactives de 1899 à 1906. Durant cette dernière année, plusieurs nouvelles usines furent construites, dont deux à Buckingham et une à Calumet, dans le comté d'Argenteuil; et, depuis cette époque jusqu'à présent, il s'est fait des opérations par intermittence dans les diverses mines. Plusieurs autres usines ont été établies et d'autres gisements exploités, mais aucune des mines ou usines n'a fonctionné régulièrement et il n'y a que rarement eu plus d'une couple d'usines en opération en même temps. Après qu'on eut abandonné le système d'abord adopté de concentration par voie humide, lequel, bien que gaspillant peut-être du graphite, se pratiquait à bon marché, la purification du graphite fut principalement l'objet d'une expérimentation sur une grande échelle. Ces expériences furent, dans l'ensemble, à la fois non concluantes et dispendieuses, et, comme résultat, l'industrie du graphite est encore loin d'être établie sur une base solide. Il est à espérer que le travail qui s'est fait dernièrement dans le traitement des minerais de graphite par le procédé du flottage par l'huile remédiera à cet état de choses et permettra d'exploiter les gisements de graphite avec plus de succès et de profit que par le passé.

Auparavant, on considérait qu'il fallait au moins une teneur en graphite de 12 à 15 p. c. pour que le minerai puisse rapporter, avec les méthodes de concentration alors en usage, et par conséquent, de gros gîtes de minerai pauvre ont été laissés de côté dans plusieurs des usines comm^m étant inexploitable, tandis que l'on recherchait de nouveaux gisements de matière riche. Une bonne partie de ce minerai de basse teneur pourrait être traitée avec profit par le système du flottage. Il est probable que la teneur maximum de graphite dans les minerais de graphite laminaire de ce district est de 25 à 30 p. c., mais il n'y a que la matière choisie qui donne cette proportion. Le minerai riche se présente sous

forme de filets qui se confondent avec une matière de moins en moins riche en graphite, et lorsqu'on arrive à une teneur de moins de 10 p. c., le gisement est ordinairement abandonné. Le flottage qui présente en même temps des méthodes de récupération moins coûteuses et plus efficaces du contenu de graphite dans le minerai, et la possibilité de traiter une matière de bien plus basse teneur, devra contribuer à placer l'industrie du graphite, sur un pied profitable si d'aucune façon la chose est possible.

Les gisements de graphite de la province de Québec sont situés principalement dans le canton de Buckingham où l'on a constaté qu'ils s'étendent presque depuis la bordure des roches paléozoïques qui surmontent l'archéen, dans la partie sud du canton, jusqu'au rang XII, dans la direction nord. Ce district est desservi par l'embranchement Montréal-Ottawa rive nord, du chemin de fer Canadien du Pacifique, qui communique avec la ville de Buckingham par une voie de raccordement à partir de Buckingham Junction, la distance étant de 3 milles au nord.

Il y a aussi des dépôts ça et là dans le comté d'Argenteuil à l'est de la région précitée, et d'autres gisements ont été signalés mais non exploités, à divers endroits à travers toute la région de roches cristallines qui s'étendent à l'ouest du comté de Pontiac. Les dépôts trouvés jusqu'à présent dans ce dernier district semblent trop peu importants pour avoir une importance économique.

Les fluctuations dans la production du graphite dans cette province depuis 1898 jusqu'en 1918, se verront au tableau suivant :

Valeur du graphite produit dans la province de Québec, 1898-1918¹

Année	Valeur	Année	Valeur
	\$		\$
1898.....	8,500	1909.....	10,339
1899.....	14,257	1910.....	15,896
1900.....	9,464	1911.....	33,613
1901.....	4,690	1912.....	50,680
1902.....	2,160	1913.....	9,620
1903.....		1914.....	18,886
1904.....	2,300	1915.....	2,416
1905.....		1916.....	75,776
1906.....	8,300	1917.....	99,024
1907.....	5,000	1918.....	17,760
1908.....	165		

Nous décrivons dans les pages qui vont suivre les plus importants gisements de graphite de la province. On rencontre à part ceux-là des pointements de graphite, tant de la variété laminaire que de la plombagine, en divers endroits dans les cantons de Buckingham, Lochaber, Chatham, Grenville et autres.

COMTÉ D'ARGENTEUIL

Canton de Grenville

Rangs II et III, lot 16.—Ces lots furent travaillés sur une petite échelle en 1901 par la Calumet Mining and Milling Graphite Company qui ont extrait environ 100 tonnes de minerai. En 1906, la compagnie a établi une usine près de la station de Calumet et pratiqué des travaux d'extraction pendant cette année et les deux suivantes. La mine et l'usine sont restées toutes les deux inactives depuis 1908.

Les chantiers comprennent plusieurs petites excavations superficielles, un ciel ouvert avec un puits de 50 pieds à l'une des extrémités, et une galerie est

¹ Complétée d'après les rapports annuels du ministère des Mines de la province de Québec.

maintenant poussée dans le flanc d'une crête non loin de l'usine. Cette galerie est maintenant écroulée et il nous a été impossible de l'examiner. On dit cependant qu'il ne s'est rencontré ni là ni dans aucun des autres chantiers, aucun gîte de graphite d'une importance quelconque. Les gisements de graphite sur ces lots consistent principalement en plombagine se présentant en filons ayant de 3 à 18 pouces de largeur. On dit qu'il a été extrait environ 100 tonnes de cette matière durant la période des opérations.

La propriété est située droit à l'ouest de la station de Calumet, sur l'embranchement Montréal-Ottawa, rive nord, du chemin de fer Canadien du Pacifique. L'usine, qui est tout près de la voie ferrée est une vaste construction en bois à trois étages; elle est outillée avec des appareils de concentration à sec actionnés par l'énergie électrique. On rapporte qu'il y a été traité très peu de minerai. Un bon nombre des appareils électriques ont été enlevés et une partie du bâtiment s'est effondrée.¹

Cette propriété appartient aujourd'hui à la succession de J. K Ward, qui est administrée par C. I. Root, 8 Rosemount Ave., Westmount (Québec).

Bibliographie:

Rapports du ministère des Mines de la province de Québec, 1901-908.

Monographie sur le graphite, division des Mines, 1907, p. 40.

Rang V, lot 10. — Propriété connue sous le nom de mine Miller. Ce gisement fut peut-être le premier à être travaillé au Canada, il fut exploité en 1845 par R. V. Harwood, de Vaudreuil. Le gisement fut examiné par Logan qui publia des comptes rendus de son travail dans les Rapports de la Commission géologique (1845 à 1863). Il signalait cinq filons de plombagine, ayant de 5 à 22 pouces d'épaisseur. Après plusieurs années d'inactivité, la mine passa aux mains de MM. Rae & Co., de Montréal, mais il se fit très peu de travaux. En 1900, la Keystone Graphite Company, de Wilkesbarre, Pa., entreprit des opérations et l'on dit que 25 wagons de plombagine triée à la main furent expédiés. Ce sont les derniers travaux qui furent faits sur cette propriété.

Si l'on excepte quelques petites fosses de surface à divers endroits sur ce lot, les chantiers se composaient principalement d'une vaste excavation. C'est un ciel ouvert de 200 pieds de long, 30 pieds de profondeur pour la majeure partie, mais s'approfondissant jusqu'à 75 pieds dans un trou vers le milieu, et de 20 pieds de largeur aux deux extrémités, tandis que, vers le puits du centre, la largeur augmente jusqu'à 50 pieds. La direction de cette tranchée est principalement vers le nord-est mais elle n'est pas constante, l'excavation étant plutôt en forme d'arc de cercle.

La majeure partie du graphite est ici du type plombagine avec petite quantité de graphite grossièrement laminaire parmi les minéraux connexes. Le gîte est du type de métamorphisme de contact, semblablement à celui qui se présente sur les lots 15 et 16, rang VII, canton d'Amherst, à environ 30 milles au nord. La plombagine s'accompagne de minéraux tels que: wollastonite, vésumianite, grenat, titanite, pyroxène, calcite, etc., le tout formant un agrégat d'individus grossièrement cristallisés et constituant probablement une zone silicatée au contact d'une roche d'intrusion avec un calcaire cristallin. Le graphite est ainsi étroitement enchevêtré en majeure partie, avec une substance minérale étrangère et, bien qu'on puisse en casser à la main une proportion suffisante pour le mettre sur le marché, il y en a une plus forte proportion qui demande à être broyée pour en faire un produit n° 1.

Tout le graphite expédié de cette mine fut schéidé ou cassé à la main, cette mine n'ayant pas d'atelier de broyage. En plus du type de minerai précité, on

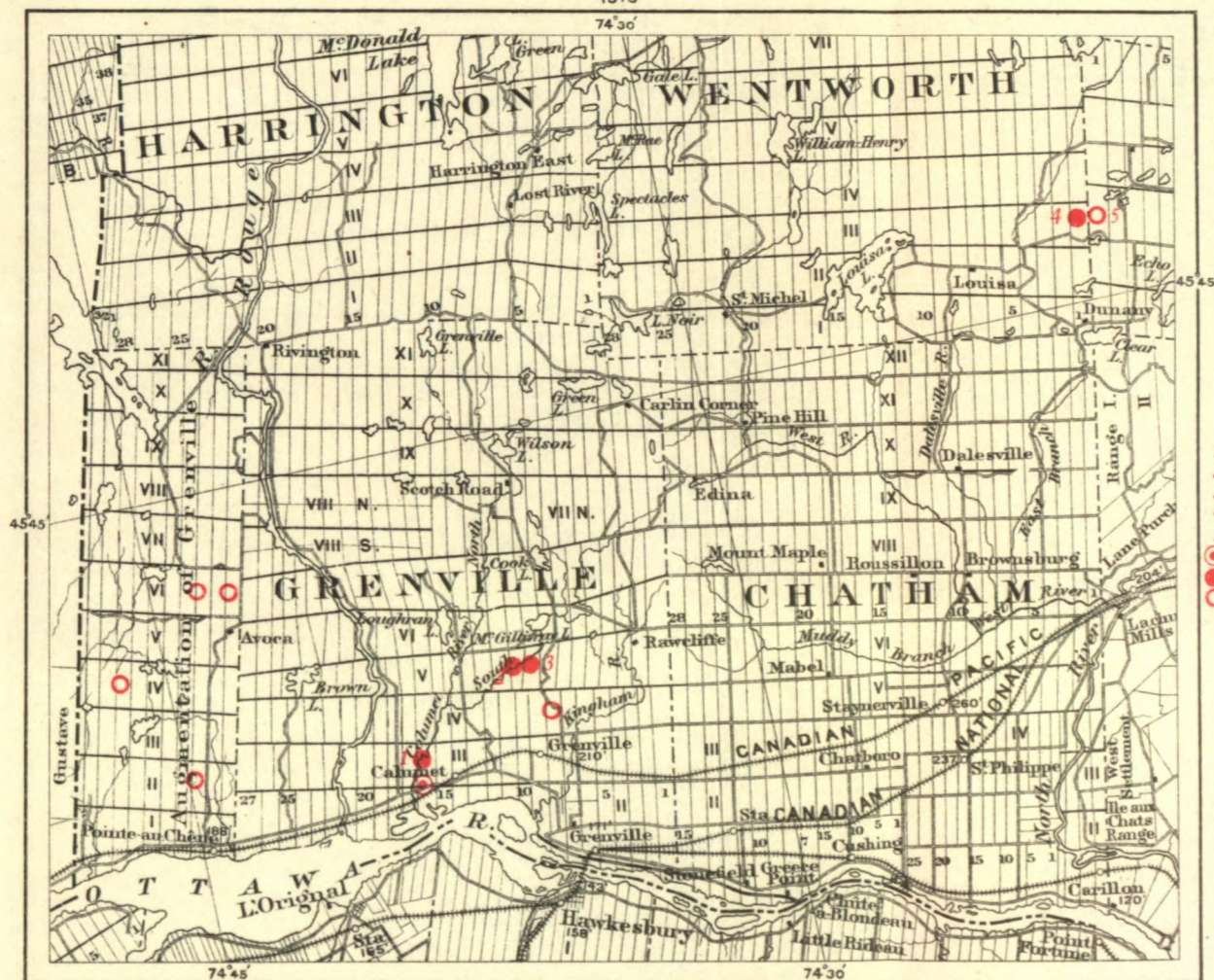
¹ NOTE.—Cette usine a, depuis, été convertie en atelier de calcination pour la magnésite.

CANADA
DEPARTMENT OF MINES
MINES BRANCH

HON. MARTIN BURRELL, MINISTER, R. G. McCONNELL, DEPUTY MINISTER.

EUGENE HAANEL, PH. D., DIRECTOR.

1919



Reference

- 1 Calumet Mining and Milling Graphite Co.
 - 2 Miller or Keystone
 - 3 National Graphite Co.
 - 4 Canadian Graphite Co.
 - 5 Patterson
- Mine equipped with mill
● Mine
○ Undeveloped prospect

Base map, Dept. of Interior

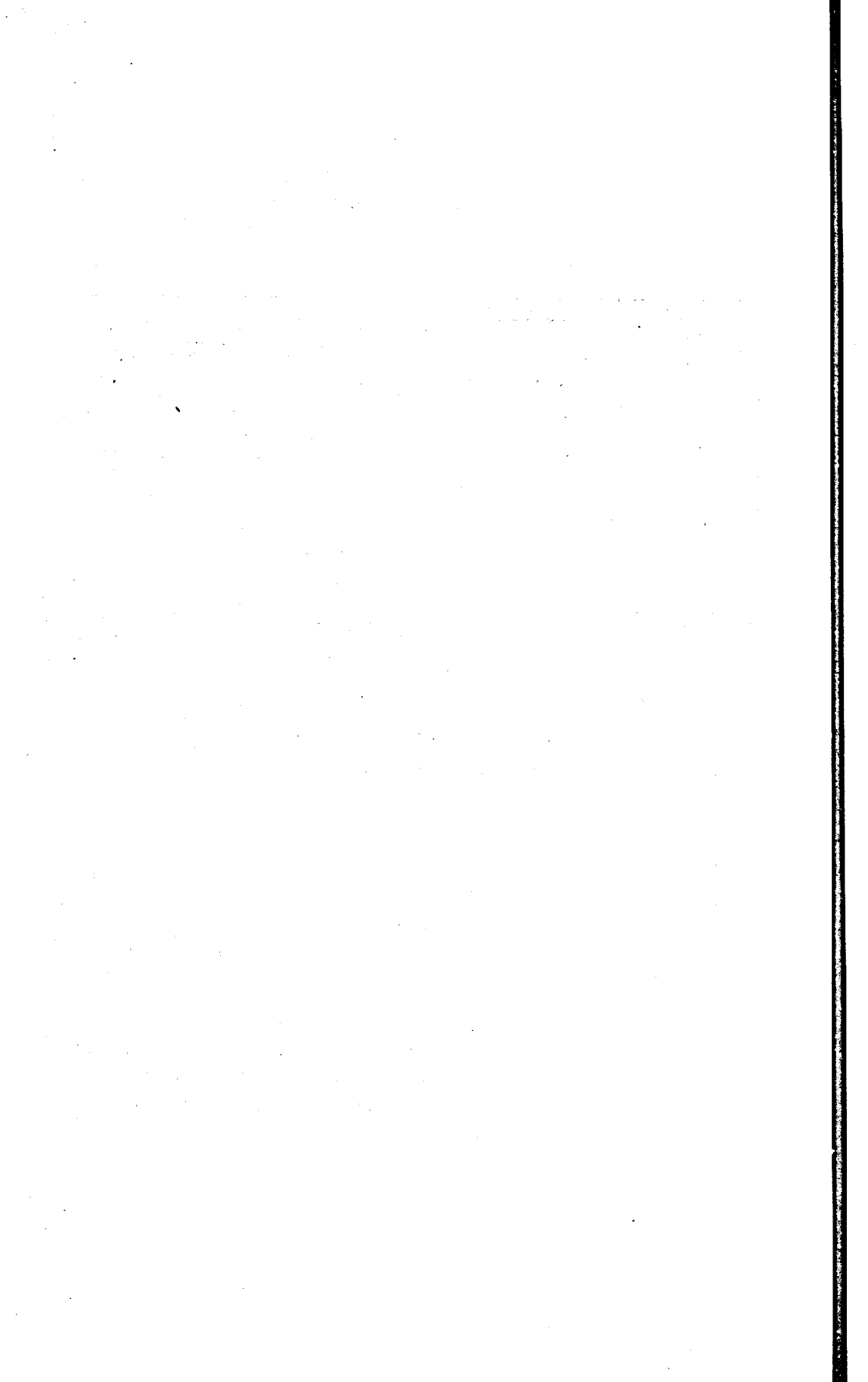
GRAPHITE OCCURRENCES

IN

GRENVILLE AND WENTWORTH Tps., QUEBEC

Scale: 3.95 miles to one Inch

516



aperçoit des petits filonets de plombagine qui traverse la roche encaissante sur le côté ouest de l'excavation. On dit que la plupart du minerai riche provient du puits creusé au centre de l'excavation. Ce puits a été foncé le long d'une surface de glissement ou faille très caractérisée (voir planche XVI) dont la direction est au nord-est.

La roche d'intrusion, à l'action de laquelle on peut attribuer la formation du gîte de minerai n'est pas à découvert dans les parties accessibles des chantiers et nous n'avons pas remarqué de matière d'une nature pegmatitique dans les haldes. Celles-ci contiennent cependant des quantités considérables d'une roche porphyroïde grise qui est d'un âge plus récent que les autres roches du complexe archéen et qui recoupe ce dernier à l'extrémité nord du grand trou.

Des travaux d'abatage ont été commencés par la National Graphite Company de Stranton (Pensylvanie) sur le lot contigu du côté est (V. 9) mais furent bientôt abandonnés.

La mine est à 3 milles $\frac{1}{2}$ au nord de la station de Grenville sur l'embranchement Montréal-Ottawa, rive nord, du chemin de fer Canadien du Pacifique, et elle est censée appartenir à S. Hirsch, de Wilkesbarre (Pensylvanie).

Bibliographie:

Com. géol. Can., Rapport des Opérations, 1849-50, p. 111; 1851-52, p. 42 et 118; Rapport ann., vil. 1888-9, p. 13K; vol. XII, 1899, p. 730, Rapport som., 1916, p. 214; Catalogue des minéraux industriels du Canada à l'exposition internationale de Philadelphie, 1876, p. 121.

Monographie sur le Graphite, division des Mines, 1907, p. 39.

Canton de Wentworth

Rang III, lots 1A et 1B. — Cette mine fut d'abord entreprise pour le graphite par la New England Plombago Company en 1863. On n'y fit guère, cependant, que des travaux de prospection jusqu'en 1911, alors que la Canadian Graphite Company, 34 Coristine Building, Montréal (Québec) sont devenus propriétaires. Cette compagnie, qui détient encore la mine, a fait beaucoup de travaux d'extraction sur diverses parties des lots précités et il a été démontré au moyen de fosses superficielles et de tranchées qu'il se trouvait du graphite sur une étendue considérable. En 1918, le lot 1B fut exploré à la perforatrice diamantée par un syndicat américain avec droit de priorité en cas d'achat, et les résultats, à ce que l'on dit, ont démontré l'existence d'un grand gîte de minerai laminaire disséminé.

Le graphite se présente en dissémination dans une bande de gneiss calcaire d'environ 30 pieds de largeur qui s'étend sur 600 pieds de distance le long d'une basse crête. Cette bande est en contact du côté sud avec un massif d'anorthosite et, du côté nord, avec une zone de quartzite. La plus grande profondeur atteinte dans les sondages sur ce gîte fut de 212 pieds et, à cette profondeur, on perceait encore dans du minerai. La teneur moyenne du graphite était de 15 à 20 p. c., et les lames sont de bonne taille et de bonne qualité.

Une galerie d'accès de 100 pieds fut percée dans le flanc sud d'une crête parallèle, à environ $\frac{1}{4}$ de mille au sud du gisement ci-dessus dans le but d'exploiter quelques filons de plombagine qui affleurent à cet endroit. Toutefois les résultats ne furent pas satisfaisants et les travaux furent abandonnés.

La propriété est à douze milles au nord de Lachute, sur la ligne Montréal-Ottawa, rive nord, du chemin de fer Canadien du Pacifique. Les lots contigus du côté est, c'est-à-dire les lots 1A et 1B, dans le canton de Gore, renferment aussi des gisements de graphite, et il a déjà été fait quelques travaux de surface sur

ces terrains. Cette propriété appartient à M. T. W. Patterson, 34 Coristine Building, Montréal.

COMTÉ DE LABELLE

Canton d'Amherst

Rang VII, lots 15 et 16. — Cette propriété fut d'abord exploitée en 1909 par la compagnie Graphite Ltd., de Montréal, qui a foncé un puits de 90 pieds, et accompli à part cela beaucoup de travaux de surface. Les opérations se sont poursuivies pendant plusieurs années et, en 1912, une grande usine y fut érigée. Après seulement quelques mois de travail cependant, la compagnie liquida, en 1913. Pendant six mois, en 1914, les travaux furent repris à ferme par MM. Reilly et Layfield, et, de nouveau en 1916, pendant quelques semaines, sous promesse de vente, par le Multipar Syndicate de Londres. Depuis que cette dernière compagnie a cessé les travaux, la propriété est restée inactive; on dit qu'elle sera maintenant vendue à la Graphite Products, Limited, 55 rue Saint-François-Xavier, Montréal, qui se propose d'y installer un atelier de flottage, et qui possède également les lots 11 à 14 et 20 et 21 situés dans le même rang.

Le gîte de graphite sur ces lots est de la nature d'un dépôt de contact entre du calcaire cristallin et une roche d'intrusion, qui est probablement du type gabbro. Ce gisement ressemble étroitement à celui de la mine Miller, qui est sur le lot 10, rang V du canton de Grenville, étant caractérisé par une abondance de minéraux de métamorphisme de contact typiques, tels que wollastonite, diopside, titanite, hornblende, vésuvianite, scapolite, etc. Ces minéraux, de même que le graphite se présente sous forme d'agrégat d'individus grossièrement cristallisés, dans une zone silicatée du calcaire de Grenville, probablement à son contact avec la pegmatite. Les chantiers étaient noyés lors de notre visite; c'est pourquoi nous n'avons pas pu les examiner.

Ces chantiers se composent d'un puits de 125 pieds de profondeur à partir duquel des galeries de niveau furent poussées à 40, 80 et 125 pieds. Nous n'avons pu vérifier l'étendue de ces galeries mais il paraît qu'elles sont assez considérables. A partir du plus haut de ces niveaux un remontage fut pratiqué jusqu'à la surface, lequel se termine par un ciel ouvert de 50 sur 30 pieds, avec 30 pieds de profondeur.

Bien qu'il se rencontre une certaine quantité de graphite laminaire disséminé dans le calcaire voisin, et aussi, en plus grande quantité, dans d'étroites bandes de cette roche, la majeure partie de ce minerai se compose de graphite feuilleté se rapprochant de la nature de la plombagine. La majeure partie de cette matière, cependant, est si étroitement associée avec de la substance minérale étrangère, qu'il faut la broyer pour en faire un produit marchand. L'on pourrait peut-être par scheidage en nettoyer une proportion suffisante pour l'utiliser dans la fabrication des creusets, mais il sera probablement pratique de faire subir à tout le minerai un procédé de broyage. La nature irrégulière des gîtes, qui semblent se composer d'amas en poches et discontinus renfermés dans du calcaire, nécessite l'abatage d'une forte quantité de roche stérile, de sorte que la proportion de graphite dans la roche est plutôt faible.

Les chantiers sont reliés par 150 pieds de tramways, au four de séchage qui est situé en arrière de l'usine. Cette dernière est une vaste construction en bois, à trois étages pourvue des appareils de concentration à sec du type ordinaire (voir p. 76-80) et possède une capacité de 200 tonnes de minnerai par 24 heures.

A ce que dit Cirkel,¹ la zone graphitique à cet endroit a une largeur de 200

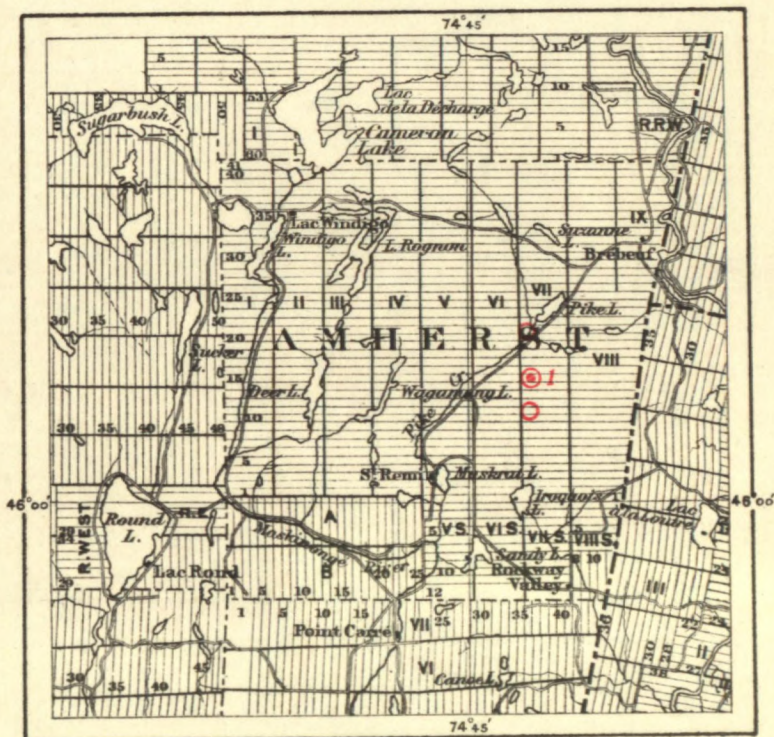
¹Trans. Can. Min. Inst. Vol. xv, 1912, pp. 261-9. Can. Min. Journ. Vol. 33, 1912, p. 435-7.

CANADA
 DEPARTMENT OF MINES
 MINES BRANCH

HON. MARTIN BURRELL, MINISTER, R. G. MCCONNELL, DEPUTY MINISTER.

EUGENE HAANEL, PH. D., DIRECTOR.

1919



Base map, Dept. of Interior

517

GRAPHITE OCCURRENCES

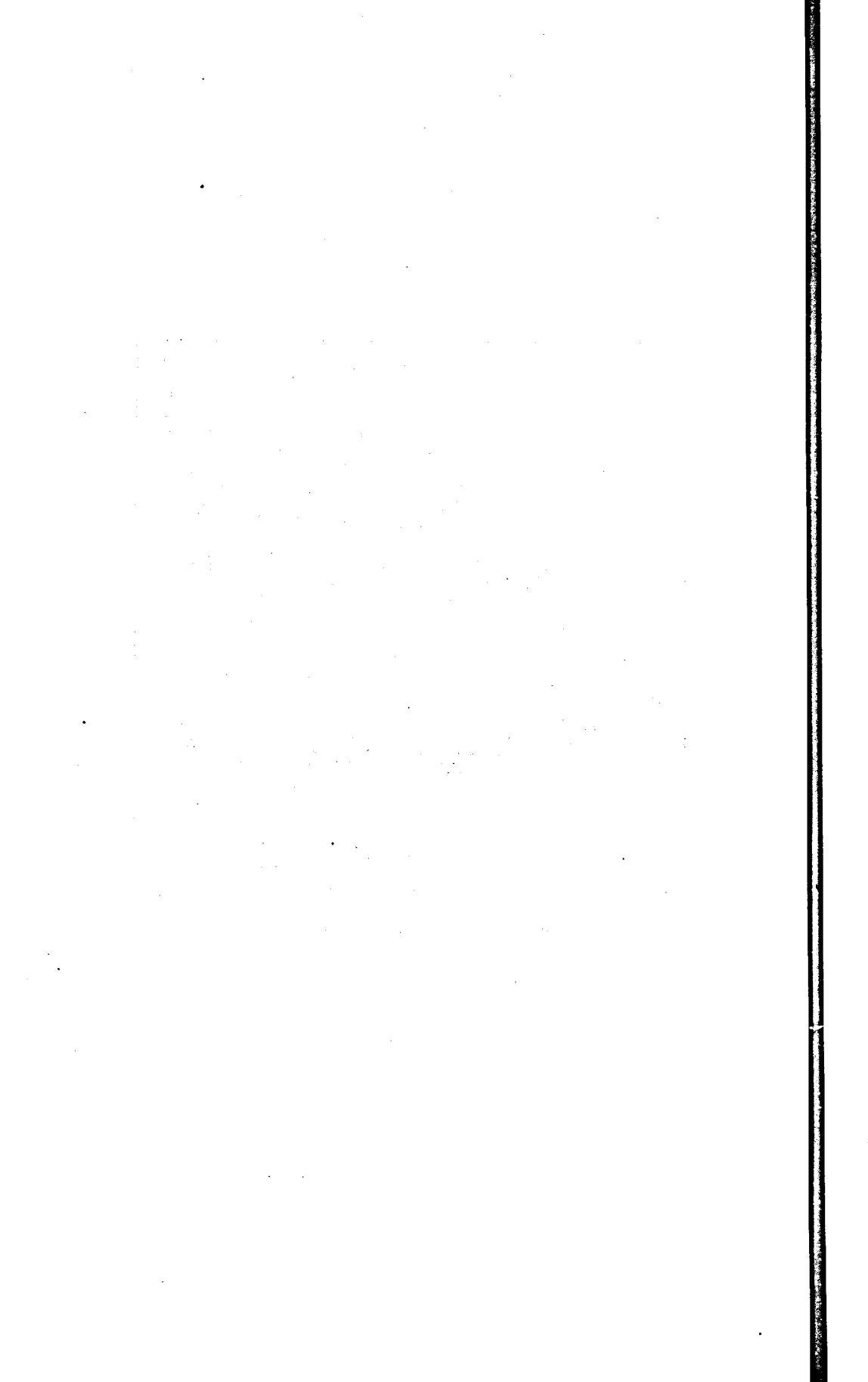
IN

AMHERST TP., QUEBEC

Scale: 3.95 miles to one Inch

Reference

- 1 Graphite Products Ltd.
- ⊙ Mine equipped with mill
- Undeveloped prospect



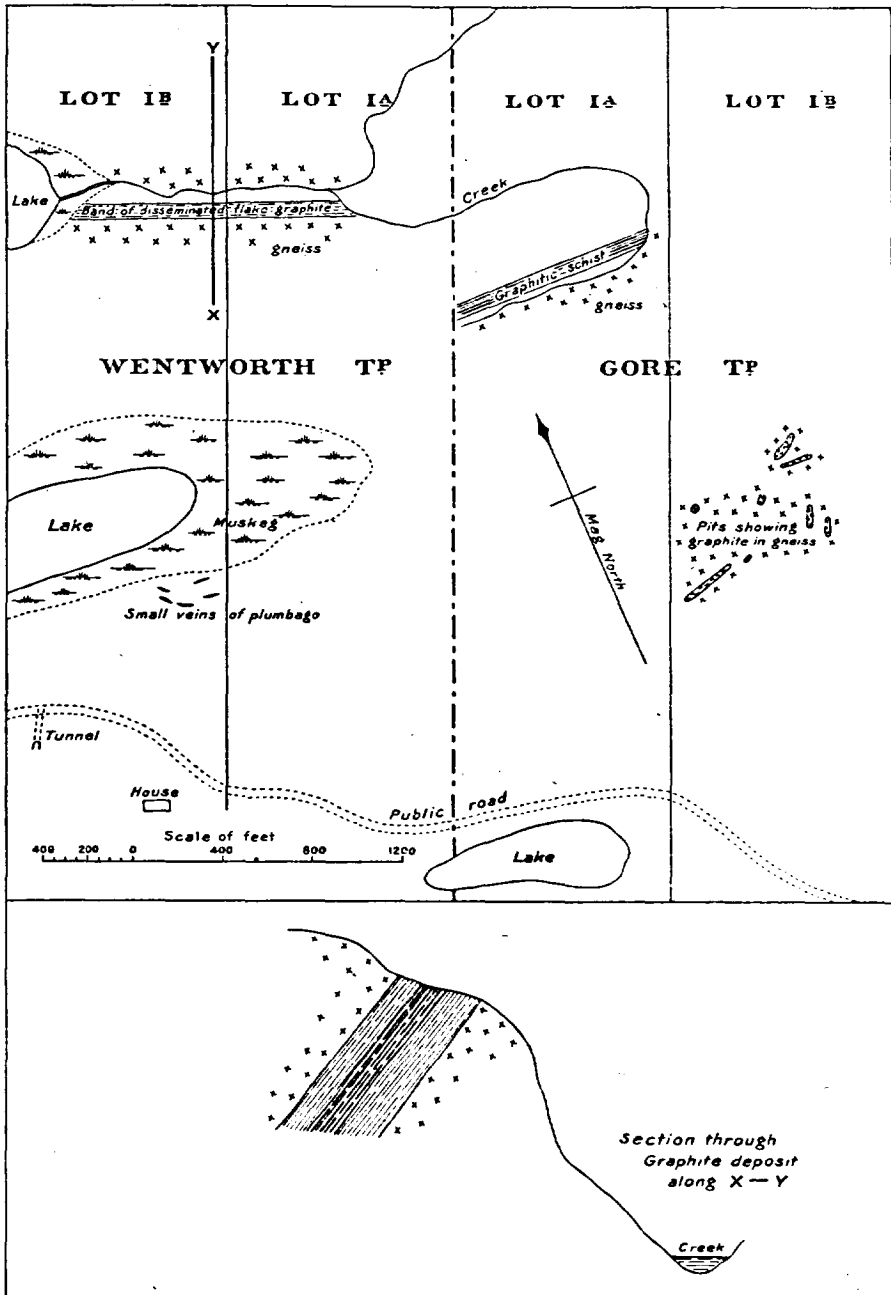


Figure 6. Plan et coupe du gisement de graphite, lots 1A et 1B, canton de Wentworth, et lots 1A et 1B, canton de Gore, Qué.

pieds et s'étend sur une distance d'au delà de deux milles. Il se rencontre dans cette zone des gîtes et des nids de graphite qui ont jusqu'à plusieurs pieds de diamètre, avec d'autres poches irrégulières tant de plumbagine que de graphite laminaire disséminé. En partant de 640 tonnes de minerai extrait, on a

obtenu 15 tonnes de minerai de scheidage, 227 tonnes de minerai de broyage. Par minerai de scheidage on entend un minerai qui peut se nettoyer suffisamment à la main pour devenir un produit marchand sans passer par le broyage et la purification. On dit que le minerai de broyage contient environ 15 pour cent de graphite.

La mine est située à 12 milles de la station de Saint-Jovite sur l'embranchement Montréal-Mont-Laurier du chemin de fer Canadien du Pacifique.

Bibliographie:

Rapports du Service des Mines de la province de Québec, depuis 1910 jusqu'à ce jour.

Monographie sur le graphite, Division des Mines, 1907, p. 42.

Com. géol. Can., Mémoire 113, 1919, p. 38-43.

Canton de Buckingham

Rang IV, lots 1, 2, 3, 1/4 et 1/5. — Propriété de la Quebec Graphite Company, Craven House, Kingsway, Londres, W.C. L'extraction fut commencée ici en 1912 par la Quebec Graphite Company, qui érigea une usine et continua les opérations jusqu'en 1914. En 1915, la compagnie fut réorganisée et son nom changé contre celui de New Quebec Graphite Company. Cette dernière compagnie a produit constamment depuis 1915 jusqu'à 1918, mais les opérations furent suspendues au cours de cette dernière année, pendant les travaux de remaniement à l'usine.

La plupart du minerai en cet endroit a été obtenu d'un certain nombre de tranchées de surface répandues ça et là sur les lots ci-dessus, la majeure partie étant dans le lot 3 sur lequel se trouve également situé l'usine. Deux puits furent aussi foncés sur ce lot, mais n'ont rencontré que peu de minerai et furent abandonnés après avoir atteint une profondeur de 70 pieds.

Tout le graphite rencontré sur cette propriété est du type laminaire disséminé et se présente dans une série de bandes dans du gneiss calcarifère. On n'a pas encore découvert jusqu'à présent de gros gisements, mais il semble y avoir des petits gîtes distribués un peu partout sur la propriété. Si l'on juge d'après les affleurements dans l'une des plus grandes excavations de surface, il semblerait probable qu'à cet endroit comme en plusieurs autres qui renferment du graphite laminaire, tant dans le Québec que dans l'Ontario; les gîtes de graphite doivent être recherchés sur les crêtes ou dans leur voisinage des plis anticlinaux ou des plis-failles au sein du gneiss (voir planche XVIII). Dans plusieurs des excavations, nous avons remarqué des surfaces polies par glissement en bordure des gîtes de graphite.

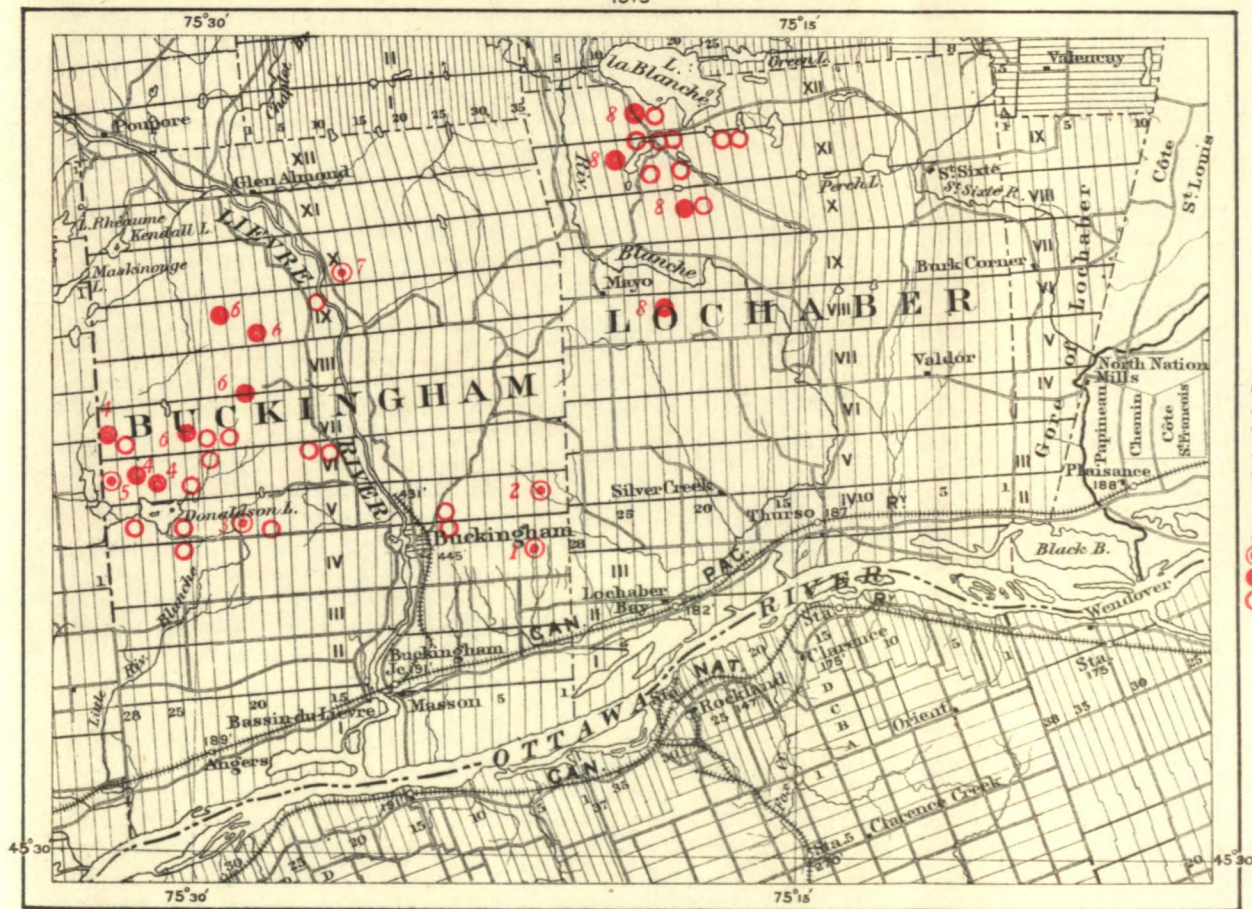
Les zones graphitiques sont souvent très fortement altérées à la surface en raison de la décomposition des sulfures qu'elles renferment, et la présence du graphite est souvent indiquée par un dépôt de matière sableuse rouillée. Toute l'altération n'est que superficielle et ne pénètre qu'à quelques pieds de profondeur.

Une grande partie du lot ci-dessus est recouverte de buissons et revêtue d'un épais manteau stérile, de sorte qu'il faut généralement pratiquer des tranchées en prospectant pour de nouveaux gîtes.

Le minerai se compose de lames disséminées, de bonne taille et qualité, mélangées de mica, quartz, calcite, pyrrhotine et silicates de chaux. Le produit moyen du broyage est censé donner 14 pour cent de graphite. Ici cependant, comme dans les autres mines du district, il n'y a que le minerai riche qui est considéré valoir la peine d'être traité et les zones rocheuses de faible teneur qui sont généralement en bordure des parties les plus riches du gisement sont laissées de côté. Les bandes graphitiques sont ordinairement étroites, les plus fortes n'ayant qu'une épaisseur de 9 pieds.

CANADA
 DEPARTMENT OF MINES
 MINES BRANCH
 HON. MARTIN BURRELL, MINISTER. R. G. McCONNELL, DEPUTY MINISTER.
 EUGENE HAANEL, PH. D., DIRECTOR.

1919



Base map, Dept. of Interior

518

GRAPHITE OCCURRENCES
 IN
 BUCKINGHAM AND LOCHABER Tps., QUEBEC

Scale: 3.95 miles to one inch

Reference

- 1 New Quebec Graphite Co.
 - 2 Bell Graphite Co.
 - 3 Plumbago Syndicate (Dominion mine)
 - 4 Pugh and Weart
 - 5 Buckingham Graphite Co. (North American mine)
 - 6 M. P. Davis (Walker mine)
 - 7 Consolidated Graphite Mining and Milling Co. (Peerless mine)
 - 8 Lochaber Plumbago Mining Co.
- ⊙ Mine equipped with mill
● Mine
○ Undeveloped prospect

L'usine.

L'usine est une construction en bois à trois étages, d'une capacité de production de 40 tonnes de minerai par 24 heures. Le procédé de concentration est par voie humide, inventé par Krupp, et est organisé d'une façon très distincte de celui de toute autre usine de ce pays. La majeure partie de l'outillage fut fournie par la maison Krupp, et le procédé de concentration consiste, en un mot, à broyer dans un broyeur à galets, puis dans un broyeur tubulaire, à concentrer sur une série de tables type Ferraris, et enfin à classer dans des classeurs hydrauliques. Les concentrés sont délavés dans un filtre à vide, séchés, et ensuite, passent sous des cylindres polisseurs. Pour diagramme de traitement complet, voir p. 89). On prétend que la récupération est de 65-70 pour cent du graphite contenu dans le minerai.¹

La force motrice est fournie par un moteur à pétrole Diesel de 160 H.P., employant du pétrole brut.

Douze hommes sont employés dans l'usine, et environ 25 à l'extérieur.

La propriété est située à trois milles à l'est de Buckingham.

Bibliographie:

Rapports du ministère des Mines de la province de Québec.

Monographie sur le graphite, division des Mines, 1907, p. 37.

Rang IV, lot 8N½.—On dit qu'il y a de bonnes indications de plombagine sur cette propriété, dont l'exploitation fut entreprise par J. E. Hardman, 107 rue St-Jacques, Montréal, en 1916. Il n'a été fait jusqu'à présent que des travaux de prospection.

On dit qu'il se trouve également de la plombagine de même que du graphite laminaire sur le lot voisin 8S½, rang V.

Rang V, lots 1, 2 et 3.—Propriété connue sous le nom de mine Bell et appartenant à la Bell Graphite Company, Friar House, New Broad Street, Londres, E. C. Les travaux furent commencés en cet endroit en 1906 par les propriétaires actuels qui ont exploité une couche de graphite laminaire sur le lot 2W½, et construit une usine. Les opérations minières furent poursuivies jusqu'à la fin de 1912, et un tonnage considérable de minerai fut traité dans l'usine. Depuis 1912, la propriété est demeurée inactive.

Les chantiers se forment à l'escarpement qui constitue l'extrémité nord d'un petit plateau sur lequel se trouve situé les chantiers de la New Quebec Graphite Company. En face de ce rocher, il a été pratiqué une série de petites galeries sur un gîte de 12 pieds, ayant une direction nord et un plongement de 60° à l'ouest. Le gîte se compose d'une bande graphitique calcaire encaissée dans du gneiss, et peut être suivi sur une certaine distance en remontant la pente du terrain. On dit que le meilleur minerai fut trouvé sur le prolongement nord du gîte au-dessous des chantiers actuels. Le gîte a été abattu par gradins à partir des différentes galeries, en laissant des piliers de support. La distance en ligne droite depuis les chantiers les plus profonds au pied de la colline jusqu'à un point au-dessous de la limite des ouvrages en remontant la colline, est de 500 pieds, et la distance totale sur laquelle la bande de graphite a été suivie, est de 2.000 pieds à ce que l'on dit. Il a été extrait environ 3,000 tonnes des chantiers ci-dessus lesquels sont reliés avec l'usine par un tramway. La plus basse galerie a été poussée à une distance de 200 pieds dans la colline. On dit que la teneur de graphite dans le minerai était en moyenne de 8 pour cent.

Environ 300 pieds à l'est de ce gîte, il s'est fait quelques petits travaux sur une bande parallèle de graphite plus étroite.

La propriété est située à 4 milles à l'est du village de Buckingham.

¹ NOTE.—On est actuellement en train de remanier cette usine pour le procédé de flottage pneumatique par l'huile, de Callow.

L'usine.

L'usine se compose d'une vaste construction en bois, à trois étages, dont la plus petite aile est l'ancienne usine bâtie en 1907; la partie ouest fut ajoutée en 1910.

Le broyage se faisait entièrement à sec et se pratiquait suivant la méthode indiquée par le diagramme de traitement donné à la page 76, et la concentration du minerai se faisait en broyant alternativement entre des cylindres du type de minoterie et par tamissage. On a essayé pendant quelque temps à traiter le minerai au moyen d'un réservoir de flottage sur huile breveté, mais les résultats ne furent pas satisfaisants.

La force motrice provenait d'une machine compound de 400 H.P., la vapeur étant fournie par deux chaudières Davey-Paxman de 200 H.P.

La majeure partie de l'outillage est restée dans l'usine, mais celle-ci est en mauvais état à cause des fondations qui se sont affaissées.

Bibliographie:

Rapports du Service des mines, province de Québec, 1910, p. 63.

Rapport sur les Industries minières et métallurgiques du Canada, Division des Mines, 1907-8, p. 496.

Rang V, lot 19 S $\frac{1}{2}$.—Fut travaillé sur une petite échelle vers l'année 1865 par M. Labouglie. "Des amas lenticulaires de graphite dans du calcaire cristallin", de même que des petits filons de plombagine se rencontrent sur ce lot (mine Ste-Marie) de même que sur le lot avoisinant, le n° 20. Sur le lot 24, dans le même rang (mine St-Louis) une bande de graphite dans le calcaire fut travaillée par le même individu; plusieurs puits furent creusés et environ 50 tonnes de minerai obtenu.

Vennor raconte que ces propriétés étaient abandonnées depuis déjà longtemps quand il les a visitées en 1876, et elles n'ont pas été touchées depuis.

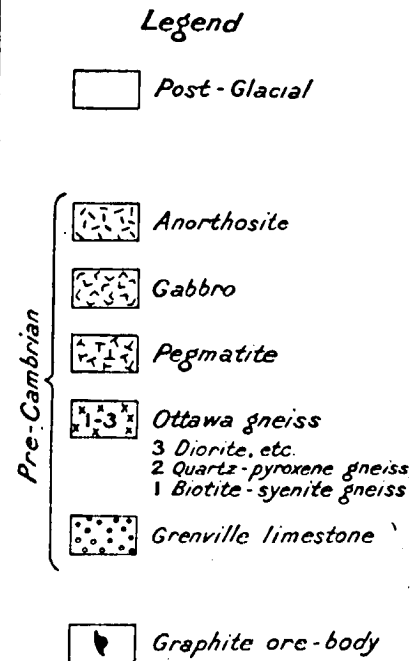
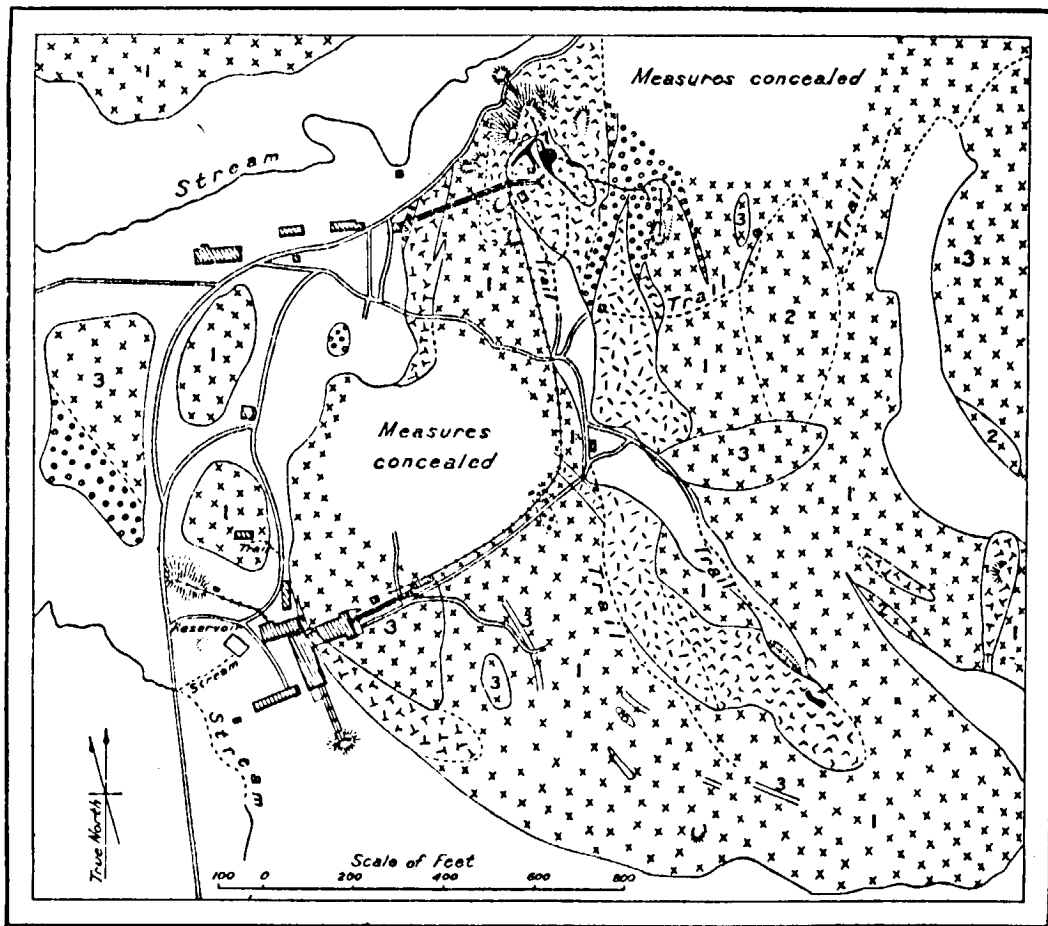
Bibliographie:

Com. géol., Can., Rapport des Opérations, 1863-66, p. 23-5; 1876-7 p. 309 et 318.

Rang V, lots 20 et 21.—Connue sous le nom de Dominion Mine. Cette mine fut ouverte en 1910 par la Dominion Graphite Company de Toronto, qui érigea une grande usine sur le lot 21 en 1912, et fit des travaux d'extraction et de broyage pendant environ six mois alors que la compagnie entra en liquidation. En 1916 et 1917 la mine et l'usine furent travaillées sous promesse de vente par le Plumbago Syndicate, 1114 Excelsior Life Building, Toronto. L'usine fut fermée pendant la majeure partie de 1918, en attendant qu'on fit l'expérience d'une installation de flottage par l'huile, système Callow, mais avant qu'on eût suffisamment expérimenté ce procédé, l'usine fut détruite par un incendie.

C'était l'une des mines les mieux équipées du district, mais il semblerait que l'installation était d'une importance hors de proportion avec la quantité de minerai disponible et que c'est faute de minerai que les opérations ont échoué.

Les principaux chantiers sont situés sur une crête peu élevée, sur le flanc de laquelle on avait élevé l'usine. Celle-ci était reliée au puits principal au moyen de 1,000 pieds de tramways, et le minerai transporté par une locomotive. L'excavation principale est un grand ciel ouvert sur la ligne de séparation entre les lots 20 et 21. Cette fosse (Lime Pit) mesure 150 x 80 pieds et a 80-pieds de profondeur. Presque tout le minerai extrait de ces lots fut tiré de cette excavation qui suit des gîtes irréguliers de calcaire graphitique. A cet endroit, il semble qu'un amas de calcaire ait été pris dans une grande masse de gabbro, et le graphite suit le contact approximatif de cette roche avec le calcaire. On trouve également du graphite en plus petite quantité disséminé, à travers la masse de calcaire de même que le long des joints et des couches qu'elle renferme, et encore



Geological Survey, Canada

Figure 7. Relations géologiques à la mine Dominion, rang V, lots 20 et 21, canton de Buckingham, Qué.

en plus petite quantité dans la roche éruptive. Cette dernière forme une masse de dimensions considérables et semble avoir brisé le calcaire avec ce résultat que des amas de calcaire se rencontrent séparées par des cloisons de gabbro.

Il y a d'autres petites excavations de surface sur les lots ci-dessus, mais elles n'ont rapporté que relativement peu de minerai. Le Plumbago Syndicate a obtenu presque tout son minerai de la fosse appelée Stuart Pit, sur le lot 23, dans le même rang, et du lot Hogg n° 23 dans le rang IV. Au premier de ces lots, deux petites fosses de surface ont été creusées sur un gîte plein de promesses. Le gisement est à peu près horizontal et recouvert là où on l'a attaqué de 10 pieds de calcaire. Le minerai se compose de calcaire graphitique rubané, et le gisement, bien qu'il n'ait que quelques pieds d'épaisseur, paraît être nettement défini. Sur le lot 23, rang IV, un ciel ouvert mesurant 100 pieds sur 25, a été travaillé en 1917, et l'on y a exploité jusqu'à une profondeur de 25 pieds une bande de minerai laminaire qui se présente le long du contact du gneiss avec la pegmatite. Le gisement est caractérisé à cet endroit par des lames de taille phénoménale, quelques-unes ayant au delà de 5 pouces de diamètre.

L'usine

L'usine, située sur le lot 23, était une vaste construction en bois érigée au pied d'une colline sur laquelle se trouve le puits principal. La méthode de traitement était entièrement par voie sèche, et se pratiquait comme les procédés à sec en usage au Canada, (voir p. 76-80). Le minerai apporté de la mine par tramway, était basculé dans des poches d'où il était amené dans des wagonnets et monté sur un guidage incliné jusqu'aux fours (planche XXVII). Ces fours étaient chauffés au bois.

La force motrice était fournie par une machine Goldie-McCulloch de 450 H.P., actionnée par trois chaudières de 150 H.P. On nous a dit que la consommation totale d'énergie était de 225 H.P. Les chaudières étaient chauffées au charbon et consommaient 12 tonnes par jour.

Bibliographie:

Com. géol. Can., Rapport sommaire, 1911, p. 284. Livret-guide n° 3, Congrès géologique international, 1913, p. 105 (contient une carte géologique, montrant les relations des roches connexes dans cette mine.)

Rapport du Service des mines, prov. de Québec, 1917, p. 57.

Rang V, lot 27.— Cette mine fut travaillée vers 1870 par MM. West and Company, qui expédièrent "20 barils de graphite pur".¹

Bibliographie:

¹Comm. géol., Can., Rapport des Opérations, 1873-14, p. 141.

Rang VI, lot 27.— Travaillée sur une petite échelle par MM. Pugh et Weart vers l'année 1872. On dit qu'une grande quantité de graphite fut extraite¹ d'un filon de plombagine de 4 pieds, sur lequel on avait foncé un puits de 40 pieds, de même qu'un ciel ouvert de 60 pieds de longueur. On dit que ce lot a donné 200 barils de plombagine pure en morceaux. Vennor nous dit que cette mine était fermée quand il l'a visitée en 1876. Tout le graphite expédié de ce lot était à l'état scheidé.

Les mêmes propriétaires possédaient aussi le lot 26 N $\frac{1}{2}$, dans le rang V, les lots 25 et 26, rang VI, et les lots 25S $\frac{1}{2}$ et 26S $\frac{1}{2}$ et 28, dans le rang VII. La majeure partie du minerai extrait provenait des lots 25 et 26 dans le rang VI.

En 1891, la propriété fut exploitée plus activement par S. J. Weart de Jersey-City, qui érigea une usine sur le lot 25, rang VI. Le système de traitement de la matière broyée et réduite en poudre²; on faisait d'abord sécher le minerai se pratiquait par "séparation au moyen de courants d'air et par le tamisage dans des fours. C'est probablement dans cette usine qu'on applica

pour la première fois au Canada les méthodes de concentration à sec. Le graphite épuré à cette usine était expédié à l'établissement Weart à Jersey-City, où il était utilisé dans la fabrication de paliers à graissage automatique. La mine et l'usine furent exploitées par intermittence, sous la direction de S. J. Weart jusqu'en 1915, alors que la propriété fut louée par la Buckingham Company. Cette dernière continua les opérations d'une façon intermittente jusqu'en 1903, et depuis, il ne s'est plus rien fait. L'usine a été détruite par un incendie en 1910. Les chantiers se composent de 10 fosses principales, toutes à ciel ouvert. On trouvera la description détaillée de celles-ci en se rapportant au renvoi ci-dessous.¹ Dans l'une des plus grandes fosses, on a suivi un filon de plombagine mesurant 18 pouces à la surface, jusqu'à une profondeur de 70 pieds, auquel endroit il se sépare en de nombreux et étroits petits filonets. Ce filon se présente dans du gneiss au voisinage d'un filon de pegmatite. Dans une seconde fosse, laquelle a donné presque tout le minerai provenant de cette propriété et dont la longueur est de 85 pieds, il y a des petites veines de plombagine qui croisent une bande de gneiss contenant du graphite disséminé. La zone de graphite se présente aussi à cet endroit au contact du gneiss avec la pegmatite.

La propriété est située à 7 milles de Buckingham et appartient à Spencer Weart, 273½ Washington St., Jersey-City, N.-J.

Bibliographie:

Com. géol. Can., ¹Rapport des Opérations, 1873-14, p. 143, et 1876-7, p. 309 et 315; ²Rapport annuel, vol. V, 1890-1, p. 72 CC; ³Rapport annuel, vol. X, 1897, p. 68S.

Rapport du Commissaire de la Colonisation et des Mines de la province de Québec, 1896-7, p. 93; Rapports du Service des Mines de la province de Québec, 1899-1903.

Rang VI, lot 28.—Mine North American. Cette propriété fut exploitée entre les années 1870 et 1872, par la Canada Plumbago Company, et 450 tonnes de graphite épuré furent produites. En 1875, elle passa aux mains de la Montreal Plumbago Mining Company, et, dans la même année, l'atelier de purification fut détruit par un incendie et la propriété abandonnée. Vennor dit qu'il se présente sur cette propriété, à la fois de la plombagine et des couches de graphite laminaire, dont les plus importantes mesurent 7 pieds d'épaisseur. Cette couche a été exploitée au moyen d'un ciel ouvert de 350 pieds de long sur 25 pieds de large, et, plus tard, deux petits puits furent foncés à 30 pieds l'un de l'autre et à 200 pieds de profondeur. On a aussi foncé un puits de 70 pieds sur le principal filon de plombagine. Le minerai brut provenant de ces chantiers fut descendu en bas de la colline dans des barges, qui le transportèrent de l'autre côté du lac Twin, jusqu'à l'usine de la compagnie qui est située sur le lot 28, dans le rang V. cette usine fut érigée en 1867 et traitait le minerai par la méthode du bocard et de la table inclinée.

De 1873 à 1875, le seul travail exécuté dans cette usine fut la fabrication de pâte à fourneau à partir du stock en magasin.

La compagnie possédait aussi le lot 23 N½ dans le rang V de même que les lots 1, 2, et 3 S½ dans le rang X du canton voisin qui est celui de Templeton.

En 1895, la propriété entière passa aux mains de la North American Graphite Company qui érigea une nouvelle usine sur le lot 28, dans le rang VI, travaillant au moyen de la méthode par voie sèche et utilisant des tables inclinées. L'outillage de l'usine, tel que décrit par Obalski¹ comprenait un appareil broyeur, une batterie de dix pilons, un pulvérisateur "Cyclone", quatre tables inclinées, un séchoir rotatif et deux meules à broyer, de même que tous les

tamis nécessaires et autres accessoires. La capacité de rendement de l'usine était de 15 tonnes par jour et la récupération de 60 pour cent.

Les chantiers sur cette propriété sont très considérables et comprennent un certain nombre de fosses de surface de même que des galeries percées dans le flanc de la colline qui se dresse entre l'usine et le Twin Lake. Il y a huit excavations principales dont il est donné une description détaillée dans la bibliographie ci-jointe.¹ D'après les affleurements aperçus dans les diverses excavations, il semble y avoir une série de bandes graphitiques parallèles qui se présentent dans une zone d'environ 300 pieds de largeur et qui s'étend sur une distance d'à peu près 2,000 pieds. La plus grande excavation est une galerie de 300 pieds pratiquée à flanc de côteau, juste au sud de l'usine. Deux puits ont été foncés pour rencontrer cette galerie laquelle suit une bande de graphite plongeant sous 60° à l'est. On dit que le gîte atteint une largeur maximum de 10 pieds. Les autres chantiers sont situés au sud de la galerie précitée et ont été excavés sur des bandes de graphite ayant la même direction générale que celle qui fut travaillée près de l'usine. Toutes les excavations sont reliées au moyen d'un tramway avec le four de séchage qui est situé tout près de l'usine.

La compagnie précitée a continué les opérations par intermittence jusqu'en 1901. En 1904, l'Anglo-Canadian Graphite Syndicate est devenu propriétaire de cette mine, et l'usine fut remaniée, mais les travaux furent suspendus après quelques années d'opérations intermittentes.

En 1910, la Buckingham Graphite Company à qui appartient aujourd'hui la mine, exploita à la fois la mine et l'usine pendant la majeure partie de l'année. Le système de traitement était entièrement par voie sèche et, d'une façon générale, semblable à celui qui est décrit à la page 76-80. La capacité de rendement de l'usine était de 60 tonnes de minerai par 24 heures. Après deux années d'exploitation, la compagnie abandonna les travaux et depuis lors, la propriété est demeurée inactive. On a retiré depuis une partie des machines, et la bâtisse elle-même est tombée en ruine.

Bibliographie:

Com. géol. Can., Rapport des Opérations, 1876-7, p. 309 et 316; Rapport annuel, vol. IX, 1896, p. 54 S; Rapport annuel, Vol. X, 1897, p. 66S; Monographie sur le graphite, Division des Mines, 1907, p. 31.

² Rapport du Commissaire de la Colonisation et des Mines de la province de Québec, 1896-7, p. 93; Rapport du Service des Mines, province de Québec, 1910, p. 62.

Rang VII, lots 21 S $\frac{1}{2}$, 22, et 27 S $\frac{1}{2}$. — Ces lots furent pris en 1875 par la Buckingham Company. D'après Vennor, "il y a bien peu d'endroits qui peuvent être comparés à celui-ci comme source de plombagine pure, en morceaux." Il se trouve également sur ces lots des couches de graphite laminaire disséminé.

La compagnie possédait, en sus, les lots 15N $\frac{1}{2}$, 16 N $\frac{1}{2}$, 22 et 23S $\frac{1}{2}$ dans le rang VI. On rencontre dans le lot 23 un certain nombre de couches de graphite laminaire disséminé, de même qu'un dyke de pegmatite de 20 pieds contenant de la plombagine. Les propriétés de la compagnie comprenaient les lots 24 et 25 dans le rang V, et le lot 24 dans le rang IV.

Nous ne possédons que très peu de renseignements sur les opérations de la compagnie précitée, il semble d'ailleurs qu'il se soit fait peu de travaux.

Bibliographie:

Com. géol. Can., rapport des Opérations, 1876-7, pages 312 et 318.

Rang VIII, lots 20 et 21. — Propriété connue sous le nom de mine Walker et ouverte en 1876 par la Dominion of Canada Plumbago Company qui érigea une usine sur le lot voisin, le 19, laquelle était reliée à la mine par 1,000 pieds de tramway. Vennor écrit que le graphite se présentait sur le lot 20 dans une couche

de 5 pieds de graphite laminaire disséminé, et sur le lot 21, en filons irréguliers variant en largeur jusqu'à 18 pouces. Un grand nombre de ces filons apparaissent sur les lots 21 chacun des deux rangs VII et VIII, mais la roche encaissante étant, dans bien des cas, d'une nature pegmatique, et les filons généralement étroits, la majorité des travaux exécutés, par cette compagnie, furent pratiqués sur la couche de minerai laminaire du lot 20. Un filon de 9 pouces de plombagine prismatique ou fibreuse se présente sur le lot 21 dans le rang VIII, sur le contact d'un amas de pegmatite avec du calcaire cristallin. Le minerai est très pur et on estime qu'il est, en tout point, aussi bon que la meilleure plombagine de Ceylan.

La méthode de concentration était au moyen de tables inclinées, et le broyage se faisait par une batterie de 20 pilons. On fabriquait à l'atelier de broyage de la pâte à polir les fourneaux, à partir de la matière de qualité inférieure.

La compagnie était aussi propriétaire des lots voisins du côté sud, lots 21 N $\frac{1}{2}$, 23 et 24 dans le septième rang, mais il s'est fait peu de travaux en cet endroit.

Après un chômage de plusieurs années, la propriété passa aux mains de W. H. Walker, d'Ottawa, en 1886, et, en 1889, 450 tonnes de graphite purifié de différentes qualités furent produites. Jusqu'à cette époque, on estime qu'il y eut 100 tonnes de graphite d'extraites des différents lots sur cette propriété.

Le système de traitement en 1889, tel que décrit par M. Obalski* se composait de deux batteries de 10 pilons, 8 tables inclinées, un séchoir, et trois jeux de pierres meulantes, sans compter les ventilateurs, malaxeurs et tamis. L'usine était commandée par une machine de 100 H.P. et sa capacité de rendement était de 20 tonnes de minerai par 24 heures. Le minerai était censé contenir 25 pour cent de graphite, et l'usine donnait une récupération de 60 pour cent, soit 3 tonnes de produit par jour.

Après des opérations intermittentes depuis 1890 jusqu'à 1896, les travaux cessèrent jusqu'en 1906, alors que la Buckingham Graphite Company remania partiellement l'usine, en y installant un appareillage de concentration à sec, et fit un peu d'extraction. Ce furent les dernières opérations sur cette propriété.

Le procédé à sec que l'on installa était, en peu de mots, comme suit: le minerai séché au four passait à travers un concasseur à mâchoires, puis dans un broyeur gyrotaire Gates et sous de forts cylindres; il était ensuite soumis à un classer moto-vibratoire, l'oversize allant aux cylindres et aux trommels, et les fins aux tables sèches du type Hooper. Les fins sortant des trommels allaient aux rebuts et l'oversize aux pierres meulantes. Le produit meulé était tamisé, les fins allaient aux rebuts et l'oversize constituait le produit fini.

Les chantiers comprenaient au delà de 30 fosses, réparties sur les lots ci-dessus; la plupart étaient des excavations superficielles. L'excavation principale est une galerie de 75 pieds poussée dans le flanc d'une crête peu élevée non loin de l'usine. Cette galerie a été creusée de façon à former une chambre de 75 pieds de long, 15 pieds de large et 25 pieds de haut, et c'est de là que fut extrait la plupart du minerai traité à l'usine. Les autres chantiers sont décrits en détail dans la bibliographie indiquée ci-après.

La mine est actuellement la propriété de M. P. Davis, 225 rue Charlotte, Ottawa. Les lots constituant la propriété actuellement sont les suivants: rang VII, 19 N $\frac{1}{2}$, 21 N $\frac{1}{2}$, 23 et 24; rang VIII, 19 S $\frac{1}{2}$, 20 S $\frac{1}{2}$ et 21 S $\frac{1}{2}$; rang IX, 19 S $\frac{1}{2}$ et 21.

L'usine qui est une construction en bois à trois étages, est à peu près en ruine et la plupart de l'outillage en a été retiré.

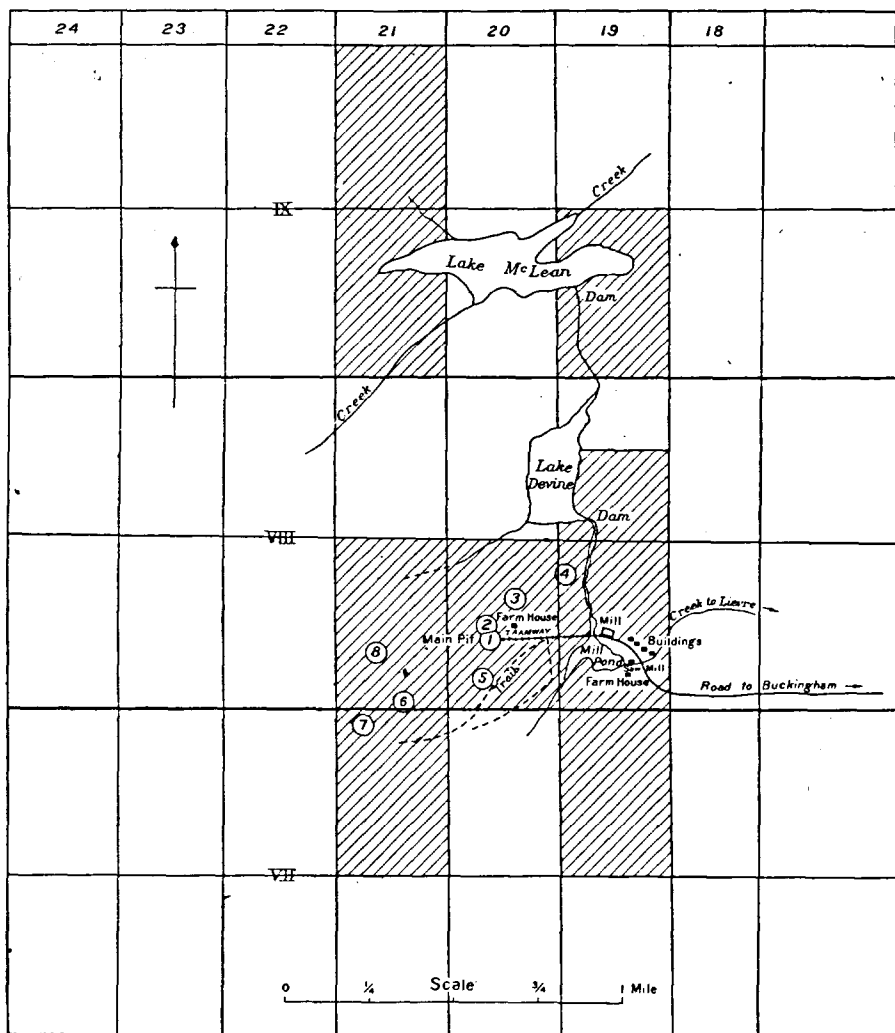


Figure 8. Plan des chantiers, etc., à la mine Walker, canton de Buckingham, Qué. Les excavations 1-5 dans le graphite laminaire; 6-8 dans la plombagine.

La propriété est située à 6 milles au nord-ouest de Buckingham.

Bibliographie:

Com. géol. Can., ¹Rapport des Opérations, 1876-7, p. 311; Rapport annuel V, p. 738; ²Rapport annuel, vol. X, 1897, p. 70S, vol. XII, 1899, partie O, p. 66-73; Rapport sommaire 1911, p. 283; Livret-Guide n° 3, Congrès géologique international, 1913, p. 101.

Rapport du Commissaire des Terres de la Couronne de la province de Québec, 1889, p. 95. ³Mines et Minéraux de la province de Québec, 1889-90, p. 89.

Rapport sur les Industries minières et métallurgiques du Canada, 1907-8, Division des Mines, 1907, p. 35.

Rang IX, lot 12 N $\frac{1}{2}$; rang X, Lots 12C, 13B, 14B et C, 15B, 17A, et B.— Mine Peerless ou Diamond.

Les travaux furent commencés sur le lot 14, rang X, en 1906, par la Diamond Graphite Company de Rochester, N.-Y., laquelle, après avoir extrait une petite

quantité de minerai, construisit une usine et produisit du graphite purifié durant l'année 1907. Le procédé en usage était la concentration à sec, et la capacité de l'usine était de 100 tonnes de minerai par jour.

En 1910, la propriété fut reprise par la Peerless Graphite Company de Rochester, qui, cependant, ne fit pas d'exploitation et, finalement vendit en 1917 à MM. Earle et Jacobs. Ces derniers ne travaillèrent que pendant peu de temps, et la propriété passa à la Consolidated Graphite Mining and Milling Company de Nashville, Tennessee, qui en est encore propriétaire.

Il y a quelques petites excavations sur le lot où se trouve l'usine au-dessus du four à sécher, lesquelles sont reliées à celle-ci par un tramway. La plupart du minerai traité à l'usine, cependant, fut extrait du lot 12 dans le rang IX, à une distance d'un demi-mille de l'usine, et du terrain connu sous le nom de Gorman Property dans le rang VII. Au premier de ces endroits, un gîte de graphite laminaire de 6 pieds fut travaillé au moyen d'un ciel ouvert de 100 pieds de longueur et 70 pieds de profondeur. On dit que le minerai contient en moyenne 8 pour cent de graphite.

La Peerless Graphite Company a ajouté à l'outillage de l'usine un séparateur électrostatique Sutton, Steele and Steele, pour le traitement final du graphite laminaire. On prétend que cette machine élimine absolument tout le mica qui se trouve mélangé au graphite.

L'usine a été récemment pourvue d'un appareil de flottage par l'huile Callow. En adoptant cette méthode de concentration, on a récupéré une certaine quantité de graphite en 1919, à partir du vieux creusets expédiés des aciéries de Montréal et de Lachine. On dit que le produit obtenu est d'assez bonne qualité, bien que les lames soient sujettes à être plus minces et plus légères que le produit naturel.

Bibliographie:

Rapport du Service des Mines de la province de Québec, 1910, p. 64.

Rapport sur les Industries minières et métallurgiques du Canada, Division des Mines, 1907, p. 35.

Rang IX, lot 15B.—Des travaux de dépouillement pratiqués sur ce lot, en 1917, ont révélé un gîte de gneiss et de calcaire graphitique qui s'étend sur une distance de 1,000 pieds. Le graphite se présente dans plusieurs bandes étroites qui se trouvent à des intervalles irréguliers dans une zone d'à peu près 100 pieds de largeur.

La propriété est situé le long du chemin sur la rive ouest de la Lièvre, et à 5 milles au nord de Buckingham.

Rang X, lot 13.—Cette propriété fut travaillée en 1875 par M. Miller, qui en retira quelque 300 tonnes de minerai laminaire disséminé.

Les lots voisins, 12 et 14, dans le même rang, furent quelque peu travaillés en 1892 par J. Claxton, qui expédia en Angleterre à titre d'essai une consignment de minerai brut que l'on disait contenir 20 pour cent de graphite.

Bibliographie:

Com. géol., Can., Rapport des Opérations, 1876-7, p. 310.

Canton de Lochaber

Rang VIII, lot 23, et rang XII, lot 23.—C'est sur cette propriété que fut exploité le premier gisement de graphite en lames au Canada, les travaux ayant été commencés vers 1864 par la Lochaber Plumbago Mining Company, de Boston. On possède très peu de renseignements sur les opérations minières, les principaux rapports des travaux sont donnés dans la bibliographie ci-dessus. D'après ces rapports, il semble que le minerai extrait et broyé serait en même temps du type laminaire disséminé et du type filonien. Sur le lot 23, dans le rang VIII, on dit que le gisement se compose d'un certain nombre de filons irréguliers de graphite

dans du calcaire cristallin en bordure d'un dyke de pegmatite. La zone graphitique avait une largeur de 30 pieds et était exploitée au moyen d'une fosse de 40 pieds de profondeur dont on a retiré 600 tonnes de minerai.

Le gisement sur le lot 23 dans le rang XII se composait d'une bande de 10 pieds de graphite laminaire disséminé dans du calcaire, le minerai était censé contenir 20 pour cent de graphite. La couche gisait à peu près à plat et fut exploitée au moyen d'une galerie de 30 pieds.

Le minerai provenant de ces gisements était purifié dans l'usine de la compagnie, érigée sur la rivière Blanche, lot 28, dans le rang X. La concentration se faisait au moyen de tables inclinées; le minerai était d'abord broyé par des pilons et les concentrés étaient purifiés par meulage ou par tamisage.

La compagnie possédait aussi les droits miniers sur les lots 24 et 25 dans le rang XI, et le lot 21 dans le rang X. On dit qu'il y avait sur ces lots, de bonnes indications de graphite.

Vennor rapportait en 1876 que la mine et l'usine de cette compagnie étaient inactives depuis 1863, et rien n'a été fait depuis.

Bibliographie:

Com. géol. Can., Rapport des Opérations, 1863-6, p. 22; 1876-7, p. 309 et 319.

COMTÉ DE HULL

Canton de Low

Rang III, lots 17-20.—Il s'est fait de la prospection sur le lot 18 durant l'année 1916-17 par la Gatineau Graphite Company d'Ottawa. En 1918-19, le même lot fut foré au diamant par un syndicat de Toronto qui pratiqua trois trous jusqu'à une profondeur d'environ 100 pieds et fit un certain nombre de petites excavations de surface. Les résultats ne furent pas satisfaisants cependant, et les travaux furent abandonnés, les propriétaires actuels sont MM. McLean et Fitzsimons, 14, rue Metcalfe, Ottawa.

Le graphite ici est principalement de la variété plombagine avec une certaine proportion de grandes lames répandues à travers la roche voisine des filonets de plombagine. Le gisement est composé de bandes irrégulières de plombagine développées le long du contact de dykes de gabbro infiltrés dans du calcaire cristallin. Sur les bords de ces dykes se trouvent des amas irréguliers de plombagine, et il y a aussi du minerai sous forme d'étroites veines traversant la roche même de gabbro. Cette dernière renferme aussi des agrégats de grandes lames de graphite disséminé. La plombagine est principalement du type feuilleté et l'on ne remarque pas de matière prismatique ou fibreuse, la largeur maxima des filons exposés est d'environ 6 pouces. (Voir planches II et V.)

Bien qu'une certaine proportion de la plombagine puisse être scheidée de façon à donner un produit marchand, il serait nécessaire de broyer la majeure partie du minerai, parce que la graphite contient souvent un mélange fin de matière minérale étrangère, surtout de la calcite, du feldspath et divers silicates de chaux. Autant que nous avons pu constater dans le nombre plutôt restreint des affleurements, le calcaire qui est contigu aux dykes n'est pas imprégné de graphite sur une bien grande distance à partir des contacts.

Alors que, d'une façon générale, assez semblable aux gisements des cantons d'Amherst et de Grenville, du côté est, ce gisement diffère des autres en ce qu'il a été moins intensivement métamorphisé par la roche d'intrusion sur le calcaire, et comme résultat, il ne s'est pas développé de zone consistant en un agrégat de silicates de chaux grossièrement cristallisés mélangés avec du graphite, comme dans les mines précédentes.

On a trouvé des pointements de graphite sur une étendue assez considérable dans ces lots.

La propriété est située à trois milles de Low Station, sur l'embranchement de la Gatineau du chemin de fer Canadien du Pacifique.

Un chargement d'environ 30 tonnes de minerai obtenu des chantiers de surface de cette propriété, fut expédié au laboratoire de préparation mécanique de la Division des Mines pour être nettoyé. La matière telle qu'on l'a reçue, se composait de trois lots de différentes catégories, comme suit:

	Lot n° 1 (qualité supérieure).
3,306 livres..	33.18% de carbone.
	Lot n° 2 (qualité moyenne).
8,092 livres..	18.10% de carbone.
	Lot n° 3 (qualité inférieure).
48,874 livres..	4.33% de carbone.

Le matériau de qualité supérieure était concassé en morceaux d'un pouce et tamisé à $\frac{1}{2}$ pouce; l'oversize était trié à la main. Le produit ainsi obtenu donnait à l'analyse 79.2 p.c. de carbone.

Les rebuts et les criblures étaient broyés à $\frac{1}{4}$ de pouce, huilés et passés sur une table Wilfley. Les concentrés donnèrent à l'analyse 77.1 p.c. de carbone.

Le but du procédé ci-dessus était de déterminer si les produits à haute teneur de carbone de grosse sorte (ressemblant au "lump" et au "chip" de Ceylan) pouvaient être obtenus à partir de cette catégorie de minerai par des méthodes de cette nature. Bien que les produits obtenus furent assez satisfaisants au point de vue de la teneur en carbone, ces méthodes ne pouvaient guère être utilisées dans le commerce à cause des frais qu'elles comportent.

Le matériau de qualité inférieure était traité par le système Callow de flottage par l'huile. On le broyait dans un broyeur à boulets Hardinge, puis il passait dans un labyrinthe classeur, l'oversize étant renvoyé au broyage. Le premier concentré des bacs de flottage contenaient 71.6 p.c. de carbone. Ils étaient rebroyés dans un broyeur Hardinge et flottés de nouveau; au moyen de ce procédé, le contenu de carbone obtenu fut de 80 p.c.

Le matériau de qualité moyenne ainsi que les tailings de table provenant du lot n° 1, furent également soumis à l'appareil Callow et le premier concentré obtenu contenait 80 p.c. de carbone.

Finalement, tous les concentrés, tant ceux de l'appareil Callow que ceux de la table Wilfley, ainsi que le matériau trié à la main, furent soumis au procédé Callow et un concentré définitif fut obtenu qui possédait les propriétés suivantes:

Livres	Dimen- sion	Pour cent de carbone	Carbone, livres
683	+ 50 mesh	95.05	649.19
625	+ 62 "	91.20	570.00
169	+ 74 "	89.75	151.68
637	+ 86 "	90.30	575.21
611	+109 "	87.40	534.01
362	+125 "	88.60	320.73
363	+150 "	87.10	316.17
116	+200 "	85.20	98.83
452	-200 "	85.05	384.43
<u>4,018</u>			<u>3,600.25</u>

Le pourcentage de récupération fut de 76.41 et la teneur moyenne en carbone des différentes sortes du produit, de 89.6 p.c.

Rang III, lot 40. — Un gisement de plombagine ressemblant d'une façon générale à ceux des lots 17-20 fut mis à jour par suite de travaux de dépouille-

ment effectués par Wm Evans, de Low, en 1917. Le graphite se présente en une couche de 12 pouces dans du calcaire cristallin et se trouve mélangé avec du quartz. Le calcaire contigu ne renferme pas une quantité appréciable de graphite laminaire.

Réserve indienne de Maniwaki

Côté Gatineau, lot 10.—Ce lot est traversé par une zone de calcaire graphitique. Le calcaire est bordé du côté est par un amas de roche ignée du type granite et est graphitique sur une distance de 500 pieds à partir du contact. Il n'y a pas de développement exceptionnel de graphite au contact même, et la teneur en graphite du calcaire est faible dans l'ensemble, n'excédant peut-être pas le 2 ou 3 p.c.

AUTRES GISEMENTS DE GRAPHITE DANS QUÉBEC

Dans le canton de Lochaber, comté de Labelle, on dit qu'il y a d'excellentes indications de graphite laminaire, disséminé sur plusieurs lots au voisinage de la propriété de l'ancienne Lochaber Plombago Mining Company (voir p. 59). Ces gisements n'ont pas été examinés par l'auteur, mais nous savons de bonne source que les pointements sont parmi les plus encourageants de la région. Il s'est un peu fait d'exploitation à la surface sur quelques-uns des lots, à divers moments, et les affleurements indiquent la présence de plusieurs gîtes parallèles ayant une largeur qui varie de 2 à 20 pieds. La teneur moyenne de graphite contenu dans les échantillons de minerai de surface est censée être de 10 à 15 p.c. Ces propriétés comprennent les lots suivants :

Rang XI, lots 21, 22 et 23, N $\frac{1}{2}$ S; rang XII, lot 22; appartenant à H. Dickson, 70 rue Gloucester, Ottawa.

Rang XI, lot 21, S $\frac{1}{2}$; appartenant au Rév. Père Chatelain, Buckingham (Québec).

Rang X, lot 20; rang XI, lots 17 et 18, N $\frac{1}{2}$ S, 23 S $\frac{1}{2}$; appartenant à l'honorable W. C. Edwards, rue Sussex, Ottawa.

Nous citons ci-après d'autres endroits où l'on a signalé du graphite, mais on ne sache pas qu'il s'y soit fait de travaux actifs:—

Comté d'Argenteuil, canton de Grenville, IV, 8 (Rapport du Com. de la Colonisation et des Mines, province de Québec, 1896-7, p. 93).

Comté de Hull, canton de Cameron, IV, 47.

Comté de Hull, canton de Hincks, XIV, 47. (Com. géol. Can., 1892-3 p. 63 S.)

Comté de Hull, canton de Hull, XI, 9 (Rap. du Com. des Terres de la Couronne, province de Québec, 1892, p. 80).

Comté de Hull, canton de Northfield, B. 28-30.

Comté de Hull, canton de Wakefield, 1, 7.

Comté de Hull, canton de Blake, VIII, 24.

Comté de Labelle, canton de Portland West, III, 11. (Rap. du Com. des Terres de la Couronne, province de Québec, 1892, p. 80).

ILE DE BAFFIN.

On rapporte qu'il a été signalé du graphite en différents temps à divers endroits sur l'île de Baffin. Ainsi M. R. Bell¹ déclare avoir reçu des échantillons à Black Lead Island, détroit de Cumberland, en 1897, et d'autres lui furent donnés par des Esquimaux à Ashe Inlet sur la Big Island.² Dans ce dernier cas, on dit que les échantillons venaient d'un endroit à l'est de Big Island et furent probablement trouvés au voisinage de Lake Harbour (voir plus haut). A. P. Low fait également mention³ de certains filons de graphite rencontrés au sud de Port

Burwell sur la rive orientale de la baie d'Ungava, et près du cap Wolstenholme de même que sur le côté est de l'île de Baffin.

En 1916, la compagnie de la Baie d'Hudson entreprit l'exploitation d'un gisement de graphite près du Lake Harbour sur le côté sud de l'île de Baffin, en arrière de Big Island, et en 1917 et 1918, elle expédia un petit chargement. Le graphite est de la variété cristalline ou filonienne, et ne demande qu'à être trié à la main pour devenir un produit marchand.

Les filons, dont plusieurs ont été travaillés se présentent dans du calcaire cristallin probablement de l'étage Grenville, à son contact avec des dykes de

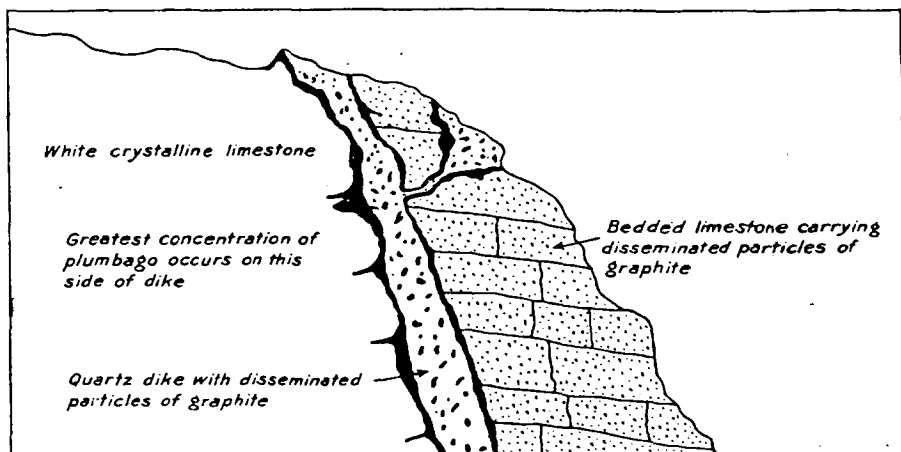


Figure 9. Croquis montrant le gisement de plumbagine au claim Joker, Lake Harbour, île de Baffin (J. Maltby).

quartz. Le croquis ci-joint du gisement à l'endroit du claim "Joker" nous fut gracieusement fourni par T. J. Maltby, l'ingénieur de la compagnie en charge des opérations.

Le graphite extrait fut expédié à une fabrique de creusets où l'on a trouvé sa qualité aussi bonne que celle de la meilleure plumbagine de Ceylan.

Bibliographie:

¹Com. géol. Can., Rap. ann. 1898, vol. XI, p. 20M. ²Rap. des Opérations, 1882-5, p. 24DD.

³Croisière du Neptune, ministère de la Marine et des Pêcheries, 1906, p. 245.

CHAPITRE V

CONCENTRATION ET PURIFICATION DU GRAPHITE.

D'une façon générale, les graphites naturels, soit de la plombagine ou de la variété en lames, de même que, dans certains cas, la variété amorphe, ont besoin d'être soumis à un procédé de nettoyage avant de pouvoir être utilisés dans les diverses industries.

PLOMBAGINE

Pour ce qui est de la plombagine, la quantité d'impuretés minérales présente est ordinairement si faible qu'on peut obtenir un degré de pureté suffisant par le triage à la main du minerai. Les meilleures qualités de plombagine de Ceylan, préparées de cette façon pour le commerce, contiennent bel et bien au delà de 90 p.c. de carbone. Aux mines de Ceylan, le minerai est tout d'abord grossièrement trié, la gangue qui en fait partie réduite à 5 ou 10 p.c., et il est expédié aux ateliers de traitement ou de préparation mécanique sur le littoral. Là, les plus gros morceaux sont triés et les autres classés par grosseur au moyen de tamis fixés, inclinés. Les gros morceaux sont cassés avec de petites hachettes et les impuretés éliminées autant que possible par triage; on classe ensuite le graphite nettoyé de la même manière. Les plus grosses sortes sont placées sur des pièces de toile d'emballage mouillée où ils sont de nouveaux triés et frottés à la main, puis polis par frottement sur un tamis à fines mailles couché à plat sur le parquet. Ces plus grosses sortes qui peuvent avoir jusqu'à un pouce de diamètre sont classées comme "ordinary lump" et "medium lump" et obtiennent les plus hauts prix. Le graphite qui passent au travers des tamis est classé par grosseur en "chip" et en "dust".

Le matériau de qualité inférieure est pulvérisé au moyen de masses ou battoirs en bois, puis placé sur de la toile d'emballage et assorti à la main en différentes grosseurs. Dans certains cas, le nettoyage de ce matériau est effectué en le lavant dans des paniers en forme de soucoupes qui sont agités à la main sous la surface de l'eau avec un mouvement oscillant comme pour le lavage à la batée. De cette façon, le graphite est renversé dans l'eau, tandis que les particules de gangue restent dans le panier. Le graphite est ensuite enlevé au moyen de pelles et répandu sur des aires de séchage où on le laisse sécher au soleil. Le graphite séché est ensuite vanné dans des paniers peu profonds et projeté en l'air, les plus lourdes parcelles retombent dans le panier tandis que la fine poussière est soufflée par côté et tombe par terre. Ces produits sont appelés respectivement "dust" et "flying dust".

On porte une attention considérable aux mélanges de graphite de Ceylan, c'est-à-dire que l'on mélange les produits des diverses mines. Les trois principales sortes: lump, chip et dust, sont encore classées en plusieurs sous-catégories suivant la qualité.

Cette manière de procéder n'est, bien entendu, praticable que dans les pays où la main-d'œuvre est très bon marché. Dans le cas des gisements de plombagine sur ce continent, la méthode ordinaire de traiter le minerai a été de le casser à la main en morceaux de taille moyenne en se débarrassant de la gangue, le rebut étant jeté de côté, ou bien, s'il y a un atelier au voisinage, on le passe au moulin.

GRAPHITE AMORPHE

Les graphites amorphes varient à tel point quant à leur teneur en carbone et à leur caractère physique, que le traitement à lui faire subir dépend largement

de l'usage auquel est destiné le matériau. Le graphite mexicain par exemple, est d'une qualité exceptionnellement supérieure (86 p.c.) puis, à cause de cela et en raison de son extrême tendreté, s'adapte très bien à la fabrication des crayons, des matières lubrifiantes, etc. Le graphite du Rhode Island, d'autre part, est impur et plutôt dur; c'est pourquoi on l'emploie presque exclusivement pour les revêtements dans la fonderie ordinaire. On peut utiliser d'autres graphites impurs, amorphes, tenant de 35 à 50 p.c. de carbone dans l'industrie de la peinture, pour les pâtes à polir, etc. Pour ces usages, il n'est pas besoin d'une forte teneur en carbone et la présence d'une forte proportion de matière argileuse n'est pas nuisible.

Comme il est pratiquement impossible d'épurer mécaniquement les graphites amorphes, en raison des impuretés qui leur sont étroitement mélangées, l'usage qu'on peut faire du graphite dépend beaucoup de la nature de ces impuretés. De fait, tous les gisements de graphite amorphe représentent soit des couches de charbon graphitisées ou des phyllades ou schistes carbonés métamorphisés, de sorte qu'on rencontre dans les minerais des divers endroits une grande diversité de composition. Le graphite styrien, par exemple, bien qu'il soit amorphe, ne contient pas de soufre et produit une cendre infusible; c'est pourquoi on dit qu'il s'adapte très bien à la fabrication¹ des creusets, et on peut en dire autant, jusqu'à un certain point, des gisements de Pinerolo, en Italie. Dans ce dernier district, il s'est établie un certain nombre d'ateliers de préparation.

Il n'existe à notre connaissance aucun atelier de purification de graphite amorphe sur le continent américain; on se contente de le trier à la main à la mine et de le soumettre ensuite à un procédé de fine pulvérisation et de flottage par l'air.

Il y a une compagnie possédant de vastes gisements de phyllades graphitiques dans le Michigan, dont le minerai tient en moyenne 35 p.c. de graphite, qui fait subir au minerai le procédé suivant: le matériau est soumis d'abord à deux broyeurs à mâchoires, l'un grossier l'autre plus fin, puis à un pulvérisateur automatique Raymond; le minerai pulvérisé est séché sur des plateaux dans une chambre chauffée à la vapeur, et, une fois tout à fait sec, passe à deux broyeurs tubulaires automatiques. Ces appareils fonctionnent conjointement avec deux séparateurs à air Raymond et collecteurs de poussière. Le produit obtenu a une finesse d'environ 350 mesh et s'emploie principalement comme matière colorante; la matière grossière est renvoyée aux broyeurs tubulaires pour être pulvérisée à nouveau.

La United States Graphite Company traite de grandes quantités de graphite amorphe à son usine de Saginaw (Michigan). Le minerai tout venant tient en moyenne 80 à 85 p.c. de graphite et on le tamise à une finesse de $\frac{3}{4}$ de pouce à la mine. A la mine, il est tamisé à $\frac{1}{2}$ de pouce; l'oversize qui d'habitude tient moins de graphite que les fins, est broyé dans un broyeur à cylindre Raymond (Raymond Bross Impact Pulverizer Company, Chicago) et sert à des revêtements de fonderie. Les fins sont pulvérisés dans des broyeurs tubulaires automatiques continus, et le produit soumis au séparateur à air Raymond (200 mesh). Le graphite flotté à l'air est utilisé pour les articles de graissage, pâtes à fourneaux, matières colorantes, l'électrotypie, et le graphite à chaudières; il est aussi très recherché pour la fabrication des crayons.

La figure 10 représente une installation de broyage spécialement affectée au traitement du graphite (Raymond Bros, Chicago).

GRAPHITE LAMINAIRE

L'extraction du graphite laminaire, de ses minerais, et sa préparation pour le marché, plus particulièrement pour l'industrie des creusets, a toujours été un

¹ Dammer und Tietze, Die Nutzbaren Mineralien, vol. I, p. 65.

problème présentant des difficultés considérables au point de vue soit technique soit économique. Cela tient tout d'abord au fait que les principaux minéraux avec lesquels le graphite en laminaire est ordinairement associé (quartz, calcite, feldspath, et mica), et qui constituent ordinairement le 75 ou le 95 p.c. du minéral, possèdent des poids spécifiques ne variant que très peu d'avec celui du graphite; de plus, l'une des impuretés les plus communes, le mica, est plus ou moins la même chose, quant à sa forme, sa dureté et sa ténacité, et sa façon de se comporter, que les particules de graphite à presque tous les stades de la préparation

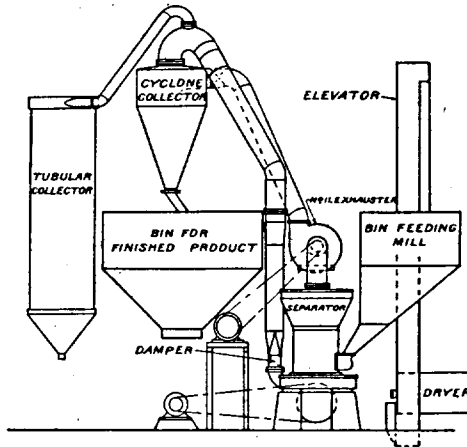


Figure 10. Installation d'un broyeur à cylindres Raymond à hautes parois, pour le broyage du graphite.

mécanique, tels que broyage, criblage à secousse, traitement sur table, tamisage, etc. En raison de ce dernier fait, le mica est l'un des minéraux les plus difficiles à éliminer par les procédés mécaniques ordinaires; et du fait que ce minéral entre en fusion à la température à laquelle sont soumis les creusets, sa présence même en quantité minime est extrêmement nuisible dans le graphite destiné à l'industrie des creusets.

La principale difficulté cependant en ce qui regarde la concentration et la purification des graphites laminaires, vient du fait que l'industrie des creusets qui emploie probablement près des trois quarts du rendement mondial de graphite, exige la meilleure qualité et paye les prix les plus élevés en spécifiant que ce qui s'appelle le "N° 1 crucible flake" non seulement contiendra une haute teneur en carbone (90 p.c. ou davantage) mais, de plus, ne devra pas excéder un certain degré de finesse. Les limites ordinairement fixées sous ce rapport sont de 20-90 mesh, c'est-à-dire que le matériau doit passer au travers d'un tamis de 20 mesh et être retenu sur un tamis de 90 mesh. On comprendra tout de suite, par conséquent, que la concentration et la purification du graphite laminaire depuis les débuts de cette industrie, ont comporté des difficultés plus nombreuses et plus importantes que celles qu'ont présentées aucune autre branche de préparation mécanique. Certains procédés ont été essayés qui ont plus ou moins donné satisfaction quant à la teneur en carbone et à la finesse de matériau; mais ces résultats ont été presque invariablement obtenus au détriment de la récupération et bien souvent, aussi, par des méthodes de retraitement qui rendent les opérations improfitables. Ce n'est peut-être pas exagérer de dire que, en employant tout procédé quelconque de concentration ayant été jusqu'ici en usage—du moins sur le continent américain—et si l'on excepte le flottage par l'huile, la perte moyenne de graphite dans les tailings n'a pas été de moins de 50 p.c. de

celle que renfermait le minerai traité. Cela tient au fait qu'il a toujours été trouvé pratiquement impossible de libérer complètement le graphite de sa gangue, sans en réduire en poudre une proportion excessive, et, sous cette forme, il n'est pas vendable pour la fabrication des creusets. Les minerais de graphite varient considérablement quant aux proportions relatives des grandes lames qu'ils contiennent. Dans plusieurs cas, notamment dans certains calcaires cristallins, il y a une forte proportion des lames qui sont de taille relativement grande (au delà de 40 mesh); mais cet avantage est déprécié par le fait que ces lames sont souvent fragiles et se cassent tout de suite au broyage. Les minerais schisteux, d'autre part, contiennent des lames de taille uniformément plus petite, bien que l'on rencontre quelquefois par exception de grandes lames. Le graphite des schistes est, d'une façon générale, un peu plus dur que celui des calcaires, ce qui lui permet de résister davantage pendant le broyage. Il y a des minerais schisteux qui contiennent du graphite ayant une forme elliptique très régulière, avec une épaisseur perceptible; ce type de minerai se libère tout de suite au broyage sans se désagréger et ne donne que peu de poussière de graphite.

Dans d'autres schistes les lames de graphite sont manifestement irrégulières et se désagrègent facilement en petites parcelles, de sorte que la quantité récupérable de matériau en grosses lames est relativement petite. Lorsque ces minerais sont éminemment siliceux comme souvent cela se présente, le graphite est difficile à libérer et la proportion de graphite en poussière qui résulte du broyage peut être assez forte pour rendre les opérations improfitables. Dans l'Alabama et la Pensylvanie, la majeure partie du minerai est un schiste à surface altérée et, bien que de basse teneur (3 et 5 p.c. de graphite respectivement), n'exige que peu de broyage pour libérer le graphite. Les gneiss graphitiques de New York et du Canada, d'autre part, ne sont altérés que jusqu'à une faible profondeur, et le minerai qu'on en tire est relativement dur et exige beaucoup de broyage. C'est pourquoi les méthodes de concentration par voie sèche ont été très en faveur au Canada; il faut tenir compte aussi du fait que le séchage préalable du minerai dans des fours, sert aussi à décrépiter la calcite présente ce qui rend la roche plus friable et plus facile à broyer.

Un autre problème qui se rencontre dans l'exploitation des gisements de graphite au Canada est la tendance assez fréquente du minerai à changer de nature soit en profondeur ou le long de l'allure du gîte, ou les deux à la fois. Cette altération consiste ordinairement en variations locales dans la proportion du mica, quartz, calcite ou des pyrites contenus dans le minerai.

Dans les parties supérieures et altérées des gisements de graphite, il y a aussi une certaine proportion d'enrichissement due à la décomposition des sulfures et à la dissolution de la calcite que l'on remarque assez souvent, et la teneur en graphite de ce minerai de surface, peut, par conséquent, être plus forte que celle du minerai non altéré. De plus, les graphites laminaires canadiens contiennent ordinairement une proportion perceptible de sulfures (pyrite et pyrrhotine) et, dans certains cas, aussi du quartz servant pour ainsi dire de squelette entre les lames de graphite. Ces impuretés enchevêtrées sont impossibles à éliminer par des moyens mécaniques sans réduire le graphite en poudre, et c'est à leur présence qu'il faut attribuer la quantité plutôt considérable de cendre que donne un graphite choisi qui semble être parfaitement propre.

Les estimations de la teneur de graphite dans un gisement, basées sur des analyses des matériaux de surface peuvent donc ainsi être trompeuses; et pour la même raison, des essais de concentration sur ces matériaux peuvent donner des résultats conduisant à des conclusions erronées. Il peut se trouver précisément sous ce rapport une nouvelle cause d'erreurs provenant du fait que le graphite dans le minerai oxydé est plus facilement libéré de sa matrice et, par conséquent, on aura comme résultat une plus faible proportion de fins au broyage. C'est pour

cela que les analyses et épreuves au broyage doivent toujours être faites sur des minerais frais, non altérés, car ce n'est que de cette façon que l'on pourra obtenir des données dignes de confiance.

Les points les plus importants à considérer dans la préparation mécanique du graphite laminaire sont les suivants :

(1) Le caractère du minerai et la proportion des lames récupérables par rapport à la teneur totale en graphite. Des minerais durs siliceux peuvent exiger un broyage prolongé pour libérer le graphite et il résulte alors qu'une bonne partie de cette matière est détruite; une quantité trop forte du graphite récupéré est sous forme de poussière. Le succès des opérations d'un atelier de préparation mécanique dépend essentiellement de sa production du n° 1 flake, la vente du n° 2 flake ou de la catégorie en poussière étant plutôt incertaine et les prix offerts pas du tout en rapport avec le prix de revient; c'est pourquoi une usine de graphite, pour bien réussir, devra récupérer de chaque tonne de minerai traité, une quantité suffisante de n° 1 flake pour faire face aux frais d'extraction et d'usinage.

(2) Le choix des machines à pulvériser, afin qu'elles puissent libérer le graphite dans le minerai en donnant la proportion la plus minime de matières fines. Voici une question de première importance qui, bien souvent, n'a pas reçu toute l'attention qu'elle mérite. Il y a plusieurs types d'appareils pulvérisateurs actuellement en usage dans les diverses industries du graphite, tels que broyeurs à meules, broyeurs à boulets, cylindres et pilons. Il existe une divergence d'opinions prononcée entre les exploitants, quant aux méthodes les plus efficaces, et certain type de machine qui donne de bons résultats avec telle catégorie de minerai peut très bien ne pas s'adapter à telle autre. Il serait donc à désirer que l'on fit encore de nouvelles expériences sous ce rapport.

(3) Les minerais de graphite, même ceux provenant du même district, varient tellement par le caractère des lames qu'ils contiennent, la nature des minéraux connexes, leur dureté, leur teneur en graphite, etc., qu'il est absolument impossible d'adopter une méthode de broyage susceptible de satisfaire même à peu près, toutes les conditions. On trouvera aux pages suivantes, des descriptions de plusieurs systèmes qui ont été essayés dans les usines de l'Alabama, de la Pensylvanie, de New-York et du Canada. Bien que certains des procédés énumérés n'aient pas donné des résultats entièrement satisfaisants, en raison du coût des opérations, de la faible récupération, de la difficulté d'obtenir un produit propre, ou par suite d'une combinaison de ces diverses causes, nous donnons ici leurs traits saillants afin de faire comprendre ce qui a déjà été fait dans le domaine de la préparation mécanique du graphite.¹

CONCENTRATION AU MOYEN DES MÉTHODES PAR VOIE SÈCHE

La concentration du graphite, au moyen de méthodes par voie sèche, a été plus généralement adoptée dans les usines canadiennes qu'à l'étranger; huit usines ont été outillées jusqu'à présent pour effectuer ce traitement. Aujourd'hui, cependant, toutes ces usines sont soit inactives ou ont été remaniées pour tra-

¹ L'auteur désire reconnaître qu'il a emprunté à un bulletin intitulé: "Préparation of Crucible Graphite", par George D. Dub, publié par le bureau des Mines des Etats-Unis, en décembre 1918, des renseignements détaillés obtenus personnellement dans les districts d'Alabama, de Pensylvanie, et de New-York, en 1918. Plusieurs des figures illustrant les appareils en usage dans l'Alabama, sont tirés entièrement ou partiellement de cet ouvrage.

Un autre bulletin traitant des méthodes pour le nettoyage des minerais de graphite de l'Alabama, intitulé: "Refining Alabama Flake Graphite for Crucible Use", par F. G. Moses, a également été publié par le bureau précité en 1918. Ce rapport contient de nombreux renseignements obtenus au cours des travaux d'expérimentation conduits à la "Intermountain Station" du Bureau des Mines, à Salt Lake City (Utah) avec diverses méthodes de concentration et de purification du graphite de l'Alabama. Quand nous avons pris connaissance de ce bulletin il était trop tard pour utiliser dans la préparation de ce rapport, aucun des renseignements qu'il renferme.

vailler autrement. La concentration à sec a également été essayée dans une usine de la Pensylvanie; le système utilisé était celui des cylindres et tamis qui est en usage au Canada, excepté que l'on se servait d'un séchoir rotatif au lieu de fours verticaux afin de faire sécher le minerai pour les broyeurs. Il paraît que cette usine a été réorganisée, depuis, pour faire le traitement de flottage par l'huile "K and K".

Plusieurs usines dans l'Alabama furent outillées pour la concentration par voie sèche en 1917-18, et l'on employait les tables "Steele and Steele". On croit que la majorité de ces usines ont, depuis, abandonné ce système pour le flottage sur film ou autre sorte de flottage.

Dans toute méthode de concentration à sec pour le graphite, il faut que le minerai soit complètement séché avant de pénétrer dans l'usine. Ce séchage préalable se fait ordinairement dans des fours verticaux. Les plus petites installations se servent d'un seul four, mais les plus grandes usines destinées à traiter de 150 à 200 tonnes de minerai par 24 heures sont pourvues de deux fours. Ceux-ci sont ordinairement construits en maçonnerie mais on les fait quelquefois en tôle (planche XXVIII). On se sert de bois comme combustible; il en faut de $1\frac{1}{2}$ à 2 cordes pour sécher 190 tonnes de minerai.

Dans la concentration à sec, deux méthodes essentiellement dissemblables ont été en usage. Ce sont: (1) la séparation du graphite d'avec la gangue sur des tables pneumatiques ou des jigs; et (2) l'élimination graduelle des ingrédients de gangue les plus cassant au moyen d'une succession de cylindres et de tamis. Dans certaines usines, les deux méthodes sont combinées.

JIGS PNEUMATIQUES

L'un des premiers essais de concentration à sec fut effectué au moyen du jig pneumatique Krom (Krom Machine Works, 170 Broadway, New-York). Cette machine (voir figure 11) se compose d'un ventilateur avec porte battante B munie de soupapes pour empêcher l'air de passer par en dessous, qui envoie de rapides pulsations d'air dans les tubes T d'un demi-pouce de large, et en toile métallique à travers les côtés et les sommets desquels l'air passe à travers la couche de minerai et effectue la séparation entre le graphite et la gangue. Ces tubes en toile métallique sont ouverts à une extrémité pour recevoir le vent du

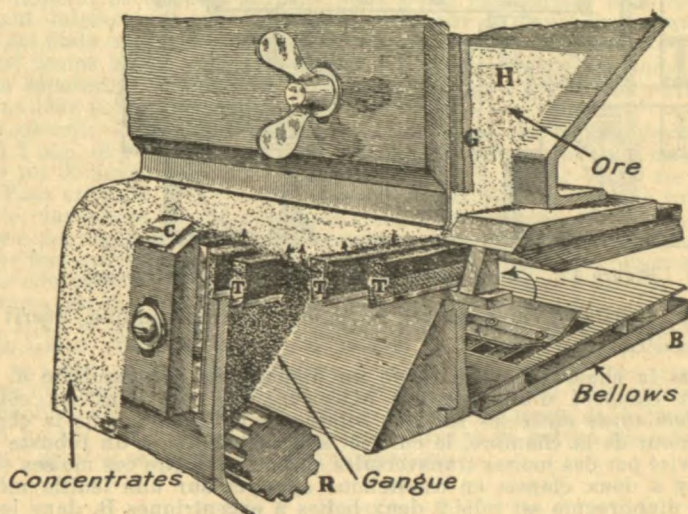


Figure 11. Coupe verticale du jig pneumatique Krom.

ventilateur et à l'autre bout pour prévenir leur engorgement par du minerai fin. Ils sont placés à $\frac{3}{8}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ ou $\frac{1}{2}$ pouce de distance l'un de l'autre suivant la sorte de minerai à traiter; plus la matière est fine plus les tubes sont rapprochés. Le minerai est chargé à travers une trémie H, passe sous une porte mobile G, et constitue la matière à cribler. Le graphite propre est déchargé sur un tablier mobile tandis que les tailings qui remplissent complètement la caisse située au-dessous des tubes T, se déposent lentement et sont déchargés par le rouleau R. Le ventilateur à porte battante est actionné par une came sur l'arbre de couche munie de six projections qui imprime le mouvement descendant au moyen d'un bras sur l'arbre; un ressort qui lui imprime la pulsation rapide par en haut; et une courroie mobile qui restreint la quantité de pulsation. Sur la came, il y a un bouton de manivelle mobile servant de pivot à un crochet d'arrêt qui agit sur une roue d'encliquetage pour actionner le rouleau de décharge R. Le rouleau agit donc conjointement avec le ventilateur. La largeur du lit est de quatre pieds. La machine marche à une vitesse de 420 à 750 pulsations à la minute. Elle traite de 300 à 600 livres par heure, utilisant un huitième de cheval-vapeur anglais. La plus grosse sorte que l'on puisse traiter au moyen de cette machine est censée être de 6 mesh au pouce, et la plus fine de 140 mesh. On dit que cet appareil a donné de bons résultats, mais il faut qu'il soit bien réglé suivant la teneur en graphite du minerai, toute hausse ou baisse de celle-ci ayant pour effet une perte de graphite ou un concentré malpropre respectivement.

Les jigs Krom ne semblent être employés actuellement dans aucune usine de graphite, soit au Canada soit aux Etats-Unis.

Le concentrateur pneumatique Hooper est une autre machine qui a été employée pour la concentration à sec du graphite; elle est représentée par la planche XXX et la figure 12.

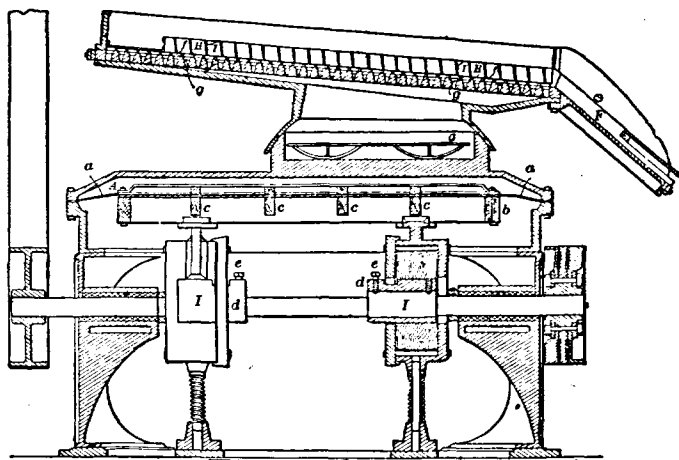


Figure 12. Coupe verticale du jig pneumatique Hooper.

Richards, dans son ouvrage sur la préparation mécanique, décrit comme suit le concentrateur Hooper:

A travers la chambre A, se trouve un diaphragme rectangulaire a. Ce diaphragme est composé d'une bordure extérieure en cuir dont les côtés sont solidement boulonnés entre les sections supérieure et inférieure de la chambre à air. A l'intérieur de la chambre, le cuir est solidement fixé à un robuste châssis, b, qui est divisé par des moises transversales en bois, c. Entre ces moises et fixés à celles-ci, il y a deux clapets en caoutchouc appuyés sur une feuille métallique perforée. Le diaphragme est relié à deux boîtes à excentriques B, dans lesquelles

¹ Richards, *Ore Dressing*, vol. II, 1903, p. 820.

tourne un excentrique fixe attaché à l'arbre de commande C, chaque excentrique étant encaissé par une manche excentrique lâche, d, qui peut être réglée et fixée par une vis de serrage e, dont le jeu est de $\frac{1}{8}$ à $1\frac{1}{4}$ de pouce. Un mouvement est ainsi communiqué au diaphragme qui lance à chaque révolution un soufflage d'air dans la chambre A, lequel soufflage passe au travers du diaphragme fixe G, qui est également muni de clapets en caoutchouc, et se décharge à travers le tamis grillagé, g, sur un lit de drap, f, qui est étalé par dessus. Appuyé sur le lit de drap, est une couronne à concentration qui se compose de deux jeux de bandes de guidage dirigées diagonalement l'une à l'autre et formant des angles de 30° à 45° avec les côtés du châssis. Les bandes inférieures, H, sont en laiton; leur épaisseur est de $\frac{1}{4}$ de pouce, leur hauteur de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de pouce, et la distance qui les sépare, de $\frac{3}{8}$ de pouce à 1 pouce $\frac{1}{2}$, suivant la matière à traiter. Le jeu de bandes supérieures I, qu'on appelle écumeuses, est placé au-dessus et diagonalement en travers du jeu inférieur. Ces bandes sont également en laiton, leur épaisseur est de $\frac{1}{4}$ de pouce, leur hauteur 3 pouces $\frac{1}{2}$, et l'intervalle qui les sépare, de $\frac{5}{8}$ à $\frac{3}{4}$ de pouce. Ces bandes supérieures se terminent du côté gauche ou côté de décharge de la couronne, sur une distance de 23 pouces à partir de l'extrémité où se fait la décharge, ce qui laisse un canal libre, K, pour la sortie des concentrés. La couronne de concentration peut être enlevée du lit de concentration à volonté. On peut donner une inclinaison verticale ou latérale au lit de concentration au moyen d'un joint à rotule, E, qui est retenu dans la position désirée au moyen de deux crampons placés aux côtés opposés, ainsi qu'il est indiqué en h. L'inclinaison maxima du côté de la sortie est de 11° et celle du côté de la concentration, de 5° ; ce qui dépend de la nature du minéral traité et de la finesse du tamis qui a servi à l'assortir. En règle générale, plus la maille est forte et plus le minéral est lourd, plus l'inclinaison est prononcée dans les deux directions. Le minéral broyé, après avoir été soigneusement tamisé, est distribué à partir d'une trémie (non indiquée) placée à la tête du lit de concentration. Cette trémie est mobile et est pourvue de petites portes en coulisse au moyen desquelles on peut régler le débit.

On verra d'après ce qui précède que lorsque du minéral broyé, composé de parcelles de poids spécifiques différents, est distribué au lit de concentration, les pulsations à travers le drap produites par les soufflages dont il a déjà été question, font tomber les plus lourdes parcelles du minéral jusqu'au fond, où elles se déposent entre les bandes métalliques inférieures et sont ainsi amenées vers le côté de la table où vont les tailings, le graphite plus léger étant rejeté au sommet où il est soumis à une succession d'écumages par le jeu supérieur de bandes métalliques et, de cette façon, amenées en direction opposée du côté de la table où se fait la concentration. Une fois que le lit est rempli jusqu'à une profondeur uniforme de $\frac{1}{2}$ à $\frac{3}{4}$ de pouce et que les produits résultants, concentrés, mixtes et tailings, commencent à s'écouler régulièrement et doucement par dessus l'extrémité de sortie de la table, ils sont amenés à un point quelconque voulu au moyen de guidage en bois, F. On a constaté que les divers minéraux contenus dans un minéral se classent suivant leurs poids spécifiques, le minéral le plus lourd étant interrompu dans son écoulement par le bord du concentrateur au sommet, est étalé en une bande bien définie par l'action de l'écumeuse supérieure, le minéral moins lourd venant se ranger à son côté et ainsi de suite. Il se fera donc une séparation distincte de tous les minéraux s'il y a une variation suffisante dans leur poids spécifique.

Pour obtenir les meilleurs résultats, les minerais traités devraient avoir moins de 2 mm. et être soigneusement classés, disons au travers d'un tamis de 20 mesh sur un 30 mesh, à travers 30 sur 40, 40 sur 60, 60 sur 80, 80 sur 120, et 120 sur 150. Bien entendu, s'il y a une variation considérable entre le minéral et la gangue, le classement soigné n'a pas autant d'importance. La vitesse de la machine varie depuis 350 révolutions par minute dans le cas d'une matière grossière à 450 pour une matière fine. Cette variation dans la vitesse est obtenue au moyen de poulis coniques. On peut varier la course ou la force d'air par la longueur de la course excentrique en réglant les manches excentriques ci-devant mentionnées. Plus la course de ces excentriques est longue plus les soufflages d'air seront puissants. Plus la matière à traiter est lourde, plus il faudra que le soufflage soit fort. Toutes les machines sont maintenant pourvues d'un dispositif de réglage qui permet de changer à volonté la course des excentriques pendant que la machine est en marche. La capacité de rendement de la machine varie de 9 à 16 tonnes par journée de 24 heures, suivant la nature du minéral traité, et l'énergie requise est de $1\frac{1}{2}$ à 2 chevaux-vapeur.

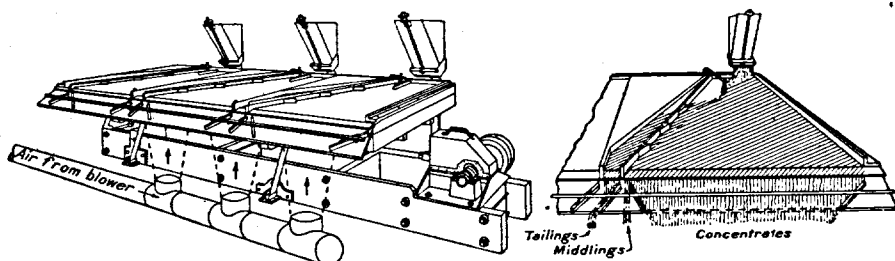


Figure 13. Jig à trois compartiments de Sutton, Steele, and Steele.

La table Hooper était autrefois employée pour les minerais de graphite du district de Buckingham, mais nous ne savons pas avec quels résultats.

La figure 13 représente la table à jig sèche, à trois sections, de Sutton, Steele and Steele, qui a été en usage dans les usines de l'Alabama et du Canada. La surface en est unie, sans rilles. Elle est montée sur une caisse de soufflage peu profonde supportée au-dessus du mécanisme en marche et reliée à un ventilateur, et est animée d'un mouvement oscillatoire sur la longueur avec une course de $\frac{1}{4}$ de pouce. La couverture de la surface est poreuse étant faite de toile à fines mailles. Le mécanisme en mouvement marche sur des ressorts fixés à une certaine inclinaison qui impriment à la surface un faible soulèvement dans sa marche vers l'avant. Ce mouvement fait circuler rapidement sur la table la matière traitée, laquelle est stratifiée par la pellicule d'air formée sur la surface de la table par l'expansion de l'air qui passe à travers la couverture poreuse. La matière plus légère se détache de la table à l'extrémité où se fait la distribution, de sorte que les concentrés de graphite sont obtenus de ce qui serait l'orifice de sortie des tailings s'il s'agissait de minerai métallifère. Cette machine ne semblerait pas à s'adapter particulièrement à la concentration du graphite, en raison de la différence relativement faible de poids spécifique entre le graphite et la majorité des minéraux qui lui sont ordinairement associés, surtout le mica. On prétend que cette difficulté peut être surmontée par l'emploi du classeur volumétrique qui sert à classer la matière à traiter sur les tables; mais il est douteux que cette machine puisse être complètement efficace à cause de la divergence dans la forme des particules à classer.

Le diagramme de traitement ci-joint est celui d'une usine de l'Alabama qui est munie des tables sèches de Sutton, Steele and Steele. Plusieurs autres usines de l'Alabama sont équipées de même façon, mais, autant que nous sachions, le procédé n'a pas donné de bons résultats. D'une façon générale, le système dont il est ici question est semblable au procédé de concentration à sec installé dans un certain nombre d'usines canadiennes. Dans le cas de ces dernières aussi, cette méthode n'a pas bien réussi, la récupération moyenne n'étant que de 50 à 60 p. c. de la teneur de graphite dans le minerai; il faut dire aussi que le mica n'a pas été totalement éliminé et le prix de revient plutôt excessif de la production est attribuable en grande partie aux fréquentes relâches occasionnées par les réparations et les réglages des nombreuses courroies, poulies et ascenseurs de l'appareil.

Tout le système d'usinage présentement décrit fut imaginé par la Sutton, Steele and Steele, Mfg., Mining and Milling Company, de Dallas, Texas, et presque tout l'outillage fut fourni par la même maison.

Les résultats apparaissant à la figure 15 furent obtenus par la compagnie précitée dans un essai sur un chargement de 20 tonnes de minerai d'Alabama. Les tables employées pour cet essai semblent avoir été exclusivement du type à deux

sections; tandis que dans l'installation d'usine représentée, des tables à trois sections furent substituées, les mixtes étant envoyés au circuit de dépoussiérage. Les roches ne semblent pas avoir été analysées, de sorte que c'est la récupération

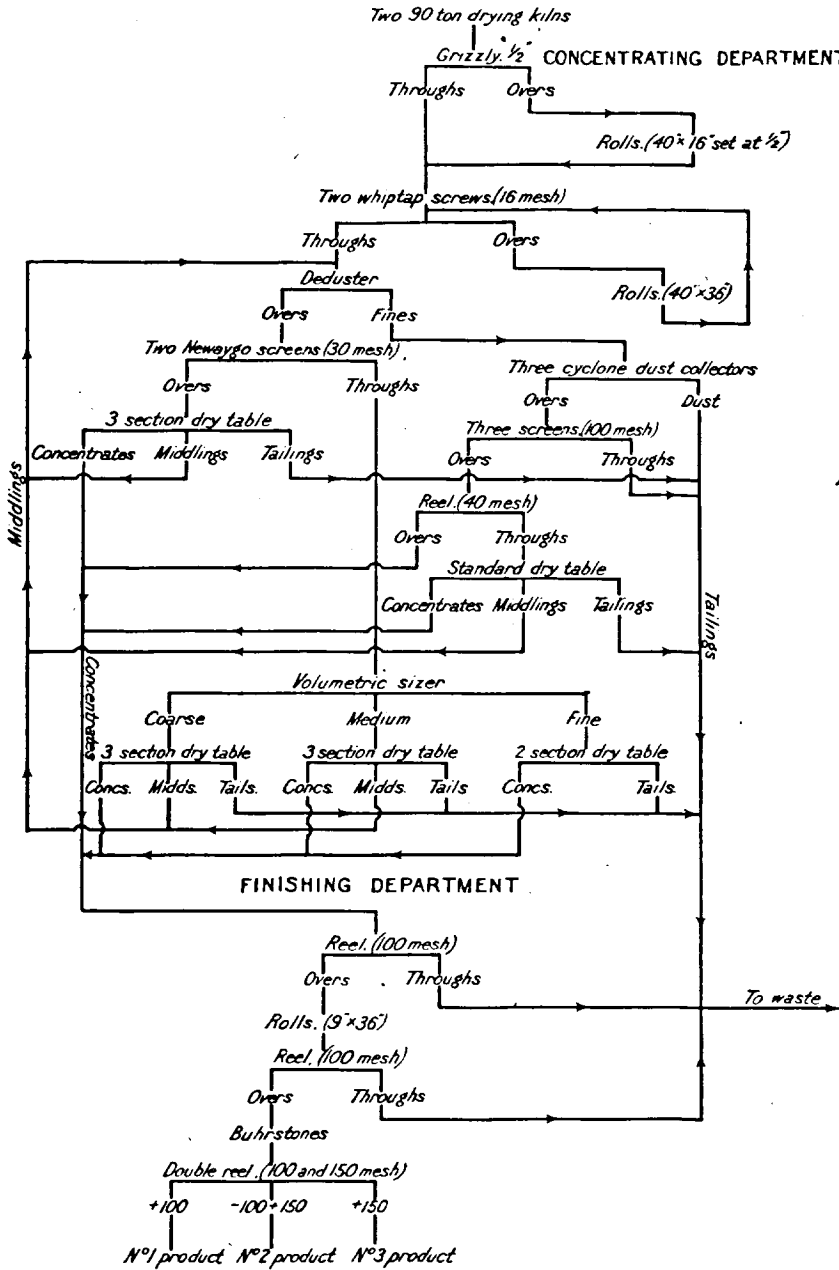
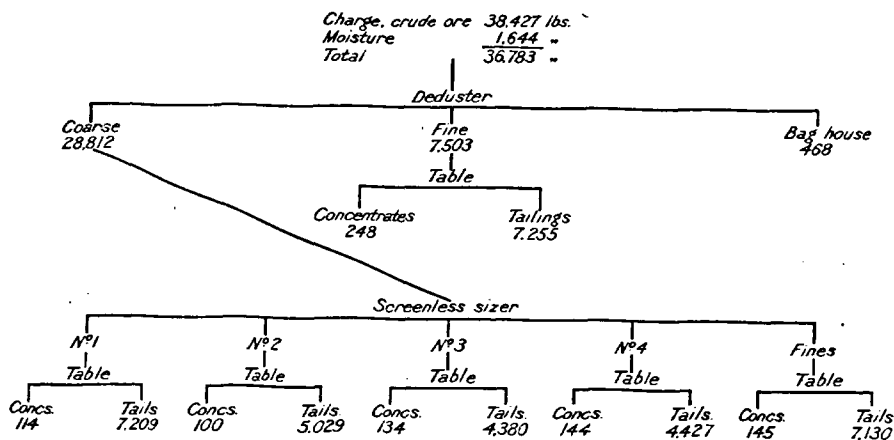


Figure 14. Diagramme de traitement de l'installation Sutton, Steele and Steele, pour la concentration à sec, dans une usine de graphite de l'Alabama.

véritable et non le pourcentage de récupération qui est indiqué. En admettant que la teneur en graphite des riches est de 3 p. c. les résultats donnent un pourcentage de récupération de 80 p. c. ce qui est exceptionnellement élevé pour des concentrés de graphite obtenus par un procédé à sec.



RESUME:-

Concentrates	Deduster	Fines	248 lbs.	Waste	7723 lbs.
	Sizer N° 1	114	-	-	7209
	" N° 2	100	-	-	5029
	" N° 3	134	-	-	4380
	" N° 4	144	-	-	4427
	" Fines	145	-	-	7130
	Total	885	-	-	35898

Recovery. 2.40%
All over 80 mesh in size

Figure 15. Résultat d'un essai fait sur 20 tonnes de graphite provenant du comté de Clay, Alabama, au laboratoire d'expérimentation de la Sutton, Steele, and Steele M. M. and M. Co.

CLASSEURS PAR L'AIR.

Le classeur par l'air, représenté dans les diagrammes de traitement, figures 37 et 38, est une invention propre à la région de l'Alabama. Il fut inauguré dans l'une des usines d'Ashland et fut installé, depuis, dans plusieurs usines. La figure 16 fait voir les principales caractéristiques du classeur qui est d'un modèle extrêmement simple et qui peut être installé en peu de temps et à peu de frais.

L'appareil ne se compose de rien de plus qu'une grande boîte ou chambre ouverte sur l'avant et pourvu d'un ventilateur électrique d'échappement à l'arrière. Dans l'ouverture d'avant est disposée une série d'obstacles en fer de cornière au-dessus desquels se trouve placée la trémie d'alimentation. Celle-ci est munie d'un rouleau de distribution pardessus lequel la matière tombe sur les obstacles. La succion produite par le ventilateur à l'arrière attire le graphite plus léger dans la chambre tandis que les plus grosses lames tombent immédiatement derrière les devant les obstacles. Les particules les plus légères sont attirées vers l'arrière de la chambre tandis que les plus grosses lames tombent immédiatement derrière les obstacles. La chambre est ordinairement munie de trois trémies collectrices pour la poussière, les mixtes et le graphite grossier. L'appareil est employé à divers

stades dans les différentes usines; quelques-unes l'emploient pour effectuer une concentration du minerai broyé pour le séchoir avant qu'il passe aux laveries, alors que, dans d'autres cas, il sert à traiter le concentré provenant des laveries. Bien qu'on puisse peut-être s'en servir avantageusement dans l'un ou l'autre cas, son utilité se fait mieux sentir quand on l'emploie pour traiter le minerai brut, puisqu'il permet d'éliminer une très forte proportion de la gangue dès le début.

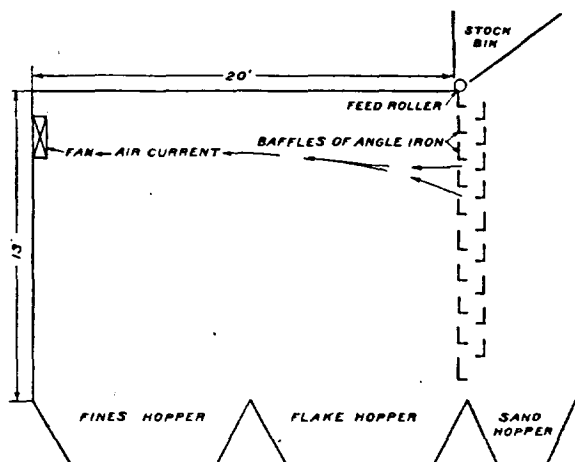


Figure 16. Coupe verticale d'un modèle de classeur dans l'air en usage dans les usines de l'Alabama. Les dimensions sont approximatives.

Il se perd une certaine quantité de graphite en se servant de cet appareil classeur, par suite du fait qu'une proportion de particules de gangue contient aussi du graphite, mais la moyenne partie de cette perte se produirait de toute façon dans les laveries, et il est douteux que ce graphite attaché à la gangue puisse se récupérer avec profit. Dans le diagramme de traitement, figure 37, ce gros sable est passé sous des cylindres et retourné au circuit. Nous donnons ci-après des résultats de l'opération avec l'appareil classeur sur du minerai brut et sur des concentrés :

	Graphite dans le minerai	Graphite dans les tailings	Pourcentage de perte
Minerai brut.....	3.45 pour cent 2.55 "	1.35 pour cent 1.01 "	39.1 39.6
Concentrés.....	62.80 pour cent 48.80 "	4.68 pour cent 1.83 "	7.4 3.7

Un appareil fonctionnant à peu près sur le même principe fut breveté par J. Labouglie, de Buckingham (Québec) en 1876, mais ne fut jamais adopté dans les usines canadiennes.

Un autre appareil classeur par l'air, plus compliqué, qui fut installé dans une usine canadienne il y a environ 30 ans, s'appelait le séparateur Nappenberger. Dans cet appareil, le minerai sec et broyé tombait dans un puits profond, mesurant 1 pied sur 2, et rencontrait dans sa chute des soufflages d'air dirigés horizontalement à travers le puits. Ces soufflages transportaient le graphite le plus léger au travers de tamis placés dans la paroi en face, tandis que la gangue tombait à travers celles-ci. Les soufflages d'air étaient de plus en plus forts de

bas en haut de telle sorte que les plus fines particules de graphite étaient enlevées au sommet, et les lames plus grossières près du fond du puits.

Plusieurs usines canadiennes employant le procédé à sec se sont servi de ce qu'on appelait une "machine à baril". Elle se compose d'un cylindre tournant, légèrement incliné et pourvu de brides étroites qui s'étendent sur toute la longueur. L'extrémité de sortie (inférieure) est ouverte tandis que l'extrémité de chargement est étroitement resserrée dans une caisse fixe qui est reliée avec la conduite de suction d'un ventilateur d'aspiration. Le minerai est distribué dans l'extrémité supérieure du cylindre, est remonté par les brides et retombe à travers le courant d'air, aspiré à travers le cylindre. Les tailings sont évacués à l'extrémité inférieure tandis que les concentrés sont soufflés dans un collecteur de poussière. Comme dans le cas de tout classificateur pneumatique de cette nature, il est essentiel que la matière soit soigneusement classée.

CYLINDRES ET TAMIS.

Au cours des années récentes un certain nombre d'usines canadiennes ont été munies d'un système de concentration à sec employant une succession de cylindres et de tamis pour effectuer une élimination graduelle de la gangue; les lames de graphite passent à travers les cylindres avec une production relativement faible de fins, alors que les minéraux plus cassants, calcite, quartz, etc., sont réduits en poudre. Ceux-ci sont éliminés par des tamis interposés entre les jeux successifs de cylindres, tandis que la fine poussière est retirée par aspiration au moyen de ventilateurs. L'une des principales causes de l'échec de ce système de concentration est la présence ordinaire d'une forte quantité de mica dans les minerais de graphite canadiens, ce qui fait qu'on obtient difficilement un produit propre. Le mica étant résistant et à peu près de la même forme que les lames de graphite, passe à travers les cylindres avec ces dernières et constitue la principale impureté dans les concentrés obtenus par cette méthode. L'extraction effectuée est également faible, et bien qu'on ne possède pas les chiffres exacts, on estime d'après les essais des tailings pratiqués à diverses usines, que la récupération moyenne dans les installations employant des cylindres, n'est pas au delà de 50 à 60 p.c. du graphite contenu dans le minerai. Alors que cette perte peut, en certains cas, représenter en grande partie des fins de graphite, les tailings de l'une de ces usines qui contenaient 6.14 p.c. de carbone, donnèrent après traitement par le procédé de flottage Callow, un produit contenant 45.6 p.c. de graphite laminaire de +80 mailles donnant à l'analyse 72.6 p.c. de carbone.

Le type de machine employé dans le système précité est celui représenté à la planche XXXI. C'est un moulin à six cylindres du type généralement employé pour le broyage des aliments et connu sous le nom de "King Bee" (W. & J. G. Greey, Toronto). Il se compose de trois paires de cylindres, l'une placée au-dessus de l'autre, chacune commandée par une courroie. Les cylindres sont unis et de même diamètre, la dimension ordinaire étant de 9 x 30 pouces. La machine exige pour fonctionner une force de 25 H.P. Les deux cylindres de chaque paire marchent à la même vitesse, soit environ 500 r.p.m. Le nombre de ces machines employées par séries, varie dans les différentes installations mais il est ordinairement de quatre ou cinq, sans compter les cylindres finaux dits à polir. Ces derniers sont des machines précisément du même type, mais les cylindres sont différentiels, leurs vitesses respectives étant 9:7. Ce réglage se fait afin d'exercer une action frottante sur le graphite laquelle a pour effet de relâcher toute matière de gangue fine qui s'y serait attachée durant son passage à travers les cylindres broyeur.

La planche XXXII fait voir une installation de cylindres "King Bee" dans une usine du district de Buckingham (Québec). Les cylindres de chaque machine

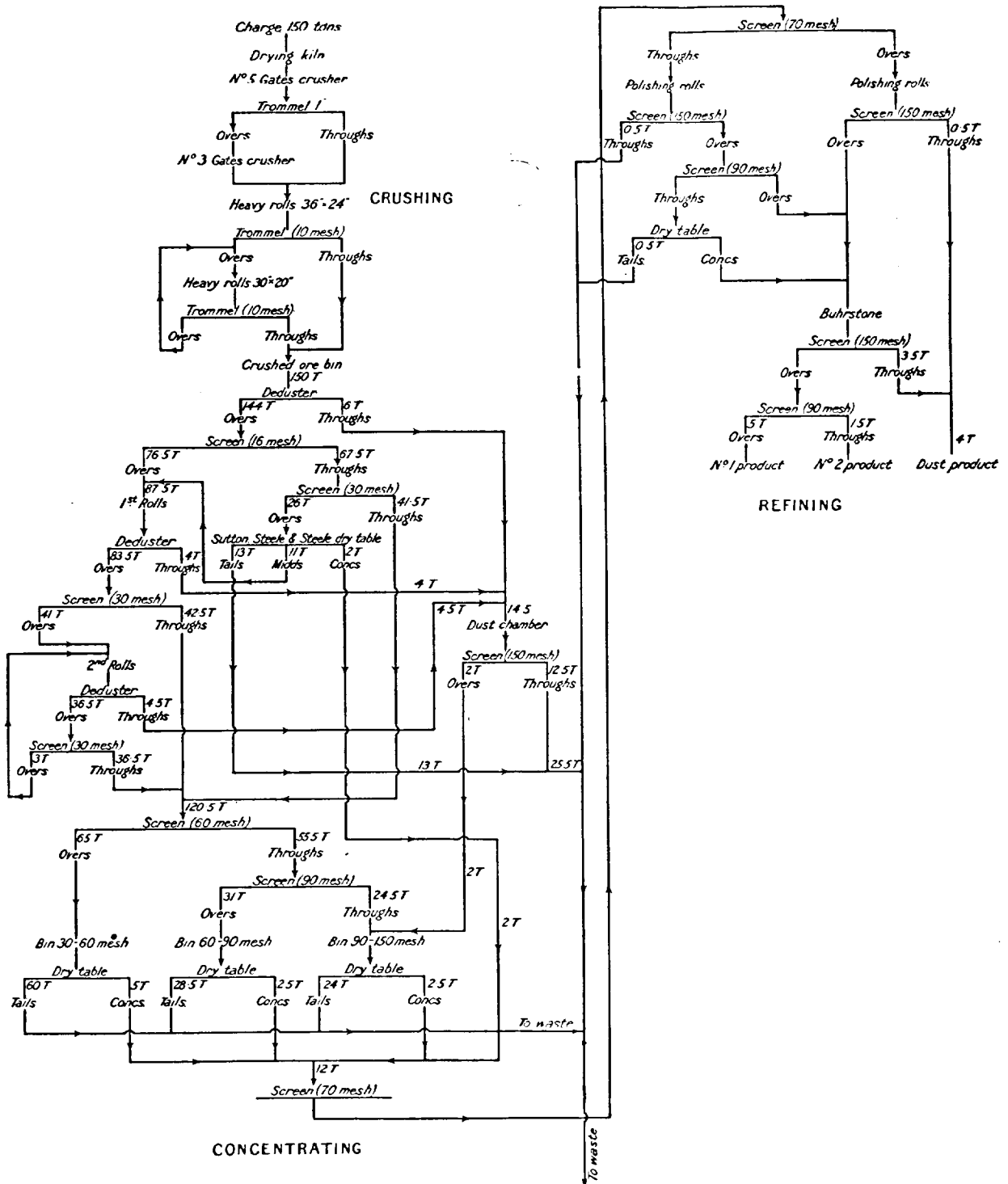


Figure 18. Diagramme du système de concentration à sec au moyen d'une combinaison de cylindres et de tables, installé dans une usine du Québec.

ba
au

qu
lég
lon
de
av
da
tr
à
de
ni

ét
cy
la
n
sc
je
ti
s
d
u
k
P
e
o
F
d
F
t
a
I

h
I
C
c
e
e
r
e
r
c
c
r
c
a

sont placés un peu plus près l'un de l'autre que ceux de l'appareil précédent, de sorte que le produit sortant de chaque paire subit un plus fort degré de comminution dans la machine suivante.

La figure 17 est le diagramme de traitement d'une usine dans le district de Buckingham pourvue de ce système de concentration. La teneur en carbone des produits obtenus au moyen de cette usine durant une période de 13 mois sont censés avoir donné la moyenne suivante :

N° 1, 91.3 p.c.

N° 2, 76.1 p.c.

Poussière, 57.1 p.c.

La figure 18 montre un système combiné de cylindres et de tables sèches donnant les quantités approximatives des divers produits obtenus aux différentes étapes.

L'appareillage ordinaire pour broyer dans les usines canadiennes utilisant le procédé à sec consiste en un ou plusieurs broyeurs rotatifs, suivis par deux jeux de cylindres dégrossisseurs dont les dimensions sont respectivement de 36" x 24" et 30" x 20". Le séchage préalable du minerai aide sensiblement à le rendre friable puisqu'il désagrège une grande partie de la calcite présente dans la plupart des minerais. Les broyeurs rotatifs donnent de meilleurs résultats que les broyeurs à mâchoires, car ces derniers deviennent tellement encrassés de graphite qu'il y a des morceaux de minerai qui ne font que glisser de haut en bas sans être cassés.

La forte quantité de poussière produite dans les usines qui marchent à sec offre de graves inconvénients, et l'on se donne rarement la peine d'installer de bons appareils collecteurs de poussière. Les principaux inconvénients du système précédemment décrit sont : la difficulté d'obtenir une récupération satisfaisante, l'impossibilité d'éliminer le mica dans les concentrés, et le grand nombre de courroies, élévateurs, etc., qui exigent des arrêts pour les réparations.

Légendes du diagramme de traitement, figure 19 :

1. Four vertical — oval, 5' x 7' x 18', plus la base en pierre 14' de haut.
2. Broyeur Teismith n° 5 — jusqu'à 2½". Elévateur incliné E1.
3. Broyeur à mâchoires Eureka — jusqu'à 1".
4. Caisse acier à fond en trémie. Elévateur vertical E2.
5. Rouleau distributeur automatique. Elévateur vertical E3.
6. Cylindres à arêtes 36" x 16" — Jenckes Machine Co. — jusqu'à ¼". Elévateur vertical E4.
7. Tamis: trommel hexagonal, toile métallique n° 8 (½"), 30" diam. x 8'.
8. Cylindres 16" x 10" (Krom) — jusqu'à ¼". Elévateur vertical E5.
9. Cylindres 9" x 30" (spéciaux) — jusqu'à 24 mailles. (Double cylindre sur un seul bâti, 2 jeux, à dent d'alimentation).
10. Tamis: trommel hexagonal, toile métallique n° 8 (½"), 30" x 10'. (2 pieds de plaque percée 1").
11. Cylindres 9" x 30" (spéciaux) — jusqu'à 24 mesh. (Double cylindre sur un seul bâti, 2 jeux, à dent d'alimentation).
12. Cylindres 16" x 10" (Krom) — jusqu'à ¼", Elévateur vertical E6.
13. Tamis: trommel hexagonal, toile métallique n° 8 (½"), 30" x 10'. (2 pieds de tôle percée ½"). Elévateur vertical E7.
14. Barrel machine — pour séparer les fins, sert comme appareil classeur.
15. Ventilateur de suction.
16. Tamis: trommel hexagonal, tapissé en toile métallique de 24 mesh (spéciale).
17. Table sèche Sutton, Steele and Steele, n° 1, traitant matière de 24-70 mesh. Elévateur vertical (pour mixtes) E8.
18. Cylindres 9" x 30" (spéciaux) jusqu'à 70-100 mesh. Elévateur vertical E9.
19. Barrel machine — pour séparer les fins.
20. Tamis: trommel hexagonal 30" x 10', tapissé d'une gaze de 70 mesh.
21. Table sèche n° 2 de Sutton, Steele and Steele — traitant matière de 70-100 mesh. Elévateur vertical (jusqu'à la caisse des concentrés). E10.

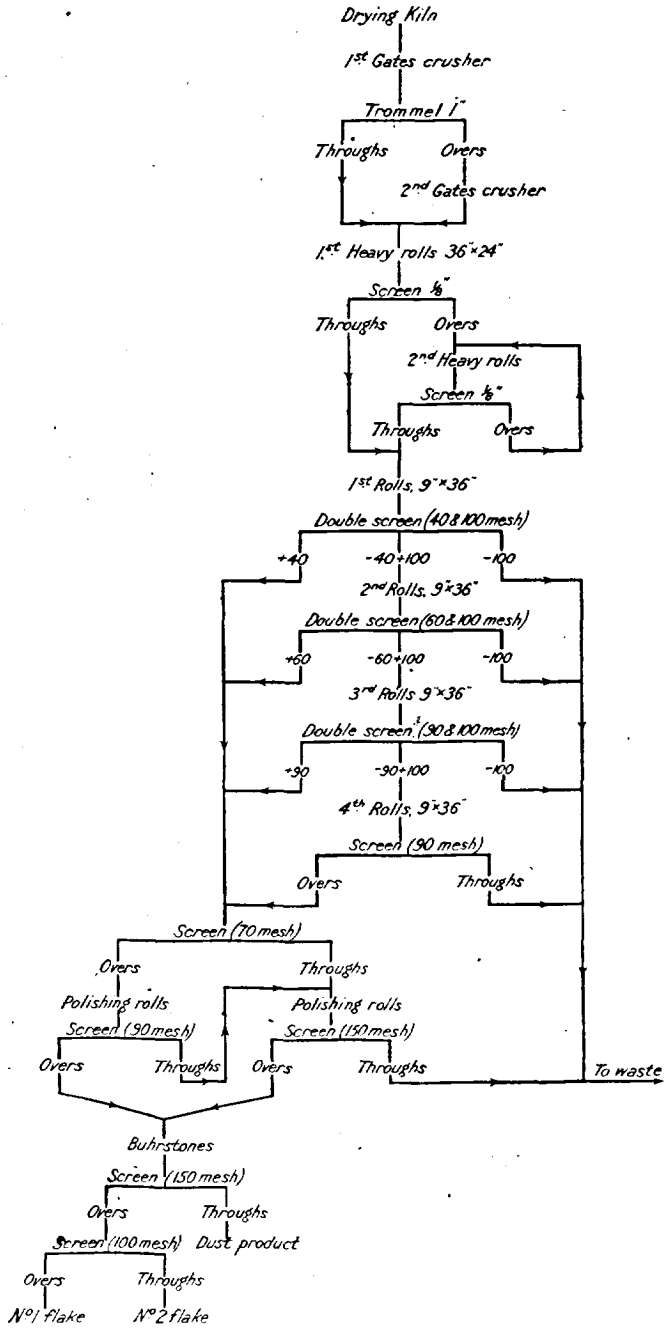


Figure 17. Diagramme d'un système de concentration à sec utilisant des cylindres, installé dans une usine du Québec.

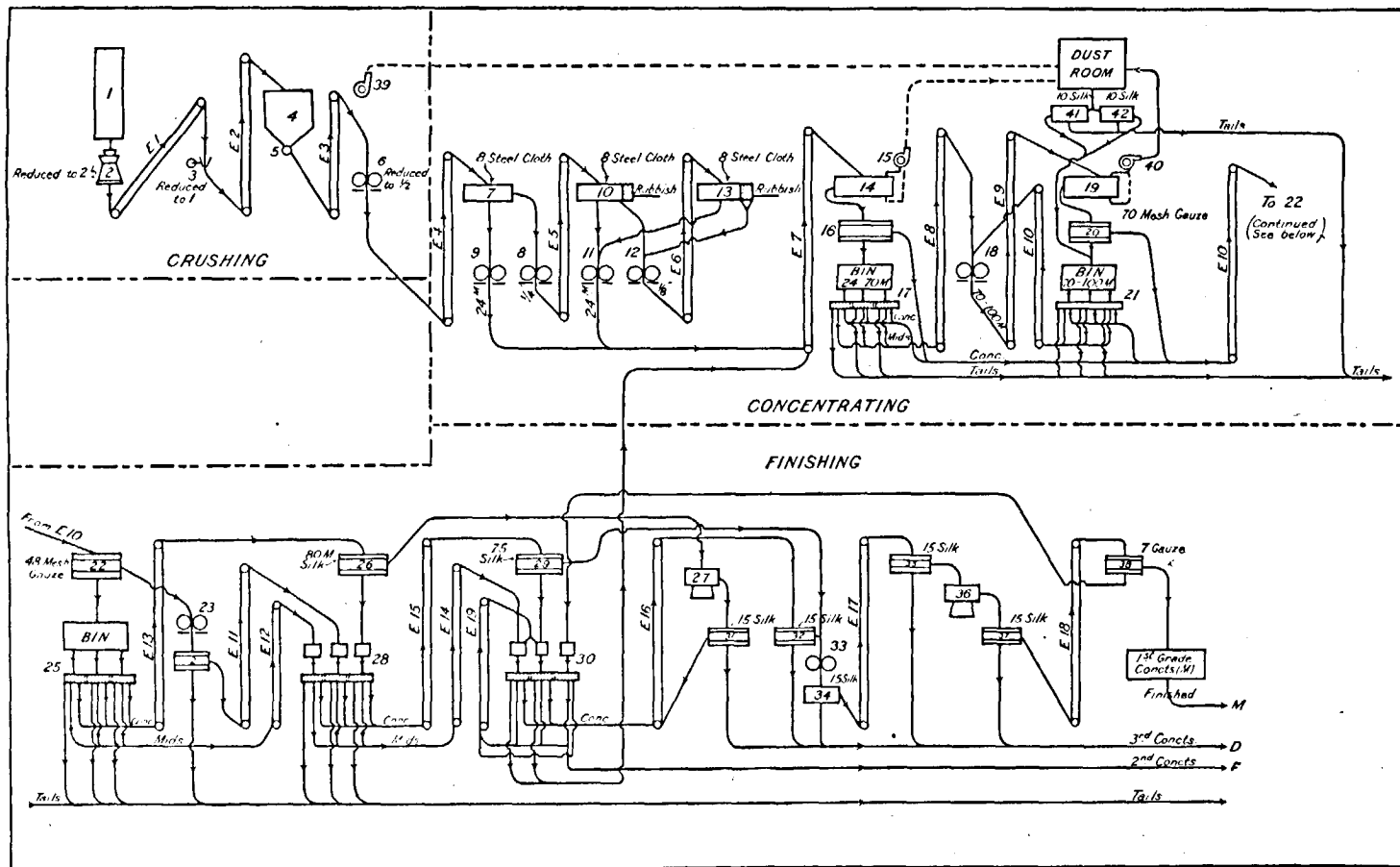


Figure 19. Diagramme d'une installation de concentration à sec et de finissage pour graphite laminaire.

22. Tamis, 30" x 10', muni de gaze à 48 mesh.
23. Cylindres 9" x 30'; cylindre à polir — simples.
24. Tamis: trommel hexagonal, 30" x 10', muni d'étamine de soie. Elévateur E11.
25. Table sèche Sutton, Steele and Steele, n° 3. Elévateur E12 (mixtes). Elévateur E13 (concentrés).
26. Tamis: trommel hexagonal, 30" x 10', muni d'étamine de soie de 80 mesh.
27. Broyeur à meules.
28. Table sèche Sutton, Steele and Steele n° 4. Elévateur E14 (mixtes). Elévateur E15 (concentrés).
29. Tamis: trommel hexagonal, 30" x 10', tapissé d'étoffe de soie n° 7.
30. Table sèche Sutton Steele and Steele, n° 5.
31. Tamis: trommel hexagonal 30" x 10', tapissé d'étoffe de soie n° 15, élévateur E16.
32. Tamis: trommel hexagonal 30" x 10', tapissé d'étoffe de soie n° 15.
33. Cylindres, 9" x 30" (spéciaux): cylindres à polir.
34. Tamis: 30" x 10', tapissé d'étoffe de soie n° 15. Elévateur E17.
35. Tamis, 30" x 10', tapissé d'étoffe de soie n° 15.
36. Broyeur à meules.
37. Tamis, 30" x 10', tapissé d'étoffe de soie n° 15. Elévateur E18.
38. Tamis, 30" x 10', tapissé de gaze n° 7. Elévateur E19.
39. Ventilateur de succion.
40. Ventilateur de succion.
41. Tamis 30" x 10" tapissé d'étamine de soie n° 10.
42. Tamis 30" x 10" tapissé d'étamine de soie n° 10.

MACHINES ÉLECTROSTATIQUES.

Dans cette méthode de concentration, la séparation des particules minérales est effectuée en les faisant tomber à travers une aire électrique où les lames de graphite se comportent différemment d'avec les particules de gangue, en raison, jusqu'à un certain point, de leur plus forte conductibilité électrique, et sont détournées de la direction suivie par celles-ci. Au moyen d'un arrangement d'aires électriques successives, les tailings tant du graphite que de la gangue peuvent être retraités.

Deux types de machines électrostatique ont été employées pour la concentration du minerai de graphite: ce sont le séparateur di-électrique Sutton, Steele and Steele, et le séparateur électrostatique Huff. Les deux machines fonctionnent essentiellement sur le même principe, mais elles varient considérablement quant à leur construction.

Autant que nous sachions, le séparateur Sutton, Steele and Steele (Sutton, Steele & Steele Company, Dallas, Texas) n'a été installé que dans une seule usine de graphite située dans le district de Buckingham (Québec). La machine fut installée il y a quelques années et l'on dit qu'elle a donné de bons résultats. Elle servait à nettoyer les concentrés produits par le procédé à sec canadien, utilisant des cylindres et des tamis, le n° 1 flake et le n° 2 flake étant traités séparément.

La machine mesure environ 5 pieds de longueur sur 4 pieds de largeur et sa hauteur est d'environ 6 pieds. La matière à traiter tombe sur un tablier chauffé à la vapeur et de là à une caisse chauffée de même manière. Depuis cette dernière elle passe sur un tablier à secousses qui répand uniformément les particules et de là elles passent sur un cylindre en laiton qui tourne lentement. À l'avant de ce cylindre est placée parallèlement une tige en laiton recouverte en bois, de laquelle se détache une simple rangée d'aiguilles de 1". Ces aiguilles avec le cylindre laiton tournant, agissent comme électrodes pour engendrer l'aire électrique. Elles s'avancent vers le rouleau d'alimentation et sont espacées de $\frac{1}{4}$ de pouce, leurs pointes étant placées à une distance d'environ 2 pouces à partir du rouleau. Le rouleau et la tige-électrode sont isolés des autres parties de la machine, celui-là étant relié à la terre. La tige est accouplée à un géné-

rateur (dans l'usine en question il s'agit d'une machine électrique du type Holtz). Il faut peu de courant, mais le potentiel est assez élevé, étant d'environ 20,000 volts. En passant à travers l'aire électrique formée entre les pointes d'aiguilles et le rouleau d'alimentation, les lames de graphite sont attirées vers cette aire et tombent dans la trémie des concentrés tandis que les particules de gangue ont une tendance à suivre le rouleau. Par suite de l'intervention des particules et pour d'autres raisons, tout le graphite présent dans la matière traitée n'est pas retiré en une seule opération, et les tailings provenant de la première aire, passent à travers une seconde aire, qui en extrait les lames libres qui restent. La planche XXXIII fait voir un séparateur Sutton, Steele and Steele arrangé pour trois aires électriques.

Le séparateur électrostatique Huff (International Carbon Products Company, 120 Broadway, New-York) est représenté dans la figure 20. Ce type de machine était autrefois en usage dans deux usines de graphite de l'Ontario et servait comme dans le cas de type précédent à nettoyer les concentrés obtenus par le procédé à sec. Actuellement, il n'y a pas d'usines canadiennes de graphite qui se serve de cette machine et l'on croit que son usage est restreint à une seule usine de l'Alabama et à un atelier du Texas. L'usine en question passe pour produire un graphite de très haute teneur. On dit que ce séparateur a également été utilisé avec beaucoup de succès dans les deux usines canadiennes précitées.

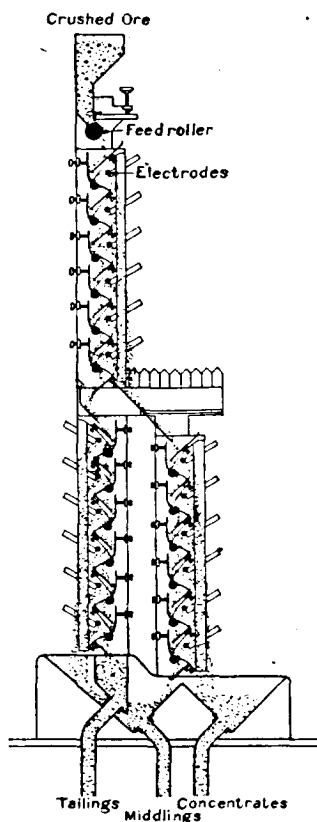


Figure 20. Coupe verticale du séparateur électrostatique Huff.

Cette machine diffère du type précédent en ce qu'elle emploie un plus grand nombre d'aires électriques et aussi dans le type des électrodes qu'elle emploie ceux-ci étant de simples tiges non encaissées, au lieu de pointes d'aiguilles. Suivant la richesse du minerai à traiter, le nombre des électrodes en opération peut être varié à partir d'un maximum de 18 en diminuant, et l'on peut y faire beaucoup de petites modifications, par exemple quant à la distance entre les électrodes et le rouleau (largeur de l'aire électrique), l'angle de chute, etc. Une installation de 200 tonnes demande un moteur de 3 chevaux commandant un courant de 10,000 à 40,000 volts, suivant la nature du minerai.

On verra à la planche XXXIV un dessin schématique montrant le principe d'opération d'un séparateur électrostatique. Pour avoir de bons résultats le minerai doit être tout à fait sec et même chaud, et l'air doit être très sec dans la pièce où se trouvent les machines. En raison de leur capacité limitée et de l'étroite surveillance qu'exigent ces machines pour obtenir de bons résultats, on se demande si la séparation électrostatique peut être employée avec profit pour les minerais de graphite.

CONCENTRATION PAR VOIE HUMIDE

TABLES INCLINÉS (BUDDLES)

Les tables inclinées ou buddles furent probablement les premières employées pour la concentration du graphite sur ce continent, et l'installation de la Lochaber Plumbago Mining Company qui fut la première à exploiter le graphite au Canada était munie de buddles. Bien que des méthodes nombreuses et variées aient été pratiquées et abandonnées depuis ces premiers temps, il est à signaler que deux des plus grandes usines de graphite du continent américain (L'American Graphite Co., de New-York, et la Black Donald Graphite Company, de l'Ontario) ont conservé la méthode des buddles jusqu'en 1918. Cette dernière continue à s'en servir¹, mais l'autre compagnie l'a laissée de côté en 1918 pour adopter le procédé de flottage par l'huile, de Callow.

Les buddles donnent une récupération satisfaisante à partir de presque tous les types de minerai de graphite et elles ont l'avantage d'être faciles à manœuvrer et exigent peu d'attention. Leur capacité est plutôt faible cependant et elles occupent un trop vaste espace, d'autant plus que les produits doivent être retirés à la main, ce qui fait qu'il faut deux équipes, l'une pour charger et l'autre pour vider. En traitant des minerais pauvres cela donne lieu à une grande quantité de tailings.

Les figures 21 et 22 sont des diagrammes de traitement de deux usines pratiquant la concentration du graphique au moyen de buddles. Dans le premier cas, le minerai traité est un gneiss graphitique dur contenant 5 pour cent, la récupération étant d'environ 50 pour cent du graphite contenu dans le minerai.

L'usine représentée à la figure 22 traite un minerai exceptionnellement riche (65 pour cent de graphite), contenant de la calcite et de la chlorite comme principales impuretés, et bien que nous ne connaissons pas le chiffre exact, les buddles donnent probablement des concentrés d'à peu près 80 pour cent.

Les buddles en usage dans les usines de graphite sont du type circulaire et ont à peu près 16 pieds de diamètre. Dans les années plus récentes leur usage a été en grande partie restreint au gisement de graphite de New-York.

¹ Voir la note, p. 39.

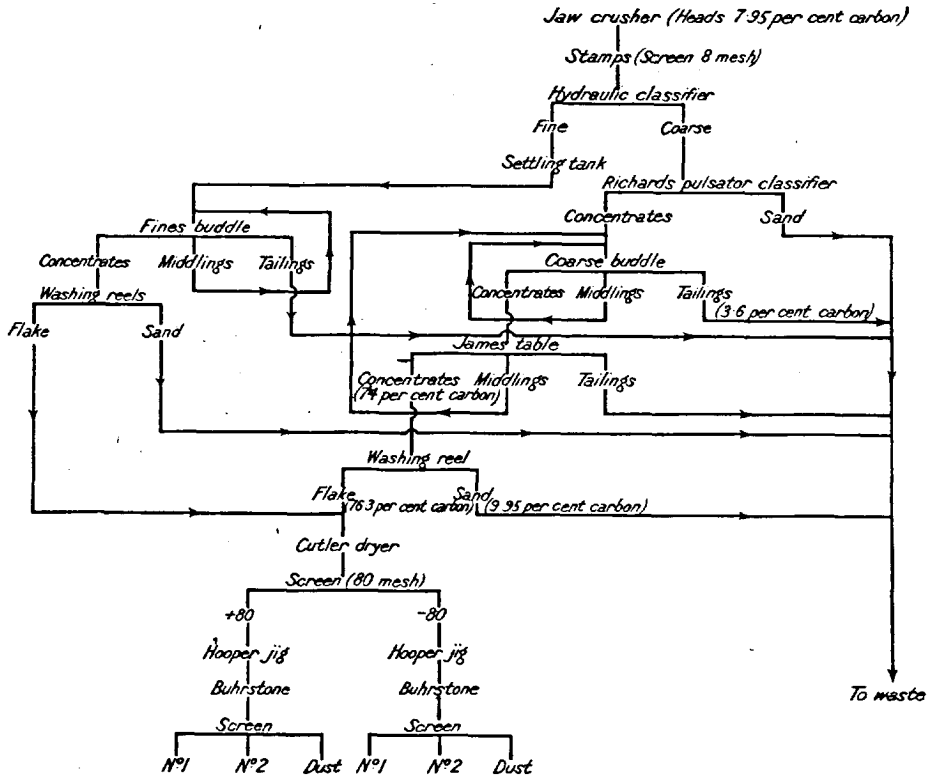


Figure 21. Diagramme illustrant le système de traitement utilisant les buddies dans une usine de l'Etat de New-York.

LAVEURS MÉCANIQUES

Laveurs à râble (Log Washers)

Cette méthode de concentration est principalement en usage dans les installations de la Pensylvanie. La plupart des usines dans cet Etat traitent un minerai de surface, fortement décomposé, dont la teneur en graphite oscille entre 4 et 5 p. c. La gangue se compose principalement de quartz et de feldspath koalinsé avec un peu de mica. Dans certains cas, le minerai tel qu'il arrive à l'usine est sous forme de gravier; dans d'autres, il est un peu plus dur mais assez tendre cependant pour être facilement broyé à la meule.

On dit que les log washers sont utilisés aussi dans deux usines de l'Alabama. Ces laveurs qu'on emploie sont de deux types: à vis sans fin et à palette. Il paraît que ces derniers donnent de meilleurs résultats que ceux à vis sans fin, par le fait qu'ils donnent lieu à moins d'attrition entre les grosses lames. On verra à la figure 23 le diagramme de traitement d'usine de la Pensylvanie munie de log washers. A cette usine il y a environ 35 p. c. de graphite récupéré dans les concentrés du log washer qui restent sur un tamis de 36 mesh. La consommation d'eau est de 120,000 gallons par 24 heures.

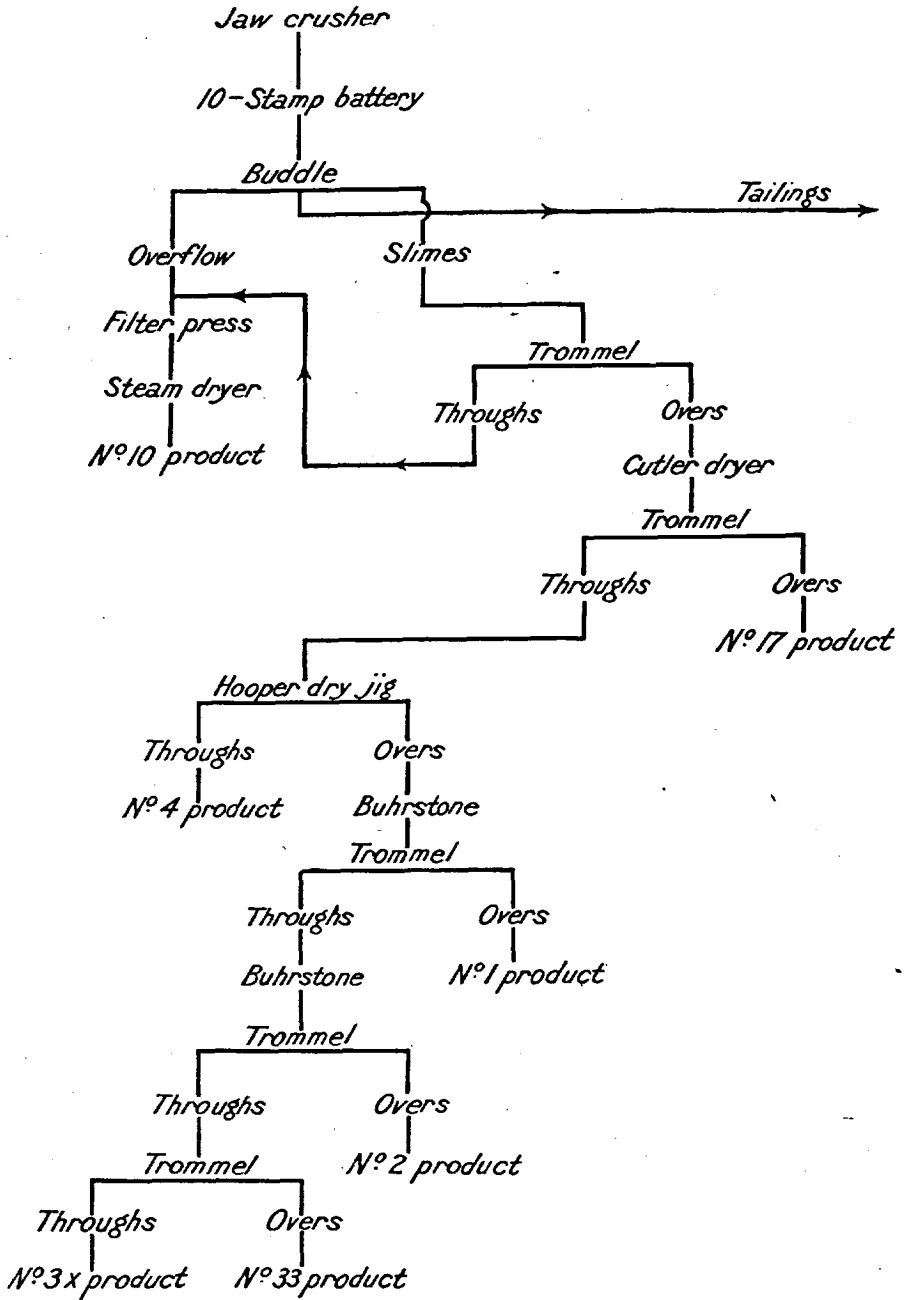


Figure 22. Diagramme du système de concentration par voies humide et sèche combinées, installé dans une usine de l'Ontario.

Laveurs à râteau

Dans certaines usines de la Pensylvanie, des laveries du type à râteau ont supplanté les log washers et on dit qu'elles donnent de meilleurs résultats. Ce type de laverie est un appareil de fabrication facile et fonctionne sur le principe de l'appareil classeur Dorr. Il consiste en une table de 18 pieds de long sur 4 pieds de large montée sur un plan incliné d'environ 1 pour 25. Les deux côtés sont munis de rebords de 12 pouces de hauteur pour retenir le minerai. Il y a des bandes le long de ces rebords qui servent de coulisses sur lesquelles se glisse le châssis du râteau dans sa course avant et arrière. Le châssis est muni de

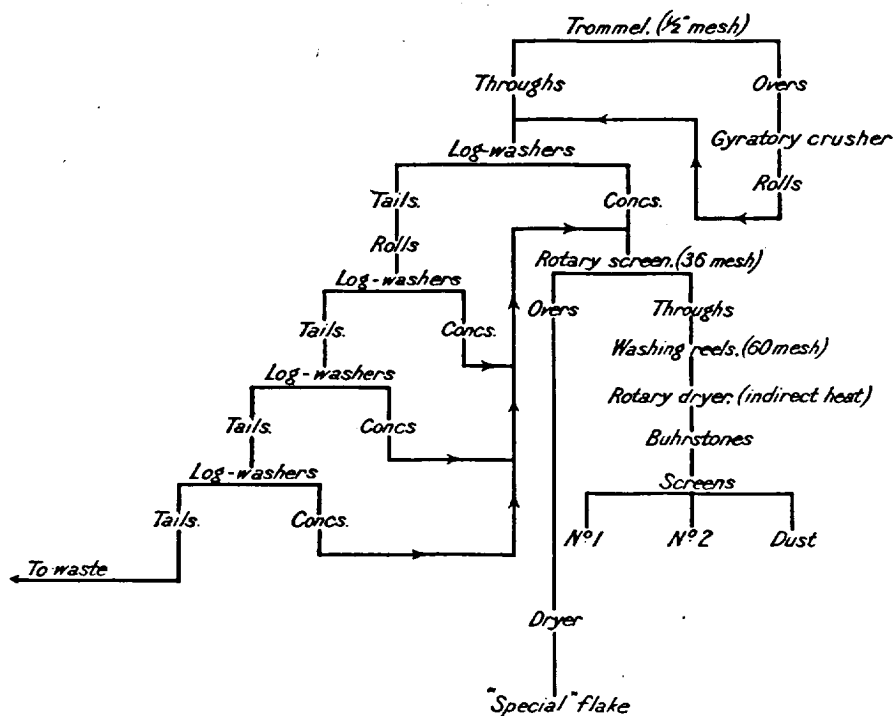


Figure 23. Diagramme de traitement d'une usine employant le "log washer" pour la concentration, à Byers, Pensylvanie. Le minerai est très altéré et arrive à l'usine sous forme de gravier.

traverses espacées de 18 pouces auxquelles sont attachées les dents du râteau. Celles-ci sont en fer, ont 1 pouce de largeur et sont espacées de 1 pouce $\frac{1}{2}$. Les rangées sont disposées en quinconce et les dents s'avancent jusqu'à un pouce de la surface de la table. Le châssis est actionné par une manivelle à l'extrémité supérieure et il a un jeu de 18 pouces. Sa course est à raison de douze mouvements d'allée et venue en une minute. Le minerai est distribué sur la table à partir d'un dégorgeoir placé à environ 3 pieds de l'extrémité inférieure. Un tuyau traverse la table à 2 pieds au-dessous de l'extrémité supérieure, à partir duquel une poussière d'eau se répand sur la surface du minerai. Il y a quatre réglages possibles; ce sont: la pente de la table, la vitesse de course du râteau, la quantité et la rapidité d'alimentation d'eau et la vitesse de distribution du minerai. Pendant l'opération, le châssis du râteau remonte la pente avec les dents dans le minerai; au bout de sa course le châssis est relevé et revient avec ses dents sou-

levées au-dessus du lit. De cette façon le sable grossier est râtelé jusqu'à l'extrémité supérieure de la table où il se décharge, tandis que l'eau qui descend sur la table emporte la matière plus fine, y compris le graphite léger, jusqu'à un labyrinthe collecteur à l'extrémité inférieure. Un lit de minerai d'environ 1 pouce d'épaisseur demeure non dérangé entre les extrémités des râteaux et la surface de la table, et l'épaisseur totale du minerai sur la table est d'environ 2 pouces.

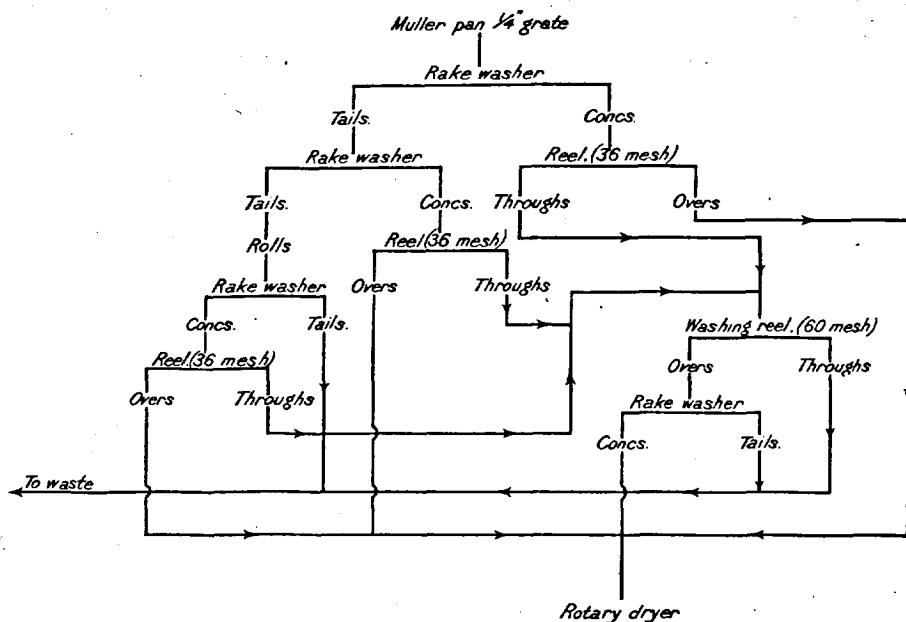


Figure 24. Diagramme du système de concentration humide utilisant les laveurs à râteaux dans une usine de la Pennsylvanie. Cette usine a une capacité de rendement de 100 tonnes de minerai par 24 heures, exige une force de 60 H.P., et trois hommes par poste.

On prétend qu'en ajoutant du pétrole à l'eau d'alimentation il y a une amélioration sensible dans la récupération du graphite avec ce type de laverie.

D'après M. Dub¹ les résultats suivants ont été obtenus au moyen de ces appareils laveurs, en ajoutant du pétrole à l'eau d'alimentation :

Riches	Concentrés	Tailings
4.52 pourcent carbone	62.00 pourcent carbone	2.19 pourcent carbone
3.56 " "	72.07 " "	1.79 " "

TABLES HUMIDES

Les tables humides n'ont pas été adoptées d'une façon très répandue dans la concentration du graphite. Il y a actuellement, cependant une usine cana-

¹ Dub, G.D., Préparation of Crucible Graphite, U.S. Bureau of Mines, décembre 1918, p. 15.

dienné qui est munie de tables Krupp-Ferraris, et la table James a été employée dans des usines des Etats de New-York et Pensylvanie. C'est une coutume assez répandue que d'huiler légèrement la matière à traiter sur les tables humides, ce qui améliore sensiblement l'extraction. Les firmes se servant des tables James en sont très contentes particulièrement quand on ajoute du pétrole à la matière traitée. L'usine canadienne utilisant les tables Krupp-Ferraris fonctionne depuis cinq ans et produit des concentrés tenant 60 p.c. de carbone ou davantage, à partir d'un minerai de 10 à 12 p.c.

Une installation de tables humides Ferraris est représentée dans la planche XXXV, et la table James dans la figure 26. Les deux types de machines exigent une force de 0.5 à 1 H.P., et la consommation d'eau est de 5 à 9 gallons par minute. Leur capacité de rendement est d'environ 1,000 livres par heure.

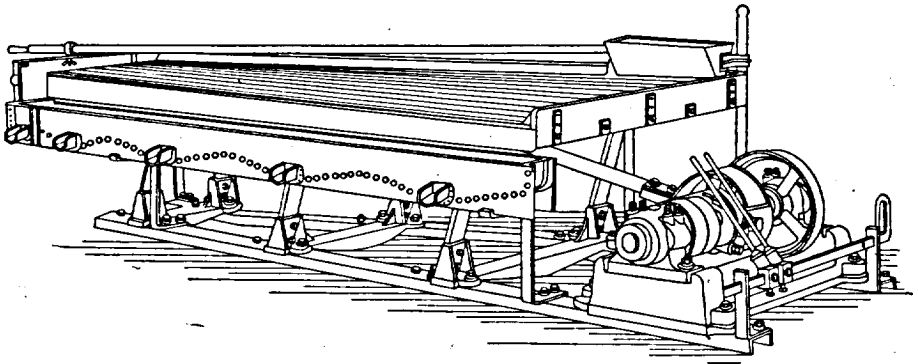


Figure 25. Table humide du type Ferraris.

FLOTTAGE

On s'est beaucoup occupé durant ces dernières années des possibilités du flottage comme méthode de concentrer les minerais de graphite.

Le flottage connu pouvant s'adapter à la concentration du graphite peut

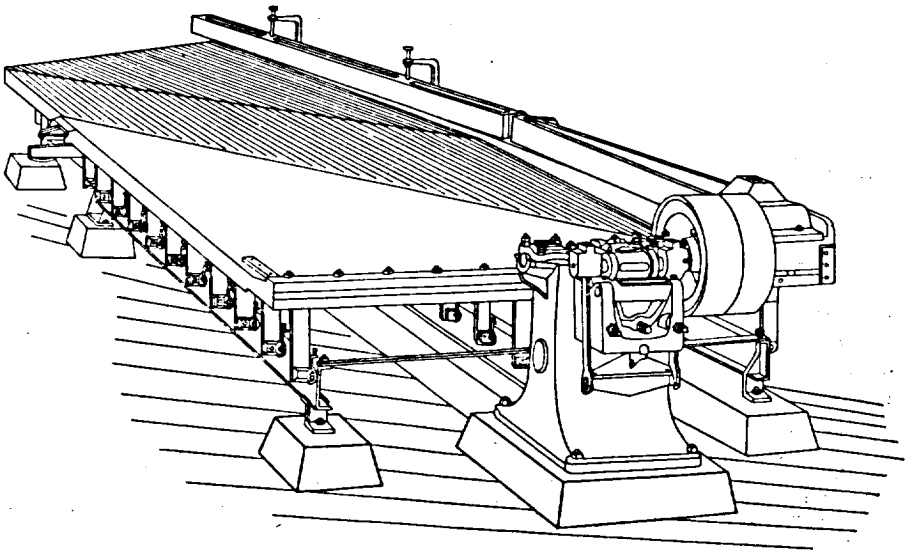


Figure 26. Table humide du type James.

être de deux sortes, chacune comportant des particularités très diverses et basées sur différents systèmes de manipulation. Ces méthodes sont, respectivement, le flottage par l'huile mousseuse, et le flottage par pellicule ou par tension superficielle.

Flottage par l'huile mousseuse

Cette méthode met à profit la propriété que possède les fines particules de certains minéraux, notamment les sulfures, de même que le graphite, une fois transformées en pulpe avec de l'eau à laquelle on a ajouté une petite proportion donnée d'huile ou d'huiles mousseuses, et, après formation subséquente, au sein de la pulpe, d'un amas de globules (mousse ou écume) obtenu soit par agitation mécanique ou par injection d'air — de surnager à la surface tandis que la gangue (silice, calcite, mica, feldspath, etc.) tombe au fond. La raison de cette action sélective de la part des diverses particules minérales n'est pas définitivement connue, et a été attribuée à bien des causes, parmi lesquelles, une affinité supérieure qu'ont les surfaces métalliques pour l'air, cette préférence étant activée par la présence d'huile ou de graisse dans les particules en question. C'est ainsi que les particules métalliques et le graphite s'attachent aux globules qui se forment dans la pulpe et sont amenés par ceux-ci à la surface d'où on les recueille par écumage où comme cela se fait dans la pratique, elles sont automatiquement emportées par débordement au-dessus de la lèvres ou du bord du réservoir ou bac dans lequel s'effectue l'opération¹.

Tous les systèmes de concentration des minerais par la méthode de flottage par l'huile mousseuse sont semblables quant aux principes fondamentaux. Ce sont, en peu de mots, le mélange avec de l'eau du minerai finement broyé, pour former ce qu'on appelle la pulpe, l'émulsionnement de la pulpe par addition d'une huile mousseuse convenable, et enfin la production au sein de la pulpe, d'un amas de bulles d'air (écume) qui fait surnager à la surface le minéral précieux. La production de l'écume résulte de la présence d'air dans la pulpe, et diverses méthodes ont été imaginées pour l'introduction de cet air. Ainsi, dans le système de "Minerals Separation", l'air est refoulé dans la pulpe au moyen de palettes ou mouverons; dans le système Callow, il est injecté à travers une toile ou autre fond poreux approprié; dans le système "Simplex" il est introduit au moyen de jets d'eau qui viennent frapper la surface du liquide dans le bac.

Tous ces systèmes de flottage par l'huile précités ont été installés dans les usines de graphite de l'Alabama, et ont donné paraît-il des résultats satisfaisants. D'après Dub¹, il y a huit des usines qui emploient le système Callow, quatre, le Simplex, et quatre les Mineral Separation Cells; à part cela, six établissements ont installé ou se proposent d'installer des bacs représentant une combinaison de plusieurs principes de ces systèmes.

Dans le New-York, l'usine de l'American Graphite Company a récemment installé le système Callow et l'on prétend que d'excellents résultats ont été obtenus.

Au Canada, le système Callow fut installé en 1918 dans une usine du district de Buckingham mais, malheureusement l'établissement fut détruit par un incendie avant que l'on pût arriver à des résultats définitifs. Actuellement (mars

¹ Si l'on veut étudier les principes fondamentaux du flottage par écume, voir "Flotation Process" par T. A. Richards, publié par "The Mining and Scientific Press", San Francisco; aussi "The Flotation Process", par H. A. McGraw, 2e édition, 1918, McGraw-Hill Publishing Co., New-York.

² Op. cit. p. 9.

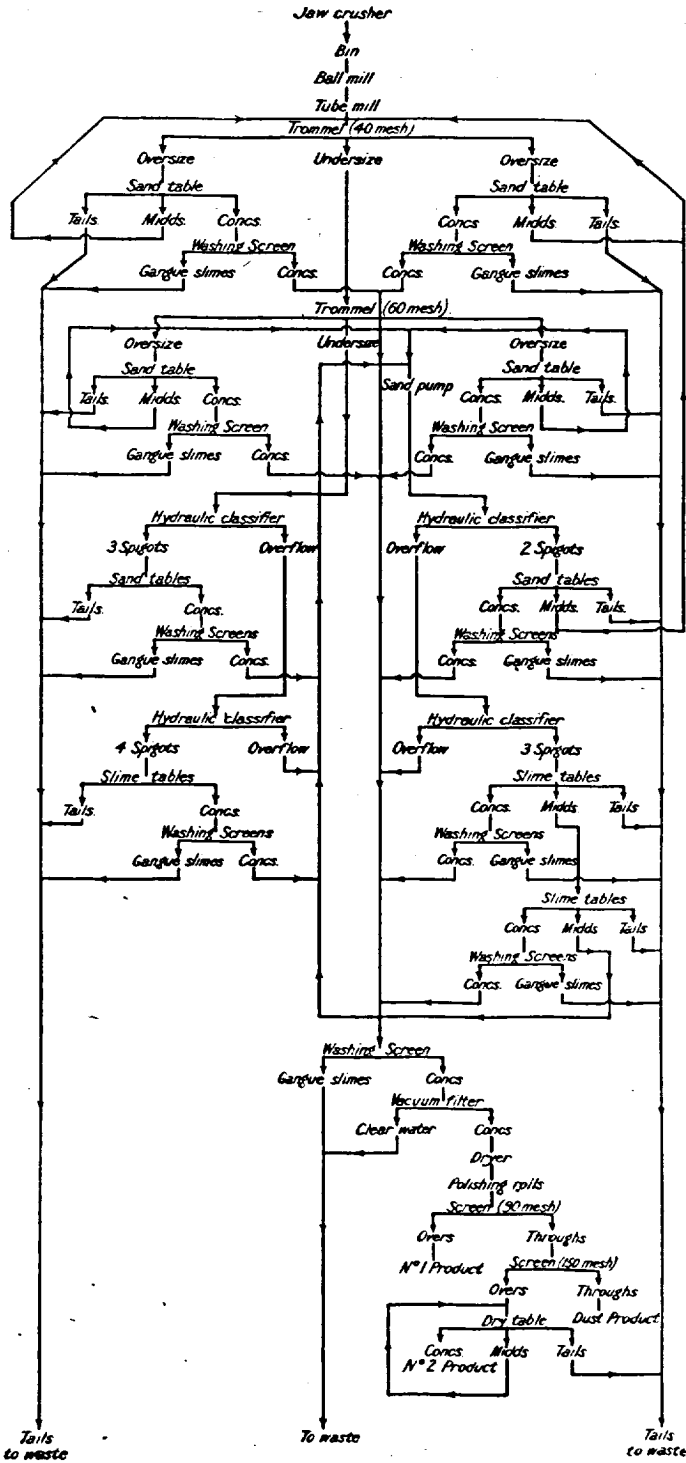


Figure 27. Diagramme d'un système de concentration à sec utilisant les tables Ferraria, installé dans une usine du Québec.

1919) une autre usine dans le même district a presque terminé l'installation des bacs Callow et le même système est projeté dans un troisième établissement.

Le flottage par l'huile mousseuse pour la concentration du graphite n'a été véritablement mis en pratique que depuis deux ou trois ans et on peut dire que, la plupart du temps, elle n'a été employée qu'à titre d'expérimentation. Il est donc, par conséquent, peut-être un peu tôt pour affirmer d'une façon générale tout ce que cette méthode peut accomplir, puisque, pour arriver aux meilleurs résultats, il faut une connaissance approfondie des principes du flottage, et les réglages qui sont nécessaires dans les usines des divers districts par suite des variations dans la nature du minerai à traiter, la grosseur des lames, etc., sont nombreux et variés. Les résultats obtenus dans les usines de l'Alabama, cependant, de même que dans celle de New-York pratiquant la méthode de flottage par l'huile, ont démontré qu'elle peut servir à traiter efficacement et à bon marché les minerais de ces deux districts. Il s'est fait aussi beaucoup de travaux d'expérimentation sur les minerais canadiens avec le système Callow, et les résultats ont été très satisfaisants. Le flottage par l'huile mousseuse semblerait offrir le moyen le meilleur marché et le plus efficace de concentrer le graphite, que l'on ait encore découvert.

L'une des principales difficultés dans l'application d'un procédé est de réaliser à la fois une bonne récupération et une haute teneur de concentrés. Si l'on produit une écume suffisamment forte pour faire surnager toutes les lames de graphite, grandes et petites, il surnagera également une proportion considérable de fins et de gangue attachée, et on obtient un concentré bourbeux; tandis que si l'on a réglé l'écume de façon à donner un concentré propre, une bonne partie des plus grosses lames passe dans les tailings. On peut obvier, du moins partiellement, à cet inconvénient, en apportant beaucoup de soin dans le classement de la matière et en traitant les différentes sortes dans des bacs séparés¹.

Alors que les résultats des expériences faites sur les minerais canadiens avec le système Callow sembleraient indiquer que le graphite sortant du bac finisseur est suffisamment pur pour être classé comme n° 1 flake, sans autre nettoyage, on n'obtiendra probablement pas d'aussi bons résultats dans l'usinage ordinaire; et les concentrés de flottage demanderont à être finis au moyen de meules ou de cylindres à polir.

Les moulins à boulets ou à galets sont presque toujours employés pour broyer la matière destinée aux bacs de flottage par l'huile, et la plupart des principaux types de ces moulins sont représentés dans les diverses usines. Bien que nous manquions de données comparatives sur l'action destructive des différentes machines à broyer sur les lames de graphite, il semble que le broyage humide, dans un moulin à boulets, du minerai à traiter par voie humide se pratique de plus en plus couramment. Pour l'usage avec une installation de flottage par l'huile et pour traiter un minerai dur, les moulins à boulets sont peut-être préférables, puisque, en ajoutant à la charge l'huile mousseuse, le minerai est broyé et la pulpe émulsionnée en une même opération. Lorsqu'on emploie des cylindres ou autres machines à broyer, l'émulsionnement de la pulpe peut être effectuée d'une façon satisfaisante par l'action des élévateurs et dans l'appareil classeur hydraulique.

Tout en différant par certains détails de construction et d'opération, tous les systèmes de flottage par l'huile mousseuse emploient une série de réservoirs ou bacs dans lesquelles s'effectue l'écumage de la pulpe. Dans le premier bac, il s'opère une concentration initiale et, de celui-ci, les concentrés passent à un autre, et ainsi de suite à travers autant de bacs que l'on jugera nécessaire pour

¹ On trouvera des renseignements au sujet des divers facteurs qui peuvent influencer l'opération efficace des ateliers de flottage dans l'ouvrage: "Flotation for the Practical Mill Man", Par F. G. Moses, Chem. & Metall. Engineering, 1er juin 1919 p. 571-7.

réaliser le degré de concentration désiré. En interposant de nouveaux moulins à boulets ou autres appareils broyeurs entre les bacs successifs ou séries de bacs, le concentré obtenu dans le dernier bac peut être élevé à un haut degré de pureté.

On a présumé que le graphite épuré par la méthode de flottage par l'huile pourrait peut-être devenir contaminé par les huiles de flottage au point d'être inutilisable pour l'industrie des creusets. La quantité de ces huiles utilisées est toutefois très faible et, du fait que le produit fini est soumis à un degré considérable de chaleur, au séchage final, toute huile qui peut encore adhérer au graphite est éliminée durant cette opération.

Un système de concentration qu'on pourrait appeler une combinaison de la méthode de flottage par l'huile et de celle de "log washing" fut inventée par J. F. Latimer de Toronto (Ontario) en 1908. L'appareil employé¹ se compose d'un bac ou laveur circulaire se rétrécissant jusqu'en un point au fond où se trouve l'orifice de sortie des tailings. Un crible est placé dans le récipient à l'endroit où il commence à se rétrécir. Un arbre vertical creux descend à travers le centre du récipient et du crible se terminant juste au-dessous de celui-ci. Des palettes mobiles sont fixées à l'arbre tout juste au-dessus du crible, et l'arbre tourne au moyen d'une poulie. Au cours de l'opération, le minerai pulvérisé est d'abord mélangé à une faible quantité d'huile. L'eau est amenée dans le récipient au moyen de l'arbre creux et dès qu'elle commence à monter jusqu'au travers du crible le minerai est distribué près du centre de l'appareil. Les particules de gangue passent au travers et au-dessous du crible tandis que le graphite surnage et se déverse par un conduit près du sommet de l'appareil. Si cela est nécessaire, on peut employer une série de ces appareils chacun traitant les concentrés provenant du précédent. Les concentrés du dernier appareil passent à une trémie inclinée ou log washer qui décharge le graphite propre à l'extrémité supérieure².

Le séparateur Kendall (U.S. Patent n° 771,075) fonctionne sur un principe ressemblant beaucoup à celui de l'appareil précédent. Il y a une usine dans le district de Buckingham qui s'est munie de ce type de séparateur il y a environ dix ans, mais les résultats ne furent pas satisfaisants et le procédé fut laissé de côté.

La liste suivante des brevets américains se rapportent à la concentration du graphite par flottage à l'huile ou par des méthodes de cette nature est empruntée au Bulletin n° 8 de la Utah Engineering Experiment Station, juin 1916, par R. S. Lewis et O. C. Ralston. Les analyses de chaque brevet, données dans le bulletin précité ne sont pas citées, mais on peut se procurer des exemplaires de ces brevets au prix de 5 cents chacun en s'adressant au "Commissioner of Patents, Washington, D.C."

486,485.	22 novembre 1892.	Nibelius.
678,860.	23 juin 1901.	Brumell.
679,473.	30 juillet 1901.	Davis.
688,279.	10 décembre 1901.	Allen.
734,641.	28 juillet 1903.	Wheelock.
736,381.	18 août 1903.	Glogner.
745,960.	1er décembre 1903.	Good.
763,859.	28 juin 1904.	Darling.
771,075.	27 septembre 1904.	Kendall.
795,823.	1er août 1905.	Darling.
816,303.	27 mars 1906.	Davis.

¹ Voir Can. Min. Journ., vol. 29, 1908, p. 142. Brevets des Etats-Unis, Nos 851, 599 et 851, 600, 23 avril 1907.

² Ce serait là le contraire de ce qui se passe dans la véritable concentration par log washer, la langue se déchargeant à l'extrémité supérieure et le graphite à l'extrémité inférieure.

Système Callow.

Il est probable que le système Callow de flottage par l'huile a été plus généralement adopté dans les usines de graphite que tout autre, et bien qu'il soit encore susceptible d'amélioration en ce qui concerne le traitement des minerais de graphite, il a fait des preuves comme étant capable de concentrer le graphite à la fois économiquement et efficacement. Dans cette méthode l'écume est obtenue en refoulant de l'air dans la pulpe à travers une matière poreuse telle que de la toile, qui constitue le fond du bac.

Les figures 28 et 29 font voir des installations Callow dans deux usines des Etats-Unis. Dans le cas de la figure 28, le minerai est tendre et tient environ 3 pour cent de graphite alors que celui traité à la figure 29 est dur et tient à peu près 6 pour cent. Nous croyons que ce dernier type d'installation avec de légères modifications est celui qui s'adapte le mieux au traitement des minerais gneissiques canadiens. Pour ce qui concerne les calcaires graphitiques qui sont plus tendres, on pourrait peut-être se passer du second moulin à boulets. L'installation Callow primitivement établie à l'usine de New-York ne comportait que le moulin Hardinge A et, avec cet outillage, on obtenait un seul et unique concentré, tenant de 70 à 75 pour cent de carbone et une extraction de 95 pour cent. En y ajoutant le moulin B, on espère élever la teneur du produit jusqu'à 90 pour cent ou davantage. Les concentrés provenant de ce moulin sont soumis à un nouveau raffinage au moyen de meules et de tamis.

On trouvera aux pages suivantes les résultats d'essais pratiqués sur une série d'échantillons de graphite canadien avec le système Callow.

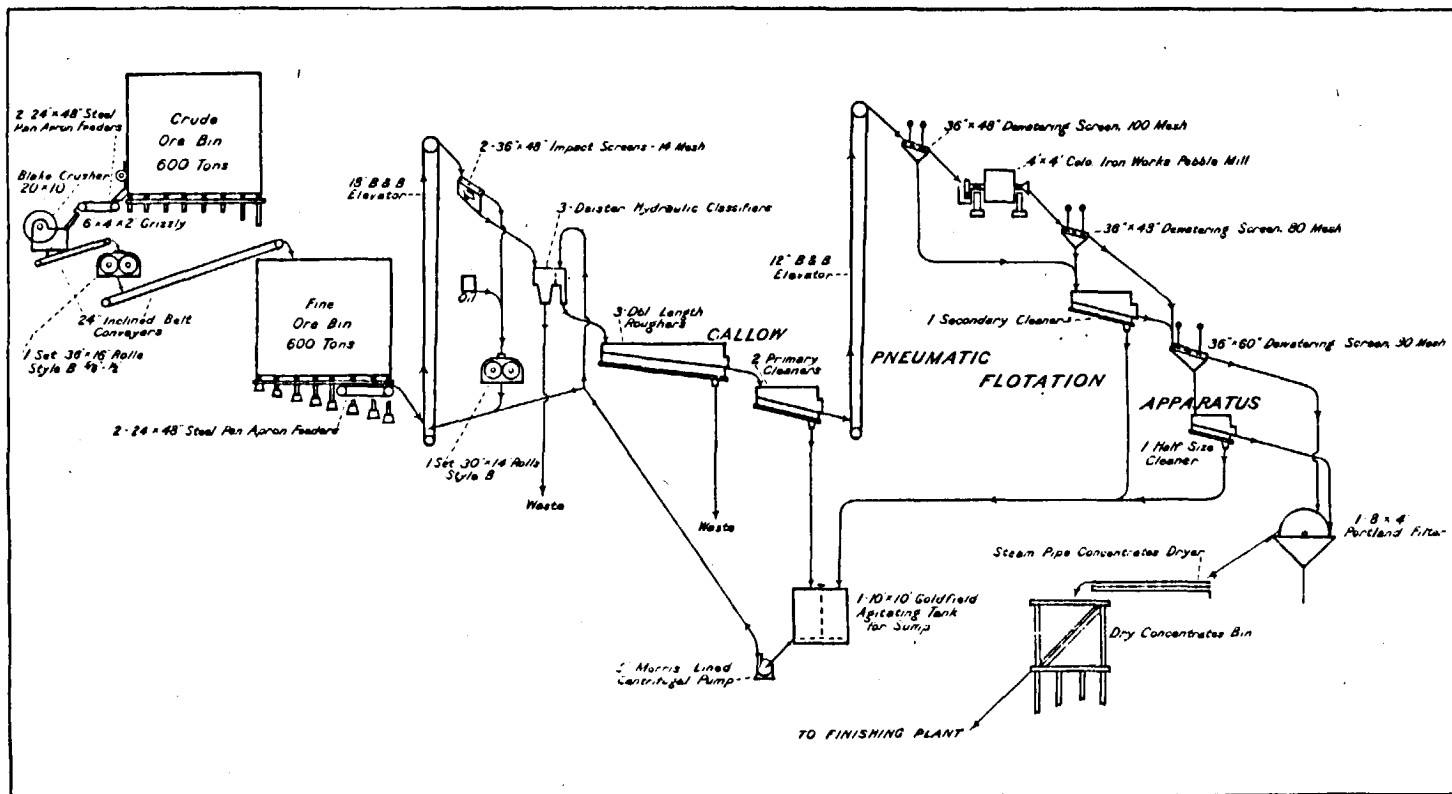


Figure 28. Diagramme du système de flottage pneumatique Callow dans une usine de graphite de l'Alabama.

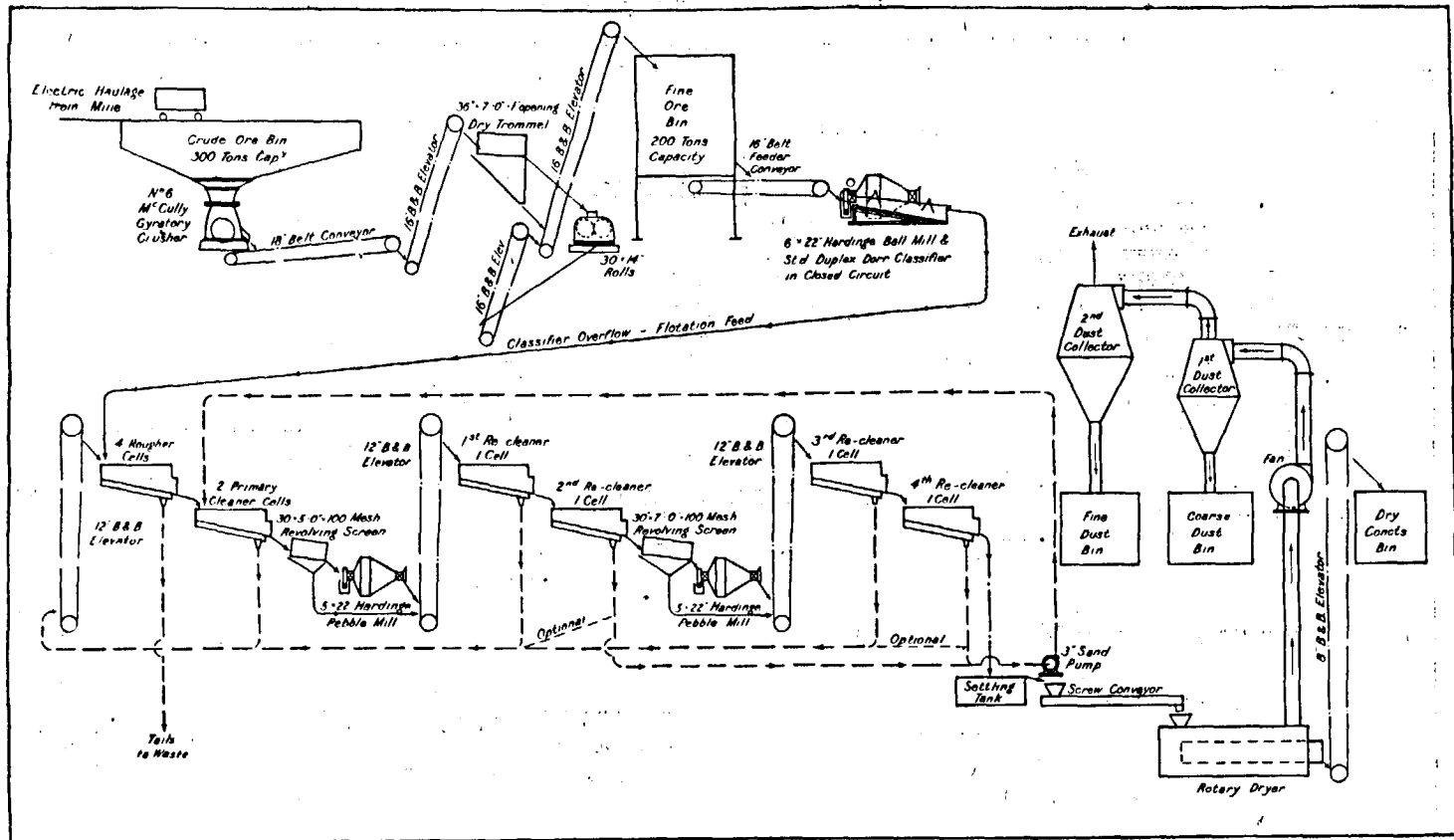


Figure 29. Diagramme d'une installation employant pour la concentration le flottage pneumatique Callow. Cette installation est destinée à traiter du minerai dur tenant environ 6 pour 100 de graphite.

Minerai: Graphite laminaire disséminé—principales impuretés: calcite, mica quartz, pyrite. Matière à traiter par produits, 12.81 p.c. de carbone. Pulvérisé, à 40 mesh et huilé à raison de 11 livres par tonne. Huiles employées: n° 56, 10 p.c.

Essai fait au laboratoire de la General Engineering Company, Ottawa

Traitement	Echant. n°	Désignation	Poids pour-cent	Pour-cent de carbone à l'analyse	Teneur en carbone = résultat à l'analyse X pour-cent du poids	Pourcentage de récupération ou perte en carbone
Echantillon n° 1 traité dans la machine pneumatique Callow.	2	Concentrés de premier flottage.....	24.8	50.28	1,246.86	97.3
	3	Tailings de premier flottage.....	75.2	0.46	34.60	2.7
	1	Matière à traiter, par produits.....	100.0	12.81	1,281.46	100.0
Echantillon n° 2 (concentrés de flottage)retraité dans machine pneumatique Callow.	4	Concentrés de second flottage.....	14.2	85.2	1,209.76	94.41
	5	Mixtes de second flottage	10.6	3.5	37.10	2.89
	2	Matière à traiter, par produits.....	24.8	50.3	1,246.86	97.30
Echantillon n° 4 (deuxième concentré de flottage) classés telqu'indiqués.	6	+80 mesh.....	9.0	91.5	823.50	64.27
	7	-80 mesh.....	5.2	74.3	386.26	30.14
	4	Matière à traiter, par produits.....	14.2	85.2	1,209.76	94.41

SOMMAIRE

RENDEMENT PAR TONNE DE MINERAI

Livres	Produit	Pourcentage de carbone	Pour-cent de concentrés	Pourcentage du carbone total dans le minerai
180	+ 80 mesh.....	91.50	63.4	64.27
104	- 80 mesh.....	74.28	36.6	30.14
212	Produit retraité.....	3.50	.....	2.89
1,504	Tailings.....	0.46	.....	2.70
2,000			100.0	100.000

Minerai: plombagine ou graphite cristallin, mélangé avec graphite laminaire. Principales impuretés: calcite, quartz, feldspath, et pyroxène. Matière à traiter, par produits, 45.51 p.c. de carbone. Pulvérisé à 30 mesh et huilé à raison de 14 livres par tonne. Huiles employées: n° 136 de la General Engineering Company, 70 p.c.; n° 6, 15 p.c. et n° C-41, 15 p.c.

Essai fait au laboratoire de la General Engineering Company, Ottawa

Traitement	Echant. n°	Désignation	Poids pour cent	Pour-cent de carbone à l'analyse	Teneur en carbone = résultat de l'analyse X pourcentage du poids	Pourcentage de récupération ou perte en carbone
Echantillon n° 1 traité dans la machine pneumatique Callow.	2	Concentrés de premier flottage.....	54.6	82.40	4,498.6	98.9
	3	Tailings de premier flottage.....	45.4	1.16	52.7	1.1
	1	Minerai, par produits...	100.00	45.51	4,551.3	100.0
Echantillon n° 2 (concentrés de flottage)retraités dans machine pneumatique Callow..	4	Concentrés de second flottage.....	49.9	89.40	4,461.6	98.1
	5	Mixtes de second flottage.....	4.7	7.88	37.6	0.8
	2	Matière première, sous-produits.....	54.6	82.4	4,498.6	98.9
Echantillon n° 4 (deuxièmes concentrés de flottage) classés tel qu'indiqués	6	+ 80 mesh.....	30.3	95.35	2,889.1	63.5
	7	+150 mesh.....	11.8	85.42	1,007.9	22.0
		- 150 mesh.....	7.8	72.38	564.6	12.6
	4	Matière à traiter, par produits.....	49.9	89.40	4,461.6	98.1

SOMMAIRE

RENDEMENT PAR TONNE DE MINERAI

Livres	Produit	Pour cent de carbone	Pour cent de concentrés	Pourcentage du carbone total dans le minerai
606	+ 80 mesh.....	95.35	60.7	63.5
236	+ 150 ".....	85.42	23.7	22.0
156	- 150 ".....	72.38	15.6	12.6
94	Produit retraité.....	7.88		0.8
908	Tailings.....	1.16		1.1
2,000			100.00	100.00

L'essai suivant, sur un échantillon représentatif d'une halde de tailings à une usine du district de Buckingham. Cette usine employait un système de concentration à sec qui n'a réussi à extraire que 50 p.c. du graphite contenu dans le minerai. Le graphite était entièrement laminaire et les principales impuretés étaient: calcite, mica, feldspath et pyroxène. L'échantillon a donné, par ses produits, 6.14 p.c. de carbone. L'échantillon fut broyé à 40 mesh et à raison de

2.8 livres par tonne. Huiles employées: n° 136 de la General Engineering Company, 60 p.c.; n° 8, 20 p.c.; n° 6, 20 p.c.

Essai fait au laboratoire de la General Engineering Company, Ottawa

Traitement	Echant. n°	Désignation	Poids pour cent	Pour cent de carbone à l'analyse	Teneur en carbone = résultat de l'analyse × pourcentage du poids	Pourcentage de récupération ou perte en carbone
Echantillon n° 1 traité dans la machine pneumatique Callow.	2	Concentrés de premier flottage.....	12.30	45.10	554.82	90.30
	3	Tailings de premier flottage.....	87.70	0.68	59.63	9.70
	1	Minerai, par produits...	100.00	6.14	614.45	100.00
Echantillon n° 2 (concentrés de flottage) retraités dans machine pneumatique Callow.	4	Concentrés de second flottage.....	9.35	58.32	545.26	88.73
	5	Mixtes de second flottage.....	2.95	3.24	9.56	1.57
	2	Matière à traiter, sous-produits.....	12.30	45.10	554.82	90.30
Echantillon n° 4 (deuxièmes concentrés de flottage) classés tel qu'indiqués	6	+ 80 mesh.....	4.27	72.66	310.26	50.49
	7	- 80 mesh.....	5.08	46.26	235.00	38.24
	4	Matière à traiter, sous-produits.....	9.35	58.32	545.26	88.73

SOMMAIRE

RENDEMENT PAR TONNE DE TAILINGS TRAITÉS

Livres	Produit	Pourcentage de carbone	Pourcentage de concentrés	Pourcentage du carbone total dans le minerai
85	+ 80 mesh.....	72.66	45.5	50.49
102	- 80 ".....	46.26	54.5	38.24
59	Produit retraité.....	3.24	.....	1.57
1,754	Tailings.....	0.68	.....	9.70
2,000			100.00	100.00

Nous donnons ci-après la moyenne des résultats d'une série de cinq essais effectués sur un échantillon de graphite provenant de Lachute (Québec), au moyen de la machine pneumatique d'expérimentation Callow, au laboratoire d'essai de la division des Mines du ministère des Mines. Le minerai se composait de calcite, quartz et mica avec petite quantité de pyrite et c'était un échantillon type des schistes graphitiques du gisement de Québec. La teneur en carbone était de 15 p.c. Il a fallu broyer jusqu'à une finesse de 30 mesh afin de libérer les lames. Dans trois opérations sur cinq, les échantillons furent broyés à 30 mesh, et dans les autres à 40 mesh. Dans les trois premières on se servit

d'huile de pin et de pétrole, et dans les autres, d'huile de créosote F.P.L. n° 25. La quantité d'huile employée fut de une à deux livres par tonne de minerai. Pour toutes les opérations le minerai broyé fut pulvérisé pendant 5 minutes dans un moulin à galets, soumis au flottage et les concentrés repulvérisés dans un moulin à galets et flottés de nouveau.

Les résultats des essais font voir que le 96.5 p.c. du graphite dans le minerai est récupéré dans les concentrés.

Livres	Produit	Pour-cent de carbone	Pourcentage du carbone total dans le minerai
73	+ 80 mesh.....	92.1	23.4
101	- 80 + 115 mesh.....	78.3	23.1
311	- 115 mesh.....	55.8	50.0
401	Mixtes.....	1.9	2.7
1,114	Tailings.....	0.2	.8
2,000			100.0

Un nouvel essai fut fait au laboratoire de la division des Mines avec une machine pneumatique Callow sur des concentrés provenant de l'une des usines de Québec. Cette usine fait usage d'un système de concentration à sec au moyen des tables Ferraris. Les concentrés soumis à l'essai contenaient: carbone 60-10 p.c., silice 20-10 p.c., et fer 2-20 p.c. La silice était présente à la fois sous forme de particules attachées et de squelette soit de quartz soit de mica au sein de la masse des lames de graphite.

La matière fut flottée et sa teneur élevée à 72.3 p.c. de carbone. Ces concentrés furent ensuite pulvérisés dans un moulin à galets et flottés de nouveau et les concentrés définitifs donnèrent à l'analyse 83.45 p.c. de carbone. Au tamisage, les résultats suivants furent obtenus:

Mesh	Teneur en carbone	Pour-cent de concentrés
+ 100.....	86.50	78.2
- 100 + 150.....	82.05	13.3
- 150 + 200.....	68.45	3.8
- 200.....	48.32	4.7
		100.0

La présence visible au microscope, de quartz, mica et pyrrhotine, dans les lames de graphite fut déterminée en séparant avec soin les grosses lames propres d'avec les concentrés de flottage et en les analysant. On a trouvé que ces lames propres en apparence donnaient à l'analyse:

Carbone	92.95 p.c.
Silice.	3.00 "
Fer et alumine	3.60 "
Non déterminé	1.15 "

100.00

On peut également très bien constater la présence de quartz, pyrrhotine et pyrite étroitement enchevêtré avec le graphite.

La présence de ces impuretés microscopiques explique pourquoi il est impossible, par des méthodes mécaniques de concentration, d'augmenter la teneur en carbone de certains graphites laminaires au delà d'un certain point. Elle démontre aussi que l'on peut plus souvent obtenir des concentrés à plus forte teneur en carbone, en partant du minerai altéré à la surface plutôt que du non altéré, puisque la plupart du sulfure de fer est ordinairement disparu par lixiviation dans le premier cas. L'acide qui résulte attaque aussi toute calcite présente, ce qui donne lieu à une teneur de graphite encore plus forte dans ces minerais. Pour avoir des résultats parfaits il faudra donc faire tous les essais avec du minerai frais, non altéré, et non avec des échantillons de surface.

Les données suivantes sur le prix de revient d'une installation Callow destinée à traiter 100 tonnes de minerai par jour, nous ont été aimablement fournies par la General Engineering Company. Cette installation a été établie pour traiter le minerai de l'Alabama et le coût de l'exploitation est, par conséquent, beaucoup moindre qu'il ne le serait pour traiter un minerai dur comme celui de New-York et du Canada. D'autre part, la teneur moyenne en graphite dans ces derniers gisements est de deux à cinq fois plus forte que celle du minerai de l'Alabama, de sorte que l'on peut estimer que ces deux considérations se compensent assez bien l'une l'autre. Il faut bien dire aussi que l'évaluation de \$0.75 par tonne pour l'extraction du minerai d'Alabama semble élevé en comparaison du chiffre indiqué à l'auteur par les exploitants, lequel était de \$0.25 à \$0.35 par tonne livrée à l'usine.

Prix de revient d'usinage pour traiter 100 tonnes de graphite par 24 heures dans les régions de graphite de l'Alabama

Méthode de flottage par l'huile, système Callow

1918

Main d'œuvre:

1 ouvrier broyeur	\$ 4 00	
3 préposés aux moulins à boulets ou cylindres.....	12 00	
3 préposés au flottage à \$1.....	12 00	
3 manœuvres à \$3	9 00	
1 mécanicien	7 50	
1 surintendant à \$300 par mois.....	10 00	
		\$ 54 50 ou 54 cents $\frac{1}{2}$ par tonne de minerai.

Force motrice:

Broyeur	20
Moulin à boulets ou cylindres.....	50
Soufflerie	25
Moulin de rebroyage	15
Divers	15
	125
Friction	25

Total

150 ou 1 $\frac{1}{2}$ H.P. par tonne de minerai. 150 H.P. à \$75 par H.P., an; ou \$0.25 par H.P., jour = \$37.50 par jour ou 37 cents $\frac{1}{2}$ par tonne de minerai.

Huiles de flottage:

200 livres de pétrole à 7 livres par gallon ou 30 gallons à 10 cents le gallon.....	\$ 3 00
100 livres G.N.S. n° 5, à 7 livres $\frac{1}{2}$ par gallon ou 14 gallons à 50 cents par gallons.....	7 00

\$ 10 00 ou 10c. par tonne.

Boulets et bandes acier:

300 livres à 10 cents la livre ou \$30 par jour ou 30 cents par tonne.

Huile, déchets et réparations occasionnelles:

Estimés à \$15 par jour ou 15 cents par tonne.

Sommaire

Main-d'œuvre	\$ 54 50	par jour ou	54 $\frac{1}{2}$ cents	par tonne.
Force motrice	37 50	"	77 $\frac{1}{2}$	"
Huiles de flottage	10 00	"	10	"
Boulets et bandes	30 00	"	30	"
Huile, déchets et frais occasionnels.	15 00	"	15	"
	\$ 147 00		\$1 47	"
		disons	\$1 50	"

Récapitulation

Extraction (à ciel ouvert, minerais tendre) estimée à.....	\$ 0 75	par tonne.
Usinage	1 50	"
	\$ 2 25	

Sur un minerai de 3%, environ le 2 $\frac{1}{2}$ % serait récupéré ou 50 livres par tonne au prix de 4-5 cents par livre de toutes catégories.

Système de "Minerals Separation"

Dans ce système de flottage par l'huile mousseuse, l'écumage de la pulpe est obtenu en y entraînant ou refoulant de l'air au moyen de palettes fixées à un arbre vertical qui tourne dans le bac d'huile mousseuse.

On dit que ce système a été installé dans quatre usines de l'Alabama, et qu'il est également employé dans une petite usine de la Pensylvanie.

La figure 30 représente l'installation d'une usine de l'Alabama munie de ce système.

D'après les informations fournies par l'administration, le minerai traité dans cette usine contient 2.75 p.c. de graphite dont le 2.25 p.c. est considéré comme récupérable. Les concentrés de flottage ont une teneur moyenne de 80 p.c. de carbone et l'on a réalisé une récupération de 85 p.c. (de 2.25).

On a trouvé qu'il était difficile cependant d'obtenir à la fois une forte récupération et un concentré propre tout en conservant en même temps la forte taille des lames de graphite, attendu que celles-ci emportent à la surface la gangue qui s'y trouve attachée. L'écumage plus lourde fait aussi surnager plus de gangue en slimes. Il faut donc, si l'on veut obtenir une forte teneur en carbone pour le n° 1 flake, se contenter d'un faible pourcentage de récupération. Avec une extraction de 65 p.c., on a trouvé qu'il était possible de réaliser un produit final tenant 85 à 90 p.c. de carbone. De tout le graphite récupéré, le 45 p.c. est sous forme de n° 1 flake, et le 55 p.c., de n° 2 et de poussière. Le minerai revient à 25 cents

une fois livré à l'usine de broyage et le coût de la production par livre du n° 1 flake est de 5 cents.

Dans une petite mine près de Chester Springs, Pensylvanie, on traite un minerai tendre et friable tenant environ 7 p.c. de graphite; la matière est broyée dans un "Jeffrey Lime Pulver" n° 2 et distribué par petites fournées dans un bac simple de "Minerals Separation". Les concentrés sont lavés dans un moulin de 80 mesh, égouttés et séchés sur une plaque chaude. Bien que ce ne soit qu'une usine d'expérimentation, on dit que les concentrés obtenus au moyen de cet unique bac dégrossisseur fournissent à l'analyse 80 à 85 p.c. de graphite. Les résultats obtenus semblent indiquer qu'avec un bon outillage, ce type de minerai s'adapte bien à la concentration par flottage par l'huile mousseuse.

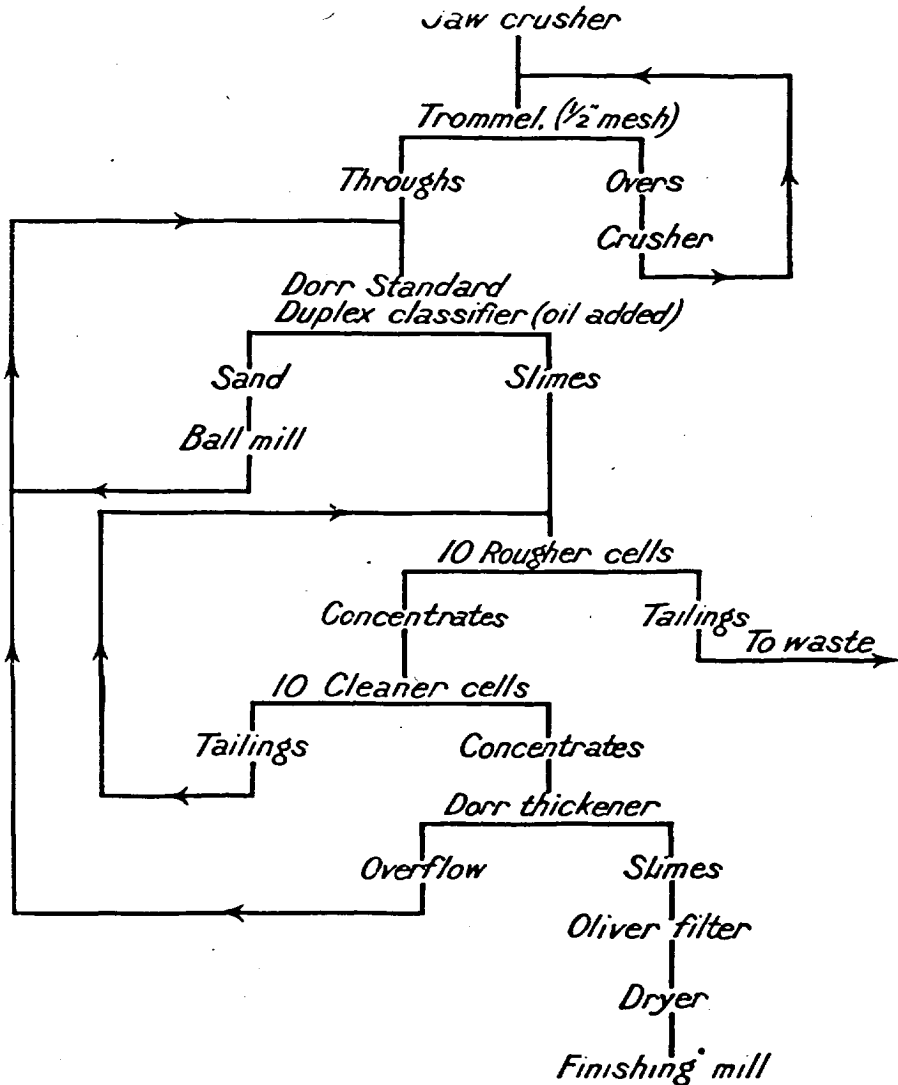


Figure 30. Diagramme du système de flottage par l'huile "Minerals Separation", installé dans une usine de l'Alabama.

Système "Simplex"

Dans cette méthode de flottage par l'huile, l'écume est obtenue au moyen de jets d'eau qui viennent frapper la surface de la pulpe. La pulpe est distribuée sans être classifiée vers le centre de l'appareil laveur et l'huile est introduite avec les jets d'eau. Cette eau est lancée sous une pression de 40 livres par pouce carré.

Le gisement de graphite de l'Alabama est censé être le seul où l'on a adopté ce système de flottage par l'huile.

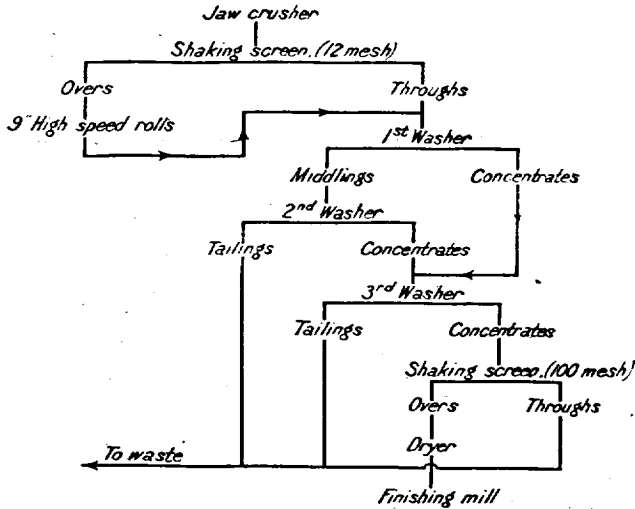


Figure 31. Diagramme illustrant le système Simplex, de flottage par l'huile, installé dans une usine de l'Alabama.

Les figures 31 et 32 font voir une installation "Simplex" et la coupe d'une laverie "Simplex". Bien que nous n'ayons pas de renseignements relativement aux produits réalisés, au prix de revient, etc., on prétend que ce système a effectué une concentration satisfaisante.

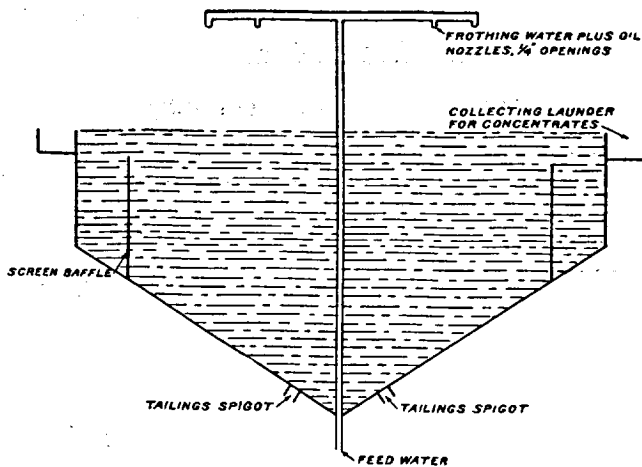


Figure 32. Coupe verticale d'un laveuse Simplex: non dessinée à l'échelle. Le laveuse est de forme elliptique et mesure environ 6 pieds sur 3½. (United States Bureau of Mines.)

Système "K and K"

En 1918, il y avait une usine en Pensylvanie qui projetait une installation de ce système de flottage par l'huile, mais nous ne possédons pas d'autres détails.

Flottage par tension superficielle ou par pellicule

Ce système de concentration repose sur la propriété qu'ont certaines particules minérales laminaires de flotter à la surface de l'eau par tension superficielle sans qu'on ajoute de l'huile. Cette méthode de concentration a été employée dans un grand nombre d'usines de l'Alabama et est bornée à l'usage des usines de cet Etat à l'époque actuelle, bien qu'on ait tenté des essais de concentration d'une nature semblable dans des usines canadiennes il y a plusieurs années passées.

Ce procédé a le mérite d'être relativement bon marché; l'outillage n'est pas compliqué et comporte peu d'appareils susceptibles d'usure ou de se détraquer. Le pourcentage de récupération par ce système n'est cependant pas très satisfaisant puisqu'il n'est probablement que de 40 à 50 p.c. du graphite contenu dans le minerai. Il est difficile d'arriver à des chiffres exacts, car il y a peu d'usines qui tiennent compte du graphite contenu dans la matière à traiter et, pour une raison ou pour une autre, certaines usines obtiennent une meilleure récupération par ce système que certaines autres. On prétend que la moyenne du degré de concentration obtenue est d'environ 65 p.c. de graphite.

Il y a divers types de laveurs c'est-à-dire de réservoirs dans lesquels se fait la concentration. Celui qui est le plus généralement employé et le plus ancien, est le laveur Munroe, ou, ainsi qu'il est ordinairement appelé dans l'Alabama le "Ashland Wet Box". C'est un réservoir rectangulaire (figure 33) au-dessus duquel est placé un cylindre alimentateur d'où le minerai s'échappe sur une plaque épandeuse. Une chicane suspendue un peu en avant du point d'arrivée

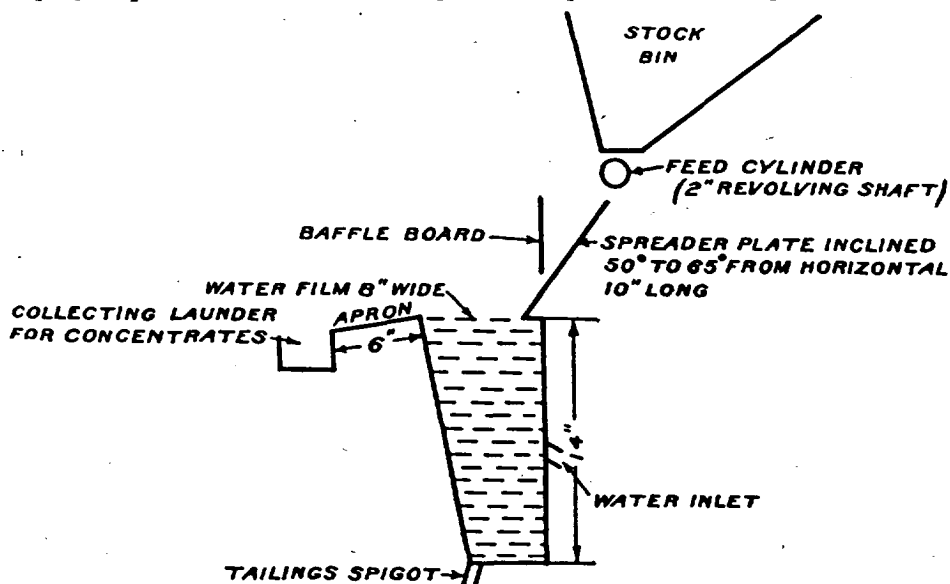


Figure 33. Coupe verticale du premier laveur Munroe. Ces laveurs sont construits en appareils de 4 pieds de long, placés bout à bout et dos à dos. Le dessin n'est pas à l'échelle, les dimensions indiquées sont approximatives. (United States Bureau of Mines.)

du minerai sur l'épandeur a pour effet de faire écouler doucement la matière sur la surface de l'eau. Au contact avec l'eau, les plus lourdes particules de gangue tombent au fond du réservoir et sont évacuées par l'orifice de sortie des tailings, tandis que le graphite avec une certaine quantité de fine poussière de gangue, surnage et s'en va dans le labyrinthe collecteur. Ces appareils laveurs ont une longueur de 4 pieds et sont placés bout à bout et dos à dos.

Ce qu'on appelle le laveur New-Munro est représenté à la figure 34. Il consiste en un réservoir circulaire dans lequel l'eau d'alimentation est introduite

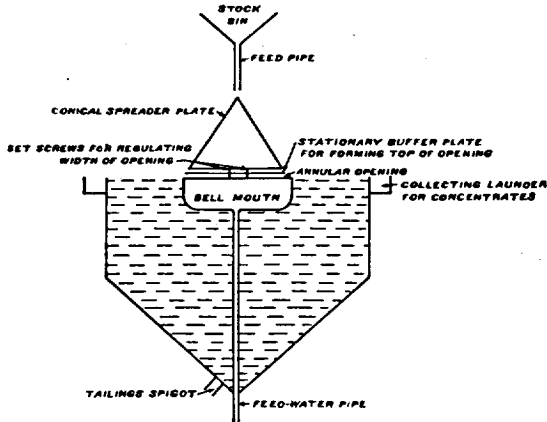


Figure 34. Coupe verticale d'un laveur New Munro; non à l'échelle. Le laveur est circulaire et son diamètre est d'environ de 42 à 48 pouces; la pellicule d'eau est d'environ 12 pouces de largeur. (United States Bureau of Mines.)

par un tuyau vertical se terminant en entonnoir, dont la lèvre est au même niveau que la surface de l'eau dans le laveur. Un peu au-dessus de l'entonnoir est fixée une plaque fixe qui sert à empêcher la matière de pénétrer dans le tuyau d'alimentation ce qui pourrait l'engorger. La distance entre cette plaque et la lèvre de l'entonnoir peut être réglée par des vis d'arrêt, ce qui permet d'augmenter ou de diminuer la grandeur de l'ouverture annulaire à travers laquelle s'écoule l'eau d'alimentation. Le minerai tombe sur la surface de l'eau par-dessus l'épandeur conique, et le graphite est transporté par dessus la lèvre du réservoir jusque dans le labyrinthe des concentrés par le courant radiant de l'eau d'alimentation.

Un troisième type de laveur qui est d'un usage courant dans les usines de l'Alabama, c'est le Colmer. Il est également de forme circulaire et ressemble beaucoup au précédent quant à sa construction. Cependant le minerai, dans ce cas, est répandu sur la surface de l'eau au moyen d'un disque rotatif dont la surface est ondulée (figure 35). L'orifice d'arrivée de l'eau d'alimentation est également situé près du fond du réservoir au lieu d'être à la surface. Le diamètre du laveur est d'environ 3 pieds $\frac{1}{2}$ ce qui donne une pellicule d'eau d'environ 9 pouces au lieu de 12 pouces dans le New Munro. Le disque rotatif sert à distribuer les particules de minerai sur la surface de l'eau avec un lancement tangentiel de façon à atténuer leur tendance à briser la pellicule de surface. Il y a des exploitants qui prétendent que l'on obtient des meilleurs concentrés en laissant le disque fixe au lieu de le faire tourner, de sorte que la supériorité de ce type de laveur sur le "wet box" ordinaire ne paraît pas très prononcée.

L'inconvénient de ces appareils laveurs comme d'ailleurs de tout système de flottage sur pellicule est que le minerai a besoin d'être complètement sec avant d'être distribué sur la pellicule d'eau. Des séchoirs rotatifs à chaleur directe sont

généralement employés dans l'Alabama et le minerai est séché soit après avoir subi un broyage préliminaire à environ $\frac{3}{8}$ de pouce, soit, comme cela se pratique plus communément, après tamisage à 8-12 mesh, le calibre du minerai distribué aux laveurs. On se sert de bois combustible, la consommation étant trois cordes par séchoir toutes les 24 heures. Le prix du bois de corde livré aux usines dans le district d'Ashland est d'environ \$2.35 la corde.

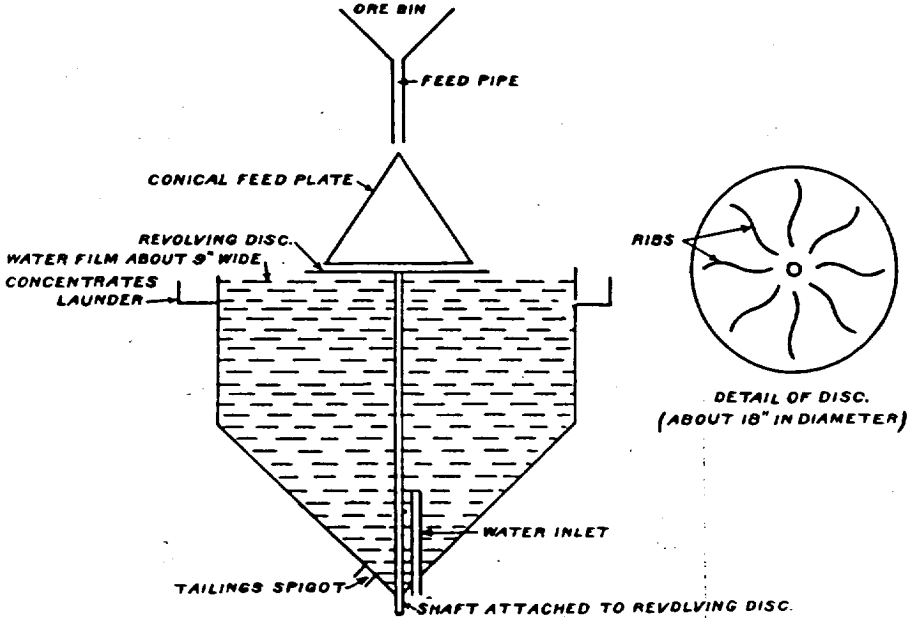


Figure 35. Coupe verticale d'un laveur Colmer (non dessiné à l'échelle). Le laveur a environ 3 pieds de diamètre. (United States Bureau of Mines.)

On dit que la teneur en graphite des concentrés obtenus dans trois usines du district d'Ashland faisant usage des types de laveries ci-dessus oscillait entre 05 et 08 p.c., le minerai traité contenant 2.5 à 3 p.c.

Les minerais de graphite de l'Alabama se prêtent particulièrement bien à cette méthode de concentration, les lames étant minces et légères et, grâce à la nature décomposée du minerai, se détachent facilement des particules de gangue.

On trouvera aux pages suivantes les diagrammes de traitement de trois usines de l'Alabama, pratiquant le flottage sur pellicule. Dans le cas de l'installation, figure 36, le prix de revient par livre de graphite, de toutes les catégories produites durant l'année 1917, était de 4.89 cents. Le minerai contenait environ 3 p.c. de graphite et coûtait 20 cents par tonne livrée à l'usine. Sur un total de 31,278 tonnes de minerai broyé, 1,222,282 livres de graphite de toutes les catégories furent récupérées. Cela représente un pourcentage de récupération de 65 p.c. en comptant, pour le tout venant de la mine, une proportion moyenne de 3 p.c. Le total ci-dessus se compose comme suit:

N° 1 flake, 87 p.c. carbone, 656,100 livres ou 53.7 p.c.
 N° 2 flake, 82 p.c. carbone, 150,380 livres ou 12.3 p.c.
 Poussière, 42 p.c. carbone, 415,802 livres ou 34.7 p.c.

1,222,282 livres ou 100.0 p.c.

D'après les renseignements fournis par l'administration, l'installation, (figure 37), traite un minerai de 3 p.c. et obtient une récupération de 60 p.c. du graphite contenu dans le minerai. L'usine a une capacité de 150 tonnes de minerai par 24 heures et emploie 11 hommes à chaque relève. Le minerai est distribué

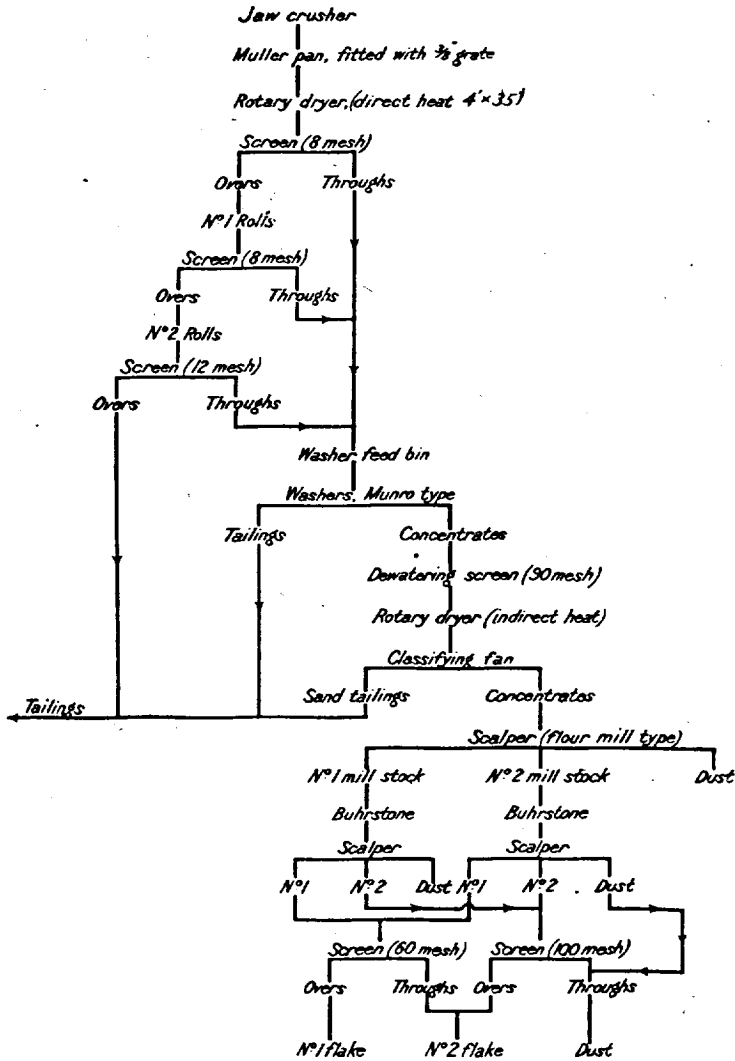


Figure 36. Diagramme d'une installation de concentration par tension superficielle utilisant des laveurs Munro dans une usine de l'Alabama.

à l'usine de broyage pour 20 cents par tonne, et le prix de revient de production du graphite fini de toutes les catégories est en moyenne de 4 cents $\frac{1}{2}$ par livre. La proportion des différentes catégories est comme suit:

N° 1 flake, 90 p.c. carbone, 60 p.c.

N° flake, 85 p.c. carbone, 20 p.c.

Poussière (dust), 44 p.c. carbone, 20 p.c.

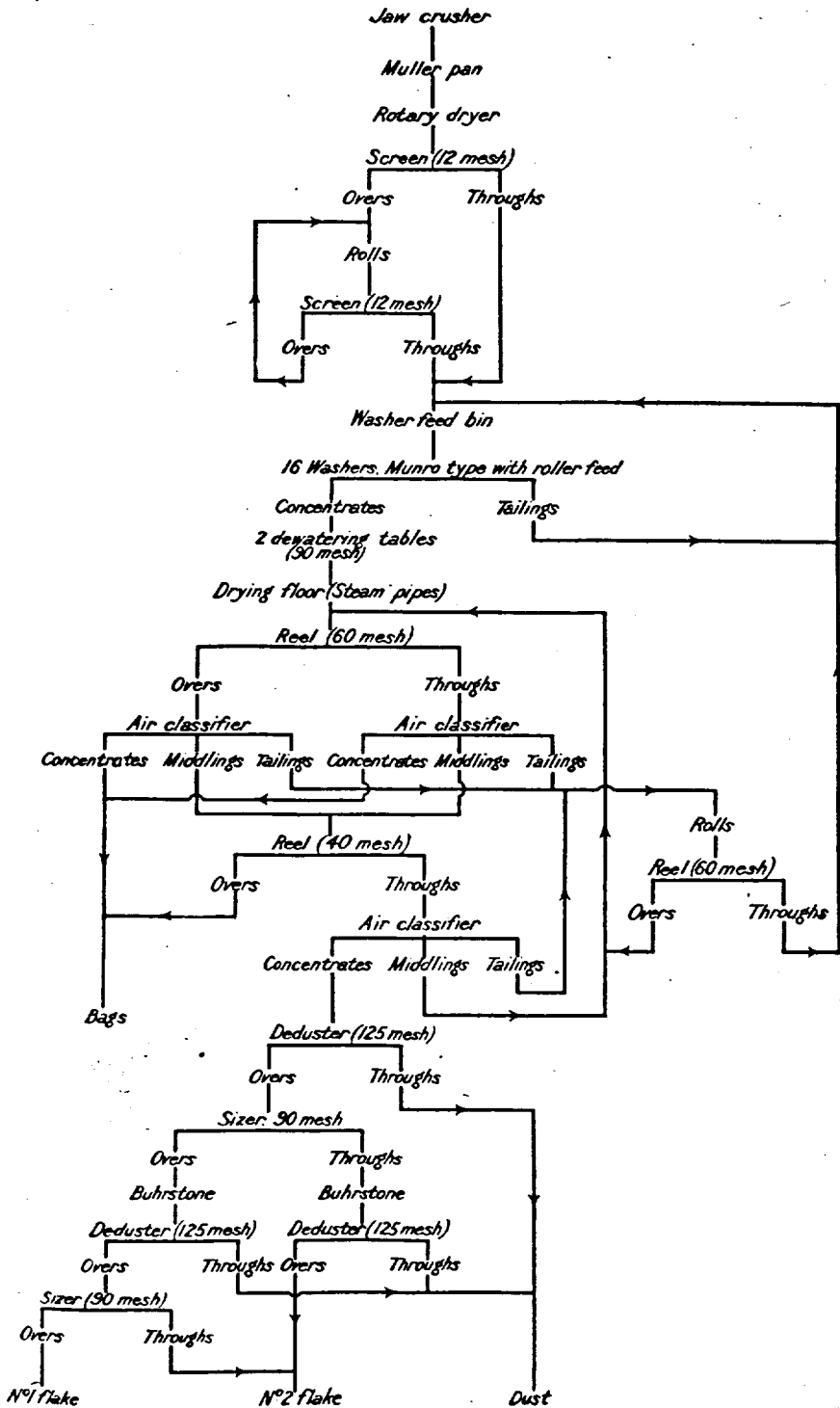


Figure 37. Diagramme d'une installation de concentration par tension superficielle, utilisant les laveurs Munro dans une usine de l'Alabama.

Il n'y a-guère que le 50 p.c. du total des concentrés fabriqués qui passe aux pierres meulières.

Cette usine, comme d'ailleurs presque toutes celles du gisement de l'Alabama se sert d'électricité comme force motrice, ce qui lui coûte 3 cents par K.W.H., jusqu'à une consommation minima, et 0.6 par K.W.H., au-dessus de cela; soit \$33 par H.P., an. L'usine est munie de 3 moteurs de 100, 75 et 50 H.P., respectivement, qui commandent la machinerie de l'usine, la pompe, le système d'éclairage et le système d'extraction du puits à l'usine.

Dans une autre usine du même district outillée de la même manière que la précédente, mais utilisant, en plus, le séparateur par l'air décrit précédemment, pour éliminer les fortes particules de gangue dans la matière destinée aux laveurs, les quantités suivantes de graphite de diverses catégories furent obtenues à partir d'un total de 123,950 livres de concentrés tenant 65.5 p.c. de carbone.

N° 1 flake, 92.8 p.c. carbone, 62,850 livres ou 50.7 p.c.
 Special dust, 60 p.c. carbone, 11,600 livres ou 9.4 p.c.
 Regular dust, 30 p.c. carbone, 49,500 livres ou 39.9 p.c.

123,950 livres ou 100.0 p.c.

A l'usine dont l'installation apparaît à la figure 38, on prétend que les concentrés provenant des laveries Colmer tenaient 75-80 p.c. de carbone et que le n° 1 flake allait jusqu'à 92 p.c. Cette usine a une capacité de 100 tonnes de minerai par 10 heures et emploie 10 ouvriers.

Bien que la concentration du graphite par tension superficielle ou flottage sur pellicule soit limitée, à l'heure actuelle, à la région de l'Alabama, il est à signaler que cette méthode fut pratiquée dans les usines du district de Buckingham au Canada, dès l'année 1901. Au cours de cette année-là, H. P. Brumell, de Buckingham, fit breveter une invention¹ (Brumell's wet box) qui est à tous les points de vue identique au type de laverie Munro actuellement en usage dans l'Alabama. L'appareil fut installé dans diverses usines du district de Buckingham et l'on dit qu'il a donné une concentration satisfaisante. Le fait que les minerais canadiens contiennent une forte proportion de mica est peut-être la cause de la disparition de cet appareil.

On poursuit des expériences actuellement au Department of Mining Engineering de l'Université de Toronto, avec un système de flottage sur pellicule dans lequel une petite quantité de pétrole est ajoutée au minerai et distribué au laveur à l'état humide².

Nous donnons ci-après les résultats d'analyses³ pratiquées sur trois catégories de produits sortant d'une usine dans le district de Buckingham (Québec) qui emploie les "wet boxes" type Brumell, pour la concentration, les concentrés étant ensuite nettoyés au moyen de pierres meulières.

	N° 1	N° 2	Poussière
Carbone.....	93.87	91.77	71.82
Silice.....	3.01	4.11	15.80
Alumine.....	1.33	1.93	7.64
Protoxyde de fer.....	1.35	1.74	3.10
Alcalis.....	0.20	0.10	0.64
Chaux.....	.24	0.30	1.00
	100.00	100.00	100.00

¹ Brevet des Etats-Unis n° 678,860, 23 juillet 1901.

² Preliminary Report of an investigation into the Concentration of Graphite from some Ontario Ores, Can. Min. Journ., 26 mars 1919, p. 189-97.

³ Analystes: Dunstan, Birmingham, Angleterre.

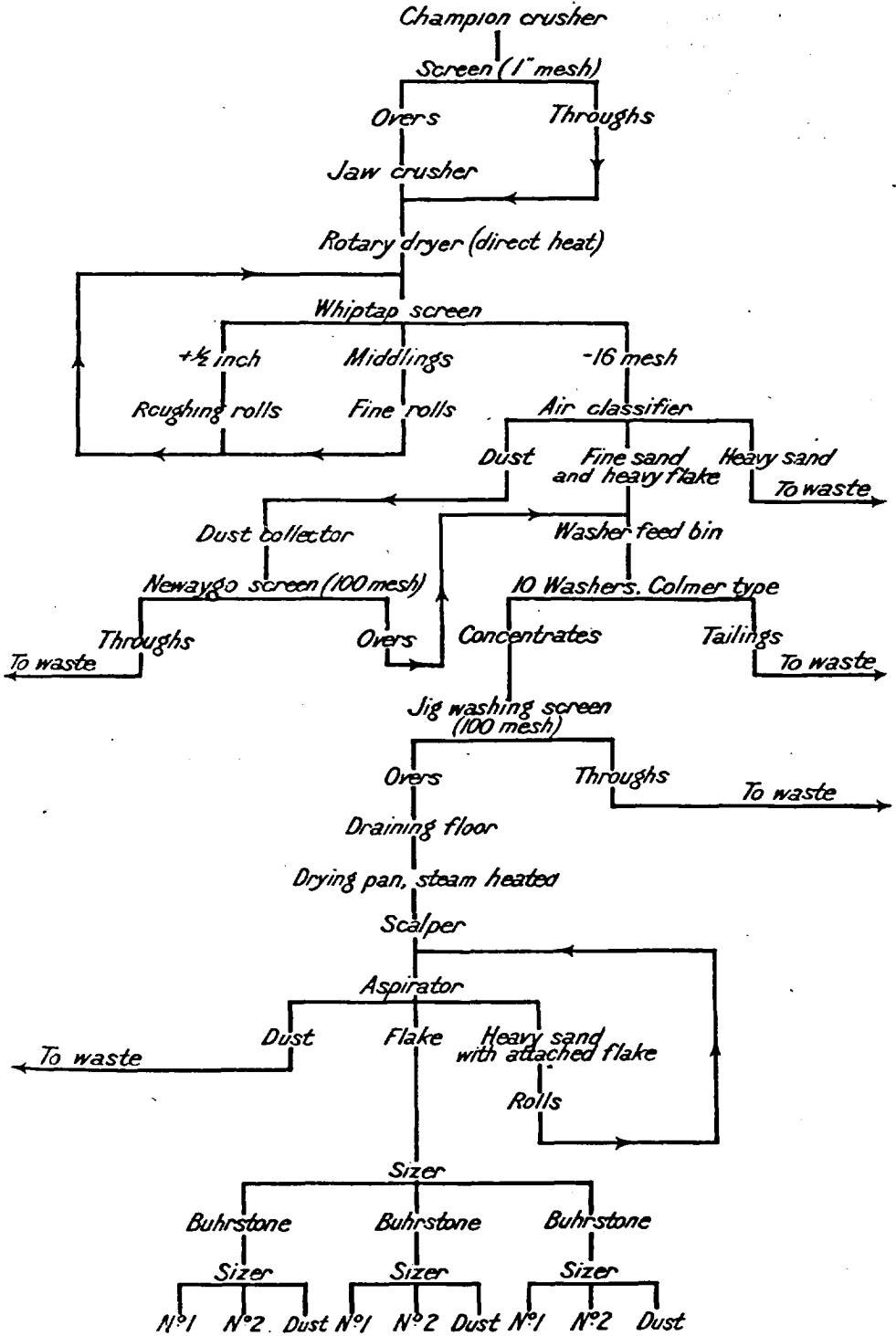


Figure 33. Diagramme d'une installation de flottage par tension superficielle utilisant les laveurs Colmer dans une usine de l'Alabama.

Composition de la cendre calculée d'après l'analyse précédente:

Silice	51.88
Alumine.	23.79
Protoxyde de fer	17.68
Alcalis	2.91
Chaux	3.74

100.00

SYSTÈMES DIVERS

Un système modifié de flottage sur pellicule a été dernièrement installé dans plusieurs usines canadiennes. Les détails de fonctionnement de ce procédé n'ont pas été révélés et son succès n'a pas encore été proclamé. Il paraît que le minerai est broyé dans un moulin à boulets avec l'addition d'une petite quantité de pétrole. La pulpe est ensuite classée par un appareil breveté et tombe sur la surface de l'eau dans un laveur ou bac, les lames de graphite étant emportées par dessus la lèvre et la gangue allant au fond. On prétend que, de cette façon, le concentré obtenu est d'une très grande pureté.

Un système de concentration que l'on croit avoir été très répandu en Allemagne est celui introduit en 1903 dans les usines de graphite du district de Passau en Bavière. Ce procédé breveté par H. Putz, consistait à mélanger le graphite brut avec du pétrole et de l'eau dans la proportion d'une partie d'huile pour 2 à 3 parties d'eau, le mélange étant effectué dans un moulin du type à meules ou entre des cylindres. Après un broyage suffisant, le mélange de graphite et d'huile passait à un cylindre contenant une plus forte quantité d'huile et l'eau dans lequel il était travaillé à fond, les lames de graphite se séparant du sable et de l'argile et restant à la surface, tandis que la gangue allait au fond et était enlevée à travers une ouverture dans le cylindre. Le graphite se déversant avec le trop plein à partir du cylindre était recueilli dans un réservoir dans lequel était fixé un tamis métallique à environ 6 pouces au-dessous de la surface de l'eau. Le but de ce tamis était de recueillir les petits agrégats de lames de graphite que la tension superficielle ne suffisait pas à tenir en suspension. En agitant le liquide ces agrégats se désagrégeaient et les lames qui le composaient remontaient à la surface. La pulpe de graphite qui restait dans le cylindre était attirée dans un réservoir de même nature. En répétant ce procédé, un nombre de fois suffisante, suivant la nature du minerai, on obtenait un produit extrêmement pur. Les plus grosses particules de sable auxquelles souvent du graphite restait attaché étaient tamisées d'avec les taillings et renvoyées au circuit. Le graphite était d'abord débarrassé de l'huile au moyen d'un sac-filtre ou d'un récipient métallique à fines mailles suspendu dans l'eau, après quoi le graphite passait à une presse pour éliminer l'eau, l'huile qui restait étant ensuite éliminée par distillation. Le procédé en question était destiné à traiter plus particulièrement les graphites tendres, plutôt terreux, mais par une série de modifications comportant surtout un broyage préliminaire dans des broyeurs à meules, a pu être adapté également à l'usage du gneiss graphitique non altéré du district. Dans le procédé ci-dessus, on n'a pas essayé de former une écume comme dans les systèmes modernes de flottage par l'huile proprement dits, la séparation du graphite d'avec la gangue étant effectuée en enduisant la matière d'huile.

Un système de nettoyage du graphite semblable à celui que nous venons de décrire a été en usage pendant quelques années dans un petit établissement près de Chester Springs (Pennsylvanie). La matière à nettoyer se composait principalement d'un graphite pauvre, en poussière, provenant des fabriques de creusets et usines de graphite.

L'efficacité du pétrole ou autres huiles minérales dans tout procédé humide de concentration de graphite a depuis longtemps été reconnu et, bien souvent, on y ajoute des petites quantités de ces huiles au graphite et à la pulpe d'eau à certaine phase du procédé de concentration employé, ce qui, bien souvent, augmente sensiblement la récupération. De fait, il y a des installations qui doivent la réussite de leurs opérations à l'addition de l'huile dans leur procédé. Dans des cas pareils, cependant, la quantité d'huile ajoutée était si minime qu'il n'était pas nécessaire d'en débarrasser le produit fini par l'action de la chaleur ou autres moyens spéciaux; il suffisait de laver les concentrés sur des aspes avec de l'eau soit chaude soit froide.

Un bon moyen de convertir les fins ou slimes de graphite résultant inévitablement de presque tout procédé de broyage et de concentration, en produit utile pour creusets, lubrifiants, etc., a été également imaginé par H. Putz, et a été adopté avec succès, à ce que l'on dit, dans le district de Passau. Un grand nombre de graphites de cette région ne pourraient pas être traités par le procédé à l'huile précité, à cause de la finesse des lames dont une bonne partie passaient au travers des tamis, soit avec ou sans addition de quelque substance agglomérante telle que poix pulvérisée, asphalte, paraffine, etc. La matière peut être chauffée ou non chauffée suivant qu'il y a besoin. Comme résultat de ce procédé¹ les fines lames sont pressées en de plus gros morceaux et ceux-ci sont alors brisés et classés par tamisage. Plus les morceaux sont compacts, c'est-à-dire plus la pression exercée par les cylindres est forte, plus le produit sera réfractaire. On prétend que même le graphite amorphe peut être converti en produit marchand par ce moyen. Il est permis de douter cependant que cette catégorie de produit peut être aussi satisfaisante dans la fabrication des creusets que les lames de graphite naturelles, et la matière brute devra de toute façon subir une opération de nettoyage pour éliminer les impuretés qui se trouvent presque invariablement dans les graphites naturels.

Des travaux d'expérimentation ont été faits dernièrement sur le briquetage des graphites en lames par R. T. Stull et H. G. Schurecht, du bureau des Mines des Etats-Unis². Au cours de ces expériences, on a essayé de convertir du graphite en lames de l'Alabama en forme granulaire, en l'agglomérant avec du goudron, et en tamisant. On espérait ainsi obtenir une matière plus dense qui se rapprocherait de la plombagine de Ceylan et pourrait remplacer celle-ci pour la fabrication des creusets. Diverses proportions d'agglomérants goudronneux furent employées et le briquetage fut fait sous différentes pressions. En essayant le graphite ainsi préparé dans les pâtes à creusets à côté du graphite ordinaire en lames de l'Alabama, et de la plombagine de Ceylan, on a trouvé que les meilleurs creusets, au point de vue du moulage étaient fabriqués avec le graphite préparé. Pour l'usage des fonderies, cependant, il est prouvé que les creusets fabriqués de graphite laminaire naturel donnent un meilleur service que les pots de graphite préparé, et l'on a trouvé que tous les deux étaient supérieurs aux creusets en véritable plombagine de Ceylan. Les investigateurs disent à propos de ces expériences, que les résultats sont intéressants mais non concluants, puisque quatre seulement des creusets faits de chaque mélange furent essayés.

PURIFICATION DES CONCENTRÉS DE GRAPHITE.

On a trouvé impraticable par la plupart des méthodes employées jusqu'ici, de relever la teneur en carbone des concentrés de graphite à beaucoup plus de

¹ Brevet allemand, n° 161,722.

² Journ. Amer. Ceramic Soc., 19 mai 1919, p. 391-9; aussi mai 1919, p. 208.

60-70 p.c., et il a fallu raffiner ou finir les concentrés dans le but de séparer autant que possible le 20 à 30 p.c. de gangue dans les grosses lames et le concentrer dans le fin produit en poussière. On a ainsi pris l'habitude de considérer le procédé de broyage comme étant divisé en deux étapes: la concentration, par laquelle une élimination progressive de la gangue est effectuée; et le finissage dans lequel il ne se fait plus d'élimination de gangue, mais qui en concentre le plus possible dans les fins. Plusieurs des diagrammes de traitement donnés aux pages précédentes comprennent à la fois la concentration et le finissage.

De récentes améliorations dans le procédé de concentration par l'huile indiquent la possibilité de produire des concentrés suffisamment riches en carbone pour n'avoir pas besoin d'autre nettoyage; de sorte, que dans ce cas, on peut considérer le finissage comme éliminé. Il en est de même dans certains cas où l'on se sert de séparateurs électrostatiques, puisque ces machines sont véritablement des concentrateurs et fonctionnent en éliminant mécaniquement la gangue mélangée au graphite; avec certains minerais, particulièrement ceux qui sont altérés, les concentrés obtenus peuvent être suffisamment propres pour être livrés au commerce, sans avoir à subir de finissage.

Pour le raffinage, les concentrés doivent être secs et, lorsqu'on emploie des méthodes humides de concentration, il faut un système de séchage quelconque. On se sert ordinairement du type de sécheur rotatif agissant par la chaleur directe. L'avantage de cette machine est d'avoir une grande capacité, et comme elle est automatique elle évite toute manutention des concentrés. Dans certaines usines on se sert de terrines de séchage chauffées par des tuyaux à vapeur. Dans une usine du Québec les concentrés sont jetés à la pelle sur des plateaux qui sont placés en rang dans un châssis en acier lequel est voituré, dans une chambre de séchage.

Avant le séchage, on fait ordinairement disparaître le trop plein d'eau. Dans les usines de la Pensylvanie et de l'Alabama, cela se pratique en faisant passer la matière sur des tamis égoutteurs et en laissant accumuler les refus des aspes laveurs sur des aires de ciment inclinées où l'eau s'égoutte automatiquement. Dans une usine de l'Ontario où l'on fait la concentration sur tables inclinées, les slimes contenues dans le trop-plein sont égouttés dans un filtre-presse. Il y a dans l'Alabama une usine pratiquant le flottage par huile, qui emploie un filtre Oliver conjointement avec un épaisseur Dorr, pour débarrasser de l'eau les concentrés provenant des bacs les plus propres. Dans une usine du Québec on se sert d'un filtre par le vide.

La méthode la plus répandue pour le finissage des concentrés de graphite est de les passer sous la pierre meulière puis au tamis. Au lieu de pierres meulières on emploie souvent des cylindres à polir très resserrés. Le but des meules et des cylindres est le même, c'est-à-dire de soumettre les lames de graphite à une pression suffisante pour pulvériser la gangue fine comprise entre les lames, de même que pour éliminer toute particule de gangue qui s'y trouverait mécaniquement mêlée. Avec les meules, il faut faire bien attention de placer les pierres à l'intervalle voulu pour pulvériser la gangue et, en même temps, éviter de briser inconsidérément les lames de graphite. Les broyeurs à meules sont du type horizontal et, ordinairement, c'est la meule inférieure qui tourne. De cette façon, il n'y a que les particules gréseuses qui sont brisées tandis que les lames de graphite passent à travers sans être soumises au poids de la meule supérieure. Les meules sont très peu dressées n'ayant relativement que peu de sillons lesquels sont peu profonds.

Les cylindres à polir sont employés au lieu de meules en peu de cas, mais leur usage est à peu près restreint aux usines canadiennes. Les cylindres utilisés sont du même type que ceux représentés à la planche XXXI. Il y a une

usine dans le Québec qui emploie un polisseur Seck de fabrication allemande. (Planche XXXVII).

Après avoir passé par les meules ou cylindres, le produit est tamisé ordinairement sur des tamis de 90 et 150-mesh lesquels fournissent les trois catégories commerciales de graphite: n° 1 flake (+90 mesh); n° 2 flake (-90 +150 mesh); et la poussière de graphite (-150 mesh).

SOMMAIRE

Bien que le maximum d'extraction et la pureté du produit fin constitue les conditions les plus essentielles pour le succès des opérations dans une usine de graphite, un facteur d'égale importance est la proportion de graphite récupéré sous forme de n° 1 flake (+90 mesh).

Dans presque toutes les méthodes mécaniques de traitement, la forte teneur en carbone et la grosse taille des lames sont concomittants dans certaines limites; c'est-à-dire, après que le broyage a été poussé assez loin pour libérer les grosses lames d'avec la gangue qui s'y trouve attachée.

Un grand nombre des procédés en usage jusqu'à présent ont réussi à donner des produits fins d'une pureté satisfaisante, seulement au détriment de l'extraction. Les difficultés que comporte la concentration du graphite peuvent être estimées jusqu'à un certain point d'après les diagrammes de traitement donnés aux pages précédentes qui font voir la variété des méthodes qui ont été employées dans les diverses usines. A l'exception du flottage par l'huile il y a peu de ces méthodes, s'il en existe, qui aient toujours réussi à produire des concentrés donnant à l'analyse plus de 60 à 65 p.c. de carbone avec une extraction de beaucoup plus de 50 p.c.

Nous citerons à ce propos les données¹ suivantes pour faire voir la moyenne des résultats obtenus dans les usines de l'Alabama durant l'année 1918:—

Matériaux	Pour-cent de carbone	Poids, livres	Poids × pour cent	Récupération ou perte pour cent
N° 1 flake.....	87	19	1,653	33.06
N° 2 flake.....	77	5	385	7.70
Poussière.....	30	3	90	1.80
Total.....		27	2,128	42.56
Tails, par différence.....	1.46	1,973	2,872	57.44
Minerai brut.....	2.5	2,000	5,000	100.00

Parmi les considérations importantes à noter relativement au traitement des minerais de graphite, sont celles qui suivent:

(a) La soumission du minerai au plus faible degré de grossier broyage suivant le maximum d'extraction des grosses lames. Le choix de l'appareil de broyage s'adaptant le mieux à tel minerai en particulier est une chose importante. Ce résultat est obtenu par le broyage humide dans des moulins à boulets, bocards, broyeur à meules, etc., en permettant aux lames de surnager dès qu'elles sont libérées.

(b) Séparation après broyages successifs, des plus grosses lames d'avec les particules de gangue, afin d'empêcher celles-ci de couper et détruire les lames durant leur passage dans la machine suivante.

¹Dub. G.D., op. cit., p. 11.

(c) Elimination de la fine poussière ou des slimes dans la matière broyée aussitôt qu'ils se produisent. Les fines particules de gangue ont une tendance à être foulées dans les lames par les machines de broyage, formant ce qui s'appelle des crêpes (pancakes).

PURIFICATION CHIMIQUE DU GRAPHITE.

Bien que la purification du graphite à un degré de pureté suffisant pour la plupart des besoins du commerce (90 p.c. de carbone) puisse s'obtenir par des moyens mécaniques, l'élimination complète des impuretés minérales qui se présentent souvent dans un état finement divisé, tels que silice et sulfures et oxydes de fer ne peut s'effectuer que par un traitement chimique. Ces substances apparaissent souvent à un état de finesse microscopique, étroitement enchevêtrées avec le graphite et, ainsi, ne peuvent pas être enlevées sans réduire les lames en poudre; et, sous cette forme, le graphite perd une bonne partie de sa valeur pour la fabrication des creusets et des lubrifiants. Il est désirable, cependant, pour certains usages, d'avoir un graphite extrêmement pur même au détriment de la grosseur des lames, et à cette fin un certain nombre de méthodes de purification chimique ont été proposées et, dans certains cas, appliquées dans la pratique commerciale. L'avènement du graphite de commerce à bon marché que l'on arrive à produire avec un degré de pureté se rapprochant du carbone pur, a, dans une large mesure, dispensé l'exploitant de la nécessité de raffiner chimiquement le graphite naturel; mais les détails suivants sur les plus importantes méthodes qui ont été inventées pour ce traitement chimique ne seront pas sans intérêt. On ne peut pas appliquer le même procédé à tous les graphites, car les impuretés présentes varient considérablement avec les différents minerais.

Schlössel traite le graphite avec l'acide chlorhydrique, suivi de soude caustique, puis il chauffe avec du carbonate de soude et lave à l'eau chaude. Le traitement à la soude caustique semblerait être superflu et l'acide chlorhydrique, pourrait être employée plus avantageusement à la fin de l'opération qu'au commencement.

Winkler mélangeait du graphite finement pulvérisé avec un mélange de parties égales de carbonate de soude calciné et de soufre, et chauffait au rouge dans un creuset jusqu'à ce que tout le soufre fut brûlé. Il faisait ensuite bouillir la masse refroidie dans l'eau et lavait par décantation, le résidu étant traité avec de l'acide chlorhydrique étendu d'eau lequel fit disparaître le fer qui était présent. Après lavage, le résidu était mis en feu et la silice supprimée en faisant bouillir dans une solution de soude caustique.

Le procédé de Brodine, dont il a été question précédemment¹, peut être mentionné ici, bien que son but principal fût de produire un graphite très finement divisé plutôt qu'un graphite particulièrement pur. Le graphite en poudre est mélangé avec un quatorzième de son poids de chlorate de potasse et brassé dans une bassine en fer avec une quantité d'acide sulfurique concentrée d'un poids égal à deux fois celui du graphite. Le tout est ensuite chauffé dans un bain d'eau jusqu'à ce que l'action cesse. Après refroidissement, le résidu est lavé à l'eau, séché et chauffé au rouge, sur quoi le graphite gonfle et se désagrège en une poudre extrêmement fine. Cette poudre peut ensuite être nettoyée davantage par élutriation, ce procédé est particulièrement adapté au graphite de Ceylan. Si la matière contient des silicates en quantité quelconque, on ajoute au mélange du fluorure de soude et la silice disparaît comme fluorure.

Pritchard prend 18 parties de graphite, au poids, une partie de chlorate de potasse, et 36 parties d'acide sulfurique concentré, fait chauffer ce mélange

¹ Voir p. 7.

jusqu'à ce que toute vapeur chlorurée se soit dégagée, déverse le restant d'acide et ajoute au graphite une faible quantité de fluorure de soude. La matière est ensuite lavée et chauffée au rouge.

Brochadon prend du graphite finement pulvérisé, le fond avec du carbonate de soude, lave avec de l'eau, puis avec de l'acide chlorhydrique et encore avec de l'eau. Après séchage, il obtient un graphite tendre en poudre lequel une fois humecté peut être pressé en blocs par pression hydraulique. Ces blocs ont tous l'apparence, la dureté, etc., du graphite naturel, mais possèdent une conductibilité électrique 18 fois plus forte que celle du graphite naturel.

Le procédé qui fut essentiellement précurseur de la méthode moderne du flottage par l'huile et qui par conséquent devrait être plus proprement classé comme procédé mécanique fut breveté par Bessell Bros., en Allemagne, en 1887. Ils mélangeaient du graphite avec de 1 à 10 p.c. d'une substance organique, tel que le pétrole, la benzine, la graisse ou la cire, et brassaient le mélange dans de l'eau à 30°-40° C. Un courant de gaz était ensuite engendré dans la pulpe en ajoutant de la craie ou autre substance et en introduisant un acide dilué. Les particules de graphite étaient ainsi amenées à la surface tandis que les impuretés allaient au fond. Un graphite contenant 40 p.c. de carbone pouvait être purifié jusqu'à 90 p.c. au moyen de ce procédé.

Le procédé de Luzi pour la purification consistait à humecter le graphite avec de l'acide azotique concentrée et mettre en feu. Alors le graphite se sépare en lames minces de formes curieusement vermiculées (voir p. 7), et les impuretés qui sont entre les lames sont libérées et peuvent tout de suite s'enlever par lavage. Le chauffage s'effectue dans des cornues et l'acide est récupéré. Le graphite obtenu par ce procédé est remarquablement plastique et peut être facilement pressé en blocs ou en plaques.

Un procédé commercialement utilisé par Douglas Bros., en Allemagne, dans ces dernières années, consiste à traiter le graphite avec une solution aqueuse d'acide hydrofluorique convertissant ainsi les impuretés minérales accessoires en fluorures. Ces fluorures sont ensuite enlevés par l'addition de bisulphate de soude qui les convertit en sels solubles dans l'eau, puis on lave avec de l'eau.

CHAPITRE VI

GRAPHITE ARTIFICIEL

Le graphite se fabrique commercialement sur une grande échelle par la Acheson Graphite Company, de Niagara Falls et Buffalo. La première découverte que l'on pouvait produire du graphite au four électrique fut faite au cours de certaines expériences sur l'effet d'une température très élevée sur le carborundum. On a trouvé que le carborundum se décompose à environ 7,500° F, le silicium étant vaporisé et le carbone laissé de côté. Un procédé fut finalement élaboré pour fabriquer du graphite à partir du charbon anthracite. Le charbon en poudre est chauffé pendant quelques heures dans un four et le carbone est tout d'abord converti en carbures des divers constituants de la cendre. En portant la température encore plus haute, ces carbures sont décomposés et le silicium, le fer et l'aluminium vaporisés, le résidu étant un graphite libre de toute trace de carbone amorphe. La pureté du graphite dépend de la température atteinte dans le four. En sortant du four, le graphite est broyé aux divers degrés de finesse exigé par les différents usages auxquels il est destiné. Dans certain cas il est flotté à l'air et, pour produire des compositions lubrifiantes de haute teneur, il est défloculé (voir plus loin).

Nous empruntons les détails suivants sur les méthodes de fabrication et les propriétés du graphite artificiel d'Acheson, à un mémoire du Dr Edward Acheson¹. Le premier graphite commercial fut produit en 1897, alors que furent fabriqués 162,000 livres d'électrodes en graphite. Ces électrodes furent produits par la conversion directe en graphite de tiges de carbone non graphitique, fabriquées avec un mélange de coke pétrolifère avec goudron comme agglomérant. A peu près en même temps fut entreprise la fabrication de graphite en poudre, à partir de charbon anthracite et même de déchets de charbon ou houille sèche comme matière première. Cette matière est finement broyée et placée dans le four qui est en forme d'auge longue et étroite, avec une électrode à chaque bout. Au passage du courant il se forme d'innombrables petits arcs entre les particules adjacentes et la masse devient incandescente, puis on la laisse ainsi jusqu'à ce que toutes les impuretés se soient vaporisées, le temps voulu pour cela dépendant de la pureté de la matière. La température atteinte est au voisinage de 7,500° F.

On attribue à ce graphite une pureté garantie de 99 p.c., en carbone. Pour les usages lubrifiants il est broyé à 200 mesh, et cette fine matière est encore réduite pour la mettre en suspension dans l'huile ou dans l'eau, au moyen de ce qu'on appelle le procédé de défloculation (voir p. 165). En préparant le graphite défloculé pour l'usage pratique, il est d'abord dilué dans de l'eau et le mélange est transmis dans de grands bassins de dépôt où il doit rester quatre jours. Il est ensuite décanté et passé à travers un filtre-pressé muni de draps de toile caoutchoutée. De cette façon on obtient une pâte composée d'environ 50 p.c. de graphite et 50 p.c. d'eau. Afin de remplacer l'eau par de l'huile, la pâte est soumise à un malaxeur, et l'on ajoute un peu d'huile à plusieurs reprises jusqu'à ce que, finalement, l'eau soit complètement remplacée par de l'huile. Cette

¹ Mémoire lu devant la National Gas and Gasoline Engine Trades Ass'n, à Cincinnati, le 14 juin, 1910. Publié en brochure par l'Acheson Graphite Company.

pâte de graphite et d'eau, mélangée avec du pétrole, donne le produit lubrifiant Acheson, appelé "Oildag", alors qu'un mélange d'eau avec la pâte de graphite et eau s'appelle "Aquadag".

La production combinée de graphite artificiel Acheson en 1917, aux usines de la compagnie tant américaines que canadiennes, se montait à un total de 5,785 petites tonnes. Ceci ne représente que le graphite naturel et ne comprend pas les produits graphitiques tels que les électrodes.

Le graphite artificiel ne convient pas pour la fabrication des creusets, de graphite, mais est recommandé pour beaucoup des usages auxquels s'adapte le graphite tels que lubrifiants, peintures, graphite à chaudière, ingrédient de batterie sèche, crayons, etc.

Le Dr Acheson¹ dit, en plus, pour ce qui concerne le procédé de déflocculation:

L'effet fut produit en traitant le graphite désagrégé (broyé) avec une solution de tannin, le dosage du tannin étant de six pour 100 au poids, du graphite traité. Les résultats sont beaucoup plus prononcés lorsque la masse de graphite, d'eau et de tannin a été malaxée ou mastiquée pendant un certain temps, car j'ai poursuivi continuellement ce procédé avec succès pendant une période d'un mois. J'ai également constaté que, bien que l'effet se produise d'une façon très satisfaisante avec de l'eau distillée, les eaux telles qu'elles des rivières, puits profonds, etc., sont améliorées en y ajoutant un peu d'ammoniaque. La présence d'acide carbonique dans l'eau empêchera toute déflocculation.

Si l'on agite ensemble dans une éprouvette, du graphite, une goutte d'ammoniaque et un peu d'acide gallo-tannique il restera assez du graphite en suspension dans la liqueur pour qu'il prenne une couleur noire. La majeure partie, cependant, se déposera, et pour obtenir une suspension complète de tout le graphite, il faudra faire une mastication prolongée de la matière sous forme de pâte avec l'eau et le tannin. Je constate que, une fois cette mastication effectuée, l'effet est considérablement amélioré en diluant la masse dans beaucoup d'eau et en laissant reposer pendant quelques semaines, tout en agitant de temps à autre.

Après la mastication prolongée et le temps de contact additionnel du graphite avec l'eau et le tannin, on obtient une Liqueur d'un noir intense se composant d'eau, d'un peu de tannin et de graphite; ce dernier peut être présent, en diverses quantités. Dans ces conditions, je dirais que le graphite est déflocculé, un état de subdivision beaucoup plus fin qu'il est possible d'obtenir par des moyens mécaniques et que l'on pourrait appeler moléculaire; on l'appelle, à cet état, colloïdal. J'ai constaté que cette liqueur pouvait passer au travers des papiers filtres les plus fins et que le graphite contenu reste en suspension pendant des semaines et des mois — il semble qu'il resterait indéfiniment². Un pour cent de graphite rend la liqueur tellement épaisse qu'elle ne coule que lentement à travers le papier filtre. Réduit à 0.2 de un pour cent, il passe rapidement au travers.

J'ai trouvé que l'addition d'une très petite quantité d'acide chlorhydrique fait flocculer le graphite, c'est-à-dire grouper les molécules en masses, de telle sorte qu'il ne puisse plus passer au travers du papier.

Ce graphite même après flocculation est tellement fin dans ses particules que lorsqu'il est séché en masse, il forme un corps solide. Il s'agglomère tout seul comme une motte d'argile séchée au soleil.

Pour plus de renseignements sur la technologie du graphite artificiel, voir le "Journal of the Franklin Institute", vol. CLIV, 1902, p. 321-348.

Les extraits suivants sont empruntés à une monographie³ sur le graphite artificiel par A. J. Fitzgerald, chimiste de l'International Graphite Company, Niagara Falls:

Si du carbone sous la forme dans laquelle il se présente habituellement dans la nature et dans les usages ordinaires, doit être altéré en graphite par chauffage dans un four électrique, il est tout naturel de présumer que plus la charge est

¹ Journ. Franklin Inst., vol. CLXIV, 1907, p. 376.

² Cf. Observations de C. H. Bierbaum sur les mouvements browniens dans ces sortes de liqueurs, p. 156.

³ Monographien über Angewandte Elektrochemie, vol. XV, Halle, 1914.

forte en carbone plus on obtiendra de graphite. C'est bien ce qui arriverait si le carbone était directement transformé en graphite, mais j'ai remarqué que cette transformation n'a pas lieu et que, dans la pratique, il n'est pas bon de soumettre le carbone à une très forte chaleur, car il n'en résultera qu'une petite quantité de graphite. Ce qui arrive en réalité en faisant du graphite à partir de charbon, est une transformation indirecte, consistant en une dissociation des composés du carbone avec d'autres substances (carbures). La première phase du procédé consiste donc dans la combinaison du carbone avec ces autres substances, et j'ai remarqué que la quantité de graphite obtenue est beaucoup plus forte et que l'on obtient un meilleur produit en prenant un charbon qui contient une forte quantité de matières minérales étrangères ou en mélangeant avec le charbon une certaine proportion de ces substances minérales (silice, argile, alumine, chaux, protoxyde de fer).

Les expériences d'Acheson ont démontré qu'une quantité relativement faible de substances carburantes peuvent donner lieu à la transformation d'une forte quantité de carbone dans le graphite et que cette quantité est beaucoup plus faible qu'elle a théoriquement besoin de l'être pour convertir tout le carbone en carbures. Par exemple, un charbon anthracite contenant 5-78 pour cent de cendre qui était essentiellement composée de silice, alumine et protoxyde de fer, est converti en graphite pratiquement pur ne contenant que 0.03 pour cent de cendre.

Le four utilisé est du même type que celui dont on sert pour la fabrication du carborundum, mais il est mieux que son diamètre soit un peu plus petit. Il est revêtu de carborundum comme enduit réfractaire. La charge se compose d'anthracite pulvérisé ou même de houille sèche que l'on entasse autour d'un noyau de tiges de carbone. Ces tiges sont étroitement serrées l'une contre l'autre et s'étendent sur toute la longueur du four. Ce noyau de tiges est relié à l'électrode de chaque extrémité, et son but est de servir de conducteur pour le courant dans la phase initiale de l'opération.

Une fois le four rempli de charbon, on recouvre la charge d'une couche de sable et de coke afin d'en exclure l'air.

Un four de 30 pieds de longueur et traitant une charge de 20" x 14" consommera 800 K.W.

A mesure que le charbon est graphitisé, c'est-à-dire, plus la température et la conductibilité augmente, on diminue le voltage. La longueur de temps pendant laquelle on laisse chauffer dépend du degré de pureté que l'on veut obtenir pour le graphite. Si l'on veut avoir un graphite très pur, cependant, on continue à chauffer jusqu'à ce que à peu près toutes les impuretés se soient volatilisées.

Après avoir coupé le courant, on enlève la couverture de sable et de coke et la couche de carbure exposée qui s'est formée immédiatement au-dessus du graphite. A cette phase de l'opération le four est encore chauffé à blanc. Une fois qu'il s'est suffisamment refroidi on enlève la couche de carbure et finalement on retire le graphite et on le broie pour les divers usages auxquels il est destiné.

La figure 39 montre la disposition d'un four électrique pour production du graphite.

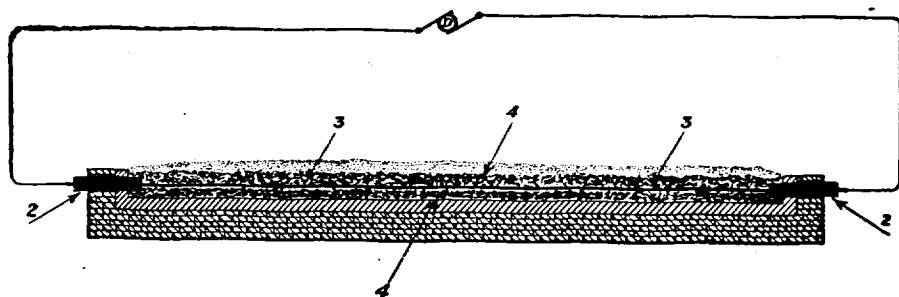


Figure 39. Coupe verticale d'un four électrique pour la production du graphite artificiel.
2, électrodes; 3, noyau de charbon en poudre; 4, mélange de charbon ou coke en poudre et de sable; D, source d'énergie.

Les électrodes sont fabriqués de la façon ordinaire, sauf que l'on ajoute à la matière une certaine quantité de substance carburante. Le coke carburé ou pétrolifère est d'abord finement pulvérisé et ensuite étroitement mélangé avec de la poix et l'on ajoute une faible quantité de substance carburante telle que du protoxyde de fer sous forme d'une fine poudre. Ce mélange est ensuite chauffé

et distribué sous forme de blocs à la machine de fabrication qui en fait sortir par pression — des tiges de la forme et de la dimension voulue. Ces tiges sont cuites et alors elles sont prêtes à être graphitisées. Cette dernière opération se fait dans un four du type de ceux représentés aux figures 40 et 41, le premier servant pour les électrodes à coupe rectangulaire et le second pour les tiges rondes. La sole du four est recouverte d'une mince couche de charbon pulvérisé sur lequel sont empilées les électrodes avec leurs grands axes perpendiculaires au grand axe du four. Les piles d'électrodes sont séparées par des espaces égaux à environ un cinquième de la largeur d'une seule électrode. On place ensuite de la tôle dans le four sur toute sa longueur et à une distance d'environ un pouce des extrémités des électrodes et des parois verticales du four. De cette façon se trouve formé une sorte de boîte à doubles parois. La partie intérieure est remplie de coke broyé à des grains de 2 mm., tandis que, dans la partie extérieure, on met un mélange de sable et coke pulvérisés. La partie intérieure est remplie de coke jusqu'à ce que l'électrode la plus élevée soit recouverte d'une couche d'à peu près deux pouces. On enlève ensuite la tôle, et la partie inférieure du four est recouverte du mélange sable et coke, après quoi on applique le courant.

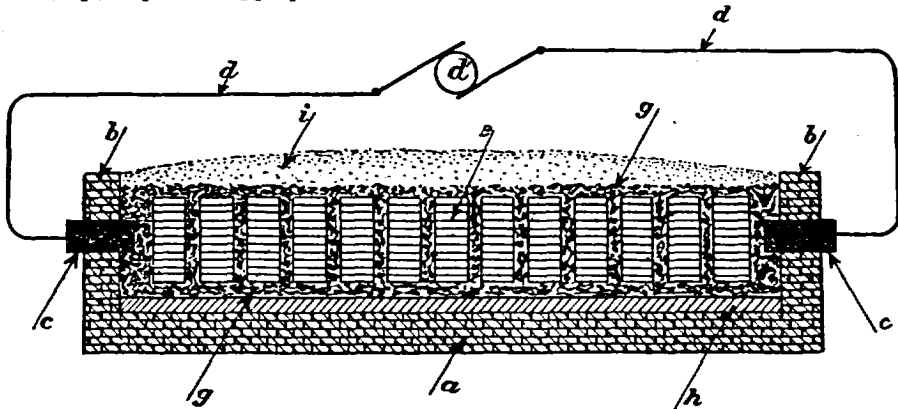


Figure 40. Coupe verticale d'un four électrique aménagé pour la graphitisation des électrodes de carbone de forme rectangulaire. *a*, massif de maçonnerie; *b*, murs des extrémités; *c*, électrodes; *d*, connexions avec la source d'énergie; *e*, charge des électrodes; *g*, couche de charbon ou coke en poudre; *h*, revêtement réfractaire; *i*, couverture de sable et de coke pulvérisé.

Ainsi qu'on peut le voir à la figure 41, le four employé pour les tiges rondes est semblable à celui qui sert pour les barres rectangulaires sauf qu'en empilant les électrodes on les place côte à côte au lieu de les placer par tas séparés par un écart.

Le procédé de graphitisation est le même que dans la production du graphite en poudre. Le voltage utilisé au début est de 200 et on le laisse à ce point jusqu'à ce que 750 kw. soient enregistrés. Ensuite à mesure que la résistance baisse, le voltage est réduit proportionnellement de façon à garder comme constante la consommation d'énergie. La résistance s'abaisse d'abord très rapidement, mais graduellement elle ralentit jusqu'à ce qu'enfin elle devienne constante. La transformation en graphite est, alors, complète.

En étudiant la théorie de la graphitisation des électrodes, les points suivants sont importants. Il faut qu'un nombre défini d'électrodes soient chauffées à une température définie afin d'être graphitisées. Pour cela, il faut transformer une quantité définie d'énergie électrique en chaleur dans le four. Cette chaleur est consommée de diverses manières: pour amener la charge d'électrodes à la température finale requise; pour former des carbures; pour décomposer ces carbures et volatiliser les substances carburantes; pour remplacer la chaleur absorbée à partir de la charge par les parois et le revêtement du four et celle perdue par rayonnement. Ce n'est ainsi que par expérience que l'on peut déterminer la quantité d'électrodes qui peuvent être traitées dans la pratique. C'est en raison de l'augmentation de la température du four qu'augmente la perte par rayonnement, et plus le four est grand plus il faut de temps pour atteindre la température désirée de sorte qu'on en arrive à un point où de plus grandes dimensions ne seraient plus économiquement praticables. Il faut aussi, dans un pareil cas, tenir compte de la résistance du four.

En graphitisant des électrodes à coupe rectangulaire, la résistance du four s'abaisserait bientôt très considérablement si les électrodes étaient empilées toutes en contact et c'est pour cela qu'on les met en tas séparés par du coke pulvérisé lequel a une bien plus haute résistance que les électrodes. On peut tout de suite constater lorsque le four est en marche, comment la chaleur est principale-

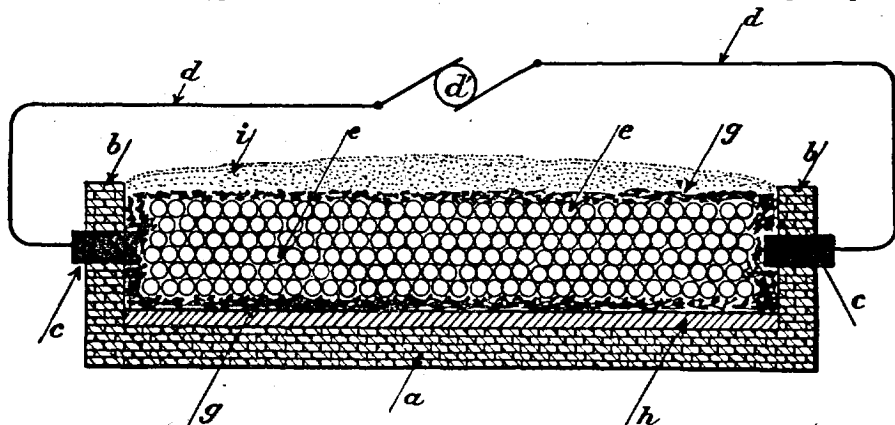


Figure 41. Coupe verticale d'un four électrique aménagé pour la graphitisation des électrodes de carbone de forme arrondie; a, massif de maçonnerie; b, murs des extrémités; c, électrodes; d, connection avec la source d'énergie d'; e, charge des électrodes; g, couche de charbon ou coke en poudre; h, revêtement réfractaire; i, couverture de sable et de coke pulvérisé.

ment développée dans le coke qui sépare les électrodes et qu'elle contribue à les chauffer. Dans les cas des tiges rondes la surface de contact entre les tiges est très petite et, par conséquent, la résistance est suffisamment forte pour les besoins de l'opération.

Pour ce qui concerne les propriétés de graphite Acheson, l'auteur, dit plus loin :

La transformation du carbone en graphite est complète; c'est-à-dire que si on le traite avec du chlorate de potasse et de l'acide azotique, on ne trouve aucune trace de carbone amorphe. Mais, en ce qui regarde l'épreuve précédente de même que la définition de Berthelot quant à ce qui constitue le graphite, savoir, une forme de carbone qui donne de l'acide graphitique lorsqu'elle s'oxyde à une basse température, il faut bien remarquer que tout graphite obtenu de la manière précédemment décrite mais à partir de divers matériaux, ne présente pas les mêmes caractéristiques. Par exemple, les électrodes fabriquées à partir de houille grasse et de coke au pétrole respectivement offrent des différences prononcées dans leurs caractéristiques. Les premières sont dures et cassantes, marquent difficilement le papier et ne deviennent pas luisantes après frottement; si on les fait brûler en plein air, elles sont vite consommées et si on les emploie comme anodes dans l'électrolyse de l'acide sulphurique, elles sont vite décomposées. Les électrodes de coke au pétrole, d'autre part, possèdent le contraire de tous les caractéristiques précédents. Le poids spécifique aussi est de 2.05 pour le premier et 2.20 pour le second. D'après la définition de Berthelot, toutes les deux sont du graphite et cependant, elles sont manifestement différentes dans la plupart de leurs propriétés physiques. Il semble inutile de vouloir imposer une nomenclature descriptive pour toutes les différentes modifications du carbone, car la diversité des formes sous lesquelles se présentent le carbone amorphe et le graphite paraît être sans limite. Même les termes qui servent à distinguer les formes du carbone qui donnent du graphite de celle qui n'en donnent pas, savoir, le graphite et le carbone amorphe, ne correspondent pas à la réalité. Un certain nombre de graphites naturels sont amorphes, tandis que beaucoup des types artificiels possèdent une structure cristalline. Le graphite formé par la décomposition du carborundum, par exemple, paraît être finement cristallin mais est, en réalité, amorphe. Les graphites à partir du charbon anthracite sont très variables dans leur caractère, suivant la qualité de charbon employé. Il y en a

qui sont tendres et lustrés, d'autres durs et ternes. Leur poids spécifique varie généralement entre 2.20 et 2.25, et tous brûlent à l'air plus rapidement que le graphite de Ceylan, bien qu'ils offrent plus de résistance à l'action du chlorate de potasse et de l'acide azotique que celui-ci.

Le graphite fabriqué avec de l'anhracite¹ est utilisé principalement comme matière colorante, pour les batteries sèches, brosses de graphite, etc., tandis que celui qui est fait avec le coke pétrolifère et contenant moins de 2 pour cent de cendre est employé pour les lubrifiants, les crayons et autres articles exigeant un graphite très pur.

¹ Voir aussi W. C. Arsem, "Transformation of Other Forms of Graphite into Graphite". Trans. Amer. Electrochem. Soc. vol. XX, 1911, p. 105-119.

CHAPITRE VII

USAGES DU GRAPHITE.

Les propriétés physiques les plus apparentes du graphite consistent en ce qu'il est éminemment réfractaire, mou, bon conducteur d'électricité et de chaleur et inattaquable par les réactifs; tout cela lui donne une importance considérable dans un grand nombre d'industries modernes, en même temps que son brillant, son absolue opacité, même sous la forme des plus minces lames, sa tendreté et son onctuosité au toucher sont des propriétés accessoires qui l'ont rendu utile dans diverses branches d'industrie.

Dans l'ordre de leur importance actuelle, les emplois principaux du graphite naturel se trouvent dans la fabrication des creusets, des lubrifiants, des crayons, des enduits de fonderie, des peintures, de la pâte à fourneaux, des batteries électriques sèches, alors que de plus petites quantités en sont utilisées pour l'électrotypie et pour le détartrage des chaudières. Au dire d'une autorité compétente la production mondiale de graphite naturel se partage entre les industries susmentionnées dans les proportions suivantes:

Creusets..	75 p.c.
Lubrifiants..	10 "
Crayons..	7 "
Enduits de moulage et pâte à fourneaux..	5 "
Couleurs..	3 "

Il est impossible naturellement de trouver ces proportions de façon absolument exactes, d'autant que la consommation de plusieurs industries plus petites vient réduire sans doute un peu les pourcentages susdits, sans toutefois en modifier beaucoup le coefficient.

En sus du graphite naturel, il y a une forte production de graphite artificiel dont on n'a pas tenu compte dans le tableau précédent. Le graphite artificiel est fabriqué à partir du charbon anthracite ou du coke à pétrole dans le four électrique; on en fait un emploi considérable pour les électrodes en graphite qui sont de plus en plus recherchées dans le commerce. Une quantité de ce graphite fabriqué est utilisée dans l'industrie des lubrifiants et des peintures; il entre également dans la fabrication des batteries sèches et des préventifs contre les incrustations de chaudières.

CREUSETS

Environ le 75 p.c. de la production mondiale de graphite est consommé assurément, dans la fabrication des creusets et des accessoires réfractaires tels que fermetures ringards tuyères, appareils à phosphorer, etc., utilisés pour la fonte des métaux, tels que l'acier, le laiton et autres alliages non ferreux.

Les principales matières premières qui entrent dans la composition d'un creuset en graphite]c'est-à-dire l'argile, le graphite et le sable—doivent se choisir avec le plus grand soin quant à leur pureté et aux qualités qu'exige leur destination particulière. L'argile même la plus réfractaire ne résistera pas longtemps une fois en contact avec le métal fondu, surtout avec l'acier fondu. Si, toutefois, du graphite est ajouté à l'argile le creuset durera aussi longtemps qu'il y aura assez de graphite laissé pour supporter le poids du métal et résister à la

manutention. A part sa vertu réfractaire et sa fonction qu'il a de défendre le creuset contre la corrosion, le graphite est un admirable conducteur de la chaleur, ce qui fait qu'un creuset de graphite est capable de résister à des changements brusques de température pendant que la charge intérieure fond bien plus vite que dans un creuset d'argile. Bien qu'un bon creuset de graphite puisse résister à de soudains changements de température—et cela plusieurs fois—c'est une mauvaise tactique que de le soumettre à une pareille épreuve, et en chauffant d'avance avec précaution, puis en laissant refroidir lentement le creuset entre les fontes, on en prolongera considérablement la durée. L'énorme développement de l'industrie de l'acier depuis quelques années a entraîné l'établissement de grandes fabriques de creusets en Europe et aux Etats-Unis, fabriques auxquelles il faut ajouter celles que les fonderies et les aciéries ont établies pour faire leurs propres creusets.

En sus de la qualité des matières premières dont se constituent les creusets, il y a des considérations physiques et mécaniques qui sont d'importants facteurs. Les substances utilisées doivent être mélangées de manière à donner au produit achevé la densité et la solidité voulues, en même temps qu'à lui donner une certaine force de résistance soit par une chaleur décroissante, soit par une température de fournaise ardente. La taille du grain et ses propriétés cohésives, de même qu'un mélange approprié, toutes ces choses exercent un effet considérable sur le produit achevé.

Cette supériorité d'un creuset de graphite sur un autre d'argile qui est due à la conductibilité plus grande de chaleur, permet de placer une charge plus forte dans le premier creuset. Tandis qu'on ne mettra qu'une charge d'environ 60 livres dans un creuset d'argile, on en met communément une de plus de 100 livres dans un creuset de graphite. Pour la même raison, le nombre de charges retirées d'un four à acier qui se sert de creusets de graphite, dans l'espace de 24 heures, se monte même à 7 ou 8 tandis qu'avec des creusets d'argile, on ne retire que quatre charges dans le même temps.

La conductibilité d'un creuset varie en raison directe du pourcentage de graphite qui entre dans le mélange, et la déperdition de chaleur par son passage au travers de la paroi du creuset varie avec l'épaisseur de la paroi. Si le graphite possédait les propriétés cohésives et la force nécessaire, le creuset idéal serait fait entièrement de graphite; mais dans la pratique, plus le pourcentage de graphite en usage est élevé, plus est faible la paroi du creuset, de telle sorte que les proportions convenables d'argile et de graphite dont il faut se servir doivent être mesurées avec la dernière précision, selon le traitement auquel le creuset doit être affecté.

Il ressort de la nature des conditions que les creusets sont appelés à remplir que la pureté des ingrédients qui forment le mélange dont est composé un creuset, une fois la formule trouvée, est un facteur de la plus haute importance, et, pour que les résultats soient satisfaisants, il y faut une inspection absolument rigoureuse. Cela est tout particulièrement nécessaire quand il s'agit du graphite qu'on emploie, car un graphite qui contient plus d'un minimum inévitable de minéraux étrangers tels que le mica, la calcite, la pyrite, le quartz, etc., attaque de suite la durée et la force du creuset. Parmi les minéraux mentionnés, le quartz est probablement le moins nuisible puisque une certaine quantité de quartz doit en tout cas s'ajouter au mélange du creuset. Le mica est un fondant rapide et forme des petits trous dans le flanc du creuset; on le regarde comme la pire impureté dans le graphite pouvant servir à des creusets. Etant de même taillé et de même forme que les particules de graphite, les lamelles de mica sont extrêmement difficile à éliminer de certains minerais américains et canadiens de graphite micacé, et les procédés employés jusqu'ici pour purifier le graphite n'ont

pas réussi, en bien des cas, à séparer suffisamment les deux matières pour répondre aux exigences du commerce des creusets. On peut espérer que l'enrichissement par flottage à l'huile remédiera à cet état de choses, et qu'en même temps il facilitera une plus forte récupération du graphite contenu dans le minerai. La calcite est vue avec défaveur parce que, à la chaleur, elle perd de son volume et que l'acide carbonique expulsé forme des soufflures.

La plombagine de Ceylan a toujours été considérée comme suprêmement propre à la fabrication des creusets à cause de son extrême pureté, et, en outre, de sa nature compacte. Cette dernière qualité est regardée comme de très grande importance par le fait qu'en le pilant, ce graphite se brise en fragments plus ou moins anguleux ayant la forme d'un coin ou d'une tige; ces fragments ont une bonne épaisseur et sont généralement considérés comme formant un meilleur lien avec l'argile qu'on emploie que ce n'est le cas des graphites à lamelles minces, plates, et comme résistant plus longtemps à l'oxydation. D'autre part, certains savants prétendent que, puisque l'une des importantes fonctions des particules de graphite dans la paroi du creuset consiste à se prêter aux mouvements de dilatation et de contraction, un grand nombre de lames minces et chevauchant les unes sur les autres, est préférable à un plus petit nombre de fragments plus ou moins anguleux. Les lames minces permettraient un petit glissement entre elles de se produire pendant la dilatation et la contraction, vu qu'elles sont disposées plus ou moins parallèlement, et réagiraient contre la tendance de la paroi à se fendre. En réalité il y a une grande divergence de vues sur ces points et il semble qu'il manque de bonnes preuves pour déterminer laquelle de ces vues est d'accord avec les faits. En ce moment, la question de savoir en quelle mesure le graphite laminaire est propre à faire des creusets fait l'objet de recherches par le Bureau des Standards, aux États-Unis, parallèlement à celles sur l'emploi des argiles américaines pour le même usage. Il est à espérer que ces recherches jetteront quelque lumière sur une question embarrassante, et que les essais faits dans les conditions qui s'imposent actuellement pour ces travaux et sous la surveillance du gouvernement, en vue de la fabrication de creusets de qualités différentes, trancheront la question quant à leurs mérites et à leurs défauts. L'importance de la susdite question est démontrée par le fait que le gouvernement américain, au commencement de 1918, résolut de mettre un embargo partiel sur les importations de graphite et de limiter à 5,000 tonnes¹ la quantité qui pourrait s'en importer des pays d'outre-mer pendant l'année courante. Cette mesure fut prise pour ménager le tonnage maritime et pour encourager la production domestique du graphite. Dans le seul Etat d'Alabama, au commencement de 1918, quelque chose comme quarante compagnies se livraient ou allaient se livrer à des opérations de ce genre; et comme leur but était de produire un graphite pour creusets, les industriels réclamaient certaines mesures protectrices contre la concurrence de la plombagine de Ceylan. S'il venait à être prouvé de façon satisfaisante que le graphite laminaire peut remplacer pour les creusets la plombagine de Ceylan, les ressources de l'Alabama seraient en mesure de fournir une grande partie du graphite demandé par les fabricants américains de creusets, et le graphite du Canada continuerait sans doute à être très demandé dans le même but. A ce propos on peut faire remarquer qu'avant la levée des susdites restrictions, le 16 janvier 1919, le gouvernement américain, comme mesure de guerre, avait exigé des fabricants de creusets qu'ils ajoutassent 20 p.c. de graphite laminaire à leur stock de creusets.

¹ En vertu de la disposition n° 157, de la Chambre de Commerce, pour le temps de la guerre, édicté en juillet 1918, le susdit embargo fut rendu absolu pour le reste de l'année, mais les expéditions sur rails venues du Canada ou du Mexique en furent exemptées. L'embargo fut levé le 16 janvier 1919.

A propos de ce qui précède on peut faire la remarque qu'il y eut une baisse considérable dans la demande de creusets en graphite pour travaux en acier pendant les années 1917 et 1918, baisse due au nombre croissant de fours électriques pour la fabrication de l'acier à outils. Ces fours peuvent contenir une charge de 4 à 10 tonnes au lieu des 60 à 75 livres qu'on met pour un creuset, et l'emploi de ces fours s'explique en grande partie par la difficulté et par leur prix élevé. La suppression de l'argile qui venait de Klingenberg, regardée comme indispensable à de bons creusets, et la majoration des prix de 10 cents la livre, en 1914, à 30 cents la livre, pour la plombagine de Ceylan, sur le marché de New-York, engagèrent les fabricants de creusets, en Amérique, à essayer des argiles domestiques, en même temps qu'ils utilisaient des quantités variables de graphite laminaire mélangées avec la plombagine de Ceylan. Ces expériences peuvent être considérées comme se continuant, bien que des industriels prétendent avoir déjà trouvé des succédanés satisfaisants de l'argile allemande et de pouvoir fabriquer des vases de la même qualité que ceux qu'on fait avec la matière importée. Lors même que cela serait vrai en partie, quant aux creusets de laiton, les nouveaux vases d'acier ne semblent pas avoir la même durée que ceux qu'on faisait autrefois. Même avec le prix élevé de l'énergie électrique dans plus d'un centre sidérurgique, l'emploi de fours électriques pour fabriquer des outils d'acier semble faire réaliser une forte économie sur l'emploi des creusets de graphite, et il paraît probable que l'emploi s'en généralisera encore, avec le résultat qu'il se produira une baisse correspondante de la demande des creusets de graphite pour cette catégorie de travaux. En février, de 1918, plusieurs grands ateliers américains fabricant des creusets dénoncèrent un fort ralentissement dans les commandes et ne travaillaient qu'au 60 p.c. de leur capacité, la plupart des commandes ne portant que sur des pots de laiton.

Tandis qu'on prétend que le graphite de Ceylan est le meilleur qu'on puisse se procurer pour la fabrication des creusets, les fabricants ont depuis longtemps l'habitude de mêler une petite quantité — 15 à 25 p.c. — de graphite laminaire. Ce graphite-là est beaucoup moins cher que le minéral de Ceylan, et l'emploi qu'on en fait, par quantités ne dépassant pas le pourcentage indiqué, a le mérite, dit-on, de ne pas nuire à la qualité du creuset. Le creuset laminaire qu'on emploie provient de diverses sources: les mines du pays, du Canada, et, en ces toutes dernières années, par quantités de plus en plus fortes, de Madagascar. Ce dernier graphite a ce mérite qu'on le produit à bien meilleur marché que le laminaire américain.

La taille des particules de graphite utilisées dans les mélanges pour creusets est ordinairement 20-90 mesh; ce sont ces limites que stipulent les fabricants. Comme les graphites de Ceylan et les graphites laminaires sont ordinairement traités à nouveau par les fabricants au moyen d'un procédé de pulvérisation et de tamisage, il se produit une certaine quantité de fine poussière. Cette poussière n'est pas utilisée dans les creusets mais peut servir pour les lubrifiants et les couleurs, etc. Le graphite qui sert à ces derniers usages n'a qu'une valeur commerciale beaucoup moindre que ce qu'on appelle graphite laminaire à creuset, et c'est pourquoi il est de l'avantage du fabricant de creusets d'obtenir les lames les plus grandes afin de réduire la proportion de poussière, produite par la pulvérisation. Cette pulvérisation est en général produite sous des meules. Toute impureté gréseuse qui peut se trouver dans le graphite est éliminée par ce procédé, étant réduite à l'état de poudre et rejetée avec la fine poussière graphitique au moyen du tamisage. Tandis que le bocardage que les graphites laminaires ont à subir supprime la plus grande partie de ces impuretés, le graphite laminaire sous sa forme naturelle, ayant la taille et la forme

requis, le graphite de Ceylan, est importé sous forme de "mottés" ou de "morceaux" n'ayant subi qu'un classement et un tamisage approximatifs avant d'être expédié. Ce traitement, appelé curateur, suffit à éliminer du minéral la plupart des impuretés qui s'y trouvent; le graphite qui se présente sous forme massive est relativement pur à l'état naturel.

Le degré de pureté qu'on exige pour le graphite laminaire des creusets n'est pas inférieur à 90 p.c. de carbone, mais vu que le mica est toujours considéré comme très nuisible, au cas où ce 90 p.c. de matière carbonée aurait 10 p.c. de mica comme matière accessoire, il ne serait pas regardé comme utilisable. En principe, cependant, les impuretés comprennent du mica, du quartz, de la calcite, de la pyrite, du feldspath, etc., et on a trouvé jusqu'ici, impraticable de faire, par le procédé ordinaire de broyage, un produit qui aurait beaucoup moins de 10 p.c. de ces matières impures. Dans le cas des graphites laminaires canadiens, le mica, le quartz et la pyrite sont souvent intimement entremêlés avec le graphite. Le quartz et la pyrite sont fortement représentés à l'état d'extrême finesse parmi les lamelles de graphite, et il est presque impossible de les en séparer complètement sans détruire les lames; le mica est extrêmement interfolié avec les lamelles de graphite.

On regarde comme essentiel que le graphite à creuset possède une structure ou écailleuse ou lamellaire, vu que ce type de graphite permet à un vase de se tenir debout dans le four avec de meilleurs résultats que ce n'est le cas pour du graphite terreux ou amorphe. Cela s'explique, comme il a été dit plus haut, par le fait qu'un certain glissement se produit entre les particules de graphite pendant la contraction et la dilatation du creuset, et que c'est là ce qui empêche les fissures de se produire. Un graphite très finement divisé cuit aussi plus facilement que celui à grandes particules.

En ce qui concerne la nature relativement réfractaire du graphite pour creusets, la différence qui existe entre le graphite laminaire et le graphite de Ceylan semble n'être que légère, si on les compare. Hoffmann a fait quelques expériences à ce sujet sur les graphites de Ceylan, de Ticonderoga, et du Canada, et les résultats ont montré¹ une différence en réalité négligeable entre les divers échantillons quant à la quantité de carbone brûlé en un temps donné.

A. V. Bleininger a montré dans un article récent que la question de l'utilisation du graphite de Ceylan ou du graphite laminaire pour les creusets revient à la question de la valeur relative des creusets de l'une et de l'autre matière par dollar, et n'implique pas que le graphite laminaire ne puisse s'utiliser dans ce même but. Toutefois avec du graphite de Ceylan pour le montant d'un dollar on obtient un creuset de plus de valeur que pour un dollar de graphite laminaire, car on peut avec le premier faire un meilleur creuset. C'est ce qui ressort bien de la citation suivante:²

C'est une affaire difficile que de remplacer absolument le graphite de Ceylan par le minéral du pays. En premier lieu, la plus grande densité de la matière importée 2.25, qui lui communique une résistance caractéristique à l'oxydation, sa structure foliacée, et la basse teneur en cendre des meilleures qualités se réunissent pour la rendre extrêmement propre à la fabrication des creusets. Ce graphite peut se lier intérieurement avec une quantité relativement petite d'argile vu que le facteur de surface par unité de poids est plus petit que celui d'aucune autre espèce de graphite.

Ce point peut être mis en lumière par les volumes qu'occupe la même pesanteur de divers types de graphite. C'est ainsi que 100 grammes de graphite de Ceylan pulvérisé occupe, après avoir été vigoureusement secoués, un volume de 90.7 pour cent; le graphite du Canada, 119.6 c.c.; et le graphite de l'Alabama,

¹ Com. géol. Can., Rap. des Opérations, 1876-7, p. 489.

² Canadian Chemical Journal, octobre 1918, p. 253.

1520 c.c. En d'autres termes il serait impossible de faire des mélanges de graphite d'une teneur maximum de carbone avec les deux matières américaines. Puisqu'elles offrent une bien plus grande surface, la quantité d'argile employée doit être plus grande. De là résulte que la densité ultime et que la conductibilité thermique doivent certainement être plus basses.

Il reste à voir en quelle proportion le graphite laminaire américain peut se mélanger au graphite de Ceylan. L'auteur a vu de ces mélanges dans lesquels la lamelle ajoutée se montait au 20 pour cent de la teneur totale de graphite et donnait d'assez bons résultats. On pourrait, cependant, perfectionner les procédés qui permettront au fabricant de creusets d'employer de plus hauts pourcentages de graphite du pays et, en même temps, d'obtenir les mêmes résultats qu'avec le graphite de Ceylan. D'autre part, il n'y a pas de raison pour qu'une plus forte quantité de graphite du pays ne soit pas utilisée pour faire des bouchons et autres objets analogues. La comparaison qu'on fait entre le graphite de Ceylan et le graphite laminaire n'est évidemment que relative et se rapporte à la valeur du creuset obtenue par dollar au moment actuel. Si pour quelque raison notre pays ne pouvait plus obtenir le graphite de Ceylan, la production de ce minéral n'en sera pour cela nullement diminuée puisque nous pourrions très bien nous tirer d'affaires avec le graphite laminaire et amorphe, le carbone des fours et le coke.

Le Bureau des Mines des Etats-Unis a fait dernièrement des expériences destinées à déterminer la fusibilité de la cendre produite par les graphites de diverses provenances et son influence sur la vertu réfractaire des argiles liantes utilisées dans la fabrication des creusets. Les résultats de ces expériences ont montré¹ que, tandis que la cendre des différents graphites varie beaucoup quant à sa fusibilité relative, le point d'amollissement ne peut pas être regardé comme un véritable criterium quant au comportement de la cendre dans le corps d'un creuset. En outre, que la tendance de la cendre de graphite à faire baisser la vertu réfractaire d'un creuset n'est pas évidente aux températures de fusion du laiton et ne serait que rarement préjudiciable même dans les creusets où se fond l'acier. Il fut également montré que la cendre du graphite de l'Alabama exerce une moindre influence comme fondant que celle des graphites de Ceylan, du Canada, de Pensylvanie, et de New-York.

Dans le courant des expériences faites par le susdit Bureau dans la fabrication des creusets faits avec les graphites de diverses provenances, les chiffres suivants des analyses chimiques et de tamisage furent obtenus sur des échantillons de graphite fournis par des producteurs américains².

Résultats d'analyses chimiques et de tamisage de graphites américains

Description	Pourcentage de carbone		Pourcentages cumulatifs				Au travers 100-mesh
	Volatil	Graphitique	Sur 20-mesh	Sur 35-mesh	Sur 65-mesh	Sur 100-mesh	
Artificiel.....	1.27	87.82	0.3	11.7	54.9	95.9	4.1
No 1 flake.....	1.68	82.02	.....	0.1	42.0	94.8	5.2
".....	1.32	92.09	.....	2.5	28.0	60.0	40.0
".....	3.65	74.67	.....	3.3	30.3	89.6	10.4
".....	.....	.....	0.1	15.4	69.6	95.6	4.4
".....	.....	.....	.....	5.7	58.5	93.0	7.0
".....	1.98	86.18	0.1	6.7	56.4	97.0	3.0
".....	.....	.....	.....	9.7	62.2	92.4	7.6
".....	1.08	92.43	.....	8.2	69.6	99.7	0.3
No 2 flake.....	2.96	80.44	.....	.....	.....	10.5	89.5
".....	2.31	81.43	.....	0.2	9.9	67.6	32.4
".....	2.17	86.30	.....	0.1	0.3	22.2	77.8
Dust.....	6.06	41.33	.....	0.1	1.2	3.2	96.8
".....	7.37	32.41	.....	.....	.....	0.2	99.8
".....	7.20	31.47	.....	.....	0.4	3.9	96.1

¹ Journal of the American Ceramic Society, vol. II, n° 1, janv. 1919, p. 68.

² Dub, G. D., op. cit., p. 20.

Les analyses par tamisage furent faites avec l'appareil Tyler Standard Ro-tap, les échantillons étant tamisés pendant 45 minutes. A propos des déterminations du carbone un standard fut adopté à l'essai pour ce qui est appelé ici le carbone volatil; on appelle ainsi le carbone brûlé complètement pendant une ignition de 3 minutes de durée, à une température de 800° C. Le tableau montre que la quantité de ce carbone volatil atteint son maximum dans les échantillons de poussière; cette quantité toute entière passa à travers un tamis de 100 mesh; il paraît donc probable qu'une proportion tout au moins de cette déperdition représente du carbone graphitique qui brûle plus rapidement dans le cas d'une matière finement divisée que d'une autre où les particules sont de plus forte taille.

Les chiffres donnés illustrent la forte variation qui existe à la fois dans la teneur du carbone et dans la taille des lames des différentes catégories de graphite commercial que fournissent les divers producteurs.

Dans le tableau suivant¹ on voit la composition chimique complète de sept échantillons d'un graphite préparé pour faire un creuset :

Composition de sept échantillons de graphite à creusets

	Alabama	Alabama	Alabama	Alabama	New-York	Pensylvanie	Ceylan
Carbone volatil.....	2.08	1.40	2.66	1.31	1.30	1.53	1.63
Carbone graphitique..	84.52	90.53	81.82	91.18	88.97	88.80	85.06
Silice.....	7.02	3.99	8.33	4.08	4.34	5.24	7.81
Alumine.....	5.06	2.96	6.35	2.31	2.40	2.05	2.82
Sesquioxyde de fer....	0.53	0.18	0.39	0.40	1.08	1.75	1.61
Oxyde titanique.....	0.14	0.19	0.13	0.13	0.38	0.05	0.13
Chaux.....					0.07		0.19
Magnésie.....	0.23	0.16	0.06	0.08	0.76	0.09	0.21
Potasse.....	0.15	0.23	0.14	0.31	0.55	0.08	0.25
Soude.....	0.01	0.01	0.11	0.03	0.12	0.12	0.11
	99.74	99.70	99.99	99.83	99.97	99.71	99.87

Ces chiffres font voir que, du point de vue de leur composition chimique, les graphites laminaires, bien épurés, peuvent fort bien soutenir la comparaison avec la plombagine de Ceylan.

Un article tout à fait intéressant et instructif sur la "Structure du graphite dans ses rapports avec la fabrication des creusets" a paru récemment dans le *Journal of the American Ceramic Society* (juillet 1919, p. 508-542). L'auteur, R. Thiessen, du Bureau des Mines, aux Etats-Unis, a fait des recherches très complètes sur la structure du graphite de l'Alabama, de la Pensylvanie, du Canada, de Madagascar et de Ceylan, et sur l'effet du feu sur les creusets faits avec ces divers graphites. Ces recherches ont porté sur: (1) un examen microscopique des différents graphites pour déterminer d'une part la taille et la forme prédominantes des particules, d'autre part, grâce à un grossissement très considérable, la structure interne de ces particules; (2) sur un examen analogue des coupes transversales des parois d'un creuset, coupes faites sur différents graphites soit avant soit après la mise au feu. On trouva que le graphite d'un creuset fait avec du graphite laminaire dont les lamelles étaient uniformément petites plutôt qu'uniformément grandes, étaient en outre disposées de niveau et très serrées, arrangées parallèlement l'une à l'autre et à la paroi du creuset, ré-

¹ Dub, G. D., op. cit., p. 21.

sistait plus longtemps à l'oxydation et qu'un creuset de ce genre devait donc être plus utile dans la fonderie.

Ceci contredit absolument l'opinion professée par plus d'un fabricant de creusets et d'après laquelle la plombagine de Ceylan, à cause de sa plus grande densité est supérieure au graphite laminaire pour la fabrication des creusets. L'article en question renferme un bon nombre de microphotographies qui illustrent admirablement la structure des graphites examinés et aussi l'action du feu sur les creusets faits avec différents graphites; cet article a ajouté de façon importante à nos connaissances sur un sujet qui a été longtemps bien discuté.

Argiles pour creusets

En raison de l'importance qui s'attache à la qualité des argiles employées pour les creusets, il peut être à propos d'insérer ici quelques remarques se rapportant, à cet égard, aux exigences du commerce des creusets.

Bien que les argiles réfractaires soient très répandues il en est peu qui se soient montrées propres à la fabrication des creusets. Il est assez probable que les meilleures argiles trouvées jusqu'ici pour cette industrie sont celles de Stourbridge, en Angleterre, et celles de Passau et de Klingenberg, en Bavière. L'argile de Klingenberg, surtout, à cause de sa belle pureté, de son homogénéité et de ses qualités réfractaires, étaient employée presque uniquement, avant la guerre, pour la fabrication des creusets non seulement en Europe, mais encore aux Etats-Unis. L'approvisionnement ayant été coupé, les fabricants furent forcés d'essayer d'autres argiles, et, aux Etats-Unis, des succédanés ont été trouvés dans certains mélanges d'argiles provenant de différentes localités. Le Bureau des Standards, dans le ministère du Commerce, aux Etats-Unis, a fait une étude de laboratoire du sujet¹; et, comme résultat, on a émis l'idée que, bien qu'il ne paraisse y avoir aucune raison pour croire que des argiles analogues sont introuvables aux Etats-Unis, la meilleure solution du problème serait probablement de recourir à un mélange de deux ou de plus de deux argiles représentant à la fois celles de la variété lâche et plus réfractaire et celles de la variété compacte et vitrifiante, comme les argiles bien connues de la région de St-Louis, et les terres à faïence du Tennessee et du Kentucky, ou les argiles réfractaires et plastiques du Ohio et de la Pensylvanie². Mais ce n'a pas été, paraît-il, une affaire facile dans la pratique que de faire avec un mélange d'argiles, un produit qui soit à tous égards l'égal d'une argile réfractaire de haute qualité, comme la variété de Klingenberg; et les fabricants de creusets, basant leurs affirmations sur les rapports de leurs clients, sont loin d'être d'accord pour prétendre qu'un succédané satisfaisant des argiles importées pour creusets a été produit par une combinaison des argiles du pays³. Il est évidemment difficile de se procurer des données satisfaisantes au sujet de la qualité relative des pots faits avec ces mélanges tentatifs, vu que la vie et l'attitude générale d'un creuset dépendent en grande partie du traitement et de la manipulation qu'on leur applique, et que ces deux choses varient beaucoup selon les ateliers. Les expériences que le Bureau des Standards sont en train d'examiner actuellement, c'est-à-dire la fabrication sur une échelle commerciale de creusets faits avec des mélanges de diverses argiles indigènes, fabrication suivie de l'essai des pots dans des conditions d'utilisation pratique et sous la surveillance du gouvernement, ne pourraient que fournir à ce sujet des données très nécessaires et très sûres.

¹ Bleininger et Schurecht, Properties of some European Plastic Clays, Tech. Paper n° 79, U.S. Bur. Standards, 1916.

² Mineral Resources of the United States, 1916, partie II, p. 560.

³ Voir M. McNaughton, The Crucible Situation, Trans. Amer. Inst. Metals, vols. XI-XII, 1917-8, p. 208

Les extraits suivants, tirés du mémoire technologique n° 79 du Bureau des Standards, servent à illustrer quelques-uns des points particulièrement importants qui se rapportent au choix des argiles pour creusets.

Les qualités requises pour ces argiles sont difficiles à rencontrer et peuvent se résumer comme suit: Premièrement, ces argiles doivent être suffisamment réfractaires pour résister aux très hautes températures des fours, sous la pression de la charge liquide, sans qu'il se produise de déformation; secondement, une grande plasticité et des propriétés liantes qui permettent la cimentation intime des grains de la matière calcinée pour en faire une masse compacte satisfaisante; troisièmement, une force et une résistance mécanique surtout à l'état sec; quatrième, la faculté de devenir dense à des températures relativement basses, de façon à produire une structure imperméable au métal liquide et capable de résister à son influence corrosive; cinquièmement, la propriété de conserver une structure parfaite, à l'abri du développement vésiculaire sous l'influence d'une chaleur continue; sixièmement, la qualité de résister à de soudains changements de température sans se fendiller ou se casser; septièmement, la propriété de sécher et de supporter le feu sans se fendre. Ces qualités sont rigoureusement exigées et ne sont possédées que par un nombre relativement rare d'argiles.

La composition chimique, en même temps que minérale des argiles réfractaires plastiques est manifestement d'une importance fondamentale; mais elle est influencée et modifiée de façon si considérable par des circonstances physiques que, en tant que guide pour le choix des argiles les plus convenables, elle en devient tout à fait d'ordre secondaire. Ce fait est mis en lumière par le fait que nous avons aux Etats-Unis un grand nombre d'argiles réellement tout à fait identiques ou très semblables par leur composition chimique aux meilleures argiles liantes d'Europe, mais qui ne réussissent pas du tout à remplir les conditions susdites. Nous sommes donc forcés de donner une importance secondaire à la composition chimique. Ce ne veut pas dire, du tout, que cette composition soit entièrement négligeable. Elle doit toujours correspondre à la composition des argiles réfractaires. Tout excédent de fondants rendrait évidemment la matière sans valeur, puisque la qualité réfractaire est une des conditions auxquelles elle doit satisfaire. Le fait à retenir c'est qu'elle ne permet pas de différenciation entre les divers types d'argiles réfractaires, qui toutes sont suffisamment réfractaires pour le but qu'on a en vue.

Les argiles fortement plastiques du type en discussion font voir une forte diminution de volume en séchant. En même temps, il se produit une tendance marquée, chez ces argiles, comme celle si connue de Klingenberg, à se fendiller à l'air. Ces deux tendances, celle de la soustraction et celle du fendillement, méritent d'attirer notre attention. La difficulté qui provient du fendillement à l'air est naturellement vaincue, à l'usage pratique, par l'emploi d'une bonne quantité de matière non plastique sous forme d'argile calcinée, de morceaux de poterie concassée (grog) et de graphite. Le retrait de volume est fonction du temps que prend le séchage lequel est réglé par la température (humidité) et la vitesse du courant d'air autour de l'objet qui sèche. C'est une règle que ledit retrait est moindre quand le séchage se fait rapidement, et plus grand quand le séchage procède avec plus de lenteur.

Les argiles réfractaires plastiques peuvent, de façon générale, se diviser en deux classes, c'est-à-dire celle de matières réfractaires poreuses et celle de matières réfractaires compactes après cuisson. La première mise à un feu de très haute température — correspondant au cône pyrométrique 14 à 16 (1,410° à 1,450° C.) conserve sa structure poreuse à cause des petites quantités de fondants, oxyde de fer, chaux, magnésie, et les alcalis. Le second type devient à ces températures ou au-dessous, une masse compacte et peut même faire voir la trace d'un feu plus intense, c'est-à-dire la formation d'une structure vésiculaire, spongieuse. Ces deux types d'argile sont nécessaires. Le premier est de par lui-même plus réfractaire et capable de résister de façon plus satisfaisante à des charges dans des températures de fourneaux. Le second type est utile en ce qu'il bouche les pores de l'argile et produit une masse compacte qui résiste à l'action corrosive des scories. La condition idéale serait réalisée par l'emploi d'un mélange des deux types d'argile, et en restreignant la quantité de la matière compacte après cuisson à un minimum nécessaire pour effectuer la densité désirable. L'étude du degré de condensation ou de vitrification... procède habituellement en déterminant l'absorption décroissante de l'eau, ou la porosité, à des températures successivement plus intenses. La porosité décroissante doit, selon la nature du cas, être parallèle à l'action vitrifiante. Plus la teneur en fondants est élevée plus grande doit être la quantité de matière qui s'amollit sous l'influence de la chaleur, de sorte que

la condensation ou le minimum de porosité a lieu à une température relativement basse. Les argiles poreuses après cuisson, d'autre part, n'ont aucune baisse sensible de porosité et retiennent leur structure poreuse aux températures auxquelles on les soumet. Ce comportement est incontestablement dû à leur caractère plus réfractaire, c'est-à-dire à leur basse teneur en fondants. L'expression de sur-cuisson s'emploie pour indiquer la formation de structure vésiculaire due à l'échappement de gaz. La chose est démontrée par le fait que pendant cette phase de l'épreuve la porosité augmente encore puisque l'argile devient plus ou moins spongieuse de nature. L'utilité de l'argile est sérieusement diminuée même pendant la formation de cette structure, vu que cela prouve que l'argile s'est amollie à un très haut degré et que, par suite du retour de la plus grande porosité, elle devient plus sujette à l'action corrosive des scories. Heureusement qu'en présence d'une argile calcinée à grain fin et grossière et très réfractaire, la formation de la structure vésiculaire est contrecarrée par la facilité qui est donnée aux gaz de s'échapper et par la solution de l'argile réfractaire à grain fin et la dureté qui en résulte, et par l'effet mécanique de la charpente des particules plus grossières de l'argile calcinée (grog). Cet état de choses est susceptible de se régler par la dimension donnée à la matière réfractaire (grog) qui rend nécessaire l'introduction des particules très fines en même temps qu'une série de sortes plus grossières. L'adaptation des sortes doit être telle qu'un maximum de densité se produise dans l'état sec. Il est surtout important de se souvenir de la fonction du "grog" très fin, circonstance qui n'est pas aussi comprise qu'elle devrait l'être.

Une argile plastique réfractaire qui laisse voir une certaine formation de structure vésiculaire ne doit pas pour cela, être condamnée pour cette seule raison. Si, cependant, elle continue à s'enfler quand elle est mélangée avec du "grog", son usage devient décidément sujet à caution.

Les argiles n'ont pas, comme les minéraux et les métaux, un point de fusion bien défini, et leur amollissement se produit pendant un long intervalle de température. Sous ce rapport il importe de faire remarquer, en déterminant le point qui s'appelle de fusion où fondent les argiles, au moyen des cônes pyrométriques, que le temps est un facteur important, fait qu'illustre bien le fait que ce degré arbitraire d'amollissement se produit à une température plus basse quand le feu se continue plus longtemps, et vice versa.

La toute dernière température d'amollissement peut n'être qu'un critérium trompeur en ce qui concerne l'utilité pratique d'une argile réfractaire. C'est ainsi que, se fondant sur la courbe Seger de fusion de kaolin siliceux, les argiles siliceuses sont regardées comme d'une qualité inférieure comparées avec les matières argileuses de haute qualité. C'est un fait établi que les argiles d'une haute teneur en silice et de basse teneur en fondants peuvent révéler d'excellentes qualités réfractaires dans l'usage pratique et peuvent se maintenir telles sous des épreuves rigoureuses. Le fait que des argiles siliceuses peuvent fondre à une température inférieure n'a pas une grande signification pratique. De semblables matières ont l'important avantage de ne pas s'amollir pendant une longue durée de haute température, comme c'est le cas pour les argiles qui se rapprochent de la composition de la pure argile et qui se maintiennent d'habitude à des températures toutes proches du dernier point d'amollissement.

L'argile de Klingenberg, en Bavière, est très particulièrement recommandée pour la fabrication des creusets de graphite, et, jusqu'à présent, a été employée uniquement dans ce but par les fabricants américains. Les argiles les plus choisies dans les ouvrages sur ce sujet passent pour avoir la composition suivante :

	Pour cent.
Silice	54.06
Alumine	33.11
Protoxyde de fer	1.50
Chaux	0.49
Magnésie	0.45
Potasse et soude	1.37
Perte au feu	9.12

Cette argile est une des plus plastiques que l'on connaisse. Elle paraît être fortement composée de matière organique. Si elle n'est pas mélangée de matière non plastique elle a une tendance manifeste à se fendiller et à craquer pendant qu'elle sèche. Il y a divers degrés de qualité de cette argile sur le marché, lesquels diffèrent quant à leur vertu réfractaire.

Pour aider à la comparaison des argiles essayées pour la fabrication des creusets, les données suivantes obtenues par des essais avec l'argile de Klingenberg, portent ce qui suit:

Minimum du contenu d'eau avec lequel l'argile peut se travailler —	
Pour cent d'eau	17.95
Pour cent du retrait linéaire au séchage.....	2.02
Contenu d'eau entre le minimum et le normal —	
Pour cent d'eau.....	31.00
Pour cent du retrait linéaire au séchage.....	3.06
Densité normale —	
Pour cent d'eau	40.12
Pour cent du retrait linéaire au séchage.....	9.41
Contenu d'eau entre le maximum et le normal—	
Pour cent d'eau	52.25
Pour cent du retrait linéaire au séchage.....	18.33
Contenu maximum d'eau avec lequel l'argile peut être travaillée —	
Pour cent d'eau	66.20
Pour cent du retrait linéaire au séchage.....	24.92
Différence entre le maximum et le minimum du contenu d'eau.	
Différence entre le maximum et le minimum du retrait au séchage.	
Finesse=quantité d'argile éliminée par un courant d'eau de 0.18 mm. par seconde, pourcentage au poids.....	
Résistance à la traction à l'état plastique, livres au pouce	
Temps que met dans l'eau la désagrégation de l'argile sèche, minutes.	
Résistance à la traction de l'argile sèche, livres par pouce carré	
Constante de rupture de l'argile séchée, livres par pouce carré.	
Résistance à la traction de l'argile séchée avec 50 pour cent de grog, livres par pouce carré.....	
Constante de rupture de l'argile séchée avec 50 pour cent de grog, par pouce carré.	
Facteur de séchage.. ..	
Attitude de l'argile au séchage.....Craque.	

A la suite de l'essai de cinq argiles plastiques européennes, il se trouva que les plus propres à la fabrication des creusets de graphite étaient soit l'argile de Klingenberg, citée plus haut, soit l'argile plastique à poterie de Saint-Loup, en France. On a émis l'idée que l'argile de Klingenberg pourrait être perfectionnée dans le but indiqué par une addition d'argile facile à sécher, ayant un faible retrait comme l'argile à verrerie de Gross Almerode, en Allemagne.

L'argile de Klingenberg a une basse température de vitrification, atteignant un état avancé de densité à 1,125° C. et gardant cet état jusqu'à 1,350° C., degré où elle commence à devenir poreuse par suite de la formation d'une structure vésiculaire due à une température trop élevée. La basse température de vitrification est une importante propriété des creusets de graphite pour fondre le laiton, mais elle a moins de valeur dans la sidérurgie. A l'égard de cette dernière industrie l'argile française de Saint-Loup semblerait plus appropriée en ce qu'elle fait voir une vitrification plus graduelle et qu'elle garde une densité plus basse que l'argile de Klingenberg jusqu'à 1,375° C., et sûrement même au delà.

Pour les creusets utilisés à de plus basses températures, l'argile de Klingenberg est à coup sûr très préférable puisqu'elle devient dense à de basses températures et qu'ainsi elle protège le graphite contre l'oxydation. Une argile qui se vitrifie plus lentement peut avoir un avantage en certains cas où les températures au-dessus de 1,250° sont attendues, mais, à de plus basses températures, cela tend à laisser la structure trop longtemps ouverte et par conséquent entraîne l'oxydation du carbone. Les basses températures de vitrification de l'argile de Klingenberg proviennent de la haute teneur de fondants entiers.

En résumé, il est démontré que l'argile liante qui sert le mieux pour des creusets de graphite destinés à la fusion du laiton, est une argile qui devient dense à une température relativement basse, qui, par cela même, élimine l'oxygène de l'air des grains de carbone en les enveloppant d'une couche protectrice d'argile. L'argile de Klingenberg se distingue entre toutes dans ce but et jusqu'à des températures de 1,350° C., et même au delà, le mélange de graphite tendant, à ce qu'il paraît, à augmenter la qualité réfractaire de la masse. Pour

fondre l'acier, l'argile française de Saint-Loup est probablement un peu préférable à cause de la densité quelque peu plus élevée à une température entre 1,250 et 1,375 degrés C., qui lui permette de résister davantage à la corrosion par les scories.

Quant à la possibilité de trouver des succédanés satisfaisants parmi les argiles indigènes à la place des argiles étrangères pour creusets, les auteurs concluent comme suit:

Quelques-uns de ceux qui font usage de semblables argiles ont cherché à les remplacer en chaque cas par des argiles américaines. Il n'y a aucune raison de croire que ces argiles ne puissent pas se trouver dans les États-Unis; de fait, on a essayé dans notre laboratoire, des argiles qui, par leurs qualités, se rapprochent beaucoup de celles de l'étranger. Il vaudrait cependant bien mieux n'avoir à dépendre que d'un mélange de deux argiles, ou davantage, représentant les deux argiles: d'une part, la poreuse et plus réfractaire, d'autre part, la variété compacte de vitrification, afin d'obtenir l'état de choses désiré. Parmi les argiles du dernier type on fait figurer les argiles à poterie fine ou demi-fine du Tennessee et du Kentucky, et quelques-unes des argiles plastiques réfractaires n° 2 de la Pensylvanie et du Ohio. Il est important de se rendre compte qu'une argile poreuse et réfractaire du type "Gross Almerode", lors même qu'elle ressemblerait aux argiles plastiques du Missouri ou du New-Jersey, ou aux argiles siliceuses de l'Arkansas, devrait être fusionnée avec une ou plusieurs argiles du type opposé et non avec des matières de la même classe, erreur que l'on commet parfois. De même on devrait se rendre compte qu'une argile agglomérante bonne pour des ouvrages de verrerie n'est pas nécessairement bonne pour des creusets de graphite ou une plus grande densité de structure à des températures plus basses est essentielle... En adaptant les proportions des deux espèces d'argile, et par une fusion mécanique parfaite au moyen d'une pulvérisation très fine, la quantité désirable peut s'obtenir et se maintenir avec des résultats qui devraient être supérieurs à ceux qu'on a obtenus avec les argiles uniques qu'on a importées. La prétention qu'on ne trouve aucune argile américaine qui réponde aux besoins des industries qui en réclament est fallacieuse; c'est là un fait confirmé par des résultats évidents de fonderie et communiqués aux auteurs. Des argiles plastiques poreuses et bien réfractaires se trouvent dans les États d'Alabama, de Colorado, de Georgie, d'Arkansas, d'Illinois (partie sud), de Kentucky, du Missouri, de New-Jersey, d'Ohio (partie sud) et de Tennessee. Dans ces mêmes États, et fort souvent tout à côté, d'autres gisements, des argiles compactes et réfractaires, se rencontrent également, auxquels il convient d'ajouter les argiles de cette catégorie qu'on trouve dans le Maryland. Il n'y a aucune pénurie de ces matières, c'est seulement de les choisir qu'il s'agit.

Se fondant sur les résultats des essais faits avec une série d'argiles plastiques et réfractaires, européennes, et de qualité supérieure, les auteurs du présent mémoire proposent les spécifications suivantes comme pouvant être de quelque utilité pour choisir des argiles plastiques agglomérantes pour la fabrication des creusets:

Des argiles plastiques agglomérantes devraient être susceptibles d'un fort retrait d'eau, quelque chose comme environ 40 pour cent entre le minimum et le maximum du contenu d'eau, et qui permettra le moulage de l'argile. Dans le cas des argiles siliceuses, il faudrait tenir compte du contenu de constituants non plastiques et que l'amplitude permise fût réduite à 20 pour cent, pourvu que les matières remplissent toutes les autres conditions requises. Le numéro de la plasticité Atterberg ne devrait pas être inférieur à 50 ni plus que 110. Le coefficient du pourcentage de retrait au pourcentage de l'eau des pores ne devrait pas dépasser 1 à 1.2. Le contenu total d'eau, pour une densité normale exprimée en termes du poids sec, devrait être entre 30 et 45 pour cent. Quand elle est mélangée intimement avec 50 pour cent de silice de potier (comme poids) la durée de la complète désagrégation dans l'eau d'un sept-huitième de pouce cube à l'état sec, fait avec le mélange, ne devrait pas être de moins de 50 minutes, l'eau étant à la température de la chambre. La résistance à la traction de l'argile à l'état plastique devrait se rapprocher beaucoup de 4 livres par pouce carré. Le retrait linéaire de séchage ne devrait pas être de moins de 6.5 et de plus de 10 pour cent de la longueur à l'état sec, le séchage devant se faire à la température de la chambre.

Quand ils sont composés de 50 pour cent — en pesanteur — de "grog" bien calciné, pouvant traverser un tamis de 20 mesh et donnant des résidus de 34

pour cent sur le 40 mesh, 27 pour cent entre 40 et 100 mesh, 12 pour cent entre 100 et 150 mesh, et sur lesquels 27 pour cent traversent le 150 mesh, des spécimens d'essai séchés et bien choisis devraient faire voir les résistances minima suivantes : résistance de la traction, 150 livres par pouce carré; constante de rupture, 350 livres par pouce carré. Le séchage devrait être fait de façon que les spécimens soient soumis à la température de la chambre, jusqu'à ce que le retrait ait cessé, et alors la température serait portée à 75 et 110° C., respectivement, et à la pesanture continue dans chaque cas.

Des spécimens de cette argile bien séchés devraient être exposés au feu dans un four approprié, selon une progression correspondant à une élévation de température d'environ 20° C. par heure, commençant à 1,000° C.; on les retirerait du four à des intervalles de 20° ou 25° C. Des déterminations d'absorption et de porosité seraient faites pour chaque spécimen. Les argiles devraient faire preuve d'une porosité de 10 pour cent, au plus, à 1,150° C.; à 1,250° d'environ 5 pour cent, et, à partir de là, maintenir dans la pratique une porosité constante jusqu'à 1,350° dans le cas des argiles destinées à des creusets de graphite devant servir à la fusion du laiton, et à 1,400° pour les creusets où l'acier doit se fondre. Le retrait linéaire à la cuisson peut varier, pour l'argile sans mélange, de 5 à 8 pour cent, en termes de la longueur à l'état sec, et ne devrait pas dépasser la limite la plus élevée. La température d'amollissement des argiles plastiques ne devraient pas être inférieure à celle qui correspond au cône n° 30.

Le pourcentage de la teneur des fondants entiers Fe_2O_3 , CaO , MgO , K_2O , et Na_2O , peut approcher de 5 pour cent.

Dr Bischoff, une autorité allemande en matière de creusets, a fait une enquête spéciale sur l'argile de Klingenberg, et les résultats en ont été publiés dans un mémoire à part en 1903. Les essais se firent à la fois sur les deux qualités 1 et 2, qui, avant d'être expédiées, sont munies d'un sceau portant des armoiries et les lettres K. B. 2 respectivement.

Les essais comprenaient :

- (1) Comparaison des qualités physiques.
- (2) Essai d'élutriation pour la finesse du grain.
- (3) Déterminations pyrométriques.
- (4) Analyse chimique.

L'analyse chimique donna :—

	N° 1.	N° 2.
Alumine.....	31.16	30.43
Silice.....	54.16*	55.76**
Magnésie.....	0.38	0.27
Chaux.....	0.40	0.34
Sesquioxyde de fer.....	1.66	1.37
Potasse.....	0.97	0.72
Pyrite de fer.....	traces	traces
Perte au feu.....	11.48	11.42
	100.21	100.31

Calculée comme exemptes d'eau et de carbone, les susdits résultats donnent :

	N° 1.	N° 2.
Alumine.....	35.13	34.36
Silice.....	61.15	62.95

De ces essais on a tiré la conclusion que l'argile n° 1 se prête mieux que le n° 2 à la fabrication des creusets, par les importantes considérations que le n° 1

* 31.11 combinés chimiquement; 23.05 contenant du sable; 22.91 silice; et 0.10 alumine.

** 33.31 combinés chimiquement; 21.95 contenant du sable; 21.30 silice; et 0.12 alumine.

a une teneur beaucoup plus élevée de matière argileuse finement divisée et qu'il acquiert un plus fort volume quand il est mélangé avec de l'eau. Ces deux faits rendent ce n° 1 extrêmement propre à fabriquer des creusets, vu que le graphite est ainsi plus complètement enfermé et incorporé à la masse argileuse et qu'il est mieux protégé contre l'oxydation.

Quant à la présence, dans le Canada, d'argiles propres à faire des creusets, le témoignage suivant a été rendu par la section de la Céramique dans la division des Mines:—

Les argiles réfractaires qui sont propres à la fabrication des creusets se trouvent, au Canada, dans les localités suivantes. Aucune de ces argiles ne semble avoir les qualités expresses des argiles à creuset soit anglaises soit allemandes, mais deux ou plusieurs variétés pourraient en se réunissant fournir la matière désirée.

Nouvelle-Ecosse

Shubenacadie.— Une argile réfractaire grise se trouve ici. A la cuisson elle donne un corps assez compact et les retraits sont faibles, c'est-à-dire que le retrait total, à une cuisson arrivant au cône 9, est de 10 pour cent. Cette argile s'amollit au cône 30.

Middle Musquodoboit.— Une série de couches d'argiles roses, rouges, blanches, et pommelées se rencontre ici.

Ces argiles sont plastiques et à grain très fin. La cuisson les rend imperméables aux cônes 6 à 9, selon la quantité d'argile rouge qui s'y trouve, avec un retrait total de 15 pour cent. Les points d'amollissement se trouvent à partir du cône 20 jusqu'au cône 27.

Une petite quantité de ces argiles pourrait servir dans une pâte à creuset, mais pas plus de 15 pour cent, ou à peu près.

Inverness, Cap Breton.—Le gîte le plus important dans ce district se trouve être une argile qui recouvre les 13 pieds de la couche Hussey de charbon. Ce gîte affleure près de Big River et près du ruisseau McClellan. C'est une argile très lisse, plastique et plutôt gluante quand elle est mouillée. Au feu, elle devient imperméable au cône 5, avec un retrait de 17 pour cent et s'amollit au cône 25.

Par suite de ses bonnes qualités agglomérantes et des propriétés poreuses qu'elle a au feu, ce serait une argile utile à mélanger avec une autre plus réfractaire, poreuse à la cuisson, pour faire une pâte à creuset.

Coxheath, Cap Breton.—C'est un gisement de felsite qui a une composition quelque peu semblable à celle d'une argile réfractaire siliceuse qui se rencontre dans cette localité. Elle est dure et non plastique une fois pulvérisée et mouillée, et ressemble, à cet égard, aux argiles de silex des Etats-Unis. Cette matière pourrait être pulvérisée et tamisée jusqu'à la taille d'un grain qui fournirait le grog ou matière grossière dans une pâte à creuset.

Québec

Saint-Rémi d'Amherst.— Du kaolin ou une argile à porcelaine se rencontre dans cette localité en quantités exploitables. Le kaolin blanc est très réfractaire, mais il s'y trouve aussi une argile décolorée qui n'est pas tout à fait aussi réfractaire. Ces argiles ne deviennent pas compactes à la cuisson aux températures ordinaires qu'il faut pour les objets qui demandent à être réfractaires de sorte qu'il faudrait les mélanger avec des argiles qui deviennent compactes à la cuisson et qui ont une qualité réfractaire inférieure. C'est jusqu'à présent le seul gisement d'argile réfractaire qu'on connaisse dans la province de Québec.

Ontario

On ne sache pas que des argiles réfractaires se trouvent dans la partie sud de la province d'Ontario. Dans la partie nord, toutefois, il y a des gîtes d'une argile de haute qualité qui seraient très propres à la fabrication des creusets, mais qui sont, malheureusement, trop loin des voies de transport.

Saskatchewan

Des argiles réfractaires se rencontrent en abondance dans la partie sud de la province de Saskatchewan, au voisinage de Claybank, de Willows, de Yellow pass

et d'autres lieux.¹ Ces argiles sont très plastiques et quelque peu gluantes, de telle sorte qu'elles demanderaient à être additionnées de quelque matière non plastique pour en diminuer le retrait. Comme cette région semble être dénuée de matières naturelles, non plastiques et réfractaires, il serait nécessaire de calciner une portion de l'argile brute pour fournir le grog.

On a fréquemment fait allusion, dans les pages précédentes, à l'emploi du grog dans les creusets. Ce terme de "grog" est employé pour indiquer les restes, fragments de creusets hors d'usage et qui ont résisté à un nombre maximum de chauffages, ou qui se sont brisés dans la manipulation. Ces pots de rebut sont envoyés aux ateliers de creusets, sont cassés, broyés et incorporés dans la masse du nouveau creuset qui se fabrique. La proportion ordinaire du grog dans un pot de laiton est de 10 pour cent, mais dans les pots d'acier ce grog est généralement remplacé par du sable siliceux.

Fabrication de creusets

Les matières qui servent à cette fabrication, quoique différant entre elles par de petits détails, sont, en fait, partout les mêmes. La préparation du mélange et les proportions des divers ingrédients—graphite, argile, grog et sable—qui y entrent, sont en général la propriété assez jalousement gardée des particuliers qui en sont les fabricants, c'est plus particulièrement le cas à l'heure actuelle où on se livre à tant d'expériences sur les différents mélanges d'argiles et de graphite.

Voici les mélanges approximatifs qui se font pour les pots de laiton et d'acier

Creusets pour laiton.		Creusets pour acier.	
Graphite.	45 p.c.		50 p.c.
Argile.	35 "		30 "
Grog.	10 "	Sable.	10 "
Kaolin.	10 "		10 "

Dans des cas exceptionnels où de très hautes qualités réfractaires sont exigées, la proportion de graphite utilisée peut s'élever jusqu'à 80 p.c., et au delà mais cette quantité est exceptionnelle et aura pour résultat un creuset faible. D'après Ledebur², les creusets destinés à la fabrication des outils d'acier dans les aciéries autrichiennes ne contiennent que 33-60 p.c. de graphite, mais le graphite employé est de la meilleure qualité de Ceylan, très spécialement purifié pour l'usage indiqué.

L'argile est d'abord séchée au four à une température de 120° C. jusqu'à ce que toute l'humidité en soit disparue. Elle est alors pilée par de petits bocards, ou, plus généralement, par des broyeur à meules circulaires, après quoi elle est tamisée pour en enlever les morceaux et les matières étrangères.

Le graphite, qu'il soit de Ceylan ou laminaire, doit subir une certaine préparation dans les ateliers de creusets, préparation qui complète ou améliore celle que le graphite a reçue avant d'être expédié. Les qualités standardisées du graphite à creuset de Ceylan comprennent les suivantes:

- Lump n° 1.
- Lump n° 2.
- Chip n° 1.
- Chip n° 2.
- Poussière.

Les susdites catégories varient beaucoup quant à leur teneur en carbone, descendant, comme elles font, du 92 p.c., comme pour le lump n° 1, au 70-75 p.c. pour la poussière, et le prix des différentes catégories varie en proportion.

¹ "Clay Resources of Southern Saskatchewan", par N. B. Davis, division des Mines, Ottawa, 1918.

² Thonindustrie-Zeitung, 1895, n° 3.

Les catégories de lump et de chip subissent un traitement de pilage et de tamisage dans les ateliers, vu que le graphite employé dans le mélange pour creuset consiste en un mélange de divers grosseurs de grain, suivant les dosages choisis par le fabricant particulier, comme donnant le meilleurs résultats. Le plus fin graphite, c'est-à-dire la poussière de graphite, produite dans l'acte du pilage, ne se prête pas à la fabrication d'un creuset, soit à cause de sa finesse soit parce qu'elle contient beaucoup de ces impuretés sablonneuses qui se trouvent à l'origine dans le graphite. Cette poussière est généralement employée comme enduit de fonderie et à d'autres ouvrages.

Il convient de remarquer que le classement, ou "curing", comme on dit à Ceylan, du graphite, dans les enclos de fabrique, avant qu'on l'expédie à la côte, est fait entièrement à la main et consiste à dégager les impuretés de la matière en morceaux, à laver et à classer les différentes catégories ainsi produites. Ce qu'on appelle le lump n° 1, ou le "lump ordinaire" (abrégié par O.L.) est par conséquent la matière graphitique la plus pure, à part une ou deux catégories spéciales d'une haute teneur en carbone pour lesquelles il n'a qu'un marché très restreint. La plupart des importations du graphite de Ceylan aux Etats-Unis se composaient de lump n° 1 et de chip n° 1, vu que par suite des conditions alors en vigueur de quantités transportables par mer et de celles du fret, ces catégories étaient les plus économiques à transporter.

Le graphite laminaire, quoique acheté sur le pied d'un 90 p.c. convenu, ou approximativement 90 p.c., avec une teneur en carbone et une taille de lames de 20 à 90 mesh, est ordinairement retamisé avant d'être utilisé, et peut même être repilé dans des broyeurs à meules. Une certaine quantité de poussière fine est ainsi produite dont on se sert pour d'autres usages. Des lames d'une taille qui sort de l'ordinaire, c'est-à-dire, qui dépassent beaucoup 20 mesh, sont volontiers rejetées car elles abaissent la densité du creuset et lui enlèvent de sa résistance.

Le sable qu'on emploie en petite quantité (environ 10 p.c.) dans les mélanges pour creusets à acier est un sable quartzueux très propre, à grain fin, tandis que l'argile réfractaire cuite ou le grog employé dans les pots à laiton a déjà été mentionnée plus haut. Le sable sert à diminuer le retrait du creuset, tandis que le grog tend à maintenir la porosité et, en permettant à la vapeur ou au gaz de s'échapper pendant la cuisson, il empêche les fissures ou les éclatements de se produire.

Les matières une fois nettoyées et classées sont tout d'abord pesées et portées dans les proportions voulues, avec de l'eau, dans un malaxeur pouvant contenir deux tonnes et où elles sont intimement mêlées. Après cela la pâte est pétrie à la main sous forme de morceaux de la taille exigée. Avant d'être agitée dans le malaxeur, les matières à l'état sec peuvent être aspergées d'eau et laissées jusqu'à ce qu'elles soient pénétrées à fond par l'humidité, bien que ce soit là une façon de procéder laissée à la volonté de chacun plutôt qu'une pratique généralement adoptée. Les morceaux de matière pétrie sont quelquefois laissés se macérer pendant plusieurs semaines et lorsqu'elles commencent à montrer à la surface une croûte sèche, on les remet dans le malaxeur pour en faire une masse bien homogène.

La matière est alors prête à se laisser mouler sous forme de creusets. Dans la pratique américaine les creusets sont faits presque entièrement par des moyens mécaniques, quoique à l'origine ils fussent faits à la main. L'instrument à secousses dont on se sert s'appelle *jolly and jigger*.

On prend un poids donné du mélange, on le pétrit à la main pour en faire une balle qu'on met dans le moule placé debout sur la planche d'une table

tournante. On enfonce cette balle et on l'aplatit avec un pilon de bois, on fait tourner la table et un petit bras recourbé, appelé la côte ou le jigger, attaché à un arbre vertical, est introduit dans le moule. Par son contact avec le mélange, la côte le force ou le presse pour le faire monter entre elle et la paroi du moule. La côte plonge à une distance du moule requise pour former une paroi de creuset de l'épaisseur voulue, et à une profondeur qui donnera l'épaisseur nécessaire au fond du creuset. L'adaptation nécessaire des parties pour le but qu'on se propose peut se faire toute entière sur la machine de telle sorte que l'opération du moulage est en réalité automatique, et la même machine peut servir à fabriquer des vases de différentes tailles. Comme on sait le poids du mélange d'argile qui est nécessaire pour faire un pot d'une certaine taille, il n'y a de fait aucun excédent qui sorte par force du moule. Le bord supérieur du creuset est alors aplani à la main, et la lèvre est formée en coupant un petit morceau avec un outil fait pour ce travail.

Les moules sont faits en deux moitiés verticales, pourvues l'une et l'autre d'un tenon et d'une mortaise pour assurer une parfaite jointure quand on raccorde les deux moitiés. Les moules sont formés en entourant d'un revêtement en tôle un modèle plein, de la taille et de la forme de l'extérieur du creuset qu'on veut faire, en laissant entre le modèle et ledit revêtement un espace égal à l'épaisseur voulue de la paroi du moule. Cet espace varie naturellement avec la dimension du moule et doit être suffisant pour donner au moule la résistance nécessaire quand on le manie. Deux bandes de métal sont insérées dans cet espace, à mi-chemin de la périphérie, de façon à partager l'espace en deux moitiés égales, et l'on verse dedans du plâtre fin, le modèle étant préalablement enduit de savon pour empêcher le plâtre d'adhérer. Cela fait, le moule est enlevé et parachevé selon les dimensions précises en le faisant tourner et en égalisant les bords. Le moule est ouvert par le fond et repose sur une planche à moulage pendant qu'on donne sa forme au creuset. Les deux moitiés sont tenues ensemble pendant l'opération au moyen de flexibles courroies d'acier ou d'autre matière, pourvues de crampons de laiton pour les resserrer. L'opération finie, les creusets restent dans les moules pendant quelques jours afin de durcir suffisamment pour être maniés, ensuite on les enlève et on les met en rangs dans de vastes séchoirs où, à l'air, ils séchent pendant un temps qui va de 4 à 9 semaines, selon la dimension du vase. De là on les porte dans d'autres chambres à sécher, où l'air est chauffé à 150° F., et où ils restent pendant environ une semaine au bout de laquelle ils sont prêts pour être mis au four. Le retrait pendant le séchage va de $\frac{1}{2}$ " à $\frac{3}{4}$ " de pouce en mesurant le long du diamètre du pot. Après un séchage complet, les creusets sont placés dans de grands fours à moufle d'environ 15 pieds de diamètre, chauffés à une température, allant de 1,500° à 1,800° F., pendant de 30 à 48 heures, après quoi le four peut se refroidir pendant 5 ou 6 jours avant d'être vidé de sa charge. Les fours à mouffles chauffés avec l'anthracite sont préférés au type ouvert, à courant descendant, vu que les premiers peuvent se passer de cassettes et permettent un chauffage plus uniforme pour le contenu du four. Les fours chauffés au pétrole ne donnent pas, dit-on, d'aussi bons résultats que s'ils sont chauffés au charbon, pour la raison que la chaleur ne pénètre pas assez uniformément au centre.

Les remarques suivantes au sujet des matières premières pour creusets et sur la fabrication des creusets sont empruntées au livre de Searle sur les "Refractory Materials" 1917, p. 304-325. Les détails donnés là se rapportent, principalement, aux pratiques anglaises :

Les creusets de plombagine sont généralement composés de parties égales d'argile et de graphite, mais quelques-uns sont fait de 1 partie d'argile et de 3

ou même quatre parties de graphite ou de coke, tandis que les creusets pour acier et les alliages très sensibles ne contiennent que 6 p.c. de carbone, généralement sous la forme de poussière de coke. Le graphite a une pesanteur relative très inférieure à celle de l'argile et remplit ainsi un espace plus considérable que ne le ferait supposer son poids. Un mélange dont on fait un grand emploi en Allemagne se compose de 36 parties d'argiles réfractaires, 23 parties de grog brut, 23 de coke en poudre et 18 de graphite.

Dans la fabrication de l'acier, les creusets tiennent de 75 à 80 livres de métal et sont faits principalement d'un mélange d'argiles réfractaires. Les proportions des constituants varient avec la qualité de l'acier qu'on a en vue. Les mélanges suivants sont employés par les maisons de très haute réputation:

Mélanges à creusets pour différents métaux

	Acier dur (Alle- magne)	Acier doux (Alle- magne)	Acier de razoir	Acier très pur	Cuivre, alliages, laiton, etc.		Fonte	
					a	b	a	b
Graphite ou coke.....	54	40	12	3	8	12	53	50
Argile réfractaire.....	36	38	40	87	67	50	43	40
Argile à porcelaine.....	36	38	40	10	67	13	43	40
Grog.....	10	22	8	10	25	25	4	10

Certaines fonderies pour laiton préfèrent les creusets avec 50 p.c. de graphite.

Les particules fines devraient être éliminées du grog en les faisant passer par un tamis de 40 mesh et en rejetant ce qui traverse ce tamis. Les creusets dans lesquels aucun grog fin n'est employé sont plus durables que d'autres.

Les mélanges suivants sont largement employés à Sheffield, mais il doit être bien entendu que chaque fabricant travaille selon ses propres idées et change ses procédés toutes les fois qu'il y trouve quelque avantage:

Mélanges à creusets pour acier

	A	B	C	D	E	F
Argile à porcelaine blanche... ..	10	20	20	15	..	..
Argile Stourbridge... ..	46	40	20	33	47	..
Argile Derby... ..	20	18	13	23	..	40
Argile Stannington... ..	20	18	40	23	47	28
Coke ou plombagine... ..	4	4	7	6	..	4
Grog... ..	..	..	..	..	6	28

Quand un acier à haute teneur en carbone doit se fabriquer, le creuset peut contenir plus de graphite que si c'est un acier doux que l'on veut produire. Des creusets à haute teneur en graphite sont critiquables s'il s'agit de fondre de l'acier, vu que le métal absorbe des lames de graphite qui s'y trouvent emmêlées, produisant de petits trous, des défauts et des points faibles pendant la fonte. Comme les creusets qui contiennent du graphite durent plus longtemps, ils reviennent à meilleur marché que ceux faits uniquement d'argile. On s'en sert pour toutes les catégories de creusets à acier à l'exception des plus élevées, la proportion de graphite (ou poussière de coke) diminuant à mesure que la qualité de l'acier s'élève.

Bien que presque chaque fondeur ait son propre mélange pour la fabrication des creusets, tous cependant s'accordent à préférer diverses argiles plutôt qu'une seule et unique, quelque réfractaire d'ailleurs qu'elle puisse être.

Les diverses matières, en des proportions exactes, doivent être mêlées avec de l'eau pour former une pâte uniforme. Il y a plusieurs méthodes pour le faire, mais celles le plus communément employées sont le foulage, le meulage et le malaxage, le foulage s'appliquant surtout aux grands creusets.

Quand les matières doivent être mêlées par foulage on les étend sur un plancher bétonné et on les asperge d'eau. La masse est fréquemment retournée avec des bèches et quand elle devient trop pâteuse pour être manipulée, on l'étend de nouveau et on la fait piétiner par des hommes les pieds nus; ils pressent l'argile entre leurs orteils et ainsi la mélangent à fond. Chaque portion de la matière doit être pressée entre les orteils, comprimée et ensuite appliquée par pression sur la pâte précédemment pétrie.

La masse piétinée est alors réduite en balles d'un poids de 40 à 45 livres, et après cela battue en une masse compacte. Dans quelques ateliers elle est malaxée après avoir été foulée.

Différentes maisons ont tâché de remplacer ce travail au moyen de moulins à malaxage, ou malaxeurs ouverts, mais sans grand succès, les fabricants ayant déclaré que l'argile mélangée mécaniquement ne répond pas à leurs besoins aussi bien que celle qui a été piétinée. La raison qu'ils en donnent est difficile à comprendre, vu qu'un malaxeur mécanique accomplit une distribution des particules qui est bien plus complète et produit une masse infiniment plus cohésive.

Les fabricants français de creusets mélangent ensemble les matières sèches et les font ensuite passer par un malaxeur qu'on asperge d'eau avec un goupillon. On laisse la pâte s'aigrir pendant plusieurs jours, puis on la repasse par un malaxeur, ce procédé d'aigrir et de malaxer étant répété plusieurs fois. Quelques fabricants allemands adoptent cette méthode pour tous les creusets. On l'emploie aussi énormément aux Etats-Unis, quoique là les creusets faits avec une matière mi-sèche soient très répandus.

L'auteur a fait de très soigneux essais soit microscopiques soit autrement sur les mêmes matières qu'il traite (a) par le foulage et (b) dans un auge à malaxer; il a toujours trouvé que la matière mêlée mécaniquement est plus uniforme et homogène quant à la texture que celle qui a été foulée. Et toutefois ceux qui se servent de creusets à acier sont tellement fidèles aux anciennes méthodes et si sérieuse est la perte occasionnée par les creusets défectueux qu'un très petit nombre de maisons, seulement, emploient le malaxeur mécanique, nonobstant le fait qu'il peut réussir à lui faire produire une matière de meilleure qualité à un plus bas prix.

Pour des creusets de petite et de moyenne taille, les matières sont mélangées dans une auge à malaxeur ou moulin malaxeur, ou, de préférence, en les meulant. Pour ce dernier moyen des quantités de l'une et de l'autre matière suffisantes pour former la charge d'un broyeur à meuler sont pesées, mises dans le broyeur qui est alors mis en marche. La quantité nécessaire d'eau est alors ajoutée lentement au moyen d'un mécanisme à asperger attaché au broyeur, et celui-ci continue à fonctionner jusqu'à ce que les matières soient convenablement mélangées. Dans la plupart des cas un traitement d'une demi-heure est suffisant, mais pour des creusets spéciaux le mélange est quelquefois meulé pendant plusieurs heures.

Un broyeur à meule ou moulin de délayage se compose d'un moulin à meules tournant autour d'un arbre horizontal avec une meule pleine, non perforée et rotative. Par sa construction, un moulin de délayage ressemble à un broyeur à meules tout en étant beaucoup plus léger, et les meules sont supportées par des paliers de sorte que c'est par friction plutôt que par écrasement que la matière est entamée.

La pâte est laissée dans des caves pendant plusieurs jours afin qu'elle s'aigrisse et que sa plasticité se développe entièrement. En même temps, si elle est trop tendre, on peut la laisser sécher en partie, de façon à produire une pâte de la dureté désirable. La pâte peut alors être placée dans un petit malaxeur, la matière qui en sort étant coupée en morceaux dont chacun est assez gros pour un creuset. Quelques fabricants font passer la pâte deux ou trois fois par le malaxeur, mais un traitement aussi rigoureusement complet n'est pas ordinairement nécessaire.

L'aigrissement est une partie importante dans la préparation du mélange, pendant laquelle l'argile devient plus plastique, l'humidité est distribuée uniformément et différentes réactions chimiques se produisent. Les effets de l'aigrissement s'intensifient si la matière est malaxée plusieurs fois pendant la période où il se fait.

Pendant l'aigrissement, on empêchera la surface de la pâte de sécher en la recouvrant de linges qu'on maintient toujours humides. La masse utilisée pour faire des creusets doit être aussi sèche que possible tout en restant propre à être travaillée.

Les creusets peuvent être faits (1) à la main dans des moules, (2) en jetant la pâte sur une roue, (3) dans des "jiggers and jolleys", (4) dans des presses, ou (5) par moulage mécanique.

Les "jiggers and jolleys" sont spécialement employés pour les creusets de plombagine, mais si la plombagine granulaire est l'un des ingrédients, il faut que la matière soit presque sèche et revête sa forme dans un moule en bois. Le graphite laminaire n'est pas soumis à cette restriction.

Le moulage à la main ne s'emploie habituellement que pour les plus grands creusets, vu que c'est une méthode lente et un peu coûteuse, mais qui donne d'excellents résultats. En faisant des creusets pour la fonte de l'acier, les moules en bois ou en fonte portent le nom technique de châssis. Ils se composent d'un

châssis extérieur dont le dedans a la forme de l'extérieur du creuset, mais a une ouverture d'un peu plus d'un pouce de diamètre au fond. La partie intérieure, ou tampon, forme le noyau du moule et est munie d'un manche, de façon qu'il puisse être manœuvré jusqu'à ce que la pâte dans le châssis soit suffisamment comprimée sous la forme voulue. Le tampon a une pièce qui projette du fond. Cette pièce passe au travers du trou au fond du châssis et sert de pivot pour maintenir le noyau en place pendant qu'on donne sa forme au creuset. A moins que le piston ne soit guidé par la pièce qui projette, il est difficile de faire de grands creusets d'une forme régulière.

Le châssis est bien graissé, la pâte y est introduite et, peu à peu, mise dans la forme voulue en y insérant le noyau du moule et en la travaillant d'un côté à l'autre d'une façon rotative. Si la chose est désirable l'argile peut être ajoutée en plusieurs portions au lieu de l'être tout à la fois, chaque part ajoutée étant mise à sa place avant qu'une autre y soit ajoutée.

Quand la pâte a été convenablement comprimée, toute partie superflue en est coupée, le noyau ou le tampon est enlevé et un couteau émoussé est inséré entre l'argile et le châssis de façon à former l'embouchure contractée du creuset, la mettant en état d'être plus facilement recouverte dans le four, en protégeant la surface du métal, en quelque mesure, contre l'oxydation, et servant à d'autres fins utiles. Quelques fabricants préfèrent procéder à cette forme de bouche du creuset après qu'il a été retiré du moule en la faisant tourner sur une petite table qui ressemble un peu à la roue d'un potier. La plus grande attention est de rigueur quand on comble le trou au fond du creuset et quand on corrige des défauts dans toute autre partie. Il est toujours difficile de fixer une pièce soit de jointure soit de rapiéçage et toute négligence à cet égard peut avoir pour conséquence une perte considérable de métal fondu.

Dans une autre méthode de moulage à la main, le moule consiste en un bloc de bois compact et à texture serrée, qui est recouvert d'un linge mouillé débarrassé des fils détachés. Le mélange est appliqué avec force sur ce linge et par petites nls détachés. Le mélange est appliqué avec force sur ce linge et par petites poignées à la fois, jusqu'à ce qu'une masse molle et uniforme d'épaisseur suffisante soit formée. La masse doit être pétrie plusieurs fois et battue de façon qu'il ne s'y trouve aucune place faible, ni de bulles d'air, etc. L'épaisseur du fond du creuset devrait être deux fois celle des côtés. Le fond du creuset étant bien préparé, on l'élève jusqu'à une planche sablée, bien de niveau et recouverte d'un disque de toile. Le tambour, ou les côtés du moule, est attaché à la planche et la pâte est appliquée autour des côtés. Si le creuset est suffisamment grand, on peut faire cela avec les pieds; autrement ce sont les mains ou un petit bâton rond qu'on emploie. La surface est alors faite rugueuse au moyen d'un peigne de fer, et une argile fraîche est jetée sur le moule, par poignées successives, jusqu'à ce que, après un pétrissage et un travail suffisants, le moule soit revêtu d'une pâte de l'épaisseur voulue. La surface intérieure du creuset est alors aplanie manuellement avec des outils.

Dans une troisième méthode de moulage des creusets avec la main (c'est une combinaison du moulage et du jet avec la main), la pâte d'argile est jetée dans un noyau creux de bois ayant la forme de l'intérieur du creuset et monté sur un pivot d'acier vertical de façon que le noyau puisse se tourner à la main ou par une force motrice. L'ouvrier forme l'extérieur du creuset en travaillant la pâte avec ses mains ou avec un instrument en même temps que le noyau tourne. Un vernier vertical à coulisse ou un profil peut également être employé pour s'assurer que le creuset a la forme et l'épaisseur voulues. Quand la forme est achevée et le creuset bien poli, le noyau est enlevé du pivot et renversé sur une planche. Le creuset se sépare alors facilement du noyau et celui-ci est de nouveau propre à être encore une fois utilisé. On peut recouvrir le noyau d'un linge pour faciliter l'enlèvement du creuset. Le tuyau d'écoulement se fait en pressant une partie du rebord du creuset entre le pouce et les doigts.

Des noyaux de plâtre sont quelquefois employés dans cette méthode au lieu de ceux en bois, mais il sont dispendieux et non particulièrement avantageux. La raison principale qu'on a de s'en servir c'est que le creuset se sépare plus facilement du plâtre que du bois, mais pour un ouvrier habile le plâtre ne présente aucun avantage. Les creusets sont fabriqués en grand nombre au moyen d'un "jolley and jigger". Un morceau de pâte est mis dans un moule de plâtre ou de fer, qu'on fait alors tourner avec vitesse, et un profil ou jigger est pressé contre l'argile de façon à ce qu'il se conforme à l'intérieur du moule et produise un creuset dont les parois sont de l'épaisseur requise. Le moule est alors enlevé de la machine et porté au séchoir, un nouveau moule venant le remplacer. C'est là une bonne méthode, mais un peu coûteuse, à cause des fréquents changements

du moule de plâtre. Elle a aussi ce désavantage que la pâte d'argile doit être très tendre et que les creusets ne sont pas aussi compacts qu'il le faudrait.

Les presses à main se prêtent davantage aux petits creusets et aux vases à scorifier, mais on s'en sert à l'occasion pour de plus grands creusets. Elles se composent d'un piston plongeur et d'un moule inférieur ou matrice, la pâte étant placée dans la matrice et ensuite comprimée par le piston.

Dans les presses actionnées par des forces motrices c'est ou bien le piston ou la matrice ou tous les deux qui doivent tourner pendant qu'on met en jeu la compression. Cela empêche l'adhérence de la pâte au métal. Un grand nombre de presses de différents modèles ont été suggérées pour la fabrication des creusets, mais presque toutes sont très peu satisfaisantes parce qu'elles font que les diverses parties du creuset sont irrégulières, quelques-unes étant beaucoup plus compactes que d'autres, et, par là, causant une action dynamique ou une fissure de la pâte. L'auteur a fait une nombreuse série d'essais avec toutes les presses vantées par la réclame (anglaise et étrangères) et il en est arrivé à conclure que la meilleure presse se compose d'un piston-plongeur rotatif et d'un moule détaché qui est élevé par une pédale communiquant avec le piston. Les côtés du piston sont légèrement aplatis et cannelés de façon à laisser s'échapper l'air entre le piston et l'argile. Le moule ou la matrice repose sur une plaque qu'on peut faire tourner sur une surface graissée ou sur des paliers à billes. Cette plaque n'est pas actionnée mécaniquement, mais c'est son frottement avec l'argile qui la fait tourner. Pour se servir d'une machine de ce genre, un morceau de pâte d'argile dure, de la dimension voulue, est plongé dans de la paraffine et placé dans le moule. La pédale de la machine est alors baissée et le moule est élevé jusqu'à ce que l'argile soit appliquée de force contre le piston qui tourne avec vitesse. A mesure que le moule monte, l'argile est peu à peu comprimée dans la forme désirée et le frottement fait tourner le moule très vite. Enfin, quand le moule est parvenu à son plus haut point, l'argile en excès est coupée automatiquement par la pression du sommet du moule sur le côté inférieur de la tête du piston, et alors la pédale est dégagée. Le moule descend alors et, quand un point approprié est atteint, un arrêt se produit qui empêche le creuset de descendre davantage, tout en permettant au moule de descendre. Le creuset est alors enlevé et la machine est prête à en commencer un autre. Une production quotidienne de 6,000 creusets, chacun d'un diamètre de 6 pouces ou de 1,400 creusets d'un diamètre de 12 pouces, peut facilement s'obtenir avec une de ces machines et deux forts jeunes gens. L'argile est fournie sous la forme de disques qui sont fabriqués dans un petit malaxeur pourvu d'une embouchure circulaire et d'une table à couper le fil de fer. Cette disposition dispense de la nécessité de peser l'argile.

Toutes les machines avec des pistons et des matrices qui ne sont pas rotatives semblent n'être pas satisfaisantes pour tous les creusets sauf, les plus petits; comme la production en est plus faible, la qualité des creusets est inférieure et l'adhérence de l'argile au métal est une cause de beaucoup d'ennui. Dans toutes les presses mécaniques employées pour des creusets, il est nécessaire de plonger le morceau de pâte dans de la paraffine ou un autre lubrifiant, à moins que le mélange ne soit si riche en argile qu'aucun autre lubrifiant ne soit nécessaire. A moins que l'argile ne soit bien lubrifiée, elle adhèrera au métal de la machine, et rendra difficile la fabrication des creusets d'une bonne forme.

Au moment actuel l'emploi d'un "jolley and jigger" est de beaucoup la méthode la plus ordinaire de faire les creusets, mais à mesure que la valeur des presses mécaniques les plus récentes et que les méthodes de moulage sont plus appréciées, il n'y a aucun doute qu'elles seront de plus en plus employées.

On donne aux meilleurs creusets leur fini et la dernière façon en en frottant la surface avec une éponge sèche et avec du cuir ou du caoutchouc de manière à la rendre lisse. quelquefois on les lave avec une bande de fine argile de façon à produire en dedans une couche fine. Ce traitement rend les creusets plus résistants aux scories, etc., parce qu'il est semblable à une doublure spéciale.

Les creusets demandent à être séchés lentement et uniformément, sans quoi ils se fendilleront quand on s'en servira. Il est surtout nécessaire de les protéger contre tous courants d'air et contre les rayons directs du soleil, car ces choses causeront aussi des fendillements. On les fait sécher d'habitude sur des cadres de bois dans des chambres chauffées par la vapeur au moyen de tuyaux, ou par la chaleur provenant des fours dans lesquels les creusets seront cuits plus tard. Dans quelques ateliers, les creusets sont d'abord placés dans une chambre qu'on maintient à la température de 30° C. (86 F.) pour être ensuite portés dans une autre pièce, maintenue à 50° C. (120 F.), où ils restent pendant une quinzaine ou davantage.

Une autre méthode de séchage consiste à placer les creusets sur des cadres dans de petites chambres non ventilées, ou dans des fourneaux qu'on chauffe avec

de la vapeur jusqu'à ce que les creusets soient presque secs. Le séchage est complété en les empilant sur des cadres tout autour du four.

Les creusets pour l'acier à fondre sont ordinairement placés sur des étagères autour des parois de l'atelier où on les fait, chaque étagère étant assez large pour deux ou trois rangs de creusets. De temps à autre on les tourne et quand ils sont presque secs, on peut les transporter dans la chambre du four où on les place sur des tablettes jusqu'à ce qu'ils soient absolument séchés par la chaleur que répandent le four et les moulages.

La chaleur directe doit être évitée pour le séchage et les creusets pour acier ne devraient pas être placés trop près du feu avant d'être absolument secs. La chose prend environ trois mois en tout, le premier mois se passant dans la chambre de la fabrication et les deux derniers dans un magasin où l'on laisse entrer un peu de chaleur. Plus les creusets restent sans être touchés, plus ils seront propres à l'usage, si bien qu'un magasinage prolongé est plus profitable qu'il n'y paraît à première vue.

Quand les creusets de plombagine sont convenablement séchés ils devraient rendre un son métallique clair quand on les frappe.

Les creusets secs doivent être gardés dans un endroit chaud, vu qu'ils sont très sensibles au gel. En aucun cas ne doit-on les garder dans un hangar ouvert.

Lorsque les creusets sont fabriqués dans les ateliers où l'on s'en servira plus tard, on ne les cuit pas dans des fours, mais on les chauffe de part en part dans les fours où ils seront utilisés, ou encore dans un four préliminaire qui consiste en une longue chambre basse, avec un foyer à une de ses extrémités où l'on brûle du coke. Les gaz chauds provenant du coke passent à travers la chambre qui renferme les creusets et de là dans la cheminée. Pendant qu'on chauffe le creuset de part en part on devrait le mettre, renversé sur le combustible, vu que cela diminue sa tendance à se fendiller.

Les creusets qui sont destinés à être vendus et transportés à de considérables distances doivent être cuits afin de leur donner une résistance suffisante. La température à laquelle cette cuisson s'effectue dépendra de l'usage auquel on destine ces creusets. La majeure partie des creusets ne devrait pas être cuite dure, bien que plus longtemps on les chauffe à blanc, plus longtemps ils dureront. Si on les chauffe insuffisamment, les creusets seront faibles et demanderont à être traités pendant le premier chauffage avec plus de soin qu'on n'en met d'habitude.

Les creusets de plombagine sont ordinairement cuits à la température de 710° C. à 900° C. (Cônes Seger 018 à 010a) dans des mouffes ou cazettes bourrées de coke en poussière ou de sable, afin d'empêcher la combustion indue du graphite. Selon la spécification du brevet publiée par D. B. Williams et J. R. Stauffer, en 1904, le protoxyde de carbone et d'autres gaz produits par ce traitement pénètrent dans les creusets et convertissent l'argile en une substance très réfractaire.

Si un creuset de plombagine est devenu rouge par l'oxydation d'un peu de fer qui s'y trouve, on lui donne une couche de mine de plomb pour lui rendre sa vraie couleur.

La température du four doit monter très graduellement, surtout au commencement. Pendant 48 heures elle ne devrait pas dépasser 110° C., la température finale ne devant être atteinte qu'après un autre laps de 48 heures ou davantage.

Il est essentiel que les creusets et les scorificateurs soient (a) suffisamment réfractaires pour résister à n'importe quelle température où ils puissent se trouver exposés, (b) insensibles à un refroidissement rapide, (c) assez compacts pour ne rien perdre de leur contenu par absorption, (d) assez résistants à l'action corrosive de leur contenu, surtout des oxydes métalliques, les scories et les cendres, (e) assez résistants pour retenir sûrement les matières contenues, e.g., un creuset plein d'acier pèse environ un demi-quintal, et il est nécessaire de porter de tels creusets pleins de métal fondu à une distance considérable. Il est très difficile de produire des creusets pareils, ayant toutes ces qualités à un haut degré, surtout quand de grands creusets sont nécessaires.

On cause un grand dommage aux creusets en se servant de mauvaises tenailles ou en les maniant mal. Si celles-ci sont impropres au travail des creusets, si elles les serrent trop fort, elles produisent de graves accidents dans la pâte et qui en abrègent vite la durée. La chaleur du four force bientôt les tenailles à perdre leur forme première, en sorte qu'elles devraient être souvent essayées contre le disque de fer tourné sous une forme appropriée. Tout cela donne peu de peine et allonge la durée des creusets.

Les grands creusets devraient être sortis du four en les levant par une sorte de moufle vu que cela les force moins que si on les soulève au moyen de pinces et de crochets à main.

Une atmosphère oxydante cuira le graphite par l'extérieur du vase et l'affaiblira; aussi pour obtenir une longue durée du creuset, dans un four quelconque, surtout s'il est chauffé au pétrole ou au gaz, la flamme devrait être maintenue plutôt basse.

Il est manifestement impossible de donner des chiffres exacts pour faire voir combien de fois un creuset peut être employé. Quelques ouvriers pourront faire servir un creuset quatre-vingts fois ou davantage pour de la fonte, tandis que d'autres n'en feront servir un tout semblable qu'une demi-douzaine de fois. De même pour la fusion des alliages, de l'acier et pour tous les autres usages auxquels on emploie les creusets, la manière dont s'adaptent les pincettes et dont on manie les creusets est beaucoup plus importante qu'on ne se l'imagine ordinairement. Les chiffres suivants représentent de bonnes moyennes.

Pour laiton, un creuset devrait servir	de 70 à 100 fois
“ le bronze, “ “	environ 50 fois.
“ le fer, “ “	de 70 à 90 fois.
“ l'acier, “ “	de 6 à 10 fois.

En ce qui concerne les qualités qu'on cherche dans un creuset de graphite, W. J. Downs fait les observations suivantes :

Les qualités requises d'un bon creuset de graphite sont d'être réfractaire, résistant, conducteur de chaleur, durable — c'est-à-dire de pouvoir supporter de nombreux chauffages, de résister à l'action, dans une température élevée, de matières mises soit à l'intérieur soit à l'extérieur. La qualité réfractaire d'un creuset est souvent très mal comprise. Il n'est pas aussi difficile de satisfaire à la seule qualité réfractaire qu'il l'est de préparer les autres qualités nécessaires à un bon creuset. Un mélange de graphite et d'argile réfractaire donnerait un mélange suffisamment réfractaire pour résister à la fonte du platine, mais ne remplirait aucunement les autres conditions.

L'amplitude des états réfractaires d'un creuset de graphite est assez grande. Le creuset qui rend de bons services pour la température du nickel en fusion, n'est guère propre à servir au moulage du spelter. Ceci veut dire que le mélange doit varier selon la température que réclame le produit à obtenir. Il n'en serait pas ainsi si la qualité réfractaire n'était pas si indissolublement associée aux autres vertus, qu'on exige d'un bon creuset. Le graphite de la paroi d'un creuset commence à s'oxyder à la température d'environ 600° C. La vitesse de l'oxydation s'accroît avec la température et varie avec la composition des gaz du four. La durée du creuset dépend beaucoup de la non-oxydation du graphite. Celle-ci est entravée par la formation d'un vernis sur la surface extérieure du creuset. La formation de ce vernis dépend de la qualité réfractaire du mélange du creuset. D'où il résulte que si la matière est trop infusible, la durée du creuset est fort abrégée. D'autre part, si cette matière est trop fusible, elle devient tendre et inutile. La formation du vernis dépend des constituants du mélange du creuset, de la température nécessaire et de la nature du combustible employé. Certains ouvriers recouvrent l'extérieur du creuset d'un mélange plus fusible que ne l'est la paroi du creuset même. Si la première température à laquelle le creuset est exposé est assez élevée pour former ce vernis protecteur, sa durée aux températures subséquentes et plus basses s'en trouve bien prolongée.

Il est ordinairement plus difficile de faire un creuset pour un service de basse température que pour des températures élevées, bien que cela dépende moins du fabricant du creuset que du fait que les fusions à basse température sont susceptibles d'être surchauffées. De là vient qu'un creuset ne devrait pas être trop réfractaire, mais devrait être fait de façon que l'oxydation du graphite ne puisse se produire à la température et dans les conditions où le creuset sera utilisé, et que cependant celui-ci soit assez fort pour supporter le poids du métal et la manipulation qu'on lui fera subir. Cette dernière remarque se rapporte aussi à la taille du creuset au point de vue de sa force de résistance. Il se peut qu'un creuset remplisse toutes les conditions voulues et ne soit cependant pas capable de supporter le poids du métal qu'il peut contenir, non plus que l'effort dynamique auquel les tenailles le soumettent. Toute manipulation de ce genre abrège la vie du creuset, et le mouvement qui se produit en vue de l'adoption de types variés de fours à bascule pour de grands creusets prouve que ceux qui utilisent des creusets comprennent l'importance de ce fait.

Les creusets de graphite peuvent se classer selon l'espèce du métal à fondre et du combustible à brûler, ces différents types variant de forme et aussi de composition. La première division distingue: (1) les creusets pour l'acier,

(2) les creusets pour laiton. Les autres métaux ou alliages sont fondus dans l'un ou l'autre de ces deux types. Selon la classe du combustible utilisé, les creusets se divisent en gaz, coke et charbon.

La forme générale de tous ces creusets, tels qu'on les fait aux Etats-Unis, est celle d'un œuf coupé en tranche plate aux deux bouts. Les creusets pour l'acier ont à peu près le même diamètre à chaque bout, ou sont souvent plus petits au sommet, et le ventre, ou le plus grand diamètre, est un peu plus qu'à moitié chemin vers le sommet. Les creusets pour laiton ont la même forme générale sauf que le diamètre du sommet est beaucoup plus grand qu'au bas, le ventre étant à peu près dans la même place. La proportion du diamètre à la hauteur est moindre dans les creusets à acier que dans ceux pour laiton, et la chose est plus prononcée dans les creusets de l'étranger que dans ceux de l'Amérique. Les creusets plus étroits sont plus économiques, quant au combustible, que le type américain qui est plus large.

Plusieurs formes spéciales sont fabriquées pour se prêter à un travail ou à des fours particuliers, mais la forme ovoïde prédomine par les usages ordinaires. La rotation de la taille de creuset de graphite est tout à fait arbitraire et a changé de temps en temps. Elle est fondée sur la capacité du creuset en livres de métal et est exprimée en nombres. Aujourd'hui, l'unité de taille d'un creuset à laiton c'est trois livres par numéro; c'est-à-dire que le creuset n° 60 a une capacité de 180 livres de métal. Comme le poids spécifique des métaux et des alliages fondus dans ces creusets est variable, la capacité en livres varie également, mais le métal dans les termes duquel la capacité est exprimée est ordinairement le laiton, qui a une pesanteur spécifique d'environ 8. Un creuset n° 70 fond 200 livres de bronze, 250 livres d'argent, et 350 livres d'or. Le tableau suivant qui fait voir les tailles standard des creusets de graphite, comme elles ont été approuvées par l'"American Institute of Metals", est emprunté au volume X des mémoires de l'Institut, 1916, p. 5:

Tailles réglementaires pour les creusets de graphite

Numéro	Hauteur	Sommet	Ventre	Fond
12.....	8½	6½	6½	5
14.....	8½	7	7½	5½
16.....	9½	7½	7½	5½
18.....	10	7½	8	5½
20.....	10½	7½	8½	6½
25.....	11	8½	9	6½
30.....	11½	8½	9½	7
35.....	12½	9½	10	7½
40.....	12½	9½	10½	7½
45.....	13½	10	10½	7½
50.....	13½	10½	11½	8
60.....	14½	10½	11½	8½
70.....	14½	10½	12	8½
80.....	15½	11½	12½	8½
90.....	16	11½	12½	9
100.....	16½	12½	13½	9½
125.....	16½	12½	14	10
150.....	19	13½	14½	10½
175.....	19½	14½	16	11
200.....	20½	15	16½	11½
225.....	20½	15	16½	12½
250.....	21	15½	17½	11½
275.....	22½	15	17½	12½
300.....	22½	16½	17½	12½
400.....	24½	17½	19½	14

Les creusets pour acier sont ordinairement faits de deux dimensions seulement: n° 50 et n° 60, et les numéros des dimensions ne correspondent pas à la capacité du métal fondu. Un vase n° 50 pour acier a une capacité d'environ 95 livres, et le n° 60 en a une d'environ 110 livres.

Un autre, plus grand type de creuset en graphite est la cornue employée pour la distillation du zinc dans les affineries d'argent. Ces cornues vont de 31 pouces à 40 pouces en longueur, avec un ventre qui va de 16 pouces à 22 pouces; elles sont utilisées dans les fourneaux du type à bascule. Il y a encore un autre type de creuset destiné à servir pour le recuit des limes.

Le nombre de degrés de chaleur qu'un creuset à laiton peut être exposé à supporter est essentiellement subordonné aux matières employées à le produire, au soin qu'on a mis à le fabriquer, et à la manipulation qu'il reçoit quand on s'en sert. Le meilleur même des creusets, c'est-à-dire le creuset fabriqué avec les meilleures matières, avec la plus extrême attention apportée dans le dosage et le mélange de ces matières verra sa durée sensiblement abrégée par une manipulation négligente, tandis que un traitement attentif peut assurer un nombre relativement considérable de degrés de chaleur pour un creuset de facture plutôt pauvre. Des soins semblables de la part soit du fabricant soit du fondeur sont essentiels pour obtenir les meilleurs résultats. Cela tient à la faute de bien des fonderies, qui ne prennent pas les précautions nécessaires dans l'emploi des creusets fabriqués avec des argiles appelées à remplacer celle d'Allemagne et le graphite de Ceylan. Les fabricants américains de creusets transmettent à cet égard les renseignements les plus différents de la part de leurs clients.

Sous ce rapport on peut encore faire remarquer que des deux principaux constituants d'un mélange de creuset, le graphite et l'argile, le graphite est employé à cause de sa vertu réfractaire et de sa bonne conductibilité de chaleur. Il n'a aucune qualité agglomérante, et il s'oxyde facilement à de hautes températures quand il est exposé à l'air. L'argile sert d'agglomérant pour faire tenir ensemble les particules du graphite, et même avant d'avoir reçu la quantité nécessaire d'eau pour sa plasticité, et dans son état naturel, à la faveur de conditions atmosphériques ordinaires, l'argile contient une quantité appréciable d'humidité. La quantité totale d'eau dans un creuset fraîchement fabriqué est d'environ 20 p.c. et le lent travail du séchage que les creusets doivent subir avant d'affronter la cuisson chasse l'eau ajoutée mécaniquement, comme agent de plasticité, mais non l'humidité hygroscopique. Celle-ci est chassée par le processus de la cuisson dont le but est de calciner l'argile. En le sortant du four le creuset commence immédiatement à absorber l'humidité hygroscopique et continue à le faire jusqu'à complète saturation. Combien d'humidité le creuset va-t-il ainsi absorber, cela dépend évidemment de l'humidité de l'atmosphère ambiante. Un essai fait sur un creuset qui, étant sorti du four, contenait moins de 0.25 p.c. d'humidité, fit voir qu'après être resté des heures entières dans une chambre à 90° F, l'humidité y contenue avant monté à 2.7 p.c. Après cinq heures de plus dans des conditions atmosphériques ordinaires d'une humidité moyenne celle-ci avait monté à 4.5 p.c.

Il est clair qu'en soumettant un creuset, tenu quelque temps dans une atmosphère d'une humidité ordinaire, à une chaleur soudaine, l'humidité absorbée sera chassée violemment sous forme de vapeur, avec un dommage inévitable pour le creuset. Une pareille façon de faire résulte souvent en ce qui s'appelle un "scalpage" c'est-à-dire la cassure d'une partie de la paroi du creuset, ou en un désagrégement des lamelles irrégulièrement formées (voir planche XLV). Même s'il ne se voit pas de véritable fracture, il peut se former, à l'intérieur, des fissures ou des lignes d'affaissement qui au bout de quelque temps de service du creuset, se terminera en des fuites ou des petits trous.

Le scalpage peut aussi résulter du fait qu'une partie du creuset étant chauffée à une température beaucoup plus forte que celle des parties avoisinantes, l'inégale dilatation fait voler en éclats le creuset.

Dans le but d'empêcher l'absorption de plus qu'un minimum d'humidité hygroscopique les creusets devraient être relégués dans une chambre chaude et sèche, maintenue à une température plutôt de 100° F., pendant au moins quatre semaines avant de s'en servir. En prenant cette précaution le risque d'un éclatement ou d'un scalpage se réduira à un minimum.

La recuisson dans la fonderie, c'est-à-dire le chauffage préliminaire du creuset avant de l'exposer à la plus haute température du four, est pratiquée de diverses manières et souvent d'une façon préjudiciable au creuset. Le meilleur système à employer pour cette recuisson c'est de se servir d'un four construit exprès dans ce but, utilisant la chaleur qui se perd entre le four et la cheminée. Ces fours peuvent se construire de façon que la chaleur puisse être réglée et la température portée graduellement à 250° F., ou au-dessus. Le creuset de taille moyenne, le n° 60 par exemple, doit être maintenu à la susdite température pendant au moins 48 heures, avant d'être mis dans le four, tandis que des tailles plus grandes demandent encore plus de temps. La méthode ordinaire de tempérer la cuisson des creusets dans des fours à noyaux où ils sont exposés à l'humidité expulsée des noyaux, est une cause fréquente d'échec dans la recherche de meilleurs services.

C'est une façon de prolonger la durée d'un creuset que de lui permettre, à la fin d'une journée de travail, de rester dans le four et de s'y refroidir en même temps que le feu baisse.

Une méthode quelquefois suivie dans le but de sécher à fond des creusets avant de les cuire consiste à faire un petit feu de copeaux et de charbon de bois en dedans du creuset quelques heures avant de s'en servir, mais ce moyen est seulement et tout au plus, un à peu près et ne donne pas d'aussi bons résultats que la cuisson tempérée dans un four ad hoc. Une manipulation soigneuse avec les tenailles joue aussi un rôle important dans les services que rend un creuset. Dans les fours à bascule d'où sont éliminées ces perpétuelles entrées et sorties, un creuset pourra supporter plus du double du nombre moyen de chauffages. Quand un creuset est soulevé hors du four avec son poids de métal en fusion il a de la plasticité qui lui permet de s'adapter à la forme de tenailles mal tournées. Le creuset une fois vidé de son contenu et refroidi verra cette forme persister, et à moins que les tenailles ne soient remises très exactement à la même place au vidage suivant, le creuset sera encore une fois déformé. Un pareil traitement venant à se répéter affaiblira gravement le creuset et en abrègera la durée.

Les tenailles ne devraient jamais saisir un creuset au-dessus du ventre mais devraient le prendre plus bas, à environ six pouces au-dessus du fond. C'est dans ce but que le creuset est fait plus lourd à cet endroit, et le ventre l'aide à résister à l'étreinte des tenailles.

Un combustible défectueux est également très préjudiciable aux creusets, les gaz qui s'en dégagent, du combustible surtout qui a beaucoup de soufre, pénètrent dans les fours à bascule d'où sont éliminées ces perpétuelles entrées et sorties, fait est surtout très prononcé dans le cas d'un combustible mouillé ou simplement humide, soit du charbon ou du coke. Une combustion imparfaite au pétrole ou au gaz aura aussi le même résultat. Ces gaz se produisent toujours aux basses températures, d'habitude dans un feu de houille ou de coke, de suite après une nouvelle charge de combustible, et dans les fours à pétrole ou à gaz au moindre ajustage des soupapes à air ou à combustible.

C'est également une fâcheuse méthode que de laisser le creuset, avec sa charge en fusion, demeurer plus longtemps qu'il ne faut dans le four. Une semblable méthode s'appelle le trempage (soaking) et fort naturellement elle abrège la durée du creuset parce qu'elle brûle le graphite de ses parois, et, en outre, affaiblit le creuset d'autres façons.

Les remarques suivantes sur les méthodes de s'assurer un meilleur service de la part des creusets de graphite, sont tirées d'une publication toute récente.¹

Au mois de juin 1916, la situation du creuset devint fort sérieuse par suite des demandes plus nombreuses venant des fabricants de creusets pour acier et munitions de guerre, demandes qui coïncidaient avec une pénurie de certaines matières qui entrent dans la composition du creuset, si bien que les prix montèrent de 4 cents à 25 cents par numéro. Parmi d'autres fabricants qui éprouvèrent de graves contretemps, il faut citer les Hauts Fourneaux du Chantier Maritime de Portsmouth, avec 26 fours à creuset en activité, donnant une, deux, et quelquefois trois chauffés par creuset, ce dérangement s'étendant sur une période d'environ quatre semaines. Les nombreuses tentatives pour prolonger la durée du creuset devinrent décourageantes, la seule consolation provenant du fait que cette perturbation du marché était générale et qu'il dépendait du fabricant de creusets et des industriels qui s'en servaient de s'ingénier de leur mieux pour tenir tête à cette crise. Il fallait vite trouver moyen de sauver la situation dans les hautes fourneaux où les déchets de métaux non ferrifères, provenant de tous les chantiers, sont envoyés pour être convertis en lingots de métal devant servir à nouveau dans les diverses fonderies du chantier maritime.

Le présent auteur entrepris de résoudre le problème qui était d'empêcher le désagrégement et les fissures des creusets, et, en une semaine, il réussit à surmonter la difficulté par trois mesures très simples:

1. En finir avec le recuit dans les fours à noyaux.
2. Par une préparation pour enduire (ce fut notre propre façon) et recuire dans le foyer du four, tirant notre approvisionnement de cette source selon les besoins.
3. En se servant d'un fondant qui empêchait le clivage du laitier et des métaux à l'intérieur des creusets avec le résultat: que la durée des creusets montant de suite à 20 chauffés et, comme le prouvent nos registres, à 30 chauffés pour la fin de 1916.

A partir du 1er janvier 1917 jusqu'au 1er mai 1918, le département des approvisionnements envoya aux hauts fourneaux une facture de 376 creusets du n° 100. Le nombre de chauffés du 1er janvier 1917 au 1er mai 1918, se montait à 20.295, donnant une moyenne totale de 54 chauffés par creuset. Le combustible employé était de l'antracite, avec un espace de 2 pouces $\frac{1}{2}$ autour du creuset et avec une base de charbon suffisante pour faire durer la chauffe sans remettre du charbon ni déranger le creuset avant de le retirer pour le vider.

Les différentes espèces de travaux pour lesquels les creusets de graphite sont employés comme vaisseau de fusion comprennent les moulages malléables, les petits moulages en fer, l'acier moulé au creuset, toutes les espèces d'alliages de cuivre, les moulages du zinc, le trempage des limes, la fusion et l'affinage de l'or et de l'argent. Les formes oblongues, carrées et rondes, sont également employées dans les brasures liquides, et aussi pour calciner les plateaux ou boîtes pour matières qui exigent une chauffe prudente, égale, sans être à découvert, comme la mine de plomb pour crayons, les charbons à lumière incandescente, etc. Les cornues ou bouteilles en graphite employées dans la distillation du zinc dans les travaux d'affinage de l'argent ont une capacité de 1,500 livres de métal (planche XLIX).

Comme il a été déjà indiqué, le principal avantage des creusets de graphite c'est la faculté qu'ils ont de supporter de soudains changements de température sans se fendre; on peut s'en servir plusieurs fois jusqu'à ce que telle portion du graphite sera brûlée qui empêchera le creuset de supporter le poids de la charge et le maniement au moyen des tenailles. Même quand le gra-

¹ T. F. Durning, dans le "Brass World", août 1918, p. 227.

phite près de la surface du creuset est complètement brûlé, celui dans l'intérieur des parois est protégé pendant longtemps par le garnissage d'argile fondue qui enveloppe les particules et retarde l'oxydation.

Les creusets de graphite ne sont pas aussi poreux que ceux d'argile et ainsi n'absorbent pas autant que ces derniers du métal fondu. C'est pour cette raison qu'ils sont préférables pour la fusion des métaux précieux.

En ce qui concerne l'avenir de l'industrie des creusets de graphite il a déjà été remarqué qu'il se produit aujourd'hui une tendance marquée à adopter le four électrique pour fondre l'acier, et que cela dispense de la nécessité d'employer les creusets de graphite pour cette catégorie de travaux. Dans l'industrie du laiton, il y a aussi certains indices qui font prévoir que les fours électriques pourront, dans un avenir rapproché, remplacer les fours à creuset. Sous ce rapport, la citation suivante tirée d'un article de MM. H. W. Gillett et A. E. Rhoads, dans le "Brass World", est assez intéressante¹.

Il semble presque inévitable que les quelques années qui vont suivre verront les fours électriques remplacer une grande partie des fours à creuset dans l'industrie du laiton; développement comparable à celui que les quelques dernières années ont vu dans l'aciérie.

L'argile de Klingenberg n'était pas à notre disposition, le graphite de Ceylan exigeant un transport réclaté pour d'autres marchandises, les creusets, malgré l'excellent travail accompli par les fabricants de creusets, par le "Bureau of Standards" et par d'autres dans ce domaine, les creusets, disons-nous, de façon générale, sont encore de beaucoup plus pauvre qualité et bien plus dispendieux qu'ils ne l'étaient avant la guerre.

A part l'avantage de se passer de creuset et la faculté de fondre de plus fortes charges, la fusion que l'électricité (dans un type approprié de fours) diminue la perte de métal par oxydation et par volatilisation, empêche l'élimination du soufre des matières combustibles; permet des conditions sanitaires meilleures et plus salubres; a, enfin, de moindres avantages assez nombreux, comme d'être exemptés du manèment et de l'emmagasinage du combustible et des cendres. Les fours électriques donnent aux métaux la qualité qui provenait du creuset sans recourir au creuset.

Les fours à bascule dispensent de l'usage de tenailles pour soulever les creusets à l'entrée et à la sortie du four, et de cette façon aident beaucoup à en prolonger la durée. Les fours à bascule, cependant, ne sont pas utilisables dans plusieurs catégories de travaux de fonderie, et, en outre, ils entraînent de plus grandes dépenses que les fours ordinaires pour creusets puisqu'ils n'ont de place que pour un vase et qu'ainsi il faut un très grand nombre de ces fours. Les creusets pour cette sorte de fours sont faits avec une lèvre spéciale pour en épancher le contenu (planche XLIV).

Ce sont des formes modifiées du creuset ordinaire à acier ou à laiton, que les creusets qui s'épanchent par le fond et ceux qui s'écument automatiquement. Dans les premiers, le bord par lequel ils déversent leur contenu est extrêmement épais et a un tuyau qui le traverse jusqu'en bas à partir des deux-tiers de la hauteur de la paroi. De cette manière le métal sort toujours par le fond et aucune partie oxydée du métal ne peut entrer dans le moulage. Le creuset à écumage automatique est destiné à fondre les métaux précieux; il est pourvu d'un pont à la lèvre d'épanchement, pont qui retient le charbon et les fondants en fusion et qui garantit la pureté du métal versé. Le type du creuset à épanchement par le fond est représenté dans la planche XLVII.

AUTRES PRODUITS RÉFRACTAIRES EN GRAPHITE

En sus des creusets il y a une variété d'objets réfractaires employés dans les travaux de hauts fourneaux et de fonderie qui contiennent du graphiite comme

¹A Rocking Electric Brass Furnace, "Brass World", août 1918, p. 217.

l'un de leurs constituants. Ces objets comprennent les couvercles de creuset, les tampons pour poches de coulées de four Martin et d'acier Bessemer, pour tuyères d'épanchement, agitateurs, anneaux de porcelaine, blindages, tubes de tampons, supports ou escabeaux de creusets, écumeurs, puisettes, phosphorisateurs, cheminée ou prolongements supérieurs des creusets, écrans de pyromètres, boîtes pour la cuisson de la plombagine des crayons et les filaments de la lumière incandescente, et pour la trempe de surface et la carbonisation, les briques de four en graphite, etc. Plusieurs des objets susdits sont représentés dans les planches L à LIII.

Les creusets à refroidissement lent pour limes et outils d'acier sont à peu près du même diamètre au sommet et à la base, un échantillon de cette taille donnent 25" en hauteur et 9" comme diamètre. Les creusets sont remplis avec du plomb fondu ou des substances chimiques, et l'acier chauffé venant de la forge est plongé dans ces dernières de manière à effectuer un refroidissement graduel.

Les creusets à braser qu'on voit à la planche XLVIII montrent quelques-unes des formes usitées dans les brasures par trempage des cadres de bicyclettes.

Les prolongements supérieurs, ou cheminées (planche L) sont mis au sommet des creusets afin d'introduire une plus forte charge de tournures de cuivre ou de paille de laminage, réduisant ainsi la nécessité de fréquentes additions de petites quantités de ces matières.

Les cassettes de pyromètre (planche L) servent à protéger le tube du pyromètre contre un contact avec le métal ou toute autre substance à l'essai. Ceux dont on se sert quand on veut calibrer les pyromètres sont faits entièrement de graphite sans mélange additionnel d'argile dans le but d'éviter la contamination du métal. On en peut dire autant des creusets de graphite employés dans ce travail. Les contre-portes et les creusets pour ce genre de travail sont ordinairement faits de graphite artificiel.

Les phosphorisateurs (planche LII) servent à introduire le phosphore dans le métal pour la fabrication du bronze phosphoreux. Une baguette de fer est attachée dans un trou du col, et le phosphore bien enveloppé pour empêcher une ignition spontanée, est placé dans la chambre du bas. Le phosphorisateur est alors plongé dans le métal fondu. Les phosphorisateurs exigent les mêmes soins que les creusets avant d'être utilisés, c'est-à-dire qu'ils demandent à être recuits pour ne pas subir de fissures.

Les briques de graphite servent à garnir certaines parties des parvis du four, afin d'empêcher les scories de s'y attacher.

Le graphite est aussi ajouté en certains cas à des ciments réfractaires parce qu'il leur sert à s'étendre plus facilement avec la truelle.

Le graphite a été employé également dans la fabrication des cornues de plus petite dimension, mettant 2 parties de graphite pour 1 d'argile réfractaire.

CRAYONS

La fabrication des crayons¹ de graphite sur une échelle commerciale date de la découverte du fameux gisement de graphite de Borrowdale dans le Cumberland, Angleterre.

¹ Pour plus amples détails sur les méthodes de fabriquer les crayons, le lecteur peut consulter les ouvrages suivants:—Haenig, A., *Der Graphit* 1910, p. 104-125; Hardmuth, L. et C., *Die Bleistiffterzeugung*, 1902; *Die Bleistiftfabrik von A. W. Faber, zu Stein, bei Nurnberg* (esquisse historique préparée pour l'exposition de Vienne de 1873); Buchwald, A. *Bleistifte, Farbstifte, farbige Kreide-und Pastellstifte, und ihre Herstellung*, etc., 1904; Donath, E., *Der Graphit*, 1904, p. 107-128. Cirkel, F., *Graphite, propriétés, gisements, traitements, et usages*; Division des Mines, Ministère des Mines, Ottawa, 1906, p. 253-276. Ce dernier ouvrage comprend presque tous les renseignements contenus dans les volumes précités. Ce rapport qui est épuisé, peut cependant être consulté dans les bibliothèques de diverses Sociétés techniques, scientifiques ou d'ingénieurs, dans les départements des mines du Gouvernement et autres endroits.

Ce gisement fut découvert et exploité en 1564, c'est-à-dire sous le règne de la reine Elizabeth. Une bonne partie de ce graphite était d'une si grande pureté qu'on pouvait l'extraire en gros blocs qui se découpaient en bâtons-crayons, sans qu'il fût nécessaire de soumettre le minéral à un travail d'épuration. Le graphite qui était trop mélangé d'impuretés de nature minérale pour faire des crayons était utilisé dans la fabrication des creusets.

Le graphite à crayons de haute qualité, provenant de la mine de Borrowdale était si estimé et se vendait à si haut prix qu'il s'en suivit beaucoup d'ennuis au sujet des titres de propriété et que le gouvernement se vit obligé de prendre en mains l'administration de ces gisements. On fixa une période de six semaines comme le maximum de temps pendant lequel, chaque année, le gisement serait exploité, et même, avec cette restriction, la valeur du rendement annuel se monta à £40,000, soit environ \$200,000.

Tout le graphite produit était envoyé aux enchères de graphite qui se tenaient à Londres, le premier lundi de chaque mois, et là il rapportait d'habitude jusqu'à \$40 la livre. Dans le but d'encourager cette nouvelle industrie le gouvernement en arriva à interdire toute exportation de graphite sauf sous la forme de crayons.

Après que les plus riches parties du gisement de Borrowdale furent épuisées, on essaya de concentrer le minerai moins riche, mais la matière ainsi produite n'arriva jamais à égaler les qualités supérieures du graphite brut.

Le graphite de Borrowdale fut longtemps connu sous les noms de "black cawke" et "wad", ce dernier terme étant le nom moderne d'un minerai de manganèse. Ce gisement est depuis longtemps épuisé, la dernière exploitation s'étant faite en 1833. On fit un peu de prospection en 1875 et le graphite qu'on en obtint se vendit, dit-on, \$10 la livre. Le minéral se montra sous la forme de cheminées, de filèts et de nids, le tout associé à un dyke de diorite altérée injectée dans une cendre volcanique.¹

Vers le temps, environ, que le gisement de graphite à crayon de Borrowdale commençait à s'épuiser, un minéral semblable fut découvert au Mont Batougol, en Sibérie, et ce gisement approvisionna pendant plusieurs années de tout le graphite nécessaire à la fabrique de crayons des Faber de Nuremberg.

Les premiers crayons se composaient tout simplement de bâtons de graphite pur coupés dans le bloc massif de ce minéral tel qu'il sortait de la mine. Plus tard on inséra ces bâtons dans une gaine faite de deux longs morceaux de bois cannelés, formant ainsi des crayons du même type que ceux dont on se sert aujourd'hui, bien qu'ils fussent alors probablement plus gros et continssent de la mine de plomb plus épaisse.

Pour obtenir une mine de plomb plus dure, les bâtons de graphite étaient chauffés, dit-on, dans du soufre en fusion avant d'être placés entre les deux parties de la gaine de bois. Les crayons continuèrent à être faits de cette façon jusqu'en 1795, alors que Conté imagina la présente méthode de fabrication qui consiste à mêler une argile finement pulvérisée avec du graphite pour en faire une pâte épaisse qu'on moulait sous forme de bâtons de mine de plomb, et qu'on cuisait ensuite. De cette façon un produit beaucoup plus uniforme devenait possible, et, en changeant les proportions d'argile et de graphite dans le mélange on parvenait à obtenir des degrés variables de dureté.

Cette méthode naturellement fit réaliser une grande économie de graphite sur l'ancienne méthode où il y avait beaucoup de gaspillage. Des tentatives

¹ Mem. Geol. Surv. Great Britain, vol. V, 1916, p. 25; voir aussi Haenig, op. cit., p. 41.

avaient été faites auparavant pour éviter ce gaspillage dans les mines de graphite de Borrowdale, en pulvérisant le graphite et en le soumettant à un procédé chimique pour éliminer la gangue, après quoi la bouillie de graphite était comprimée en une masse compacte qu'on pouvait couper en bâtons comme on faisait du minéral naturel. Toutefois cette méthode n'eut pas le succès qu'on s'en attendait, pas plus que d'autres tentatives ultérieures en introduisant de la colle forte, de la colle de poisson, du suif, de la cire et d'autres substances agglomérantes dans le graphite en poudre, dans le but de former une masse compacte, facile à couper. L'expérience faite en mêlant du graphite à du soufre ou à de l'antimoine n'eut pas plus de succès.

Aujourd'hui ce sont seuls les graphites tendres terreux, ou ceux qu'on appelle amorphes, qui sont employés dans la fabrication des crayons. Les graphites laminaires, comme d'ailleurs la plombagine de Ceylan ne possèdent pas, il s'en faut même bien, la qualité de tracer des caractères comme l'ont les espèces terreuses, à la façon des graphites de Sibérie et du Mexique. Dans les fabriques américaines de crayons, le graphite mexicain forme la plus grosse partie du graphite employé. Le minéral de Bavière et celui de Bohême est aussi très propre à cet emploi.

Les raisons commerciales bien connues de Faber et de Hardmuth, situées l'une à Stein, près de Nuremberg (Allemagne) et à Vienne (Autriche) furent pendant bien des années les fabriques de crayons les plus considérables du monde mais vers l'année 1890 et après, cet industrie prit pied en Amérique, et dans l'espace de trois ans l'exportation des crayons venant d'Allemagne aux Etats-Unis diminua de moitié, environ.

En 1909, l'année du dernier recensement, il y avait 11 de ces fabriques aux Etats-Unis; elles employaient 4,513 personnes et payaient presque 2 millions $\frac{1}{2}$ de dollars en gages et salaires. La production sortie de ces fabriques était évaluée à tout près de sept millions et demi de dollars¹.

On estime qu'environ le 7 p.c. de la production mondiale du graphite se consomme dans l'industrie des crayons.

On se sert du graphite amorphe dans les procédés modernes de la fabrication des crayons² vu que ce graphite-là peut plus facilement se pulvériser en une poudre composée de particules uniformes qu'un graphite laminaire, lequel, si finement qu'on le pulvérise, continue cependant à garder sa forme en lamelles.

L'argile sert d'agglomérant, et l'on donne au crayon achevé les divers degrés de dureté en variant les proportions d'argile et de graphite dans le mélange qui s'en fait. Aujourd'hui les fabricants mettent la plus grande attention à produire des crayons de la qualité la plus haute, ceux surtout très spécialement destinés à différentes catégories d'esquisses et de dessins, et les proportions exactes de ce mélange de graphite et d'argile qui constitue les différentes qualités sont surveillées de la façon la plus minutieuse. Une maison d'un grand renom aux Etats-Unis offre dix-sept degrés de dureté dans son crayon de la meilleure qualité, et pour conserver la stricte uniformité à travers toutes les différentes duretés il faut apporter la plus grande attention à la qualité des matières premières et à leurs proportions, de même qu'à la pulvérisation et au mélange.

Le graphite est tout d'abord pulvérisé à sec et puis flotté à l'air, après quoi il est flotté sur l'eau afin d'en éliminer les particules de sable. Une argile à

¹ Ce total peut comprendre quelques fabrications annexes, telles que celles des gommes à effacer, des boîtes à crayons, des manches de plumes, etc., mais s'entend surtout, probablement, des crayons même.

² Grâce à un renseignement qui nous est très courtoisement communiqué par la Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, et par la Eagle Pencil Company, New-York.

poterie de haute qualité sert d'agglomérant. Cette argile doit être hautement plastique et réfractaire, exempte de fer et de chaux. Une argile bien appropriée devrait être composée, approximativement, comme suit:—

Silice	50-60 p.c.
Alumine	50-40 "

L'argile est broyée à sec, est flottée puis placée dans des réservoirs. Le graphite et l'argile sont alors mélangés dans les proportions requises, et encore pulvérisés sous des broyeurs à meule dans un réservoir fermé. Ce broyage est humide et selon le degré de la finesse requise il dure de 2 semaines à 3 mois. La bouillie qui provient du broyage à meules est alors passée par un filtre-pressé ou un filtre par le vide, de préférence par ce dernier, vu que les tamis en étoffe du premier tendent à s'obstruer. Le produit sorti du filtre est pétri à la main pour recevoir la fermeté requise, et la pâte est mise sous une presse hydraulique qui, sous une pression de 2,000 livres au pouce carré, la fait passer au travers des matrices du diamètre de la mine de plomb achevée. Celle-ci sort de la matrice sous la forme d'un cordon continu, et la tête de la matrice, étant montée sur un levier articulé, le cordon est replié comme il sort de la matrice et se trouve pris dans une assiette en métal. Une fois pleine, l'assiette est enlevée et la mine de plomb est déroulée à la main et divisée en longueurs, dont chacune est égale à 3 longueurs de crayon. Arrivée à ce point, la matière est tout à fait robuste et pliable et peut être facilement maniée sans se casser ni se déformer. Les longueurs de la mine de plomb sont couchées entre les planches et laissées sécher à l'air, après quoi elles sont coupées à la main en longueurs de crayon et disposées en paquets dans les creusets ou boîtes de graphite. Alors on les met dans un four et on les cuit durant plusieurs heures à une température de 1500° à 2000° F, après quoi elles sont prêtes à être mises dans leurs étuis de bois. Un séchage intermédiaire peut avoir lieu avant la cuisson finale, et se fait dans des boîtes de fer au sein d'une étuve à la température d'environ 150°F.

Les enveloppes de bois se composent de blocs en bois de cèdre, cannelés pour recevoir la mine de plomb; ils mesurent 7½" × 2½" × 3½". Chaque bloc est pourvu de six cannelures, et après y avoir inséré les mines de plomb, les blocs sont plongés dans de la colle forte et emboîtés l'un dans l'autre en paquets d'une douzaine ou moins, et laissés sécher. Finalement, les blocs collés sont coupés en crayons séparés, lesquels sont alors achevés, passés au papier verre, peints, vernis et timbrés.

Pour donner la force nécessaire, les crayons les plus tendres sont pourvus de mines de plomb d'un plus fort diamètre que les crayons durs, pour lesquels la plus forte proportion d'argile employée remplit le même but.

Le graphite artificiel ne se prête pas à la fabrication de crayons, car il se peut qu'il contienne des particules de carborundum. Une petite proportion de graphite laminaire entre dans certaines catégories de crayons, mais, comme ç'a été dit plus haut, la majeure partie se compose de la variété amorphe.

La proportion ordinaire qui entre dans la composition des crayons consiste en deux parties de graphite pour trois d'argile; mais d'autres substances telles que le sulfure d'antimoine, le noir de fumée et du plomb métallique finement divisé sont quelquefois amalgamées dans le mélange. Les mines de plomb peuvent aussi être bouillies dans la cire ou le suif, afin d'en éliminer le gravier ou de les rendre plus résistants.

En fait, tout le graphite de crayon consommé sur ce continent-ci vient des mines de Santa Maria près de La Colorado, dans la Sonora Centrale, au Mexique, lesquelles sont la propriété de la United States Graphite Company, de Saginaw (Michigan), qui les exploite. Ce graphite est entièrement amorphe et, même sous

un puissant microscope, ne fait voir que des particules informes. Les gisements sont le résultat du métamorphisme de couches horizontales de houille par un granite d'intrusion. Une analyse d'un tout-venant de minerai a fourni:¹

Carbone	86.75
Silice	7.60
Protoxyde de fer.	0.65
Alumine	5.00

100.00

Les gisements susdits renferment assez de graphite pour satisfaire à des demandes restreintes de graphite à crayon pendant une période indéfinie, et il n'y a donc guère de vraisemblance qu'on vienne à demander, dans ce but-là, le graphite amorphe du district de Saint-Jean (N.-B.)² ou d'autres localités du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Ecosse. Ce sont là les seuls graphites canadiens jusqu'ici connus qui pourraient se prêter à la fabrication des crayons, mais, comme la teneur en graphite du minerai est relativement faible, (moins de 50 p.c.) ce graphite ne peut guère espérer de faire concurrence avec les graphites amorphes du Mexique ou d'autres graphites de haute qualité.

Il y a, comme de raison, un grand nombre de recettes pour la composition de la mine de plomb pour crayon, chaque fabricant ayant, en fait, sa propre formule.

Les proportions selon lesquelles l'argile et le graphite sont mélangés dépendent beaucoup de la qualité de ces constituants et de la catégorie de crayons qu'on veut avoir. Deux portions quant au poids, de graphite, et 3 portions d'argile, ou des portions égales des deux, sont considérées comme de bonnes proportions pour des crayons ordinaires, mais il est évident qu'une variété de duretés et des degrés dans l'impression sur le papier peuvent exister. Plus est forte la proportion d'argile, plus sera dure et peu brillante la mine de plomb.

Les mélanges suivants ont été employés pour les crayons à mine de plomb:³

Graphite	36 parties.
Argile	9 "
Stibine (antimoine grise).	9 "
Suif	1 "

Le graphite est d'abord pulvérisé et lavé, puis séché et cuit pendant plusieurs heures. Le suif est fondu et ajouté au mélange, qui alors est travaillé dans une usine à mine de plomb. Après la cuisson, les mines de plomb sont plongées dans une cire bouillante.

Pour des crayons très durs à dessiner, le mélange suivant est employé:

Graphite.	30 parties.
Argile	18 "
Stibine	8 "
Noir de fumée.	2 "

L'utilisation de l'argile dans les mélanges pour crayons à mine de plomb est due à sa propriété de durcir au feu, et tout autant à sa plasticité; et comme le degré de dureté dépend des températures auxquelles la mine de plomb est exposée, il est clair que le réglage de la température joue un rôle important pour obtenir les différents degrés de la dureté requise.

¹ "Graphite Mining in Mexico", publié par la "United States Graphite Company" Saginaw, Mich. 1910.

² Voir p. 23.

³ Cirkel, op. cit., p. 263.

Si la cuisson est trop rapide, la mine de plomb sera ou fendillée ou gauchie. Les mines de plomb détériorées de cette façon ne peuvent pas être pulvérisées et recuites, mais ne sont plus propres à aucun usage. Les mines de plomb sont habituellement entassées dans du carbone en poudre, dans les creusets soumis à la cuisson. Un lavage à fond et une décantation de l'argile pulvérisée sont choses très importantes afin d'éviter un état gréseux des mines de plomb.

Le bois généralement employé pour les crayons est le cèdre rouge du sud, mais pour les qualités à meilleur marché, des bois comme le pin et le sapin sont quelquefois employés. L'industrie des crayons de mine de plomb, aux Etats-Unis, seulement, en 1906, passe pour avoir consommé 110,000 tonnes ou 7,300,000 pieds cubes de bois.

ENDUITS DE FONDERIES

Bien que le terme d'"enduits" dans l'usage commun ne s'applique qu'au sable-enduit qui forme une couche d'un pouce environ d'épaisseur autour du modèle, dans son acception particulière ce terme se rapporte à ces matières qui servent à donner à la peau des moules un fini très uni, si bien que les moulages puissent se peler de soi-même et proprement au refroidissement.

Tandis que différentes matières sont employées à cet effet, y compris le talc, ou stéatite, pierre à savon, le carborundum et diverses formes de carbone, comme le charbon de terre, le charbon de bois, le coke, le carbone de gaz de cornue, etc., le graphite est le plus important des matières à enduits pour des surfaces d'emoulage, et de grandes quantités en sont employées dans les travaux de fonderie. En réalité, le seul marché pour a poussière de graphite de basse qualité provenant des usines de purification et contenant entre 40 et 60 p.c. de carbone, c'est le commerce d'enduits de fonderie.

Il conviendrait de remarquer que les fonderies ne fabriquent pas, en général, leurs propres enduits, mais se les procurent de maisons d'articles pour fonderies lesquelles ont des usines spéciales montées pour la pulvérisation, le mélange et le traitement de la grande variété de matières utilisées dans les travaux de fonderie.

La préparation du graphite pour enduits, en sus du séchage et du broyage préliminaire qui peuvent être nécessaires quand la matière première consiste en minerais bruts, tels Coréens, Mexicains, etc., qui ne sont pas nécessaires dans le cas de la poussière d'usine, cette préparation comprend le broyage dans des broyeurs tubulaires, dont le produit est flotté à l'air.

Du moment que le graphite ne possède aucune propriété d'adhésion, il est nécessaire d'ajouter un bon constituant agglomérant quand on s'en sert comme d'enduit pour mouler des surfaces. Cette matière agglomérante est, d'habitude, d'une nature argileuse réfractaire. L'agglomérant absorbe une certaine quantité de l'humidité contenue dans le moule et c'est là ce qui tient l'enduit en place; et quand l'argile est calcinée par le métal en fusion, l'enduit est rendu quelque peu poreux, permettant ainsi la sortie de l'humidité et des gaz enfermés. Une proportion juste de graphite et de l'agglomérant est chose importante vu que, s'il y a trop de ce dernier, il est difficile de peler le moulage, et s'il n'y en a pas assez, le graphite coule avant le métal.

Des enduits carbonés, tels que le graphite, le coke, le charbon de bois, etc., sont communément appelés des cirages dans le parler des fondeurs, pour le opposer à la silice, au talc, à la stéatite, etc., qui sont des enduits minéraux.

En appliquant le graphite à des moules de sable vert on le jette sous forme de poussière et puis on l'étend avec l'outil, ou bien on le frotte avec la main, et ce qu'il y a de trop s'en va en soufflant dessus. On l'applique aussi avec une brosse, en ayant soin de ne pas déranger la surface de sable.

Pour un travail de sable à sec, le graphite est appliqué mouillé, sous la forme d'un lavage, le liquide employé étant une eau de mélasse ou toute autre solution contenant une substance végétale possédant des qualités adhésives, comme la liqueur qu'on laisse perdre des ateliers de pâte de bois (glutrin). Le graphite est ordinairement mélangé avec de l'argile réfractaire, et un mélange sirupeux s'obtient qui s'applique avec un torchon.

Quant à la qualité du graphite qui se prête le mieux aux enduits de fonderie, les meilleurs résultats sont obtenus par l'emploi du graphite laminaire de la plus haute qualité. Cette matière peut être considérablement frelatée et toutefois être meilleure que les plus pauvres variétés de graphite. La stéatite, le coke, l'antracite, et même le charbon bitumineux sont souvent pulvérisés avec le graphite afin de baisser le prix du mélange. La préparation de compositions recommandables, basées sur des essais dignes de confiance, est un des problèmes les plus urgents de la fonderie.¹

Dans la fabrication des enduits de fonderie, il s'emploie plus de graphite que pour la fabrication d'aucun autre article d'usage ordinaire, à l'exception des creusets.

BATTERIES SÈCHES.

Le graphite est employé énormément dans les batteries sèches où il sert à donner de la conductibilité à la masse de bioxyde de manganèse. Autrefois la quantité de carbone en poudre dans une pile sèche, et qui se montait à près de la moitié de la totalité solide des ingrédients, se composait largement de coke, de carbone de cornue, de coke au pétrole, de baguettes et d'électrodes de carbone pilé, etc., toutes choses qui sont à beaucoup meilleur marché que le graphite de la pureté requise, quoique de conductibilité inférieure.

Selon Burgess et Hambuechen², ce sont les substances suivantes qui peuvent le mieux représenter le mélange qui remplit les types bien connus des piles sèches.

Bioxyde de manganèse.	10 livres
Carbone, ou graphite, ou tous deux.	10 "
Sel ammoniac.	2 "
Chlorure de zinc.	1 "

La principale cause de la variation qu'on observe dans les batteries sèches provient de la qualité variable du carbone employé à les remplir, et les autres susdits considèrent que "la plus récente amélioration apportée dans les piles sèches est due, sans aucun doute, en grande partie à l'emploi généreux qui se fait de cette excellente quoique plus dispendieuse espèce de carbone comme corps conducteur".

Selon le Dr. E. Acheson³ un très fort pourcentage des batteries sèches, fabriquées aux États-Unis, sont remplies avec du graphite artificiel.

Le graphite laminaire naturel est également employé, et pour cette espèce de travaux, la fine poussière provenant des usines de graphite ou d'autres concentrés de basse qualité peuvent être nettoyés et rendus employables. Des matières d'une si pauvre qualité sont nettoyées avec de l'huile de kerosène à Chester Springs, Pensylvanie, et un produit qu'on donne comme étant parfaitement pur est vendu aux fabricants de batteries sèches.⁴

¹ Voir R. Moldenke, "Principles of Iron Founding", 1917, p. 305.

² Trans. Amer. Electrochem. Soc. vol. XVI, 1919, p. 99.

³ Mémoire lu à la National Gas and Gasolene Engine Trades Association, 1910.

⁴ Il est probable que cette matière est également très employée dans la fabrication des carbones de haute qualité pour l'éclairage.

GRAPHITE POUR ÉLECTROTYPE.

Le graphite en poudre fine est employé en électrotypie pour deux buts:—

(1) Les modèles une fois finis sont saupoudrés de graphite et placés dans une machine et polis très parfaitement ce qui leur permet de les enlever sans bavure du moule de cire.

(2) Le moule de cire avec l'empreinte de l'original est alors saupoudré de graphite lequel se répand aisément et délicatement sur toute la surface et jusque dans les interstices du moule; il est alors poli et prêt à être plongé dans le bain de cuivre.

Le graphite laminaire naturel et amorphe et le graphite de Ceylan sont tous utilisés pour le but susdit. Afin de se procurer une surface uniformément polie et conductible sur laquelle le placage préliminaire aura un effet instantané, et le cuivre se déposera aussitôt qu'on appliquera le courant électrique, sans glissement ni recouvrement graduel, seul le graphite le plus pur devra être employé.

W. Pfanhauser¹ donne les détails suivants sur l'emploi du graphite dans l'électrotypie:—

L'emploi du graphite comme un enduit conductible pour les modèles fut proposé par St. W. Wood, en 1873. Seul le plus pur graphite est utilisable, et plusieurs procédés pour nettoyer le graphite chimiquement, dans le but susmentionné, ont été brevetés. En raison de sa nature onctueuse le graphite adhère mieux aux modèles que les diverses poudres métalliques qui ont été proposées comme succédanés, et les modèles polis avec du graphite ont une surface plus lisse que ceux sur lesquels lesdites poudres sont employées.

Le graphite est répandu par secousses sur les modèles et frotté dessus avec une brosse fine en poils de chameau, à laquelle on imprime un mouvement rapide et rotatoire. Une surface bien exactement revêtue de graphite doit prendre une apparence métallique et d'un noir brillant; en outre, un soin considérable doit être apporté à ne laisser aucune partie du modèle épargné par la brosse, car cela aurait le résultat d'un dépôt imparfait du cuivre. Une très douce brosse n'est pas essentielle; à vrai dire une brosse de soies plutôt raides pour servir à tout sauf pour les moules de cire ou de gélatine. Il est avantageux, quand il s'agit de modèles de gutta percha, de respirer sur la surface avant d'appliquer le graphite, car l'adhésion n'en devient que meilleure.

Sur des moules de bois ou de plâtre, qui seront saturés de stéarine, il vaut mieux appliquer une pâte faite de graphite et d'eau. On fait sécher cette pâte et le graphite en excès est enlevé avec la brosse.

On se sert de machines spéciales pour appliquer le graphite quand il y a de grandes surfaces à couvrir, et ces machines donnent des résultats plus rapides et plus uniformes que ne le fait le travail à la main. Ces machines se composent principalement d'une plaque horizontale rotative sur laquelle on place le modèle et au-dessus de laquelle tourne une large brosse d'un très rapide mouvement rotatoire. De grands modèles sont enduits en 5 minutes à l'aide de cette machine. Elle fait 300 évolutions et porte une brosse d'environ 30 pouces de large.

BALAIS DE GRAPHITE.

Tandis que les balais pour dynamos et pour commutateurs à moteurs étaient autrefois faits de cuivre, ils sont aujourd'hui presque entièrement remplacés par des balais en carbone ou en graphite. Les balais de graphite se lubrifient automatiquement, durent longtemps et sont très conductibles, comparés aux balais en carbone. Le graphite employé peut être de la variété naturelle dite laminaire ou de la plombagine de Ceylan, mais, pour des machines à courant continu, les balais de graphite artificiel sont aussi beaucoup employés.

Selon la force du courant que les balais ont à supporter, la composition peut varier comme suivant:—

Graphite

Graphite + coke au pétrole

Graphite + coke au pétrole + cuivre en poudre.

¹ Die Galvanoplastik, Monographien über angewandte Elektrochemie, vol. XI, 1904, p. 25

Les types de balais les plus lourds peuvent contenir jusqu'à 90 p.c. de cuivre.

Les matières susdites¹, à l'état de fine poudre avec du goudron, pour servir d'agglomérant et du benzol, sont complètement amalgamées dans un malaxeur à chemise de vapeur. La matière chauffée tirée du malaxeur est alors mise sur des modèles en acier et moulée sous une presse hydraulique à une pression de 10 à 20 tonnes par pouce carré dans des plaques d'épaisseur variable, mais d'une surface plus ou moins uniforme (3 x 5 pouces). Ces plaques sont alors enfermées dans des caisses d'argile réfractaires avec du coke en poudre et sont soumises à une température de 1300°C, pendant environ 8 heures. Le temps qu'elles restent dans les fours est de 3 jours $\frac{1}{2}$.

Les plaques cuites sont alors coupées selon les dimensions requises par des scies de carborundum et rendues lisses. Puis elles sont forées et taillées en biseau pour y attacher le bout de corde. Certains types de balais ont leur extrémité supérieure et l'emboîture de la corde plaquées en cuivre d'autres sont étamées en plongeant le balai ainsi cuivré dans un bain d'étain en fusion. Tout cela se fait pour assurer un contact parfait entre la corde et le balai.

Le cordon conducteur est attaché à la brosse soit en le soudant dans un trou percé dans ce but même, soit en le rivant sur la brosse.

La Morgan Crucible Company, de Londres, fait des balais de graphite qui sont construits en couches, de telle façon que la résistance transversale du balai est de sept à huit fois celle dans la direction opposée. De cette manière un chemin de haute conductibilité est fourni au courant dans le circuit extérieur tandis que la résistance transversale du balai tend à réduire le courant dans la bobine à court circuit. Les balais fabriqués par cette compagnie sont d'une composition connue sous le nom de Morganite, qui se compose d'un graphite laminaire ou de Ceylan pulvérisé à 100 mesh et moulé sous une pression de 20 tonnes au pouce carré.

Les balais métalliques offrent plusieurs graves désavantages, dont le principal vient de ce qu'il est difficile de garder à l'état lisse la surface des commutateurs vu que les barres de cuivre doux et les balais d'un métal doux ne résistent pas bien à l'usure et qu'il y a toujours chez les métaux doux une tendance à devenir rugueux quand ils se frottent l'un à l'autre. La tendance d'un dynamo de lancer des étincelles au contact des balais est grandement réduite quand on se sert de balais faits d'une matière relativement très résistante, comme le carbone ou le graphite, au lieu d'un métal de faible résistance.

Les remarques suivantes sur la fabrication et la composition des balais de graphite sont empruntées à un article de M. Warren C. Kalb, dans "Power" du 18 février 1919, p. 241 :

Le balai de carbone-graphite est le type qu'on a habituellement en vue quand on parle du balai ordinaire de carbone. Il est composé principalement de carbone amorphe, généralement sous la forme de coke, auquel on ajoute assez de graphite pour donner au balai une propriété lubrifiante et augmenter sa conductibilité en quelque mesure. Le graphite naturel est généralement employé dans ce but, et comme il renferme habituellement un pourcentage considérable de matières étrangères d'une nature plus ou moins abrasive, les balais de cette catégorie sont, en règle générale, des abrasifs à un degré appréciable.

C'est une méthode très commune parmi les fabricants et les industriels qui font usage des balais de cette catégorie de les imprégner d'une matière lubrifiante. Cette méthode non seulement atténue le caractère abrasif du balai et en diminue la friction, mais elle augmente la propriété commutatrice par suite d'une plus forte résistance de contact créée par la pellicule de matière lubrifiante, qui se forme sur la face du balai.

Les inconvénients de ce traitement sont qu'il ne fonctionne pas quand le

¹ Renseignement obligeamment fourni par la United Graphite Company, Saginaw (Mich.).

balai rencontre des conditions de haute température. Il y a une tendance à prendre de la poussière à l'atmosphère, et si cette poussière est d'une nature abrasive, comme c'est le cas autour des usines de ciment et d'une nature semblable, l'usure du commutateur qui provient de cette cause peut être très grave. Finalement, les balais qui ont subi un traitement lubrifiant ont une bien plus grande tendance que d'autres à ramasser du cuivre à leur surface.

La plupart des balais de la catégorie carbone-graphite appartiennent à la moyenne des degrés de dureté. Ils ne sont pas faits pour découper le mica, à cause de leur qualité abrasive et de la lubrification artificielle qu'ils réclament généralement. La plupart des balais de cette catégorie sont de petite capacité et ne sont pas adaptés à une extrême vitesse périphérique. Néanmoins, ce type de balai se prêtera bien à une nombreuse succession d'opérations dans les limites de ses qualités caractéristiques, et, vu son prix raisonnable, on pourra le classer comme un bon balai sous tous les points de vue.

Il y a une autre catégorie de balais dans lesquels un gros pourcentage, ou mieux, le pourcentage prédominant de leur composition, c'est le graphite, le resté étant du coke ou quelque autre forme de carbone amorphe. Ces balais sont connus sous le nom de balais graphite-carbone. Un grand nombre de balais de divers degrés rentrent dans cette catégorie, de sorte que la catégorie prise en entier répond à un vaste champ d'opérations, bien que les degrés pris séparément puissent ne pas s'appliquer à un service si étendu.

Les balais de cette catégorie trouvent un emploi très considérable sur les moteurs industriels, les générateurs à vitesse modérée, les moteurs de l'industrie minière et des usines, ainsi que des chemins de fer. Certaines catégories de ce modèle sont particulièrement bien adaptées aux moteurs de ventilateurs, aux magnétos et autres petites machines tant des types à courant continu que des types universels. Quelques excellentes catégories de balais à prix réduits se trouveront parmi les différentes fabrications de balais de graphite-carbone.

Il y a de nombreuses catégories de balais sur le marché, et qui sont composés entièrement de graphite sauf pour la matière agglomérante nécessaire pour tenir ensemble les particules de graphite. Ces catégories sont caractérisées par un fort courant normal, par une chute moyenne de contact et par un coefficient de friction assez bas, qui les adaptent tout particulièrement aux grandes vitesses du commutateur.

Il y a un petit nombre de catégories de balais de graphite sur le marché, qui sont fabriqués suivant des méthodes spéciales et qui donnent à la matière une très forte résistance et une amélioration caractéristique au commutateur en comparaison du type ordinaire de balai de graphite. Ces catégories, toutefois, n'ont qu'un champ plutôt limité d'application. Il y a aussi des catégories qui possèdent une pesanteur spécifique très basse. Ces catégories sont fabriquées de cette façon pour réduire l'inertie du balai autant que possible, en l'adaptant à des vitesses très grandes de rotation.

La plupart des balais dans la classe du graphite sont non-abrasifs, ou tout au plus très légèrement abrasifs, et devraient être employés en général sur des commutateurs dont le mica est écréné. Quelques-unes des catégories légèrement abrasives peuvent être employés sur des commutateurs non entaillés où les conditions ne sont pas rigoureuses. Tous les balais de cette catégorie sont doux, quelques-uns même très doux. Ils possèdent une force mécanique assez faible, et sont donc incapables de satisfaire à des exigences mécaniques rigoureuses et ne devraient être travaillées qu'à une basse pression du ressort. Là où un travail tranquille est une caractéristique essentielle, ce type de balai a beaucoup en sa faveur. Les catégories de travaux où ils sont extrêmement employés sont les suivantes: tubo-génératrices et autres types à grande vitesse, génératrices de lumière pour automobiles, véhicule électrique et moteurs de locomotive à batterie, chargement de batterie et autres génératrices à bas voltage, bagues de frottement et, à l'occasion, comme balais lubrifiants ou générateurs pour galvanoplastie.

BALAIS ÉLECTROGRAPHITIQUES

Il se peut que le plus haut point dans le progrès de la fabrication du balai de carbone, jusqu'à nos jours, ait été atteint dans le cas du balai électrographitique. Ce type est composé, tout d'abord, de certaines formes de carbone amorphe soigneusement choisies pour donner les caractéristiques requises du produit achevé. Dans l'opération finale de la cuisson, on le porte à un degré extrêmement élevé de température ce qui a pour résultat une modification de la matière qui compose le balai, en laissant tout ou partie sous la forme de graphite. Il est possible de rendre ce type aussi supérieurement abrasif qu'aucun balai peut le devenir. Elle

est aussi fabriquée avec des degrés variables de vertu abrasive pour répondre à des exigences spéciales.

Par rapport à d'autres types de balais, cette catégorie est dure et certaines variétés le sont extrêmement; toutefois, un haut degré de conductibilité est la conséquence de sa structure compacte. La force mécanique et la résistance sont des caractéristiques prononcées de presque toutes les catégories. Les propriétés commutatrices des balais de cette catégorie sont au-dessus de la moyenne et, à la faveur d'une sélection judicieuse des matières premières, on peut obtenir une chute de contact très élevée sans recourir à aucun traitement d'imprégnation. Cette haute chute de contact associée à la grande conductibilité et au faible coefficient de friction donne une combinaison idéale des caractéristiques de balai, rendant certaines catégories propres à servir à un vaste champ d'applications utiles.

Les balais électrographitiques ont été employés à toute espèce d'usage imaginable sauf aux génératrices de galvanoplastie, et même pour celles-là les caractéristiques les plus graphitiques sont quelquefois utilisées pour la lubrification. Les catégories non-abrasives sont plus particulièrement adaptées à l'usage des commutateurs écrénés, la dureté du balai produisant une action de nettoyage qui agit bien la surface du commutateur sans produire une usure quelconque. Pour leur usage sur des anneaux de collecteur, le balai électrographitique est bien à sa place partout où les conditions mécaniques sont difficiles, par suite de leur état raboteux.

Ces balais peuvent servir même pour des densités courantes ordinaires s'élevant à 80 ampères par pouce carré sur les bagues alternantes de transformateurs rotatifs, et l'on a quelquefois des exemples d'une application réussie à des densités courantes encore plus élevées.

OÙ TEND L'USAGE DES BALAIS

On tend aujourd'hui à se départir de l'usage des balais de graphite métallique sur bagues de frottement pour adopter l'usage de balais de graphite et électrographitiques à des densités courantes applicables à ces catégories. Il y a beaucoup à dire en faveur de cette tendance dans toutes les classes de machines à courants alternatifs. Toutefois, on se heurte à une sérieuse objection sur les moteurs d'induction du type de la bague de frottement où l'on tient à garder le glissement au chiffre le plus bas possible. Ici la plus haute chute de contact des balais de graphite et électrographitiques aura pour résultat un plus grand pourcentage de glissement qu'il ne s'en produira avec des balais de graphite métallique.

Pour certaines catégories d'utilités, il faut un balai ayant une chute de contact beaucoup plus basse que celle d'un balai de carbone, mais supérieure à celle du métal pur. C'est pour cela que les balais sont faits d'une composition où entre une poudre de graphite et de métal. On se sert de cuivre en poudre pour certaines catégories. Toutefois, le cuivre en poudre ne fait pas le meilleur balai qu'on puisse employer sur bagues de frottement, à cause de sa tendance à couper les bagues. C'est pour cette raison qu'on a coutume de combiner le cuivre, en quelque proportion avec l'étain, le zinc, le plomb, ou quelque autre métal pour faire un balai qui est bien moins capable d'entailler les bagues. Mais le cuivre reste l'élément prédominant dans la combinaison.

Les matières sont énergiquement mélangées dans les proportions désirées avec une matière agglomérante qui retienne ensemble les particules de métal et de graphite. On moule le tout à une haute pression après quoi on le cuit pour carboniser l'agglomérant. Dans quelques catégories la matière agglomérante est omise et la température est portée à un degré de fusion partielle du métal, de sorte que la matière est liée en une masse compacte sans l'emploi d'aucun agent additionnel d'agglomération. En sus de sa propriété d'élever la chute de contact un peu au-dessus de celle du métal pur, donnant ainsi une bonne commutation aux machines d'un bas voltage, le graphite remplit une autre fonction, celle de lubrifiant. Là où ils sont appliqués selon les règles ces balais peuvent être employés sur des commutateurs et des bagues de frottement à une vitesse passablement grande sans qu'aucune difficulté ne vienne à les entraver.

ÉLECTRODES DE GRAPHITE

Les électrodes étaient faites autrefois de coke au pétrole en poudre, mélangés avec du goudron comme agglomérant. Ce mélange était moulé sous

pression et cuit à une chaleur d'un rouge clair, alors que le goudron est carbonisé. Arrivé à cette phase, le processus est arrêté. La première phase dans la fabrication des électrodes de graphite est absolument la même que celle décrite plus haut. Le charbon anthracite est largement employé pour remplacer le coke au pétrole, et moyennant qu'il soit propre, il donne de bons résultats. Le triage à la main, ou quelque autre méthode de nettoyage serait désirable au cas où l'anthracite contiendrait beaucoup d'ardoise ou de substances étrangères. Les conducteurs de carbone, faits comme plus haut, sont maintenant placés dans un four électrique et convertis en graphite à une température d'environ 7500°F. (voir p. 118).

Les électrodes de graphite possèdent une conductibilité électrique qui est quatre fois celle des tiges de charbon. Elles peuvent aussi être façonnées, réduites en fil, ou en surface plane, tandis que le tiges de carbone ne peuvent pas prendre ces formes; elles peuvent donc être tarandées, réduites à l'état de fil et mises dans le four comme un bâton continu, tandis que, sitôt que les tiges de carbone ont été partiellement consumées les connexions extérieures ne peuvent pas résister aux hautes températures produites et environ la moitié de l'électrode doit être rejetée.

On n'a pas trouvé qu'il fût satisfaisant de faire une électrode avec du graphite en poudre mêlée à quelques espèces d'agglomérant vu qu'on ne connaît aucune forme plastique de graphite qui possède les propriétés agglomérantes nécessaires. A la place de ces dernières, une espèce d'hydrocarbure doit être employée comme agglomérant, mais il lui manque la force nécessaire et bientôt elle se brise, surtout si les électrodes sont utilisées pour des opérations électrolytiques.

La résistance à la traction des électrodes de graphite est inférieure d'environ 20 pour cent à celle des électrodes ordinaires de carbone, et elles sont beaucoup plus tendres.

Pour former les électrodes de carbone avant de les soumettre au graphitage, on se sert de deux méthodes. Ou bien on peut les mettre dans un moule et leur donner la forme sous une forte pression, ou bien on peut les faire passer à travers une matrice. Pour des opérations électrolytiques les électrodes extraites d'une matrice se sont montrées supérieures aux électrodes moulées, vu qu'elles sont plus homogènes et de moindre porosité; la plupart des électrodes Acheson, de carbone graphitique, sont faites par la méthode d'extrusion.

Du moment que les tiges de charbon graphitique sont si facilement faites, beaucoup de petits articles tels que disques (plateaux), douilles, rondelles, etc., peuvent être faits avec des tiges pleines bien mieux que par le moulage. Les moules de graphite, faits avec des blocs pleins, ont aussi servi avec succès à mouler les métaux précieux, et ont été utilisés dans l'industrie du verre.

Les charbons à arc de haute qualité (électrodes) utilisés pour projecteurs, pour lanternes, etc., sont faits avec du graphite naturel particulièrement épuré, (voir le renvoi, p. 157).

GRAPHITE POUR LUBRIFICATION

Le graphite ne possède qu'un très bas coefficient de friction, propriété qu'il retient pratiquement dans toutes les circonstances de travail. En outre il est tendre et adhère facilement aux surfaces métalliques sous une pression légère, comblant les pores du métal et aplanissant les rugosités microscopiques des surfaces par le frottement du contact. Les surfaces ainsi enduites sont recouvertes d'un vernis de graphite qui réduit leur coefficient de friction à être, de fait, celui du graphite lui-même et qui, aussi, sert à les protéger contre l'action de

solutions ou des vapeurs corrosives. Ceci s'applique spécialement à la lubrification des cylindres où l'on se sert d'une haute pression de vapeur, avec pétrole ou gaz. Dans ces conditions, les lubrifiants d'huile ou de graisse tendent à perdre du corps ou de se carboniser ou vaporiser sous l'action de la chaleur et de la vapeur auxquelles ils sont exposés, et aujourd'hui le graphite a largement supplanté les lubrifiants de la nature susdite pour la lubrification des cylindres.

Dans les paliers pesants, également, la graisse et l'huile tendent à être refoulés d'entre les surfaces avec ce résultat que les parties métalliques se touchent. D'autre part le graphite forme un vernis ou un enduit sur les deux surfaces du palier, de telle sorte qu'on obtient un contact de graphite à graphite au lieu d'un contact de métal à métal.

Au nombre d'autres lubrifiants naturels, on peut mentionner le talc et le mica, mais ni l'un ni l'autre ne sont aussi propres à un travail dans des conditions difficiles, que l'est le graphite.

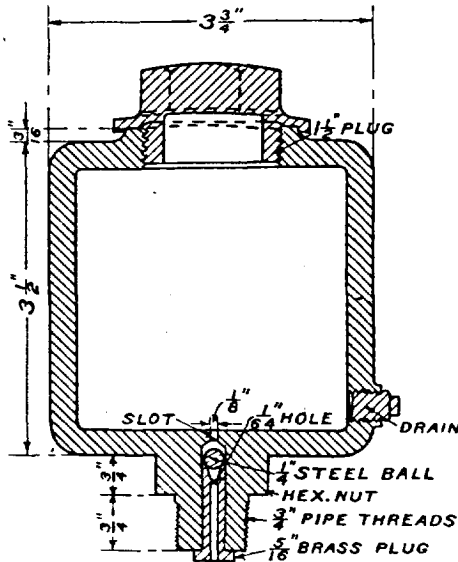


Figure 42 .Modèle de cylindre lubricateur automatique à graphite. (United States Graphite Company, Saginaw, Mich.).

Pour des buts ordinaires de lubrification des coussinets lâches, ouverts, d'engrenages, de glissières, etc., le graphite est ordinairement mélangé d'huile ou de graisse, et il existe une variété de semblables compositions sur le marché, plusieurs destinées à des travaux exécutés dans des conditions spéciales, telles que d'être exposées à l'eau salée, aux acides ou aux alcalis, dans les dragues, les pistons de pompes, les treuils, les machines pour mines, etc., ou à différentes températures, quand les degrés variables de viscosité sont requis.

Pour la lubrification du cylindre dans les machines à vapeur et à gaz, compresseurs, etc., la méthode moderne est de distribuer du graphite sec, qu'il soit laminaire ou en poudre, en sus de la graisse ou de l'huile. Dans ce but, de nombreux lubrifiants spéciaux ont été imaginés, dont l'un se voit dans la figure 42. Dans les machines de marine, l'emploi du graphite pour la lubrification des cylindres est particulièrement avantageuse, vu que grâce à son emploi la quantité d'huile qui se répand jusque dans les condensateurs et les chaudières est fortement réduite.

Le graphite est également employé dans les aboutements multiples de tuyaux, pour lubrifier ou mastiquer les cordons et les brides de vapeur d'eau, de gaz, de tuyaux à air et pour boulons, écrous, boutons, chapeaux de palier, chevilles de

chaudière, plaques de bouches d'accès de chaudières, portes de cornues à gaz, cordes de métal, etc. Des compositions de ce genre remplacent le plomb rouge ou blanc et passent pour lui être supérieur. Comme dans le cas de couleurs de graphite, on attribue un mérite supérieur à chacun des trois types de graphite, l'artificiel, le laminaire naturel et l'amorphe naturel, pour l'emploi dans les huiles et les graisses lubrifiantes.

On prétend que les graphites amorphes et artificiels sont à la fois plus purs et plus propres à être réduits en une poudre impalpable qui restera en suspension dans l'huile, que le graphite laminaire naturel, et que c'est pour cette raison qu'il faut leur donner la préférence. La question du graphite pouvant être en suspension dans l'huile (à propos surtout des huiles lubrifiantes) a été traitée par M. C. H. Bierbaum, dans un travail lu à l'American Society of Mechanical Engineers.¹

Le résumé suivant de l'article en question est intéressant:—

A un point de vue purement mécanique, la suspension du graphite dans l'huile semblerait devoir être une très simple affaire; mais, par malheur, quand les particules de graphite sont assez fines pour pouvoir braver la force de pesanteur, elles deviennent soumises à une autre force connue sous le nom de mouvements Browniens. En vertu de cette force-là, les particules de graphite sont sujettes à ce qui ressemble fort au mouvement perpétuel; ce n'est pas un mouvement continu dans une seule direction, mais une marche en zig-zag, causée par les électrons libres qui heurtent les particules de graphite. Une particule venant à être heurtée part un mouvement saccadé et continue à se mouvoir jusqu'à ce qu'elle soit arrêtée par la friction fluide de l'huile, pourvu qu'elle n'ait pas déjà été frappée par un autre électron qui la fait rebondir dans une autre direction. Un observateur qui vit se produire pour la première action cette action fascinante s'exprima à ce propos comme s'il voyait les particules agitées par une danse de St-Guy. Pendant ces mouvements désordonnés, les particules de graphite s'entre-heurtent et finissent par se coller l'une à l'autre, à leur tour elles sont heurtées par d'autres particules et de cette façon il se forme peu à peu une masse de particules attachées, masse qui est sujette à l'influence de la pesanteur et qui finit par se déposer. Il est clair que plus est grand le nombre des électrons libres dans l'huile, plus aussi est rapide la coagulation et le dépôt, comme c'est d'ailleurs le cas. L'expérience prouve de façon concluante que l'addition d'un acide libre ou d'un sel accélère beaucoup la précipitation; de fait tout électrolyte présent produit cet effet, tel que le résidu acide ou le sel neutralisé qui en résulte et qui reste dans une huile lubrifiante après le raffinage, ou la rancidité d'une huile, le tout tendant à augmenter le nombre des électrons libres et la précipitation des fines particules de graphite.

On a recouru à divers expédients afin d'effectuer ce qu'on appelle la suspension permanente du graphite dans l'huile. Celui qui est le plus ordinairement en usage consiste à enduire d'une substance étrangère les particules finement pulvérisées, et ensuite à disséminer beaucoup dans l'huile ces particules ainsi enduites. L'enduit en question est habituellement un composé végétal; si c'est un enduit huileux, il conviendrait qu'il fût insoluble dans les huiles minérales, comme l'huile de ricin, ou bien ce peut être un acide titanique ou un composé allié de tannin.

La valeur de cette soi-disant suspension permanente du graphite dans l'huile est plus imaginaire que réelle pour la raison que dans toutes ces tentatives, le graphite est si finement pulvérisé que ce degré d'extrême finesse milite contre son utilisation. Dans un palier bien construit, bien lubrifié et en ordre de marche, les surfaces d'appui sont complètement séparées par la couche d'huile et les particules extrêmement fines de graphite flottent tout simplement dans cette couche, sans produire aucun effet appréciable ni en bien ni autrement.

Le moment, toutefois, où le graphite peut être utile et remplir son unique et suprême fonction, c'est quand la couche d'huile entre les surfaces d'appui est détruite et que le graphite sert de lubrifiant solide. Le graphite est porté entre les surfaces d'appui par l'huile, et de façon toute semblable, quand la couche d'huile est détruite par la pression qui l'élimine, les particules de graphite sont emportées avec l'huile d'entre les surfaces d'appui jusqu'à ce que la pellicule s'en trouve réduite à une épaisseur qui correspond aux dimensions de la plus grande des particules de graphite qui, à cette phase, sera arrêtée et retenue entre les surfaces. Au moment de la complète destruction de la couche d'huile, les

¹ Voir "Iron and Coal Trades Review, janvier 1918, p. 718.

particules ainsi retenues sont écrasées et insérées dans le grain et les pores des surfaces, et mises ainsi en état de remplir leur fonction de solide lubrification. Il est évident que plus minimes sont les particules moins il y aura de graphite ainsi intercepté entre les surfaces d'appui; par conséquent, une quantité donnée de graphite produit le plus d'effet si elle existe en particules de la dimension la plus grande possible. Plus une suspension de graphite tend à être permanente, plus elle se rapproche de l'état colloïdal et plus complètement elle est emportée du milieu des surfaces d'appui quand la pellicule d'huile vient à être détruite.

Tout ceci peut se démontrer de manière frappante si l'on prend une huile lubrifiante de couleur claire, qu'on la mélange fortement avec une quantité fixe de graphite, qu'on la place entre deux surfaces de verre tout à fait exactes et qu'on observe la quantité de couleur qui reste après qu'une pression fixe aura été appliquée pendant un temps fixé, tandis qu'on maintient une température déterminée. Un graphite amorphe naturel, pulvérisé au point que les particules les plus grossières ne dépassaient pas 0 pouce .0002, fit voir, dans les conditions susmentionnées, une surface presque opaque, alors qu'un graphite commercial tenu en suspension dans du tannin et dont les particules les plus grandes ne dépassaient pas 1 pouce-250.000, faisait voir une surface absolument incolore. Cela peut très aisément s'expliquer par le fait que les plus grosses particules dans l'un des graphites contenaient 125.000 fois plus le volume de celles dans l'autre, état de choses qui existait au moment où les surfaces de verre, dans chaque cas, s'étaient rapprochées l'une de l'autre suffisamment pour arrêter le courant des particules respectives.

La teneur en carbone du graphite ne sert pas à indiquer sa valeur lubrifiante ou sa pureté, pour la raison que le pourcentage de carbone amorphe dans quelques variétés est relativement élevé. Le carbone amorphe ou le carbone non complètement graphitisé, peut bien mieux être classé comme une impureté inerte; sa présence laisse toujours voir une noirceur extrême. La même chose peut se dire d'une autre matière communément impure, l'hydrogène, en tant qu'hydrocarbure, il est également noir, tandis que le plus pur graphite est d'un gris d'acier foncé, quand il est mêlé à une huile d'un blanc clair. Le laboratoire de chimie peut seulement donner d'utiles renseignements au sujet des graphites quand le travail est accompli par un chimiste expert ou par un spécialiste.

La poudre sèche de graphite sert à lubrifier le mécanisme et les chevalets des pianos et des orgues, en un mot, toute surface de bois, ou autre, quand l'huile ou la graisse seraient préjudiciables, de même que dans les machines textiles. Elle est employée aussi dans les machines à composer pour donner une surface sèche et lisse aux espacements et aux clichés, etc.

Pour réduire au minimum la friction de l'eau, les coques des yachts et des canots à gazoline sont quelquefois enduites de graphite, après qu'une couche préliminaire et légère de vernis ou de shellac y a été appliquée et, devenues sèches, sont polies avec des chiffons ou de l'étaupe. Le graphite employé à cet usage est quelquefois appelé mine de plomb.

Pour la lubrification des paliers et des douilles qu'il est difficile, même impossible d'atteindre, la Bound Brook Oilless Bearing Company, Bound Brook, New-Jersey, fait des articles d'un modèle spécial et qui se lubrifient automatiquement. Un de ces modèles (le panier Nigrum) se compose de bois de fer injecté d'une certaine composition lubrifiante, qui contient du graphite. Ces douilles s'emploient beaucoup pour les parties légères de service dans les automobiles comme chevilles d'arrêt, œils de ressort, etc. Les gâches de métiers à filer et supports de cylindres dans les ateliers de broyage de toute description peuvent aussi être faits de façon avantageuse de ce bois ainsi injecté; on le recommande également pour manettes à friction et poulies folles, et pour être employé dans les paliers des presses d'imprimerie, à papier, des machines textiles et de tour.

Quelques modèles de paliers Nigrum sont illustrés à la planche LV.

La même compagnie fabrique aussi ce qui s'appelle le "Bound Brook bearing". C'est un palier de bronze, moulé avec des cannelures ou des trous, dans lesquels un mélange spécial contenant du graphite est introduit de force. Quand cette matière lubrifiante a été insérée, les paliers sont cuits pendant quelques heures

et ensuite percés. Quelques-uns des usages auxquels ces paliers à lubrification automatique sont spécialement adaptés sont : la roue d'un trolley et les douilles des moteurs à vent, les sabots de manette de déclenchement, les douilles de machine à gaz et du moteur de démarrage, etc. Plusieurs modèles de ces paliers sans huile sont illustrés dans la planche LVI. Le graphite employé dans la fabrication des objets susdits est un graphite laminaire finement pulvérisé, flotté dans l'air pour en éliminer toute trace de sable.

Des tentatives ont été faites pour produire un métal se lubrifiant automatiquement en introduisant du graphite dans le métal pendant que celui-ci est à l'état de fusion, mais cette entreprise ne semble pas avoir été couronnée de succès.

Un tel alliage à l'épreuve de la friction a été proposé par M. E. C. Miller, et se compose de plomb, d'antimoine, d'étain, de bismuth et de graphite. Ces métaux sont tous fondus séparément. Le plomb et l'antimoine sont alors mélangés, le graphite y est ajouté, après quoi l'étain et le bismuth y sont introduits. Les proportions dans lesquelles ces susdits ingrédients doivent être mélangés sont données comme suit :—

Plomb.	36 parties.
Antimoine.	7 "
Etain.	2½ "
Bismuth.	1½ "
Graphite.	1 "

La Morgan Crucible Company, de London, fabrique des paliers et des douilles faits de Morganite massive, un graphite spécial produit par la compagnie. Ces paliers passent pour avoir une grande force mécanique et sont composés entièrement d'une matière qui se lubrifie automatiquement; ils possèdent de fait le coefficient de friction le plus bas possible.

La Acheson Graphite Company, de Niagara Falls, emploie du graphite appelé "défloculé" dans leur composition d'Oildag lubrifiant. Ce graphite "défloculé" est donné comme un "graphite réduit à la forme moléculaire dans l'état de division le plus fin possible." Il est si finement divisé "que répandu dans l'eau il passera avec elle par le plus fin filtre de papier". Un graphite de ce genre se prépare avec du graphite artificiel, fait dans le four électrique pulvérisé d'abord très finement et flotté dans l'air. Ce graphite flotté dans l'air est dénommé graphite désintégré, et c'est avec lui que le graphite "défloculé" se prépare par un procédé qui demande une addition d'acide tannique. A ce que dit Spear¹, en mastiquant du graphite artificiel avec de l'acide gallo-tannique, on peut obtenir des solutions stables de graphite colloïde contenant jusqu'à 1 p.c. de graphite. Dans le but de produire un huile en suspension, il est d'abord nécessaire de faire une pâte de graphite et de tannin dans l'eau, l'huile étant peu à peu substituée à l'eau pendant la mastication et la pâte huileuse étant diluée jusqu'à la fermeté désirée. Les particules de graphite peuvent être précipitées hors de la solution par l'action des acides.

COULEURS À BASE DE GRAPHITE

Le graphite est énormément employé comme matière colorante dans les peintures qui sont faites pour résister à l'action corrosive des gaz sulfureux, des acides, des alcalis, etc. Il est regardé comme particulièrement précieux dans les couleurs pour les toits de métal, et autres, dans une atmosphère chargée de fumée, tuyaux, échaffaudages, parements de chaudière, cheminées à fumée, tuyaux verticaux, gazomètres, wagons en acier de chemins de fer, ponts, etc.

¹ "The Chemistry of Colloids". Zsigmondy et Spear, 1917, p. 266.

Il y a des opinions différentes quant à l'espèce de graphite la plus propre pour les couleurs de graphite, et les variétés naturelles amorphes, ou laminaires naturelles et artificielles sont toutes employées par différents fabricants (voir au mot lubrifiant).

Les remarques suivantes à propos des couleurs de graphite sont empruntées au livre "The Chemistry and Technology of Paints" par M. Toch, 2e édition, 1916, p. 101, Van Nostrand Company, New-York:—

Plus la matière colorante est pure quant à sa teneur en carbone, plus est pauvre la couleur produite. Si l'on prend du graphite qui ait une teneur de 80 ou 90 pour cent en carbone et si on le mélange avec de l'huile de lin, il forme une pellicule poreuse, peluchée, et les particules de graphite se coagulent dans l'huile de lin et produisent une couverture nullement satisfaisante. Si le graphite est dilué avec une base plus lourde, sa faiblesse fait alors sa force et il en résulte une excellente couleur. Bien des défauts chimiques et physiques qui caractérisent le minimum sont grandement diminués et souvent éliminés quand il est mélangé en justes proportions avec du graphite, vu que le graphite de haute qualité—s'il est finement pulvérisé avec de l'huile de lin—agit en guise de lubrifiant et glisse sous la brosse.

Un gallon de la pure couleur de graphite, comme on sait, recouvrira une surface de 1,000 à 1,600 pieds carrés. Une pellicule de cette couleur est si extrêmement mince que, lors même qu'elle plaît aux yeux, il se produit en dessous et en très peu de temps une décomposition plus rapide que sous bien des couleurs plus pauvres. Il est donc essentiel d'annover le graphite avec une base plus lourde et, dans ce but, on a trouvé qu'un mélange de silice et de graphite donne de très bons résultats; mais cette couleur même présente l'inconvénient de se répandre avec trop de facilité.

De faux noms se sont glissés dans le commerce des couleurs quant aux couleurs de graphite, tels que graphite vert, ou rouge, ou brun, vu que ces graphites-là n'existent pas, à moins qu'il ne s'agisse de graphites mélangés avec des pigments de ces couleurs particulières.

L'essai, pendant une durée de six années, d'une couleur à l'huile de lin, fait avec du sesquioxyde de fer neutre contenant dans sa composition 75 pour cent de sesquioxyde de fer et 20 pour cent de silice mélangée avec du graphite contenant 85 pour cent de carbone graphitique, a démontré que cette couleur est aussi bonne que cela est désirable pour des usages ordinaires. La matière colorante dans une couleur de cette nature résistera à l'action chimique des gaz et des vapeurs, mais l'huile qui est son véhicule en constitue la partie la plus faible.

Depuis que l'industrie électro-chimique s'est développée à Niagara Falls, le graphite a été fabriqué artificiellement et se vend sous le nom de graphite Acheson. Ce graphite se recommande comme substance pour couleur à cause de son grain uniforme et très fin, mais il ne conviendrait pas de s'en servir comme seule matière colorante, car, à ce titre, il possède le défaut physique de cette faiblesse précédemment décrite.

Une couleur de graphite contenant moins de 60 pour cent de graphite ne répond pas bien à ce qu'on en attend, à moins qu'on n'y ajoute 40 pour cent de matière colorante lourde, telle qu'une composition de plomb ou de zinc. Un défaut assez malheureux des couleurs de graphite qui ont une grande proportion c'est la nature lisse et satinée de la pellicule colorante qui se prête très mal pour repeindre. Il a souvent été remarqué qu'une bonne couleur à l'huile de lin séchant lentement, se ridera quand on l'applique sur certaines couleurs de graphite parce qu'elle n'adhère pas à la pellicule de graphite. D'autre part, si certaines formes de carbonate de calcium, de silice ou de sesquioxyde de fer sont ajoutées au graphite, il se forme une surface qui a du mordant à laquelle les pellicules qui suivent adhèrent très bien.

PÂTE À POLIR

Pour polir un poêle, un graphite naturel amorphe est généralement employé; on le façonne sous la forme d'une pâte, d'une crème d'un gâteau, d'une poudre ou d'un liquide, avec l'addition d'un agglomérant, soit de l'argile, ou de la résine ou de l'asphalte ou du savon s'il s'agit d'un poli solide, mais de la goline ou de l'eau pour servir de véhicule aux sortes liquides.

Le graphite, de la Corée et celui du Mexique se prêtent bien tous les deux à ce genre de façonnage. Un haut degré de pureté n'est pas essentiel, et l'addition

du noir de carbone, préparé par la condensation des produits de la combustion du gaz naturel, est quelquefois pour intensifier la couleur. Le graphite employé dans toutes les formes de matière à polir est réduit par pulvérisation à l'état de poudre impalpable, et dans le cas de l'article en pain, le graphite et l'argile sont d'abord moulés ou versés dans les formes voulues et puis cuit.

Donath¹ donne comme suit les constituants d'un noir à poêle liquide: benzine, 30 parties; graphite, 30; huile de noix de cacao et huile de palme, $\frac{1}{2}$; ammoniac diluée 30; écorce de chêne, 1; protoxyde de fer, $\frac{1}{2}$.

GRAPHITE POUR CHAUDIÈRES

En ces dernières années, l'emploi du graphite dans les chaudières, pour empêcher les incrustations, a été fort encouragé. L'incrustation d'une chaudière diminue considérablement la conductibilité des surfaces de chauffe de la chaudière. Ce dépôt empêche aussi l'action réfrigérante de l'eau de protéger le métal contre l'action du feu, et par conséquent, les plaques peuvent être tellement surchauffées que de se gonfler et de se fendiller.

L'action du graphite dans l'élimination des incrustations de chaudières est purement mécanique, n'est affectée à aucun degré par l'acidité ou l'alcalinité de l'eau ou par la chaleur. De petites particules de graphite trouvent simplement leur chemin parmi les minimes fissures qui existent dans une vieille incrustation et, peu à peu, pénètrent entre le dépôt de métal, détachant le premier de façon qu'il puisse être facilement gratté et enlevé avec des outils ordinaires de nettoyage. Même une épaisse accumulation de vieille incrustation peut être enlevée de cette manière, mais une période de plusieurs mois peut être nécessaire pour la détacher complètement. Si l'emploi du graphite est adopté quand on commence à se servir d'une chaudière, on peut prévenir avec succès la forte accumulation d'une dure incrustation à mesure que les particules s'incorporent dans le dépôt qui se forme, le rendant tendre et friable, état dans lequel il peut être enlevé avec un minimum de travail.

Le graphite qu'on recommande d'habitude pour les fins susdites est un graphite laminaire très finement pulvérisé, quoique les variétés amorphes et artificielles soient également employées.

La quantité de graphite qu'on recommande d'employer dans la moyenne des cas est des deux-cinquièmes d'une pinte pour une chaudière jusqu'à 100 H.P., avec un cinquième additionnel de pinte pour chaque 50 H.P. de plus. Une pinte de graphite laminaire ordinaire pour chaudière pèse environ une demi-livre. Les résultats les plus satisfaisants s'obtiennent par l'introduction régulière de petites quantités de graphite, mais l'on recommande en même temps d'en mettre environ 2 quarts dans la chaudière après le nettoyage.

Le graphite peut être introduit d'une manière facile dans la chaudière en le mêlant avec de l'eau chaude et en le versant par la pompe aspirante après en avoir jeté environ deux mesures.

Pour les locomotives, environ une livre (un quart) de graphite par jour est considéré comme suffisante pour les machines ordinaires, et deux livres pour les grands modèles. En ce cas une méthode simple pour introduire le graphite consiste à le mettre directement dans le réservoir.

GRAPHITE POUR LUSTER LA POUDRE ET POLIR LES BALLES

Le graphite est employé pour donner un fini protecteur aux grains de poudre afin de les protéger contre les dommages de l'humidité. On s'en sert aussi pour polir les balles.

¹ Op. cit., p. 131.

EMPLOIS SUBSIDIAIRES

Comme emplois de moindre importance auxquels le graphite peut servir, on peut citer la garniture d'une machine, les compositions de caoutchouc dure, la fabrication de la corde et de la ficelle, le polissage des chapeaux, et la fabrication des cordes, et des câbles en fil de fer.

On l'emploie aussi pour les disques en caoutchouc de soupape, pour les rondelles de communications de la vapeur et de l'eau chaude, pour le rembourrage des plaques servant aux tubes-joints à vapeur et comme un enduit sur la garniture du piston.

En sus de son emploi pour polir et enduire les grains de poudre noire afin de les garantir de l'humidité, le graphite est également employé concurremment avec la poudre sans fumée¹ dans le but d'éviter une différence de potentiel et par conséquent le danger d'une projection d'étincelles entre les grains.

Au dire de Donath, le graphite est mélangé dans la proportion de 25 p.c. avec de la nitro-cellulose gélatinifiée dans le but de diminuer ses effets destructeurs sur les armes dans lesquelles on l'emploie².

Le graphite a aussi trouvé son emploi dans la fabrication de certaines espèces de papier au carbone.

D'après M. Miller³, le graphite amorphe est quelque fois employé comme remplissage dans les engrais chimiques, où il sert à enduire les particules et à empêcher l'absorption de l'humidité, avec la conséquence qu'il se forme comme un gâteau; et encore, pour donner de la couleur et du lustre aux feuilles de thé et aux fèves de café, et dans l'encre de l'imprimeur et dans les teintures pour chapeaux de feutre.

Ces plaques qu'on appelle "plaques de graphite" servent à aplatir les vitres de fenêtre. Elles ne doivent pas être sensibles aux changements soudains de température et doivent posséder une grande force mécanique. On les fait de façon réussie⁴ avec une matière d'un grain grossier, mais on recouvre la surface d'une matière plus fine. Un ordinaire mélange pour les dites plaques se compose de :

Argile réfractaire	1 partie	} ou {	2 parties.
Grog	1 "		2 "
Graphite	1 "		1 "

Les matières susdites sont mélangées à l'état sec, tamisées et formées en une pâte dure. Celle-ci doit alors sùrir pendant quelques jours et, encore une fois, doit être formée en pâte et sùrir tous les deux jours pendant une quinzaine. Les plaques sont moulées dans un cadre de bois, la surface travaillée étant faite de fine argile. Cette argile est ordinairement mise au fond du moule, lequel est alors rempli de matière plus grossière. Les plaques sont ensuite polies successivement avec du sable humide, du grog finement pulvérisé, et de la pierre ponce ou du talc, le frottage se faisant au moyen d'un bloc de grès retenu dans un cadre à deux poignées.

On ajoute quelquefois du graphite à la matière employée à faire des briques de magnésie, et son emploi augmente la facilité avec laquelle la matière peut être moulée, et augmente aussi la conductibilité calorique de ces briques.

¹ Haenig, *Der Graphit*, p. 150.

² Le pourcentage donné de graphite semble assez élevé pour diminuer sérieusement la force de projection de l'explosif, et l'auteur n'a rien pu trouver qui confirmât cet emploi du graphite dans la fabrication des explosifs. Donath cite von Romocky, "*History of Explosives*", vol. II, p. 173, comme son autorité pour l'usage susdit du graphite.

³ Rapport n° 6 "*Topographic and Geologic Survey Commission of Pennsylvania, 1912*". p. 38.

⁴ Voir A. B. Searie, "*Refractory Materials*", p. 274.

Selon la méthode européenne, le graphite des vieux creusets est souvent récupéré. Les pots sont d'abord soigneusement nettoyés de leurs scories et d'autres impuretés; ils sont broyés à l'état de poudre et le graphite est récupéré par une façon de séparateur, telle qu'une table à secousses. Pourvu que la matière soit assez finement pulvérisée, en se servant d'un séparateur à air, on obtient un graphite assez fin et aussi un grog assez utile.

CHAPITRE VIII

L'INDUSTRIE DU GRAPHITE AU CANADA

PRODUCTION, EXPORTATIONS, IMPORTATIONS, ETC.

La production du graphite au Canada, en 1918, fut de 3,114 tonnes. Ce chiffre comprend les trois produits types d'usinage—n° 1 et n° 2 Flake, et poussière—le minerai brut et une petite quantité de graphite cristalline ou plombagine. Le rendement de 1918 fut considérablement plus faible que celui des années précédentes (3,714 tonnes) et sa valeur relative beaucoup moindre. Environ un tiers du total de 3,114 tonnes se composait de minerai à expédier à l'état brut.

Ainsi qu'on le verra au tableau suivant, la production de 1916 fut la plus forte dans l'histoire de cette industrie, mais la valeur du plus faible rendement de 1917 fut beaucoup plus considérable.

Production annuelle de graphite au Canada, 1886-1918¹

Année civile	Tonnes	Valeur	Année civile	Tonnes	Valeur
1886.....	500	\$ 4,000	1903.....	728	\$ 23,746
1887.....	300	2,400	1904.....	452	11,762
1888.....	150	1,200	1905.....	541	16,732
1889.....	242	3,160	1906.....	337	18,303
1890.....	175	5,200	1907.....	579	16,000
1891.....	260	1,560	1908.....	251	5,565
1892.....	167	3,763	1909.....	864	47,800
1893.....	Aucune	Aucune	1910.....	1,392	74,087
1894 (a).....	3	223	1911.....	1,269	69,576
1895.....	220	6,150	1912.....	2,060	117,122
1896.....	139	9,455	1913.....	2,162	90,282
1897.....	436	16,240	1914.....	1,647	107,203
1898.....	.....	13,698	1915.....	2,635	124,223
1899.....	1,130	24,179	1916.....	3,955	325,362
1900.....	1,922	31,040	1917.....	3,714	402,892
1901.....	2,210	38,780	1918.....	3,114	248,970
1902.....	1,095	28,300			

(a) Exportations.

Il n'a pas été produit de graphite au Canada depuis un bon nombre d'années, les gisements du Nouveau-Brunswick ayant été abandonnés en 1908 (voir page 23).

Le prix du graphite laminaire canadien utilisable pour les creusets a presque doublé durant la guerre, ayant atteint un prix maximum de 16 cents la livre en 1917. Les prix du n° 1 Flake depuis 1914 jusqu'à aujourd'hui sont indiqués ci-dessous. Ces chiffres se rapportent au graphite consigné aux Etats-Unis:

Prix du graphite laminaire canadien f.o.b. usine, 1914-1919.

1914.....	5-7 cents la livre.
1915.....	8-9 " " "
1916.....	9-12 " " "
1917.....	13-16 " " "
1918.....	15-16 " " "
1919 (février).....	10-12 " " "

¹ D'après les rapports fournis à la division des Mines, section des Ressources minérales et des Statistiques.

Comme mesure de guerre, l'exportation, à partir du Canada, de graphites à creusets fut interdite le 7 novembre 1914, pour tous les pays étrangers sauf la France, la Russie, l'Espagne et le Portugal. Le 28 novembre l'interdiction fut déclarée absolue, mais le 10 décembre, elle fut modifiée de façon à permettre l'exportation aux Etats-Unis moyennant une autorisation du ministre des Douanes. Cette restriction est restée en vigueur pendant toute la durée de la guerre.

On trouvera aux tableaux suivants les statistiques des exportations et importations de graphite entrant ou sortant du Canada, de 1910 à 1918, de même que les importations en Grande-Bretagne et aux Etats-Unis, de 1914 à 1917.

En ce qui concerne les chiffres des exportations du Canada, il faut bien remarquer que la classification telle que requise par la Loi du Tarif, est un peu obscure. Le matériau compris sous le chef de "minerai brut et concentrés" se compose surtout de minerai brut étant le produit d'une seule mine dont le minerai est suffisamment riche pour être affecté à certains usages (enduits de fonderie et autres de cette nature) sans être soumis à aucun procédé de nettoyage.

La nature de ce matériau est peut-être facile à concevoir d'après son prix qui est de 2 à 3 cents la livre. Il n'y a pas d'exportations de concentrés de graphite, tous les concentrés étant purifiés à nouveau dans les usines pour en faire un produit achevé. Le terme "Produits fabriqués" comprend le graphite purifié, c'est-à-dire le produit achevé des usines de même que les articles fabriqués entièrement ou partiellement avec du graphite. Le Canada, cependant, ne semble exporter que peu, s'il en exporte, de ces produits fabriqués de graphite, et le gros des valeurs cotés se rapporte probablement au graphite laminaire purifié.

Quant à la catégorie appelée, dans les exportations: "Plombagine non pulvérisée" il est probable qu'elle doit comprendre surtout le graphite du Ceylan pour creusets ou autres usages; tandis que "Pulvérisé et produits fabriqués" comprend: graphite laminaire purifié, graphite amorphe, enduits de fonderie de qualité inférieure, et articles composés entièrement ou partiellement de graphite (excepté les creusets).

Les droits d'importation sur le graphite et les produits du graphite au Canada sont comme suit:

	Provenance	
	Britannique	Etrangère
Plombagine, non pulvérisée ni autrement ouvrée.....	5 pour cent	10 pour cent
Plombagine, pulvérisée ou produits fabriqués.....	15 "	25 "
Creusets de graphite.....	En franchise	En franchise

En plus de cela un impôt de guerre est levé sur tous ces produits; cet impôt se monte à 5 pour cent dans les cas des chargements britanniques et 7½ pour cent pour les produits étrangers. La taxe de guerre est imposée sur les creusets, bien que ceux-ci entrent en franchise.

Le tarif des Etats-Unis sur le graphite et les produits de graphite est comme suit:

Graphite, plombagine ou mine de plomb noire. . .	En franchise.
Mine de plomb noire, montée en valeur.	15 pour cent.
Creusets, mine de plomb noire.	15 "
Creusets, plombagine.	20 "

Exportations de graphite du Canada, 1910-1918*

Année	Minerai brut et concentrés		Propuits ouverts	Valeur totale
	P. tonnes	Valeur	Valeur	
1910.....	788	\$53,008	\$66,658	\$119,666
1911.....	813	43,249	33,956	77,205
1912.....	1,654	70,763	58,920	129,683
1913.....	1,642	85,368	24,284	109,652
1914.....	919	50,528	72,718	123,246
1915.....	263	12,009	84,316	96,325
1916.....	311	13,114	304,919	318,033
1917.....	112	7,455	384,505	391,960
1918.....	664	32,710	205,993	238,703

*Rapports au ministère des Douanes.

Exportations de graphite du Canada, par pays, 1910-1918*

Année civile	Minerai brut et concentrés						Produits de plombagine		
	Grande Bretagne		Etats-Unis		Autres pays		Grande Bretagne	Etats-Unis	Autres pays.
	Petites tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur	Tonnes	Valeur	Valeur	Valeur	Valeur
1910.....	223	\$16,453	556	\$35,555	9	\$1,000	\$ 3,051	\$63,466	\$ 141
1911.....	30	3,631	752	36,295	31	3,323	2,289	30,062	1,605
1912.....	59	4,984	1,550	62,680	45	3,099	3,932	46,796	8,192
1913.....	19	1,700	1,618	82,758	5	910	3,278	20,279	727
1914.....	77	6,730	814	41,168	28	2,630	12,051	58,816	1,851
1915.....			263	12,009			2,381	81,467	468
1916.....			311	13,114			5,450	299,255	213
1917.....			112	7,455			3,115	381,226	164
1918.....			664	32,710				205,761	222

*Rapports du ministère des Douanes.

Importations de graphite au Canada, 1910-1918*

Année civile	Plombagine non pulvérisée	Pulvérisé et produits fabriqués	Creusets, argile ou plombagine
1910.....	\$ 4,867	\$ 55,090	\$ 52,896
1911.....	4,940	51,192	56,814
1912.....	7,249	65,911	82,324
1913.....	9,375	72,887	73,971
1914.....	801	49,478	49,913
1915.....	3,436	41,681	106,761
1916.....	3,231	99,919	520,341
1917.....	47,218	123,991	798,004
1918.....	93,956	132,821	113,856

*Rapports du ministère des Douanes.

Importations de plombagine en Grande-Bretagne, par pays, 1914-17*

	1914			1915			1916			1917		
	Petites tonnes	Valeur \$	Par ton. \$	Petites tonnes	Valeur \$	Par ton. \$	Petites tonnes	Valeur \$	Par ton. \$	Petites tonnes	Valeur \$	Par ton. \$
Allemagne.....	1,590	6,498	41									
France.....	225	13,402	60	1,342	156,712	117	2,787	462,168	166	514	100,867	20
Madagascar.....	4,931	460,878	93	5,134	460,465	90	10,427	1,596,724	153	11,387	1,873,289	165
Italie.....	1,258	24,861	19	2,434	48,311	20	2,528	74,990	30	2,409	119,524	50
Autriche.....	96	3,872	38									
Japon (Chosen).....	4,667	142,097	30	4,267	107,422	25	6,087	205,130	34	1,720	62,073	36
Etats-Unis.....	431	34,017	79	867	92,033	106	1,845	192,900	105	1,654	295,283	179
Autres pays étrangers.....	282	9,180	33	4	146	37	148	7,777	53	68	4,407	65
Indes britanniques.....				94	17,389	195		88		125	47,921	383
Ceylan.....	2,938	278,009	95	6,352	775,547	122	5,846	1,765,778	302	4,518	1,491,759	330
Autres possessions britanniques.....	189	14,328	76	110	10,390	95	51	10,731	210	25	5,328	21
	16,607	986,742		20,604	1,668,420		29,719	4,316,286		22,420	4,000,451	

*British Trade Report.

Importations de graphite aux Etats-Unis, par pays, 1914-1917*

	1914		1915		1916		1917	
	Petites tonnes	Valeur	Petites tonnes	Valeur	Petites tonnes	Valeur	Petites tonnes	Valeur
Ceylan.....	8,374	\$ 920,147	12,275	\$1,564,917	24,411	\$5,846,515	24,304	\$7,075,143
Mexique.....	4,259	190,075	1,680	75,000	5,331	238,000	7,570	285,568
Canada.....	1,806	92,536	2,995	116,407	4,127	314,177	3,476	349,034
Japon (Chosen, via Japon).....	6,327	96,433	2,373	35,292	5,375	103,619	2,462	83,558
Autriche-Hongrie.....	78	1,258						
Italie.....	254	3,202	27	994	151	4,133	115	3,092
Allemagne.....								
Angleterre.....	381	42,440	2,216	261,321	561	166,847	6	1,566
France.....	194	20,278	1,432	181,236	1,631	241,863	4,393	1,047,081
Indes britanniques.....	127	9,815			1,260	343,170	265	102,499
Madagascar.....	155	18,426	36	2,831				
Pays bas.....			36	2,811				
Autres pays.....	47	3,644	5	354	170	21,559	18	4,447
	22,002	1,398,261	23,075	2,241,163	43,017	7,279,883	42,609	8,961,988

* Chiffres compilés d'après les rapports du ministère du Commerce.

NOTE.—Dans ce tableau, les chiffres accordés à l'Angleterre et aux Indes britanniques représentent probablement le graphite de Ceylan exporté à nouveau, et par conséquent peuvent être ajoutés aux importations de Ceylan. De même, les chiffres pour la France comprennent le graphite de Madagascar, et ceux pour le Japon, la plus grande partie du graphite de la Corée.

CONSUMMATION DE GRAPHITE AU CANADA

D'après les renseignements fournis à la division des Mines¹ en 1912-1913, la consommation totale annuelle de graphite par les fabricants canadiens à cette époque, se montait à 950 petites tonnes. Sur ce montant 192 tonnes représentaient du graphite canadien et 758 tonnes du graphite importé.

La masse du graphite utilisé servait aux enduits de fonderie, aux pâtes à fourneaux et aux industries de peinture. Le tableau suivant indique la consommation pour chaque industrie:

	Nombre de firmes employant le graphite	Indigène, tonnes	Importé, tonnes	Total, tonnes
Explosifs.....	2	.....	9	9
Fonderies.....	267	78	351	429
Lubrifiants.....	13	1	17	18
Noir à fourneaux.....	12	20	270	290
Peintures.....	18	81	109	190
Articles en caoutchouc.....	1	7	.....	7
Emplois divers.....	6	5	2	7
Total.....	319	192	758	950

La liste qui précède a été depuis augmentée d'au moins trois nouvelles industries, savoir: batteries sèches, creusets et crayons. La première consomme surtout du graphite artificiel fabriqué à Niagara Falls (Ontario). Pour les creusets on se sert tant du graphite canadien que de l'importé, et pour les crayons, du graphite amorphe importé.

Avant 1915, on importait une certaine quantité de plombagine de Ceylan pour les meilleures qualités d'enduits de fonderie, mais on emploie plutôt aujourd'hui du graphite mexicain, coréen, américain et canadien.

Pour la peinture on emploie tant le graphite artificiel que le graphite amorphe importé.

Pour les matières à polir, en poudre et en grenailles, on prend du graphite amorphe du Mexique.

Pour les lubrifiants, on emploie également le graphite en laminaire et le graphite amorphe. A part cela, l'Acheson Oildag Company, à Sarnia (Ontario), fabrique un graphite défloculé qui est très finement divisé; ils utilisent cette matière dans leur composition lubrifiante.

La Dominion Crucible Company, dont l'usine est à Saint-Jean (Québec) a commencé ses opérations en 1916 et c'est la première compagnie de cette nature établie au Canada. La production de cette usine s'est bornée jusqu'à présent à remplir des commandes de creusets et accessoires mais elle se propose maintenant de concurrencer sur la place les producteurs anglais et américains. A l'heure actuelle nous croyons que la grande majorité des creusets consommés au Canada sont de fabrication anglaise.

On peut se procurer une liste des noms et adresses des consommateurs canadiens de graphite en s'adressant au Directeur de la division des Mines, ministère des Mines, Ottawa.

¹ Fréchette, H., "Rapport sur les minéraux non-métalliques employés dans les industries manufacturières du Canada", division des Mines, 1914.

APERÇU GÉNÉRAL DE L'INDUSTRIE

La forte augmentation dans le prix du graphite à creusets causée par la guerre, n'a pas donné lieu au Canada au nouvel essor d'activité auquel on aurait pu s'attendre. Il ne s'est pas ouvert de nouvelles mines ni des usines, et une grande partie de celles qui existaient déjà sont restées inactives ou n'ont travaillé que par intermittence. Cela peut être attribué à une combinaison de causes parmi lesquelles figure d'abord le peu de succès obtenu dans ce pays, depuis bien des années, dans le perfectionnement des procédés de broyage pour épurer le graphite. C'est cela avec la forte augmentation du prix de la main-d'œuvre et des matériaux dans ces dernières années, qui a effectivement découragé le placement du capital dans une entreprise qui, tout en offrant de bonnes perspectives durant une période de prix excessifs, durant la guerre, n'a donné en temps ordinaire que peu de profit et, alors, seulement avec une administration très judicieuse et dans des conditions particulièrement favorables. Dans bon nombre de cas, de vastes usines, pas du tout proportionnées à l'étendue des gîtes tels que déterminés à l'époque de leur construction, ont été érigées à grand frais, et soit par suite de la pénurie de minerai, des dépenses d'usinage ou d'une combinaison de ces causes, n'ont pu travailler que par intervalles depuis cette époque. La plupart des usines construites dans ces dernières années, ont été munies d'un procédé de concentration à sec, consistant en un broyage répété au moyen de cylindres du type des moulins à farine, avec tamisage entre les opérations successives de broyage, de même qu'en un traitement sur tables sèches. Une pareille installation exigeait de très vastes locaux et souvent un système compliqué d'élévateurs, d'autant plus qu'il fallait que le minerai fut préalablement séché au four avant le broyage. Bien que l'on puisse ordinairement se procurer le bois combustible au voisinage des mines, on s'est souvent servi de charbon pour chauffer les chaudières; cela occasionne des frais de charroi considérable attendu que beaucoup de ces usines sont situées à une bonne distance des voies ferrées.

Les procédés à sec pour la concentration du graphite sont devenus d'un usage très répandu au Canada vers l'année 1906, et entre les années 1906 et 1912, neuf usines furent installées avec des machines à centrer par voie sèche. Le procédé fut adopté pour supplanter le système humide de tables inclinées autrefois en usage dans les anciennes usines du district de Buckingham (Québec). D'une façon générale, bien qu'il ait pu se trouver des exceptions, la concentration du graphite à sec par les méthodes précédentes a été un échec sous tous les rapports. Le prix de revient a été fabuleux; ce n'est qu'avec difficulté qu'on a obtenu un produit de première qualité et ordinairement au prix d'une perte excessive de graphite dans les tailings et de la destruction d'une trop forte proportion de grosses lames dans le minerai. De récentes expériences dans le district d'Alabama, où un certain nombre d'usines travaillant à sec utilisant des machines à concentrer semblables ou modifiées, ont été érigés dans les deux ou trois dernières années, ont été effectuées dans cet ordre d'idée, et, dans plusieurs cas, les installations à sec ont été mises de côté et remplacées par des systèmes humides.

Une partie des échecs subis dans les tentatives d'exploitation du graphite au Canada a été attribuée au défaut de continuité des gîtes. Bien que cela soit sans doute vrai dans le cas de plusieurs propriétés sur lesquelles on a construit des usines, il ne faut pas en conclure que tous les gisements connus ou même la plupart soient de cette nature, et une pareille assertion demande à être autorisée. Une chose certaine, c'est que jusqu'à assez récemment, il s'était fait peu de tentatives pour déterminer l'étendue des gîtes au moyen de la perforatrice au diamant, et les opinions sur cette étendue étaient basées simplement sur les affleurements ou sur des travaux superficiels de très peu d'importance.

La grande majorité des gisements canadiens sont représentés par des gneiss et calcaires graphitiques, qui étaient au début des sédiments stratifiés lesquels ont été soumis à un extrême degré de métamorphisme dynamique et de contact accompagnés d'intenses phénomènes d'écrasement, de plissement, de cassure et d'intrusion, de telle sorte qu'ils forment maintenant avec les roches qui les ont pénétrés une série extrêmement complexe avec un tectonique très compliquée. Il est évident que l'on peut avoir très peu de renseignements définis quant aux dimensions et à la forme des gîtes qui forment partie intégrale de ce complexe d'après de simples indications superficielles et même les travaux souterrains ne suffiront pas, bien souvent à révéler leur véritable nature. Il s'est fait cependant très peu d'extraction souterraine, la majorité des chantiers étant peu profonds et à ciel ouvert, de sorte que notre connaissance des gisements est nécessairement imparfaite. De même, ce qui est vrai dans le cas d'un gisement particulier quelconque, ne pourrait peut-être pas être considéré comme critérium dans un autre cas, en raison des variations locales dans la tectonique des roches. Par conséquent, si l'on excepte les véritables exploitations minières, la perforation au diamant est la seule méthode pratique de vérifier l'étendue des gîtes de graphite et il semble que ce fait commence à être reconnu puisque pendant les cinq dernières années, cinq propriétés ont été explorées au diamant, dont trois dans le dernier semestre de 1918.

Une autre particularité qui influe sur la question de la non-continuité des gîtes, c'est que les gisements canadiens de graphite, d'une manière générale, sont sujets à varier considérablement en richesse et que les exploitants ne portent ordinairement leur attention que sur la meilleure catégorie de minerais (teneur de 10 à 12 pour cent) et considèrent les parties plus pauvres d'un gîte comme ne valant pas la peine d'être travaillées. Cette pratique résulte des difficultés et des frais encourus dans la concentration et la purification du graphite. Il a été constaté que du minerai contenant plus de 10 pour cent de graphite peut être considéré comme étant d'une catégorie marchande, tandis que toute matière sensiblement au-dessous de cette proportion devient trop dispendieuse à traiter. Souvent, dans le cas des gîtes de gneiss granitique le minerai riche se présente en une succession de filets ou de gîtes lentiformes qui se confondent graduellement avec la roche non graphitique contiguë et sont séparés le long de leur allure par des lambeaux de minerai pauvre ou de roche stérile. Avec des méthodes de concentration moins coûteuses, une bonne partie de ce minerai pauvre (5-10 pour cent de graphite) pourrait très bien être utilisée. Nous pourrions signaler à ce propos que le minerai traitable dans l'Alabama ne tient pas en moyenne plus de 3 pour cent de graphite, celui de la Pensylvanie, de 3 à 5 pour cent, et celui de New-York, de 5 à 6 pour cent. Les deux premiers sont cependant tendres et extrêmement faciles à broyer tandis que les minerais gneissiques canadiens sont inaltérés et durs.

Donc, bien qu'il soit vrai que les gîtes de graphite canadiens sont généralement petits et non persistants en ce sens que ce que nous avons appelé plus haut le minerai traitable est sujet à se trouver dans des gîtes plutôt petits et irréguliers, ces mêmes gîtes sont souvent bordés par ou reliés avec des amas de minerai pauvre représentant une matière dont la teneur en graphite pourrait être susceptible d'une récupération profitable au moyen de méthodes de concentration perfectionnées.

On s'est beaucoup intéressé depuis un an ou deux aux possibilités du flottage par l'huile pour la concentration des minerais de graphite et il a été démontré que, par cette méthode, les graphites en lames peuvent être traités efficacement et à bon marché. L'élimination du séchage préalable du minerai qui est exigée dans toutes les méthodes de concentration à sec et dans le flottage sur pellicule

ou par tension superficielle, est un point important à considérer au point de vue des frais et de la capacité d'usinage. Les autres avantages sont: qu'il faut une beaucoup plus petite bâtisse pour l'usine, ce qui diminue les frais de premier établissement, pour traiter un même tonnage de minerai que pour la concentration à sec; qu'il y a moins de machines et d'appareils exigeant une attention et des réparations constantes, et qu'un plus petit nombre d'ouvriers suffit pour le fonctionnement de l'usine. Un certain nombre des usines de graphite dans l'Alabama se servent actuellement de machines à flottage par l'huile d'un type quelconque et ce système a été également appliqué aux minerais de Pensylvanie. Dans les deux cas, le minerai traité est plutôt pauvre, ne contenant que de 3 à 5 pour cent de graphite. Le flottage par l'huile a été aussi récemment installé (septembre 1918) à l'usine de l'American Graphite Company, dans l'Etat de New-York et l'on dit que les résultats sont très satisfaisants. Le minerai de New-York est semblable dans ses traits généraux: dureté, texture et minéraux associés, aux minerais canadiens de gneiss graphitique. Un certain nombre d'essais de flottage par l'huile ont été pratiqués sur des minerais canadiens et un appareil Callow fut installé au mois d'août 1914, à l'une des mines du district de Buckingham. Malheureusement, cependant, l'usine a été détruite par un incendie avant que l'on ait eu le temps de bien expérimenter le système.

Ainsi, tout en admettant que les entreprises de graphite au Canada par le passé ont subi de nombreux échecs, ce résultat a été principalement occasionné, dans bien des cas, par des méthodes inefficaces et coûteuses de concentration qui n'ont rendu profitable que le traitement des parties plus riches des gîtes; on ne pouvait pas compter sur ces méthodes pour obtenir une catégorie de produit propre et uniforme, elles ne donnaient qu'une faible récupération du graphite intime dans le minerai et nécessitaient de fréquents arrêts dans les opérations, pour réparations aux appareils. Dans bien des cas, aussi, on a dépensé du capital pour l'érection d'usines sans avoir fait des recherches suffisantes sur la quantité de minerai disponible.

On a constaté dernièrement une recrudescence d'intérêt prononcée dans les possibilités du graphite canadien, et il est à espérer qu'avec une administration efficace et une appréciation judicieuse des difficultés que comporte l'abatage des gisements et le traitement des minerais de graphite, l'industrie pourrait se rétablir de cette dépression, et la production du graphite laminaire se poursuivre dans des conditions plus avantageuses que précédemment. Il ne faut cependant pas oublier le fait que les prix qui ont prévalu pour le graphite à creusets pendant la période de guerre, ont été anormaux et qu'avec la réduction sur les prix de transport et les taux d'assurance, on peut s'attendre à ce que les graphites canadien et américain soient fortement concurrencés par celui de Madagascar. La production de ce matériau a rapidement augmenté durant les quatre dernières années, mais les difficultés d'embargo et de transport et les ressources de graphite semblent très considérables. Le bon marché de la main-d'œuvre indigène, aussi, même avec les méthodes assez primitives de concentration et de purification qui sont habituellement employées permet au produit de Madagascar d'être chargé sur les navires à bien peu de frais.

Le fait, aussi, que dans la sidérurgie, les fours électriques sont devenus très en vogue dans ces dernières années aux Etats-Unis, qui étaient autrefois le meilleur débouché pour le graphite canadien, et qu'il y a des indications que, dans l'industrie du laiton, la fonderie électrique supplantera définitivement en grande partie la fonderie au creuset, ne doit pas être perdu de vue en étudiant la question du développement de l'industrie du graphite au Canada.

¹ Trois usines canadiennes ont été munies de ce système de flottage par l'huile.

Il serait peut-être à propos de signaler ici que, d'après l'opinion des principaux importateurs de graphite, afin de concurrencer les autres pays sur le marché américain lorsque les conditions normales seront rétablies, il faudra que le graphite à creusets du Canada soit produit au prix d'environ 5 cents la livre.

EXPOSÉ DES CONDITIONS DU MARCHÉ 1914-1918.

Le graphite est employé, de nos jours, dans de si nombreuses branches de l'industrie que la production ne peut guère satisfaire la demande. Toutefois, chaque type particulier de graphite (cristallin, laminaire, amorphe ou artificiel) s'adapte spécialement à certains genres de travaux, et c'est ainsi que les diverses industries en sont arrivées à utiliser seulement la catégorie qui convient le mieux à leurs besoins. L'industrie des creusets présente un intérêt particulier. Pour les premiers creusets fabriqués, on se servait de graphite laminaire de Bavière, mais après la découverte de la plombagine de Ceylan, le graphite laminaire fut en grande partie mis de côté en faveur de la forme cristalline. De même, on fabriquait autrefois les crayons à partir du graphite soit cristallin soit laminaire mais ils sont aujourd'hui presque entièrement faits avec du graphite amorphe. Durant l'année 1918, aux Etats-Unis, la réduction dans les importations de plombagine de Ceylan a occasionné l'usage d'une plus forte proportion de graphite laminaire dans les creusets, et le Bureau of Standards a entrepris des expériences dans le but de déterminer si la plombagine ne pourrait pas être remplacée à un degré encore plus élevé par le graphite laminaire sans que la qualité des creusets ainsi fabriqués ait sérieusement à en souffrir.

Ainsi, bien que dans bien des emplois industriels de graphite une certaine catégorie de cette matière soit considérée comme essentielle pour obtenir les meilleurs résultats, dans celles des industries qui consomment la plus forte quantité du graphite en usage, une autre forme de graphite que celle actuellement employée pourrait probablement être substituée, soit totalement ou en partie, sans qu'il y ait de grave inconvénient¹.

Etant donné que les producteurs canadiens sont forcés de compter sur le marché américain et du fait que la majeure partie du graphite canadien est exportée à des consommateurs canadiens nous avons cru faire les remarques suivantes sur la situation du graphite aux Etats-Unis.

Plusieurs facteurs ont eu une influence importante sur la situation du graphite aux Etats-Unis, durant la période de guerre. D'abord, il faut se rappeler que le marché du graphite se règle en bonne partie sur l'approvisionnement fourni par l'île de Ceylan et que lorsqu'on est à court de graphite au Ceylan, ce qui donne lieu à une augmentation du prix de ce produit, c'est de nature à stimuler l'industrie du graphite. Il y a eu, en 1913, une baisse dans la production et une hausse sensible dans le prix du graphite de Ceylan, tandis que, pendant la même année, c'est Madagascar qui se plaça facilement au premier rang pour la production du graphite laminaire. Les prix élevés se sont généralement maintenus durant l'année et, comme résultat, il s'est vendu peu de ce produit. En 1914, il y a eu affaissement considérable du marché et durant les derniers mois, par suite des embargos par les gouvernements britannique et français sur les chargements de Ceylan et de Madagascar, la production dans ces pays s'est virtuellement éteinte. Les embargos ne furent tout d'abord imposés que contre l'Allemagne et l'Autriche mais furent ensuite étendus à tous les pays neutres, le but proposé étant d'empêcher les chargements de pénétrer dans les

¹ Voir V. Bleininger. *Chemical and Metallurgical Engineering*, 27 sept. 1913, p. 467.

pays ennemis et de garantir un approvisionnement suffisant pour les fabriques de creusets anglaises et françaises. Les faibles stocks de graphite de Ceylan ayant été mis à part en 1913 et, par suite, tous les transports ayant été interrompus en 1914, il en résulta une véritable pénurie de graphite à creusets l'année suivante et toutes les catégories de graphite laminaire furent avidement recherchées et firent des prix très élevés. En raison des gros contrats pour munitions confiés aux Etats-Unis, des démarches furent faites auprès du gouvernement britannique au début de 1915, par des fabricants de creusets américains lesquels ont obtenu que l'embargo sur le graphite de Ceylan soit partiellement levé au mois de mai de cette année-là, et totalement en septembre. Au bout de quelques mois la situation fut considérablement soulagée par suite des efforts spéciaux de la part du gouvernement britannique pour faciliter les transports. Alors qu'en janvier 1915, le meilleur graphite en morceaux, de Ceylan, se vendait sur dock à New-York pour 9 cents la livre, en janvier 1916, il valait 20 cents, et, au mois d'avril suivant, il avait encore monté jusqu'à 27 cents. Cette forte hausse était partiellement causée par l'augmentation du prix de revient d'exploitation, mais était due principalement aux taux élevés de transport et d'assurance. Dans certains cas, l'assurance s'est élevée à au delà de 8 cents par livre. La rareté des bateaux et le prix élevé des transports ont été cause qu'il s'est fait très peu d'importation des graphites pauvres de Ceylan, la majeure partie des importations se composant du meilleur graphite en morceaux.

Bien que l'embargo imposé par le gouvernement français sur les chargements de Madagascar aient été modifiés au début de 1915, presque toute la production de l'île pour cette même année fut expédiée en France. Par suite des difficultés de transbordement à Marseille et aux frais de transports prohibitifs pour l'expédition directe vers les Etats-Unis, le prix du graphite laminaire de Madagascar est monté jusqu'à 12 cents par livre sur dock à New-York, sur la fin de l'année 1915, en comparaison de 4-5 cents avant la guerre.

En 1916, le manque de bateaux de transports et la demande réitérée pour les creusets rendaient de plus en plus difficile pour les manufacturiers d'obtenir suffisamment de graphite de Ceylan, et alors on s'est servi beaucoup plus que dans toute autre année précédente, pour la fabrication des creusets, des autres catégories de graphite. Comme résultat, le prix du graphite américain est monté à 13-16 cents la livre suivant la qualité, en comparaison de 6-8 cents en 1913, et la production fut au delà de deux fois plus forte que pendant cette dernière année.

Les mêmes conditions ont persisté jusqu'en 1917, mais, vers la fin de l'année, les chargements dépassèrent la demande par suite de la diminution des commandes de munitions et, par conséquent, de l'atténuation de la demande pour les creusets. La meilleure qualité de graphite de Ceylan en morceaux a atteint le prix maximum durant la période de guerre, de 29-32 cents la livre sur dock à New-York, en 1917, et le numéro 1 en lames de Madagascar se vendait 14-16 cents. Au début de 1918, les fabriques de creusets et les fonderies avaient de gros stocks de pots en magasin et beaucoup de fabriques de creusets ne produisaient que la moitié de leur capacité de rendement. Et cependant les commandes de chargements de graphite pour l'avenir s'accumulaient de sorte que les approvisionnements tant de graphite de Ceylan que de graphite laminaire dépassèrent de beaucoup la quantité requise. La réduction dans les prix de transports et l'assurance de guerre vers la fin de l'année a fait baisser le prix de la plombagine de Ceylan jusqu'à environ 30 p.c. de ce qu'il était au début de l'année. Pour faire voir la baisse des prix, nous donnons ci-après les chiffres pour les différentes catégories en 1917 et 1918 :

**Prix moyens de la plombagine de Ceylan, sur dock à New-York, années
1917 et 1918**

Catégorie	1917	Fév. 1918	Déc. 1918
No 1 lump.....	30 cents par livre	25 cents par livre	18 cents par livre
No 1 chip.....	20 " "	18 " "	14 " "
No 1 dust.....	12 " "	11 " "	10½ " "

Le total des importations de graphite de Ceylan aux Etats-Unis en 1917 est estimé à environ 80,000 barils ou 26,666 tonnes. Le prix sur le carreau du minéral cette année est quelque peu à la baisse et le prix c.i.f. New-York est dû en grande partie aux frais excessifs du fret océanique — 536 shillings par tonne.

Comme nous l'avons dit plus haut, la hausse du prix des catégories de graphites pour creusets a donné lieu à un essor considérable de l'industrie du graphite aux Etats-Unis, l'effet le plus prononcé s'étant fait sentir dans le district de l'Alabama où il y avait, en 1917, plus de quarante usines en opération ou en voie de construction. L'augmentation dans la production du graphite cristallin purifié, de toutes les qualités, entre les années 1913 et 1917, s'est montée à près de neuf millions de livres.

L'industrie du graphite de même que plusieurs autres a dû subir beaucoup de restrictions par suite de l'état de guerre. Afin de contrôler les importations de graphite aux Etats-Unis, il s'est formé, en 1917, un groupement sous le nom de Plumbago Graphite Association, Inc., sous la direction du War Trade Board. Ce groupement se composait de gros importateurs et courtiers de graphite, et tous les chargements de graphite devaient être consignés aux soins de cette association. Celle-ci avait également le pouvoir de percevoir de la part de fabricants et importateurs des comptes rendus périodiques des stocks en magasin, de la consommation, etc., pour tenir le gouvernement au courant, afin que les approvisionnements de graphite et de plombagine pussent être répartis et distribués de façon à satisfaire les meilleurs intérêts des fabricants, des importateurs et du pays en général. Par une décision du War Trade Board du 23 mars 1918, des restrictions sur l'importation du graphite et de la plombagine furent imposées jusqu'au point de limiter à 5,000 tonnes la quantité totale des importations durant les derniers six mois de 1918. Cette décision cependant ne s'appliquait qu'aux transports océaniques et ne concernait pas les approvisionnements mexicains et canadiens expédiés par voie ferrée ou par les lacs. En vertu d'un ordre subséquent on accordait l'entrée de 5,000 tonnes jusqu'au 1er juillet. Le 3 juillet, cependant, un nouveau règlement fut fait interdisant tout transport par mer pour le reste de l'année.

De même que pour d'autres articles, toutes les importations de graphite aux Etats-Unis ont été soumises à une licence et le 2 octobre 1918, le règlement du 3 juillet fut modifié de façon à ce que cette licence fut accordée dans le cas des catégories de graphite pour creusets, lorsque l'on donnerait des garanties suffisantes que les consommateurs finaux de ce graphite n'emploieraient pas moins de 20 p.c. du graphite indigène ou canadien dans la fabrication de leurs produits. En vertu du même amendement toute importation de graphite amorphe autre que les expéditions mexicaines ou canadiennes fut interdite. La plombagine pour tout autre but que la fabrication des creusets devait demeurer entièrement restreinte.

Le 16 janvier 1919 toutes les restrictions au sujet de l'importation du graphite ou de la plombagine de l'étranger, et l'emploi prescrit de 20 p.c. ou plus de graphite canadien dans les mélanges à creusets furent levées. Les restrictions contre l'importation de creusets de l'étranger furent également levées.

CHAPITRE IX

SOURCE DE L'APPROVISIONNEMENT MONDIAL DE GRAPHITE

Le graphite est un minéral extrêmement répandu et se trouve dans à peu près toutes les parties du monde. La masse de la production mondiale en dérive actuellement d'une dizaine de pays, mais on en connaît dans plusieurs autres des gisements qui ont, dans bien des cas, été tant soit peu exploités. Bon nombre des gisements, cependant, se composent de matière qu'on n'a pas jugé à propos d'utiliser en raison soit du manque de bons procédés de purification pour traiter le minéral, soit de la qualité insuffisante du graphite.

L'industrie des creusets qui consomme 75 p.c. de toute la production mondiale de graphite a depuis bien des années été alimentée principalement par l'île de Ceylan; la pureté naturelle du produit de Ceylan et sa supériorité pour cette sorte de fabrication combinées avec le bon marché de la main-d'œuvre et du transport, lui permettent de concurrencer les autres graphites sur presque tous les marchés. Dans ces dernières années, cependant, des quantités de plus en plus grandes de graphite sont venues de Madagascar, et ce dernier produit a été trouvé très convenable pour certaines sortes de creusets. Le fait que le graphite de Madagascar peut être extrait à bon marché à cause de la main-d'œuvre indigène et de son mode de gisement, et que les procédés dispendieux de purification ne sont pas nécessaires pour en faire un produit marchand, devra probablement lui donner une plus grande vogue et le graphite de cette provenance paraît susceptible, lorsque les conditions normales d'exportation et de transport seront rétablies, d'exercer une influence considérable sur l'industrie du graphite laminaire dans les autres pays.

Nous donnons ci-après des notes succinctes sur l'industrie du graphite dans les principaux pays producteurs du monde¹.

AUTRICHE

L'Autriche, en 1913, la dernière année pour laquelle les statistiques sont disponibles, fut le plus fort pays producteur de graphite au monde, le rendement pour cette année ayant été de 54,500 petites tonnes. La moyenne partie du graphite autrichien est amorphe de sa nature, est si finement cristalline qu'on ne peut pas proprement dire qu'il est en lames et par conséquent n'est pas de la catégorie à creusets².

La production autrichienne provient des gisements situés dans quatre régions séparées. En Bohême, les phyllades ou schistes graphitiques ont été exploités depuis 1767 dans les districts de Krumau et de Schwarzbach. Le minéral

¹ Pour plus de détails, voir les ouvrages suivants:
de Launay, L., *La Géologie du Graphite*, Annales des Mines, X Série, Vol. 3, 1903 p. 49-86. (Description de gisements de graphite dans divers pays.)

Dammer, B. und Tietze, O., *Die Nutzbaren Mineralien*, Stuttgart, 1913, Vol. I, p. 57-85. (Décrit les gisements de graphite du monde et donne des renseignements au sujet de l'usage, etc., du graphite.)

Stutzer, O., *Die Nicht-Erze*, Berlin, 1911, p. 1-88. (Etudie la situation et la géologie des plus importants gisements de graphite des diverses parties du monde.)

² Breitschoff, J., *Das Graphitvorkommen in Südlichen Böhmen*, Zeitschr. f. Berg. u. Hüttenwesen, Vol. 58, 1910, p. 131, 153, 167. (Décrit les gisements de graphite de la Bohême méridionale et les méthodes d'extraction et de purification.)

est soumis à un procédé humide de concentration et la production en 1908 est donnée comme étant de 22,160 tonnes métriques. La plupart du graphite est consommé dans les travaux de fonderie. Les gisements bohémiens sont considérés comme un prolongement oriental des gîtes bavarois (Passau); ces derniers ayant subi un plus fort degré de métamorphisme, ce qui a converti le graphite sous forme de lames. Dans la province voisine de Moravie, on extrait le graphite dans un bon nombre d'endroits. Huit mines étaient en opération en 1908 et la production totale se chiffra à 10,285 tonnes métriques. On obtient aussi une faible quantité de graphite au voisinage de Spitz, dans la basse Autriche. En Styrie, un bon nombre de gisements ont été exploités; tout le graphite est amorphe de sa nature et la teneur en carbone varie considérablement de 42 à 87 p.c. Plusieurs des mines donnent un graphite tendre, terreux, et d'autres, une matière dure ressemblant à l'anhracite. Quatre mines ont produit, en 1908, 10,000 tonnes métriques.

CEYLAN

Les gisements de graphite de Ceylan¹ ont été connus dès l'année 1834 et ont toujours pris de plus en plus d'importance. Cette île détient pratiquement le monopole de l'approvisionnement mondial de graphite cristallin ou plombagine, et vu que cette forme de graphite, en raison de ses propriétés plus réfractaires que le laminaire et autres sortes, est très recherchée pour les creusets; les gisements en sont de la plus haute importance pour les industries métallurgiques. Autrefois, on utilisait jusque à un certain point le graphite de Ceylan pour fabriquer les crayons, mais aujourd'hui presque toute la production sert pour les creusets.

En 1913, la moitié de la production totale qui fut de 32,000 tonnes alla aux Etats-Unis, le reste ayant été divisé entre l'Allemagne, 7,000 tonnes, le Royaume-Uni, 6,000 tonnes, la Belgique, 2,000 tonnes, et tous autres pays 600 tonnes.

Le minerai se présente en filons et aussi, à un faible degré, sous la forme laminaire, disséminé dans le gneiss et les calcaires cristallins. Il n'y a que les filons cependant qui sont exploités et ils varient depuis de simples veines jusqu'à des gîtes de plusieurs pieds de largeur. Dans de bonnes conditions, on exploite des filonets de deux ou trois pouces de largeur. Les épontes sont ordinairement bien définies et la roche encaissante voisine n'est pas imprégnée de graphite à plus d'un demi-pouce de distance des filons.

Dans les plus petits filons le graphite apparaît généralement sous forme de masse de fibres ou aiguilles parallèles disposées perpendiculairement aux épontes du filon. Dans les plus gros filons, la plupart du graphite présente une structure lamelleuse ou feuilletée, bien que le graphite fibreux apparaisse souvent dans une étroite zone entre la partie principale du filon et les épontes, ou bien autour de certaines masses enveloppées de roche encaissante. Ce graphite fibreux appelé "needle lump" est un bon produit marchand.

Bien que se composant presque entièrement de graphite, le filon contient quelquefois d'autres minéraux en quantité appréciable. La pyrite s'y trouve, disséminée entre les lamelles et les fibres, et forme quelquefois des bandes plus

¹ Extrait d'un article par E. S. Bastin, dans "Mineral Resources of the United States, 1911)" Partie II, p. 1094-1102. L'article renferme une bibliographie complète sur le graphite de Ceylan.

Voir aussi: Weinschenk, E., Die Graphitlagerstätten der Insel Ceylon, Abh., d.k. Bayr. Akad. d. Wissensch., vol. 21, 1901, p. 233-334.

Weinschenk, E., Zeitschrift f. p. Geol., 1900, p. 179.

Pettinos, C., Mining and Sorting Graphite in Far-off India, Foundry, vol. 40, 1912 p. 315-9.

ou moins définies dans la partie centrale du filon, et il se présente aussi du quartz de la même façon. Les autres minéraux accessoires sont: mica, biotite, feldspath, orthose, pyroxène, apatite, allanite et rutile. Dans certains cas la matière filonienne a été broyée à une consistance terreuse par des phénomènes tectoniques subséquents.

Les filons sont exploités soit à ciel ouvert ou au moyen de puits verticaux à partir desquels sont pratiquées des galeries. La profondeur moyenne des chantiers ne dépasse pas 100 pieds, bien que, dans certains cas, on a atteint 400-500 pieds. L'inondation des chantiers à la suite d'une grosse pluie, est un obstacle considérable à l'exploitation en profondeur. Les appareils d'extraction sont en général très rudimentaires et quelques-unes des mines seulement sont pourvues de pompes et de treuils à vapeur.

D'après le "Mineral Industry" la production de graphite de Ceylan en 1916 fut de 33,411 grosses tonnes. Les prix à New-York pour les différentes catégories étaient comme suit en 1917-1918.

	1917	Fév. 1918	Déc. 1918
No 1 lump.....	29-32 cents par liv.	24-25 cents par liv.	15 cents par livre
No 1 chip.....	19-22 " "	17-19 " "	12 " "
No 1 dust.....	11-13 " "	10-12 " "	9-10 " "

La teneur en carbone des catégories ci-dessus est en moyenne de 88-90 p.c. pour le lump, 70-85 p.c. pour le chip, et 70-75 p.c. pour le dust.

En 1917, les Etats-Unis ont reçu au delà du 81 p.c. (par quantité) du rendement total de l'île. Par suite des nombreuses restrictions imposées sur l'importation du graphite durant ces quelques dernières années, il en est résulté une réduction des travaux dans l'industrie minière et, dans les derniers six mois de 1918, par suite de l'embargo imposé sur les importations du graphite aux Etats-Unis, l'industrie tomba dans le marasme.

Les mines en grande partie aux mains des indigènes qui n'emploient que quelques ouvriers, et lorsqu'il y a sur le marché une baisse importante, plusieurs des usines ferment leurs portes.

Le tableau suivant¹ indique les prix de la plombagine de Ceylan sur dock à New-York, en 1914 et 1918:

	Meilleur lump, cents par livre	Meilleur chip, cents par livre
1914, avant guerre.....	7	6½
1915, au commencement.....	7	5½
1915, à la fin.....	15½	10½
1916, au commencement.....	17	14
1916, au milieu.....	23	21½
1916, à la fin.....	21	17½
1917, au commencement.....	21	17½
1917, au milieu.....	16	15
1917, à la fin.....	15	12½
1918, au commencement.....	12	7½
1918, à la fin.....	12	7½

Les extraits suivants empruntés à des publications technologiques anglaises et cités dans le U. S. Geol. Surv. Press Bulletin No. 399, février 1919, donnent les plus récentes informations disponibles au sujet de la situation du graphite à Ceylan:

¹ Chiffres gracieusement fournis par la Morgan Crucible Company, Ltd., London.

“ Les exportations de Ceylan, l'année dernière (1917), se chiffrent à peu près à 26,000 tonnes. La demande a beaucoup souffert des conditions imposées, particulièrement en ce qui regarde le fret, de sorte qu'un grand nombre de petites usines ont dû cesser le travail. Au début de l'année, le nombre des mines en opérations était de 1,288 et, à la fin, de 764, ce qui occasionna une réduction dans la main-d'œuvre d'environ 4,500 ouvriers. Naturellement le nouvel essor qu'a pris cette industrie a donné lieu à l'ouverture de nouvelles mines mais il n'a rien été révélé d'une importance quelconque. D'une façon générale, cette industrie passe pour être dans un état précaire mais, avec la restauration des marchés libres, on a tout lieu d'espérer que le rendement peut être augmenté jusqu'à une production de peut-être 30,000 tonnes par an pour plusieurs années à venir ”. “ London Mining Journal ”, 31 août 1918.

“ L'industrie du graphite de Ceylan, en 1917. — Après environ un an de marasme, cette industrie a repris son activité vers la fin de 1915. Cette activité se continua pendant toute l'année 1916 qui fut une année exceptionnelle, le rendement ayant été de 33,400 tonnes évaluées à £1,500,000. L'année 1917 débuta avec toutes les perspectives d'une même prospérité; la demande était forte, les prix, élevés, et le gouvernement demandait que l'on augmentât la production. Durant les premiers six mois, 13,000 tonnes furent exportées rapportant £800,000, mais durant la dernière partie de l'année les prix sont tombés et, à la fin, il n'y avait pour ainsi dire plus de demande. Les plus petites mines ont dû, par conséquent, fermer, tandis que les plus grandes poursuivent les travaux et accumulent des stocks. Il y eut 1,288 mines en opération pendant les premiers six mois, mais seulement 764 durant les derniers.

“ Plus de 3,000 nouvelles entreprises ont été inscrites pendant l'année, mais il n'a pas été découvert de nouveau gisement important. Plusieurs chantiers abandonnés ont été remis en marche avec de bons résultats.

“ Le rendement de la plombagine dépend entièrement de la demande et des prix courants: lorsque les conditions sont favorables il y a de bonnes perspectives d'une production annuelle de 30,000 tonnes pendant plusieurs années.

“ L'état actuel de cette industrie est manifestement mauvais, et on ne peut guère l'améliorer avant que le marché se soit relevé. A ce moment-là, l'exploitation des nouveaux terrains devra être entreprise en vue de trouver de nouveaux gisements qui remplaceront les mines actuelles au fur et à mesure qu'elles s'épuiseront ”. Board of Trade Journal, 29 août 1918.

La citation suivante empruntée au “ Commerce Reports n° 51b ” du 17 décembre 1918, donne un résumé de l'industrie de Ceylan pour 1917:

“ L'industrie de la plombagine qui est la plus spéculative de l'île de Ceylan, a vu encore une année phénoménale par suite de la demande créée par la guerre. Vers la fin de l'année cependant, les exportations ont baissé et les perspectives pour 1918 ne sont pas aussi brillantes. La quantité totale expédiée en 1917 fut de 523,940 quintaux valant \$7,071,803 en comparaison de 668,216 quintaux valant \$7,298,128 en 1916. En 1915, les exportations furent évaluées à seulement \$2,569,434 ce qui constituait le record jusqu'à cette époque. D'après les statistiques des douanes de Ceylan, les Etats-Unis ont pris 84 pour cent de la valeur de la plombagine de Ceylan en 1917 et presque tout le reste alla au Royaume-Uni. On dit que la France reçoit son approvisionnement de Madagascar.

“ Durant l'année 1917, le prix moyen f.o.b. de la plombagine de Ceylan fut de \$270 la grosse tonne, un prix légèrement plus élevé qu'en 1916. Les catégories moyennes à fines de lump graphite ordinaire, oscillèrent durant l'année entre \$210 et \$446 la grosse tonne, tandis que les catégories moyennes à fines de chips varièrent de \$130 à \$290 la tonne ”.

“ Les prix du graphite de Ceylan, à New-York, au début de 1918 furent de 22 cents $\frac{1}{2}$ la livre pour le meilleur lump, 21 $\frac{1}{2}$ pour le meilleur chip, et 10 à 12 pour la poussière. A la fin de l'année, les prix étaient tombés à 15 $\frac{1}{2}$ pour le meilleur lump, 12 $\frac{1}{2}$ pour le meilleur chip et 9 à 10 $\frac{1}{2}$ pour la poussière.

“ Les importations de graphite durant 1918 se montèrent à environ 9,100 petites tonnes en comparaison de 24,575 petites tonnes en 1917 ”.

CHOSEN (CORÉE)

On a commencé à faire les expéditions de graphite de la Corée en 1903, et, en 1913, il y avait six mines productrices. La majeure partie du minerai coréen est amorphe, et la teneur en carbone de la matière expédiée oscille de 60 à 85 p.c. Les exportations pour 1916 se chiffraient à 18,704 petites tonnes évaluées à

\$243,000. Les opérations minières sont conduites principalement par des firmes japonaises et la plupart des chargements arrivent par voie des ports japonais.

Des quantités considérables de graphite de Chosen ont été consommées aux Etats-Unis, ce matériau ayant à concurrencer le graphite mexicain amorphe pour certains usages tels que pâte à fourneau, peintures, etc. Les importations de graphite de Chosen aux Etats-Unis en 1917 se chiffèrent à 2,500.

ALLEMAGNE.

Le district de Passau, en Bavière, est renommé pour ses gisements de graphite laminaire. Le graphite de Passau était déjà en usage dès le moyen âge pour fabriquer les creusets d'alchimistes, et, encore aujourd'hui, on s'en sert beaucoup dans l'industrie des creusets.

On trouve le graphite¹ dans des lentilles et poches dans du gneiss et des schistes; il est du type laminaire en dissémination. Le gneiss graphitique est souvent altéré à de grandes profondeurs, et le minerai se compose en grande partie de matière tendre et sableuse qui peut s'extraire facilement et à bon marché. La teneur moyenne en graphite varie de 20 à 30 p.c. En 1913, la dernière année pour laquelle nous avons des renseignements, la Bavière a produit 13,263 petites tonnes de graphite. Dans la même année, l'Allemagne a importé plus de 7,000 tonnes de graphite de Ceylan; c'est le plus grand pays consommateur de ce matériau après les Etats-Unis. On dit que la suppression de l'approvisionnement de Ceylan a donné lieu à une forte augmentation dans la production des mines bavaroises. Un procédé fut mis en œuvre il y a près de vingt ans pour agglomérer ou briqueter le graphite laminaire fin en agrégats plus réfractaires et ainsi plus propres à la fabrication des creusets (voir p. 111). Il paraît que cette méthode a été très pratiquée durant la période de guerre.

ITALIE.

On trouve du graphite sous la forme disséminée dans les roches gneissiques du district de Pinerolo au Piedmont. La majeure partie du graphite trouvé dans ces roches est amorphe de sa nature et on le considère comme du charbon métamorphisé ou une matière charbonneuse semblable.

Bien que la zone graphitifère soit d'une largeur considérable, on n'exploite que le minerai particulièrement riche. La teneur en carbone du meilleur graphite est en moyenne de 70 p.c. Il semble que l'on n'ait pas pratiqué de système de purification, le matériau étant soumis seulement à un procédé de broyage aux mines. On trouve du graphite semble près de Bagnasco, en Ligurie.

Le production italienne de graphite en 1916 fut de 9,000 petites tonnes. La plus grande partie de la production semble être employée pour des enduits de fonderie.

MADAGASCAR

L'île de Madagascar s'est rapidement placée au premier rang depuis quelques années comme pays producteur de graphite. Depuis 7,000 tonnes en 1913, le chiffre de la production est monté à 35,000 en 1917². Ce pays est actuellement

¹ Weinschenk, E., Die Graphitlagerstätten des bayrisch-böhmischen Grenzgebirges, Abh. d. k. Bayr. Akad. d. Wissensch, vol. 19, 1898, p. 509-64; Zeitschrift f. p. Geol. 1897, p. 287.

² Mineral Industry, 1917, p. 310.

l'un des plus grand pays producteurs de graphite laminaire du monde, et les rapports sur l'étendue des gisements indiquent que l'on peut s'attendre à ce que sa production soit encore sensiblement augmentée. Le graphite est d'excellente qualité et s'emploie considérablement dans l'industrie des creusets. Les restrictions et embargos durant les années 1917 et 1918 ont sensiblement affecté cette industrie. La majeure partie de la production va en Angleterre et en France; les exportations aux Etats-Unis en 1917 se sont montées à 3,000 grosses tonnes.

Le graphite apparaît disséminé dans des schistes, lesquels contiennent jusqu'à 60 p.c. de graphite. On trouve ces schistes sur une vaste étendue de terrain et la quantité de graphite qu'on pourra en tirer semble devoir être énorme. Actuellement, l'exploitation des gisements s'est faite principalement dans le territoire contigu aux principales voies de transport, et le graphite obtenu jusqu'à présent semble avoir été extrait surtout dans des dépôts superficiels dérivant de l'altération en profondeur des schistes. Ce matériau de surface est plus ou moins argileux de sa nature et le graphite est extrait soit simplement en délavant l'argile et le sable dans des sluices soit en faisant passer la matière dans un moulin à riz (du type broyeur à meules) afin de désagréger les matières gréseuses ou mottes qui pourraient s'y trouver, et ensuite en la lavant. Par ces méthodes, cependant, ainsi qu'on peut s'y attendre, on ne peut récupérer qu'environ 30 p.c. du graphite dans le minerai. Environ 60 p.c. du graphite récupéré est un graphite à creusets.

Le minerai semble varier beaucoup dans son caractère, en raison de la présence par endroits de diverses quantités de mica et autres minéraux et il faudra sans doute inventer des systèmes modifiés pour faire face aux conditions locales une fois que l'industrie sera établie suivant les méthodes perfectionnées.

On dit qu'il se présente du graphite filonien ressemblant à celui de Ceylan en certains endroits, mais ce matériau n'a pas encore figuré en quantité appréciable dans les exportations.

On trouvera de nombreuses informations sur le graphite de Madagascar jusqu'en 1914, dans les rapports de J. G. Carter, dans les Daily Consular and Trade Reports des Etats-Unis, du 29 janvier 1913, et du 24 décembre 1913. Il y a des résumés de ces rapports dans le "Mineral Resources of the United States", 1912, partie II, p. 239-244.

Nous donnons ci-après² les prix du n° 1 flake de Madagascar sur le marché de Londres, de 1914 à 1918:

	Cents par livres.	
Juin 1914.....	7	} Risques de guerre et augmentation du transport au compte de l'acheteur.
Avril 1915.....	7½	
Avril 1916.....	8	
Avril 1917.....	10½	
Au commencement de 1918.....	9	

Les renseignements suivants au sujet de la situation du graphite à Madagascar sont extraits du U. S. Geol. Surv. Press Bulletin, n° 399, février 1919:

Nous avons été avisés par le War Trade Board à la date du 11 octobre 1918, que les stocks de graphite à Marseille se montaient à 12,000 tonnes métriques. Le prix demandé à cette époque était de 1,200 francs, à Marseille, ce qui équivaut à 10 cents la livre. De plus, les stocks dans l'île de Madagascar sont en vente à raison de 600 francs la tonne (5 cents la livre). La capacité de rendement actuelle des gisements de Madagascar est évaluée à 40,000 tonnes métriques par an. Sur la

¹ Mining Magazine, vol. XIV, 1916, p. 324-330. Voir également Lévat, M.D., Richesses Minérales de Madagascar, Paris, 1912, p. 192-203.

² Chiffres gracieusement fournis par la Morgan Crucible Company, Ltd., London.

production de 1917, se chiffrant à 35,000 tonnes, il y eut de 10,000 à 15,000 tonnes de prêtes, pour l'exportation en juillet 1918 (Rapport du Commerce, 16 août 1918 p. 630). L'Union des Producteurs de Graphite de Madagascar a récemment offert de fournir annuellement à ce pays de 15,000 à 20,000 tonnes de graphite laminaire tenant un minimum de 85 pour cent de carbone à raison de 600 francs la tonne (5 cents la livre) f.o.b. Tamatave, moyennant 15 francs de différence pour chaque 1 pour cent au-dessus ou au-dessous de 85 pour cent. (Information obtenue du Bureau of Foreign and Domestic Commerce.) Pendant les mois d'octobre et de novembre, le prix à Londres pour le graphite de Madagascar c.i.f. ports britanniques, tel que par le London Mining Journal, était de £50 la grosse tonne (10 cents la livre). Depuis le 1er décembre il n'y a pratiquement pas eu de marché et les cours n'ont été que nominaux. L'édition du 28 décembre racontait qu'il s'était faite une seule transportation pour du graphite de Madagascar à £46 sur le bateau, à Londres.

Dans un récent article (Jour. Chem. Met. & Soc. of South Africa, vol. 19, p. 32, 1918) il est dit que les exportations venant de Madagascar en 1917 se chiffraient à 27,000 tonnes métriques mais que, vers le milieu de 1918, l'extraction avait pratiquement cessé faute de transports, l'acheteur principal (Morgan Crucible Co.) ayant réduit ses achats à un sixième de la quantité primitive.*

L. de Pritzbauer, dans un article récent (L'Avenir de Madagascar, Chimie et Industrie, vol. I, p. 679, 1918) dit qu'une forte surproduction est à craindre après la guerre et qu'il faudra que la colonie prenne des mesures afin de maintenir la production dans des limites raisonnables. Le prix de revient de l'extraction et du transport jusqu'à un port de mer est estimé être 450 à 500 francs la tonne métrique (environ 4 cents la livre). La catégorie laminaire dans les gisements favorables est de 20 à 30 pour cent, mais tout ce qui tient au delà de 10 pour cent est considéré comme exploitable.

Le War Trade Board a eu pour principe de donner la préférence aux brevets d'importation pour le graphite de Ceylan. C'est pourquoi il n'a été importé de Madagascar que 970 petites tonnes en 1918 contre 4,395 en 1917.

MEXIQUE

Il y a de vastes dépôts de graphite amorphe dans l'Etat de Sonora¹. Le graphite s'est formé par le métamorphisme des couches de charbon et les couches sont renfermées dans du grès altéré. Toute la formation est pénétrée par du granite lequel a effectué le métamorphisme. La teneur moyenne en carbone graphitique de la couche principale exploitée est de 86 p.c., mais on dit qu'il y a des échantillons choisis qui tiennent jusqu'à 95 p.c.

Les gisements sont la propriété de et exploités par la United State Graphite Company, de Saginaw (Michigan) et c'est là qu'on expédie le graphite brut pour être purifié. Ce procédé de purification consiste en broyage et flottage à l'air (voir p. 65).

Le graphite de Sonora est très recherché pour les crayons; il est également employé pour les lubrifiants, brosses graphitiques, peintures, électrotypie, poudre de glaçage, et diverses autres branches d'industrie.

AFRIQUE DU SUD

D'après M. P. Wagner², une partie considérable de la demande indigène pour le graphite et les produits du graphite en Sud-Afrique est obtenue d'un gisement actuellement en exploitation au Transvaal. Le matériau se présente en une étroite lentille de graphite laminaire très fin gisant entre de la pyroxénite et de la quartzite. Le minerai brut est expédié à Johannesburg où il est broyé et transformé en divers produits graphitiques, comme peintures, lubrifiants, enduits de fonderie, graphite à chaudières, etc.

¹ Hess, F. L., Graphite Mining near La Colorado, Sonora, Mexico, Eng. Mag., Vol. 38, 1909, p. 36-48. Hornaday, W. D., The Santa Maria Graphite Mines, Mexico, Min. and Eng. World, December 7, 1912.

² South African Journal of Industry, vol. I, n° 6, 1918, p. 497.

ESPAGNE

On a obtenu par intermittence une petite production de graphite à creu-sets, des gisements de la province de Malaga. L'attention se porte maintenant sur les gisements de graphite laminaire dans la province de Huelva¹ et on dit qu'il est question de construire des usines de raffinage pour traiter le minerai, lequel contient jusqu'à 10 p.c. de graphite.

En 1916, l'Espagne a produit 1,364 petites tonnes.

ETATS-UNIS

On y trouve du graphite en bien des endroits et des gisements ont été travaillés dans dix-sept Etats, mais le gros de la production de graphite laminaire provient jusqu'à présent du New-York, de la Pensylvanie et de l'Alabama. Les gisement contiennent tous les trois des variétés de graphite laminaire, amorphe, et cristallin ou filonien. La production totale de graphite laminaire, en 1917, s'est chiffrée à 5,292 petites tonnes, et de graphite amorphe à 8,301 tonnes. Nous donnons ci-après des détails sur cette production et sa valeur.

Graphite américain vendu aux Etats-Unis, en 1917²

	No. 1 et No. 2 Flake. Livres	Autres catégories. Livres	Total		Amorphe	
			Livres	\$	Tonnes	\$
Alabama.....	4,295,233	1,927,862	6,223,095	719,575	.....	.....
New-York.....	1,656,897	1,284,143	2,941,040	261,548	.....	.....
Pensylvanie.....	549,783	255,162	804,945	77,475	.....	.....
Autres états*.....	315,000	300,000	615,000	35,800	8,301	73,481
Total.....	6,816,913	3,767,167	10,584,080	1,094,398	8,301	73,481

*Cristallin: Alaska, Californie, Montana et Texas.

Amorphe: Colorado, Michigan, Nevada et Rhode Island.

Le véritable total de la production pour l'année fut de 14,000,000 de livres mais par suite de diverses causes (embargos et encombrement des transports) une quantité considérable est demeurée comme stock en magasin à l'usine.

Si l'on excepte une faible quantité produite en Californie et au Texas, tout le graphite laminaire produit durant l'année provenait de l'Alabama, de New-York et de la Pensylvanie. La production de l'Alaska et du Montana consistait en graphite cristallin ou filonien ressemblant à celui de Ceylan.

D'après une estimation préliminaire par H. G. Ferguson, du Service géologique, la quantité de graphite laminaire produite aux Etats-Unis, en 1918, fut d'environ 6,500 petites tonnes évaluées à environ \$1,500,000. C'est le plus fort rendement connu. A peu près 4,400 tonnes de la quantité ci-dessus représentaient du n° 1 et n° 2 flake, le reste étant en poussière et en laminaire pauvre. L'Alabama a produit au delà de la moitié et New-York environ un quart du rendement total. La production du graphite amorphe est estimée à 7,000 tonnes.

Nous donnons ci-après quelques notes succinctes sur les gisements les plus importants de graphite américain.

¹ Mining Magazine, septembre 1918, p. 133.

² Mineral Resources of United States, partie II, 1917, p. 100.

Alabama

Les dépôts de graphite de l'Alabama se trouvent dans les comtés de Clay, Chilton et Coosa, au voisinage de Ashland, Mountain Creek et Goodwater respectivement. Tous les gisements sont semblables, et se composent de schistes graphitiques de basse teneur contenant de 3 à 5 p.c. de graphite. Dans la plupart des cas le minerai exploité se compose de matière altérée plutôt tendre que l'on trouve au-dessus des eaux d'infiltration ou à une profondeur de quelques 50 à 75 pieds au-dessous de la surface. La grande quantité disponible de ce minerai fait qu'il n'est pas nécessaire d'extraire la roche plus dure sous-jacente laquelle est plus difficile à broyer. Le minerai se compose en majeure partie de quartz avec, à titre d'accessoires: silimanite, mica, graphite, et matière argileuse contenant du protoxyde de fer. La pyrite et le feldspath sont présents dans la roche fraîche, non altérée.

Les strates forment des bandes concordantes dans une formation de mica-schiste, ces bandes oscillant entre 30 et 100 pieds de largeur et s'étendant sur plusieurs centaines de pieds le long de la direction. Les bandes de graphite contiennent très peu de mica et partout il y a uniformité parfaite quant à la taille et à la nature des lames.

La taille des lames de graphite est plutôt petite, comparée à celle des lames dans les gisements de Pensylvanie, de New-York et du Canada.

L'industrie du graphite dans l'Alabama s'est plus rapidement développée en 1917 que dans toute autre année précédente. Bien qu'il n'y eut que trois compagnies qui exploitèrent, en 1913, le nombre d'usines en opération ou en construction, en 1917, était de plus de quarante, et plus de soixante compagnies avaient été enregistrées.

Toute une variété de méthodes de concentration et de purification sont en pratique, comprenant le flottage sur pellicule dans des boîtes humides, les systèmes Callow, Minerals Separation, et le flottage par l'huile Simplex, la séparation électrostatique et la concentration sur table sèche. La "Alabama Graphite Producer's Association" fut formée en 1917 pour obtenir une coopération réciproque entre les divers exploitants, dans le but de standardiser les produits des usines et favoriser le développement de l'industrie.

Pour les descriptions des méthodes de broyage, voir chapitre VII.

New-York

La région des Adirondacks de l'Etat de New-York¹ a été pendant longtemps, un pays producteur de graphite laminaire; les gisements sont situés principalement dans les comtés d'Essex, de Warren et de Saratoga, au voisinage de Ticonderoga et Saratoga Springs. La plus grande mine productrice aux Etats-Unis — celle de l'American Graphite Co., est une succursale de la Joseph Dixon Crucible Co., de Jersey City — est située à Graphite près du lac George.

La formation graphitifère de l'Etat se compose de roches précambriennes métamorphisées, principalement des calcaires, schistes et gneiss cristallins, le tout amplement pénétré par des pegmatites. De leur nature générale, les gisements sont semblables à ceux de la région de Québec au Canada. Dans certains cas, la roche exploitée est un calcaire cristallin contenant de 3 à 5 p.c. de graphite; dans d'autres, le gneiss ou schiste graphitique constitue le gros du minerai. En certains endroits, il se présente des amas en poches de graphite comme dépôts de contact entre les intrusions de calcaire de pegmatite, ce mode de gisement se

¹ Newland, D. H., The Mining and Quarry Industry of New York State, New York State Museum Annual Bulletins, 1904-18. Alling, H. L., The Adirondack Graphite Deposits, New York State Museum Bulletin, No. 199, July 1917.

rapprochant beaucoup de celui de Grenville, de Saint-Rémi et autres endroits de la province de Québec. On rencontre des petits filons de graphite que l'on considère trop étroits pour être exploités. D'une façon générale le minerai exploitable de cette région est un peu plus faible en graphite que celui qu'on exploite au Canada, la moyenne dans les différentes mines étant probablement de 5 à 8 p.c.

Le nombre de mines productrices dans l'Etat de New-York en 1917 était de trois. Une variété de méthodes de concentration ont été employées dans les diverses usines, y compris les procédés à sec au moyen de cylindres et tamis, mais la concentration par voie humide au moyen de tables inclinées ou buddles, a été le système le plus généralement employé. L'usine de l'American Graphite Company a été récemment (septembre 1918) pourvue d'une installation de flottage système Callow (voir aussi chapitre VII).

Pensylvanie

Les gisements de graphite de la Pensylvanie¹ sont situés dans la vallée de Pickering près de Byers et Chester Springs dans le comté de Chester. La roche graphitifère est un gneiss avec, par endroits, des phases de micaschiste. Il s'y trouve beaucoup de minéraux accessoires et la roche est extrêmement variable tant en composition minéralogique qu'en texture. La pyrite et la pyrrhotine sont ordinairement présentes en assez grande quantité dans les bandes de graphite. Les terrains ont beaucoup souffert de déformation et l'on n'a pas pu suivre aucune des bandes de graphite sur une bien longue distance. Il y a un certain nombre de bandes de graphite qui, en règle générale, se confondent graduellement avec le gneiss encaissant. La quantité de graphite contenue varie de 3 à au delà de 10 p.c., et sa moyenne est d'environ 4 à 5 p.c. La largeur des bandes oscille entre 6 et au delà de 100 pieds. Le gneiss est largement pénétré par des dykes de pegmatite et ceux-ci contiennent aussi également du graphite. On trouve aussi de petits filons de graphite mais on n'en a pas aperçu d'assez importants pour être exploités.

Les travaux d'extraction se bornent ordinairement à la roche superficielle altérée qui s'étend à une profondeur d'une centaine de pieds. Cette roche est tellement tendre qu'elle peut être facilement abattue avec le pic et le minerai distribué à l'usine est dans certains cas sous forme de gravier. Une bonne partie de l'abatage se fait à ciel ouvert, bien que, dans certains cas, on pratique des galeries et des puits.

Une bonne partie des lames de graphite sont plus grosses que celles que l'on trouve ordinairement dans les roches du type ci-dessus; le minerai étant tendre et n'exigeant que peu de broyage, la proportion du n° 1 flake récupérée est relativement forte.

Cinq compagnies ont accusé une production en 1917. Diverses méthodes de concentration ont été employées dans les différentes usines: laveur à palettes et à râteaux, buddles, flottage par l'huile et concentration à sec au moyen de cylindres et de tamis, tout cela fut essayé (voir chapitre VII).

GRAPHITE CRISTALLIN OU PLOMBAGINE

Alaska

De petits chargements de graphite cristallin trié à la main ont été expédiés, pendant les dix dernières années, à partir de gisements situés dans la péninsule

¹ Miller, B. L., Graphite Deposits of Pennsylvania, Pennsylvania Topographic and Geologic Survey Commission. 1912.

de Seward. Le graphite se présente sous forme de lentilles renfermés dans des micaschistes. La largeur des lentilles varie de 1 à 6 pieds.

Montana

On trouve du graphite cristallin près de Dillon dans des filons ayant jusqu'à 16 pouces de largeur. La matière filonienne se compose de graphite pratiquement pure sous forme d'agrégats de cristaux lamelleux ou fibreux. Le gisement fut travaillé pendant plusieurs années, la méthode d'exploitation étant au moyen d'une galerie d'accès à partir de laquelle un puits a été foncé sur le filon. Deux niveaux ont été pratiqués depuis le puits à 75 et à 100 pieds de profondeur au-dessous du puits. Le graphite apparaît sous forme de filons irréguliers suivant les plans de fracture dans du quartz ou micaschiste et de la pegmatite, et il semblerait que le mode de gisement d'une façon générale soit semblable à celui des filons de graphite trouvés dans la série de Grenville au Canada.

GRAPHITE LAMINAIRE

Californie et Texas

De petites quantités de graphite laminaire ont été produites en ces dernières années en Californie (comtés de Los Angeles et San Diego) et au Texas (comtés de Llano et de Burnet). Dans ces deux Etats le graphite se présente sous la forme disséminée dans des schistes.

GRAPHITE AMORPHE

Colorado

On exploite des gisements de graphite amorphe dans les comtés de Chaffee et Gunnison. Ces gisements sont considérés tous les deux comme des couches de charbon altérées et ces couches varient en largeur de 3 à 6 pieds.

Michigan

On a exploité un schiste graphitique contenant jusqu'à 35 p.c. de graphite pendant plusieurs années près de l'Anse, comté de Baraga. La matière est pulvérisée et flottée par l'air; le produit obtenu est employé pour la peinture (voir page 65).

Nevada

On exploite du graphite servant à la peinture et contenant 30-50 p.c. de carbone graphitique près de Carson, comté d'Ormsby.

Rhode Island

On a exploité du schiste graphitique pendant de nombreuses années au voisinage de Providence et de Tiverton. Le matériau de Providence tient en

moyenne 50 p.c. de carbone graphitique et est considérablement recherché pour certaines catégories de revêtements de fonderie. Le graphite de Tiverton est employé principalement dans la peinture. Ces deux gisements se composent d'antracite graphitisé; la matière est dure et cassante et renferme souvent une forte quantité de quartz fibreux. L'altération du charbon en graphite est considérée comme imputable au métamorphisme régional plutôt que de contact, et le plus fort degré de graphitisation se remarque là où la couche a été fracturée et écrasée.

On dit¹ que des opérations minières plus importantes ont été entreprises dernièrement pour exploiter le graphite près de Portsmouth, et que l'on y a aussi construit une usine pour le broyage et la purification.

LOCALITÉS DIVERSES

En plus des gisements dans les pays mentionnés, il y a beaucoup d'autres parties du monde où il y a des gisements de graphite connus et même qui ont été exploités dans le passé. Nous pouvons citer, par exemple, Borrowdale², en Angleterre; la mine Alibert, à l'ouest d'Irkoutsk, en Sibérie; Norberg, en Suède; la mine Marbella, province de Malaga, en Espagne; les cantons de Wallis et de Graubünden, en Suisse; Senjen, en Norvège; Travancore et Mysore, aux Indes; Barrieros, au Brésil; près de Ladysmith, au Natal; district de Pietersburg, au Transvaal; au mont Bopple, dans le Queensland; Munglinup, Australie occidentale; péninsule d'Eyre, Australie méridionale; Pakawau, Nouvelle-Zélande³.

Production mondiale de graphite

Nous n'avons les statistiques annuelles de la production mondiale de graphite que jusqu'à 1913. Dans cette année-là, il y a eu une production⁴ totale de 139,283 petites tonnes. Ce total comprend le graphite de toutes les catégories et l'on peut dire que la moitié, à peu près, se compose de graphite amorphe. Admettant que la production allemande et autrichienne ne se soit maintenue qu'à l'échelle d'avant guerre de 1913, le total du rendement mondial en 1916 ne se sera pas monté à moins de 150,000 tonnes. L'importance croissante de Madagascar comme pays producteur est démontrée par le fait que la production a augmenté depuis 7,000 tonnes, en 1913, jusqu'à 23,000 tonnes, en 1916.

¹ Brass World, mai 1919, p. 138.

²Voir "Special Reports of the Mineral Resources of Great Britain," vol. V. 1917, p. 27.

³New Zealand Journal of Science and Technology, mai 1919, pp. 198-209.

⁴Mineral Resources of the United States, 1917, partie II, p. 106.

Le tableau et le diagramme suivant de la production pour les périodes de 1913-17 et 1907-17 respectivement sont empruntés à l'ouvrage mentionné dans le renvoi au bas de cette page:

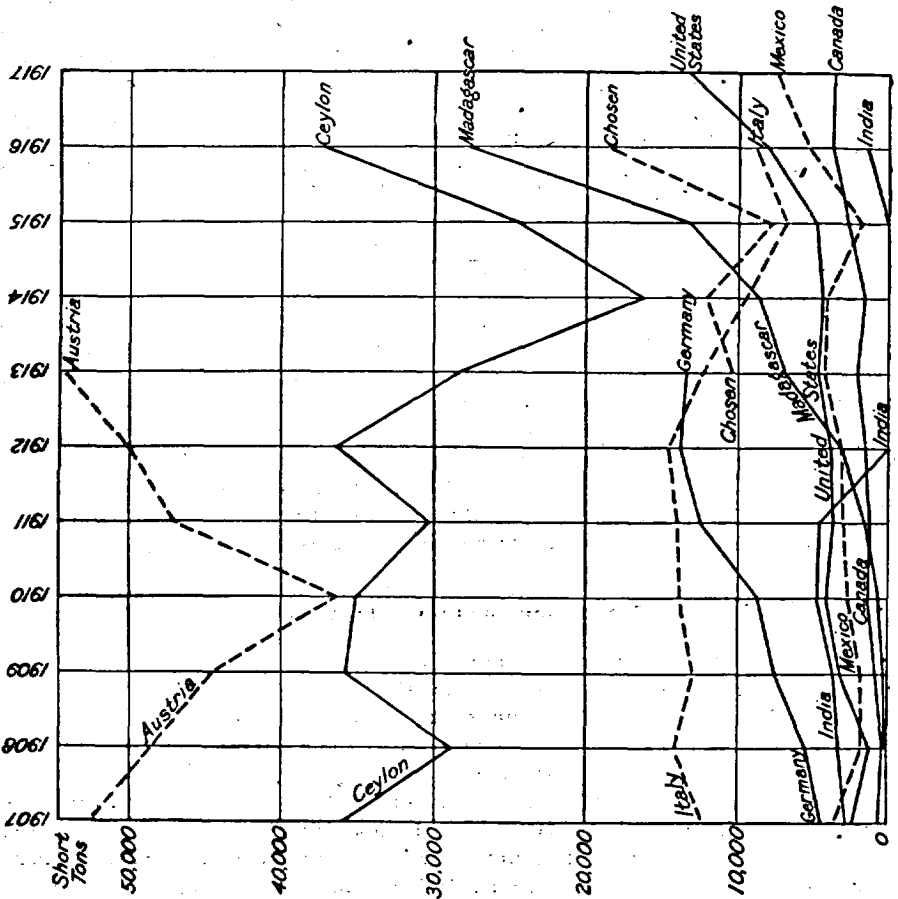


Figure 43. Diagramme montrant la production du graphite dans les principaux pays en 1907-1917. Les lignes pleines indiquent que le gros de la production est du graphite cristallin ou laminaire; et lignes pointillées, le graphite amorphe. (United States Geological Survey.)

Production mondiale du graphite, 1913-1917

	1913		1914		1915		1916		1917	
	Quantité (petites tonnes)	Valeur	Quantité (petites tonnes)	Valeur	Quantité (petites tonnes)	Valeur	Quantité (petites tonnes)	Valeur	Quantité (petites tonnes)	Valeur
		\$		\$		\$		\$		\$
Etats-Unis (a).....	4,775	293,756	4,335	324,118	4,718	429,631	8,088	935,471	13,593	1,167,879
Canada.....	2,162	90,282	1,647	107,203	2,635	124,233	3,971	285,362	3,714	402,892
Mexique (b).....	4,435	198,000	4,259	190,075	1,680	75,000	5,331	238,000	7,570	285,568
Allemagne.....	13,263	63,308	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
Autriche.....	54,501	412,745	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
Espagne.....					33	(d) 2,000	1,364	(d) 79,000	(c)	(c)
France.....	1,194	3,441	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
Suède.....	97	2,831	62	1,813	87	(c)	214	(c)	(c)	(c)
Italie.....	12,282	65,790	9,441	(d) 50,051	6,793	(d) 33,000	9,017	(c)	(c)	(c)
Japon.....	773		632		734	(c)	1,261	25,903	(c)	(c)
Chosen (Corée).....	10,284	116,389	(b) 12,000	(d) 156,000	(b) 7,767	101,041	(b) 18,704	(d) 243,000	(c)	(c)
Indes.....					78	769	1,476	7,304	(c)	(c)
Ceylan (b).....	28,540	2,935,529	15,929	1,142,000	24,436	2,569,434	37,420	7,298,128	(c)	(c)
Madagascar.....	6,958	(d) 423,000	8,540	(d) 536,000	13,060	(d) 686,000	28,080	(d) 2,213,000	(d) 38,500	(c)
Sud-Afrique.....	39	6,117	(c)	(c)	46	5,856	67	8,657	(c)	(c)
Australie.....			38	4,718	77	144	(c)	(c)	(c)	(c)
	139,283	4,611,188								

(a) Ventes sur le carreau. (b) Chiffres des exportations. (c) Chiffres non disponibles. (d) Estimation.

GRAPHITE ARTIFICIEL

La plus forte compagnie productrice de graphite artificiel est l'« Acheson Graphite Company » dont les usines sont à Niagara Falls et à Buffalo, N.-Y., et à Niagara Falls (Ontario). La demande pour cette catégorie de graphite a augmenté rapidement et ce matériau est maintenant reconnu comme un apport important à l'approvisionnement de graphite naturel. Le graphite artificiel est fabriqué soit à partir de charbon anthracite ou de coke à pétrole (voir p. 116) et sert principalement pour les lubrifiants, peintures, revêtements de fonderie, ingrédients de batteries et pour prévenir les dépôts dans les chaudières.

En plus du graphite brut, on produit aussi une grande quantité d'électrodes en graphite pour lesquels la demande est toujours croissante depuis les trois dernières années en raison du rapide développement de certaines industries électro-chimiques et de l'adoption de plus en plus répandue du four électrique dans la sidérurgie. Il y a depuis quelque temps une tendance à utiliser les fours électriques au lieu de creusets pour la réduction de l'acier et on dit que la production de l'acier au creuset, aux Etats-Unis, n'est plus que d'un huitième de celle de l'acier électrique. Le nombre de fours électriques en usage aux Etats-Unis, en 1917, était de 223 en comparaison de 136 en 1916.

Le tableau suivant fait voir la production de graphite artificiel aux Etats-Unis, de 1899 à 1917¹:

Production de graphite fabriqué, 1899-1917¹

Année	Quantité. Livres	Valeur	Prix par livre. Cents
1899.....	405,870	\$ 32,475	8-00
1900.....	860,750	68,860	8-00
1901.....	2,500,000	119,000	4-76
1902.....	2,358,828	110,700	4-69
1903.....	2,620,000	178,670	6-82
1904.....	3,248,000	217,000	6-70
1905.....	4,595,500	313,979	6-83
1906.....	4,868,000	312,764	6-42
1907.....	6,924,000	483,717	6-97
1908.....	7,385,511	502,667	6-80
1909.....	6,870,529	467,196	6-80
1910.....	13,149,000	945,000	7-19
1911.....	10,144,000	664,000	6-54
1912.....	12,896,347	830,193	6-44
1913.....	13,633,342	973,397	7-14
1914.....	10,455,139	698,800	6-68
1915.....	(a) 5,580,437	109,102	1-96
1916.....	(a) 8,922,329	.....	.....
1917.....	(a) 10,474,649	.....	.....

(a) Graphite en poudre seulement, graphite pour électrodes non compris.

La production de graphite artificiel à la succursale canadienne de la compagnie précitée de 1906 à 1917 est indiquée au tableau suivant:

Production de graphite artificiel au Canada, 1906-1917²

Année civile	Livres	Année civile	Livres
1906.....	445,047	1912.....	2,302,625
1907.....	407,779	1913.....	2,184,472
1908.....	428,540	1914.....	1,234,239
1909.....	513,436	1915.....	497,271
1910.....	2,442,166	1916.....	525,048
1911.....	2,172,098	1917.....	1,096,172

¹ Mineral Industry, 1917, p. 312.

² D'après les rapports fournis à la division des Mines, section des Ressources minérales et des Statistiques.

CHAPITRE X

DÉTERMINATION DE LA TENEUR EN CARBONE DANS LE GRAPHITE ET LES MINÉRAIS DE GRAPHITE.

La valeur d'un graphite pour la plupart des emplois dépend essentiellement sur sa teneur en carbone, de sorte que pour tous les usages pratiques, la détermination de cette teneur peut être considérée comme suffisante. Dans certains cas, il peut être nécessaire de déterminer la quantité de matière étrangère qui est présente aussi de quel minéral ou autre substance celle-ci se compose. Pour ce qui concerne les creusets, par exemple, il est important de connaître la quantité de mica, calcite, pyrite, etc., qui est présente, car ces matières sont très préjudiciables à la qualité des creusets fabriqués à partir d'un graphite qui les contient en quantité appréciable. La présence de silice dans le graphite servant à cet usage n'est pas nuisible par suite des propriétés délétères qu'elle possède puisque, de toute façon, on ajoute de la silice à la plupart des mélanges à creusets et pourvu que la quantité ne dépasse pas la limite permise, sa présence n'est pas nuisible. Pour l'emploi dans les lubrifiants, cependant, il est clair qu'un graphite renfermant de la silice n'est pas utilisable, tandis que le mica ne serait pas une impureté préjudiciable.

Toutefois, puisqu'il y a beaucoup d'usages commerciaux du graphite qui nécessitent un autre traitement du matériau quand il sort des usines, lequel traitement donne souvent lieu à une certaine quantité de déchets qui ne peuvent pas être utilisés pour l'article en vue que l'on vend pour servir dans une autre industrie quelconque, il est mieux, quand ce ne serait que pour éviter la nécessité de faire de nouvelles analyses, de commencer avec un produit d'une pureté absolument garantie tout en n'augmentant pas trop le prix de revient de la production. Par les divers procédés mécaniques de purification actuellement en usage, il y a beaucoup des graphites laminaires qui peuvent être amenés à un degré de pureté de 88 à 92 p.c. en carbone, et, ainsi, c'est une teneur en carbone de 90 p.c. qui est le standard ordinairement stipulé dans le commerce. Le 10 p.c. qui reste comprend ordinairement diverses quantités de mica, pyrite, quartz ou calcite comme principales substances minérales, et celles-ci peuvent être éliminées jusqu'à un certain point par le traitement supplémentaire que l'on fait subir au graphite à la fabrique.

Un bon nombre de méthodes pour déterminer la teneur en carbone des graphites de même que pour vérifier la quantité des diverses impuretés présentes, ont été proposées. Il y en a qui sont plutôt compliquées et qui prennent trop de temps pour être adoptées dans la pratique.

La véritable méthode ou combinaison de méthodes à suivre dépend beaucoup de la catégorie de matériau que l'on veut expérimenter. Par exemple, pour déterminer la teneur en carbone d'un riche échantillon que l'on trouvera composé en majeure partie de graphite, il faudra un procédé autre que s'il s'agit d'un minéral de graphite relativement pauvre en carbone.

La détermination de carbone graphitique avec une précision scientifique est une chose difficile et ne pourra peut-être pas s'accomplir d'une façon satisfaisante par les méthodes ordinaires. Dans la pratique ordinaire, toutefois, cette précision n'est pas exigée et l'on obtient des résultats tout à fait suffisants avec l'une quelconque des méthodes ordinairement en usage.

MÉTHODE PAR COMBUSTION

En déterminant le graphite présent dans un échantillon de graphite commercial, c'est-à-dire d'un graphite qui a subi un procédé de purification et a été amené à un degré de pureté de 80 à 90 p.c., la méthode par combustion est celle qui est souvent employée. Par cette méthode, le pourcentage de graphite est calculé d'après la perte en pesanteur de l'échantillon, après que tout le carbone a été éliminé par combustion à une haute température, le processus de combustion étant de préférence activé par l'admission d'un courant d'oxygène dans le creuset où l'opération est effectuée. A cette température, le carbone se combine avec l'oxygène et disparaît comme gaz d'acide carbonique, laissant les impuretés sous forme de cendre que l'on pèse et dont le poids est soustrait à celui de l'échantillon.

Dans l'emploi de cette méthode, les points suivants demandent à être considérés et il faut agir en conséquence:

1. Il se trouvera presque sûrement de l'eau hygroscopique laquelle est expulsée à une température relativement basse. On fait ordinairement cette détermination en plaçant l'échantillon sur un verre de montre et le chauffant à 110° C., au four électrique.

2. Il faut aussi tenir compte de l'eau combinée. Celle-ci est déterminée en faisant brûler dans un creuset en platine bien recouvert pour en exclure l'air, pendant une minute, à une température de 500° à 600° C. Comme il peut se brûler une certaine petite quantité de graphite au cours de l'opération, il est bon de répéter l'opération une seconde fois afin de vérifier quelle a été la perte.

3. Certains graphites contiennent de la calcite ou carbonate de calcium et la combustion expulsera le gaz acide carbonique, une perte dont il faudra aussi tenir compte. Il est mieux de faire la détermination de la calcite avant la combustion, en traitant l'échantillon avec de l'acide chlorhydrique étendue d'eau. En déterminant la perte de poids après lavage et séchage, la calcite peut être calculée d'après la quantité de chaux nécessaire pour être combinée avec l'acide carbonique expulsée.

4. Si la pyrite de fer ou pyrrhotine est présente, ce minéral se rencontre souvent à titre d'accessoire dans les graphites laminaires canadiens, il y aura perte de soufre pendant la combustion. Cette perte semblerait être souvent négligée, mais pourrait sensiblement affecter la précision de l'analyse. Le moyen le plus commode de déterminer une perte de cette nature est de traiter l'échantillon avant la combustion, à l'acide azotique étendue d'eau. Le sulfure est ainsi converti en sulfate soluble. L'acide azotique dissout également toute calcite présente de sorte que cet acide peut très bien être employé dans tous les cas où l'on ne désire pas déterminer la quantité de cette substance. Puisque le but que l'on se propose généralement est de vérifier avec un assez haut degré de précision simplement la teneur de carbone graphitique dans l'échantillon et non de déterminer la nature des impuretés, le traitement à l'acide azotique est le plus approprié parce qu'il dissout tant la calcite que la pyrite tandis que le quartz, le mica et tout autre silicate présent qui restent tous inattaqués demeurent dans la cendre après combustion.

Voilà les principaux points à considérer dans une détermination de graphite en ce qui regarde particulièrement les impuretés qui sont susceptibles de s'y trouver. La présence d'hydrogène, d'oxygène et d'azote peut aussi affecter l'exacte précision du résultat, mais pour tous les usages pratiques, on peut ne pas tenir compte de la perte de poids de ce chef. Certains graphites donnent une cendre fusible qui enveloppe les particules de graphite et empêche la combustion complète en excluant l'oxygène. Avec de pareils graphites, la méthode de com-

ustion est sujet à donner des résultats inexacts et il faut avoir recours à des procédés plus compliqués.

La taille de l'échantillon que l'on prend ordinairement pour la méthode de combustion est de 0.3 à 1.0 gramme et le temps voulu pour l'opération quand on fait intervenir un courant d'oxygène est de une à deux heures. Si la combustion ne doit se faire que dans l'air, le temps voulu pour la combustion complète sera de deux à cinq heures. L'opération doit se faire dans un creuset en platine qui soit, de préférence, muni d'un couvercle perforé, dont le trou rond mesure 5 millimètres de diamètre pour l'insertion du tube d'amenée d'oxygène. L'échantillon doit être finement pulvérisé et le creuset fixé en une position inclinée avec le couvercle placé de telle façon qu'environ un quart de l'ouverture reste à découvert. Pour la chaleur on peut employer un brûleur de Bunsen.

La combustion est activée en exposant une surface fraîche de l'échantillon, soit en retournant de temps à autre le creuset soit en agitant avec un fil de platine. Pour obtenir plus de précision, le creuset devrait être pesé avant et après combustion afin qu'on puisse contrôler la perte de poids. Si l'on voulait analyser la cendre d'un échantillon de graphite, la combustion peut s'effectuer dans un four à moufle en utilisant un vase en platine au lieu d'un creuset. De cette façon on peut prendre une plus forte quantité de matière comme échantillon sans inutilement prolonger la durée de la combustion et l'on obtiendra ainsi une plus forte quantité de cendre pour l'analyse.

La méthode la plus satisfaisante dans la pratique commerciale, lorsqu'il s'agit de graphite contenant de la calcite et de la pyrite ou pyrrhotine, ce qui est ordinairement le cas avec le graphite laminaire canadien, est probablement la suivante:

Réduire le graphite à une poudre suffisamment fine pour passer au travers d'un tamis de 80 mesh. Prendre deux échantillons de poids égal, soit de 0.5 à 1.0 gramme. Dans l'un des échantillons, déterminer comme suit l'eau hygroscopique et l'eau combinée. D'abord, chauffer à 100°-110° C., sur un verre de montre au four électrique et déterminer la perte d'eau hygroscopique en prenant de poids. Ensuite chauffer dans un creuset de platine bien recouvert, un peu moins qu'au rouge (500°-600° C.) pendant une minute. Peser pour constater la perte en eau combinée et répéter l'opération pour vérifier s'il n'y a pas eu erreur. Retirer le couvercle du creuset afin de rétablir l'atmosphère et éliminer tout gaz acide carbonique qui se sera formé par la décomposition des carbonates présents, replacer le couvercle et remettre en feu comme avant pendant deux minutes. Peser, afin de vérifier la quantité de graphite brûlée pendant ces deux minutes pour contrôler toute perte de graphite qui se sera faite durant les deux premières ignitions. Faire bouillir le second échantillon avec 15 cc. d'acide azotique étendue d'eau, laver, filtrer au-dessus d'un creuset Gooch et faire sécher à 110° C. Peser et ensuite mettre au feu à toute la chaleur d'un brûleur Bunsen dans un creuset en platine recouvert au milieu d'un courant d'oxygène amené à travers un tube fixé dans une ouverture à travers le couvercle. On fait passer le gaz à travers un flacon laveur ou tube soufflé afin de régler l'écoulement. Durant la combustion, le contenu du creuset devra être agité souvent avec un fil de platine. On continue le chauffage jusqu'à ce que la matière prenne une couleur gris pâle. Déterminer le poids de la cendre et soustraire de celui de l'échantillon avant la combustion.

Dans le cas du graphite contenant des quantités négligeables de sulfure et de calcites, il n'est pas nécessaire d'employer deux échantillons, et l'on peut aussi

¹ Toute matière organique et volatile sera éliminée à cette étape.

se dispenser du traitement à l'acide azotique. La plupart des graphites laminaires des roches cristallines, cependant, contiennent des minéraux, et ceci se rapporte particulièrement à ceux qui proviennent de gisements non altérés tels qu'on en trouve dans la formation canadienne du Grenville. Il se trouve dans ces gisements à la fois de la silice et des sulfures à l'état de finesse microscopique dans les lames, et on ne peut entièrement les faire disparaître par aucun procédé mécanique ou chimique, sans détruire la forme laminaire.

MÉTHODE PAR FUSION

Quand il s'agit de minerais de graphite dont la teneur en carbone peut varier entre 10 p.c. et au-dessus, la détermination du graphite peut se faire préférablement par fusion avec un alcali caustique. Cette méthode a été décrite par Hyde¹. On fait fondre environ 35 grammes en argent au-dessus d'un brûleur Bunsen à très faible flamme et l'on fait soigneusement tomber avec une brosse 0.5 à 1.0 gramme de l'échantillon en poudre sur la surface de la liqueur. Le creuset est alors recouvert et on laisse mijoter tranquillement pendant une demi-heure. Après refroidissement on dissout la matière fondue dans 250 cc. d'eau, distillée, et on filtre par succion sur un filtre pesé, préalablement traité d'abord avec une solution de potasse caustique et ensuite avec de l'acide chlorhydrique étendu d'eau. Après avoir lavé le graphite sur le filtre, le protoxyde de fer est dissous avec de l'acide chlorhydrique chaud étendu d'eau, et le filtre avec le graphite est lavé avec de l'eau chaude et séché.

Au lieu de la potasse caustique mentionnée plus haut, on peut employer avec avantage un mélange de cette substance avec de la soude caustique.

Dans la méthode par fusion, cependant, il n'est pas toujours facile de juger à quel moment l'action de l'alcali fondu est complète, et son pouvoir de pénétration dans le graphite semblerait dépendre, jusqu'à un certain point, de la nature de ce dernier et de la température de fusion; il n'est cependant pas toujours facile de juger à quel moment l'action de l'alcali fondu est complète et son pouvoir de pénétration dans le graphite semblerait jusqu'à un certain point dépendre de la nature de celui-ci et de la température de fusion. Les résultats obtenus par cette méthode ont été trouvés d'une façon générale considérablement inférieurs à ceux donnés avec la même substance par combustion, la différence étant considérée comme attribuable à la perte par oxydation du graphite en contact avec l'alcali chauffé au rouge et aussi, jusqu'à un certain point, à la perte au filtrage, etc. Cette méthode est utile, cependant, lorsque l'échantillon contient de la matière qui est fusible aux températures atteintes dans la méthode par combustion, ou lorsque l'oxygène fait défaut. Elle se dispense également des déterminations préliminaires d'humidité et de matière volatile. L'alumine, la chaux et la magnésie peuvent aussi être déterminées dans la matière alcaline filtrée, et le fer dans les acides de lavage provenant du résidu de graphite.

MÉTHODE PAR ABSORPTION

Une seconde méthode qui se prête bien aux minerais ou tailings de graphite est celle par absorption. Dans cette méthode les carbonates et les sulfures sont d'abord éliminés en faisant bouillir l'échantillon avec de l'acide azotique étendu d'eau. Le résidu est ensuite lavé et séché, puis mis en feu dans une éprouvette à combustion à travers laquelle on fait passer un courant d'oxygène séché et purifié. Le graphite est oxydé, le carbone se combinant avec l'oxygène pour former du gaz acide carbonique, lequel on fait passer à travers un agent sécheur tel que

¹ Mineral Industry, vol. IX, 1900, p. 381.

du chlorure de calcium, et il est ensuite absorbé en passant à travers une quantité pesée de potasse caustique, le carbone étant calculé d'après l'augmentation en pesanteur de celui-ci, une fois que la combustion est complète. Les résultats donnés par cette méthode correspondent assez bien avec ceux obtenus par la combustion directe.

MÉTHODE PAR RECARBURATION

On pratique quelquefois ce qui s'appelle la recarburation dans l'analyse des graphites, mais cette méthode est imprécise et insuffisante lorsqu'il se trouve d'autres impuretés que des carbonates comme par exemple des sulfures. Dans cette méthode, l'échantillon est mis en feu de la façon ordinaire et après combustion complète, on détermine jusqu'à quel point il faut tenir compte des carbonates qui pourraient être présents, en traitant la cendre avec une solution concentrée de carbonate d'ammonium puis en séchant et chauffant légèrement. La chaux contenue dans la cendre est ainsi convertie de nouveau en sa forme initiale de carbonate. Quand il y a des sulfures, cependant, la perte en soufre durant la combustion donne lieu à une erreur qui se fera sentir dans les résultats.

AUTRES DÉTAILS SUR LES MÉTHODES ANALYTIQUES

Heinisch¹ indique le procédé suivant pour la détermination qualitative et quantitative du graphite :

Détermination qualitative. — Pour une analyse rudimentaire dans laquelle la détermination de la présence du carbone suffira, comme, par exemple, lorsqu'il s'agit de distinguer entre le graphite et autres substances non carburées de semblable apparence (soit de la molybdénite), on peut avoir recours à l'une quelconque des trois méthodes suivantes : (1) Faites brûler un petit échantillon finement pulvérisé sur une feuille de platine et prenez note du changement de couleur qui s'opère. La molybdénite perd son soufre et donne une cendre qui d'abord est jaune et ensuite grise, tandis que le graphite conserve sa couleur noire. (2) Traitez l'échantillon en poudre à l'acide chlorhydrique étendu d'eau pour en éliminer tout carbonate; séchez, faites brûler dans une éprouvette en verre dur en présence d'un courant d'oxygène et faites passer le gaz qui se dégage à travers du lait de chaux. S'il existe du graphite, il se formera un précipité de carbonate de chaux. (3) Mélangez étroitement environ 0.1 gramme de l'échantillon finement pulvérisé avec 2 grammes d'oxyde de plomb et chauffez dans une éprouvette fermée; alors s'il y a du carbone, l'oxyde de plomb sera réduit en plomb métallique.

Pour des résultats précis, cependant, Berthelot recommande l'essai à l'acide graphitique au moyen d'acide azotique et de chlorate de potasse. Ce mélange n'a absolument aucun effet sur le diamant, dissout complètement le carbone amorphe et, avec du graphite, donne un résidu jaune verdâtre d'acide graphitique lequel au séchage tourne au brun. Le procédé à adopter pour effectuer cet essai est comme suit :

On place un mélange de 50 cc. d'acide sulfurique avec 25 cc. d'acide azotique concentré, dans un plat en porcelaine peu profond et l'on y ajoute, en agitant, d'abord 1 gramme 25 de l'échantillon en fine poudre et, ensuite, à de courts intervalles, 22 grammes 5 de chlorate de potasse. Il faut souvent agiter le mélange et ajouter le chlorate en petites quantités afin d'éviter une oxydation trop rapide laquelle pourrait donner lieu à la transformation d'une partie de l'acide

¹ Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie, vol. I, 1912, p. 58.

graphitique en acide carbonique. Lorsque l'on n'aperçoit plus de graphite au fond du plat et que l'évolution du gaz s'est arrêtée, une petite portion du résidu verdâtre peut être traitée avec une solution de permanganate de potasse ce qui donne un acide graphitique jaune. Le contenu du vase est ensuite déversé dans un grand gobelet d'eau et on laisse déposer, après quoi on décante la liqueur et on lave de nouveau le résidu avec de l'eau. L'eau ayant servi au lavage devient fortement décolorée mais la perte qui résulte en acide graphitique est plutôt faible.

Après lavage complet, le résidu d'acide graphitique verdâtre est devenu jaune par suite de l'addition du permanganate de potasse, 0.35 gramme de celui-ci étant suffisant pour 1 gramme 25 de graphite. Le permanganate est d'abord dissous dans 6 cc. d'eau chaude et, une fois refroidi, est mélangé avec de l'acide sulfurique étendu d'eau, après quoi il est ajouté au résidu verdâtre. Cette opération peut également s'effectuer dans un plat en porcelaine que l'on met alors au bain-marie et l'on agite continuellement le contenu jusqu'à ce que la couleur rouge soit disparue. L'on ajoute ensuite une petite quantité d'eau oxygénée et on laisse reposer le tout. Enfin on lave l'acide graphitique d'abord avec de l'acide azotique étendu d'eau, puis avec de l'alcool et de l'éther, et l'on fait sécher dans un séchoir. Le séchage doit s'effectuer dans l'obscurité puisque l'acide graphitique tourne au brun quand il est exposé au jour. La même chose se produit lorsqu'on fait sécher en chauffant. La couleur brune cependant redevient verte si l'on ajoute de l'acide azotique concentré et du chlorate de potasse, ou bien jaune si l'on ajoute du permanganate de potasse et de l'acide sulfurique. L'acide graphitique humide, fraîchement préparé est jaune et cristallin. En séchant, il forme un amas amorphe, brun, gluant, qui n'est attaqué par aucun dissolvant. Soumis seul à la chaleur il se décompose rapidement et devient très rouge laissant une substance carbonée appelée par Berthelot "oxyde de pyrographite". Quand cette substance est mise en feu elle forme non pas du carbone amorphe comme on l'a longtemps supposé, mais du graphite.

Si la matière à traiter contient beaucoup d'impuretés, il sera plus sage de la fondre d'abord avec de la potasse caustique et ensuite la traiter à l'eau régale et finalement à l'acide hydrofluorique.

Afin de découvrir la présence de charbon, coke, charbon de bois, noir de fumée, etc., dans un graphite commercial, les méthodes suivantes sont recommandées. La matière est d'abord réduite en poudre et ensuite chauffée pendant quelque temps avec de l'acide azotique concentré. S'il ne résulte pas de couleur brun rougeâtre il n'y a pas d'antracite, c'est de la houille grasse, du lignite et du charbon de bois qui sont présents. Afin de trouver le coke, on fait fondre la poudre avec une petite quantité de sulfate de soude et la matière fondue extraite avec un peu d'eau et la solution éprouvée au papier de plomb. S'il se trouve une quantité importante de coke, le plomb deviendra noir par suite de la formation de sulfure de fer. Le graphite lui-même a très peu ou point d'action réductrice sur le sulfate. Le coke est un violent agent réductif pour le sulfate de soude au point de fusion, de sorte que la solution filtrée de la matière fondue contiendra à la fois du sulfure et du sulfate de soude suivant la proportion de coke présente. La présence de coke peut aussi être soupçonnée si l'échantillon lorsqu'il est traité à l'acide chlorhydrique étendu d'eau, dégage de l'hydrogène sulfuré, par le fait que l'acide attaque les sulfures généralement présents en quantité quelconque dans le coke¹.

¹ Il ne faut pas oublier que certains graphites contiennent aussi des sulfures et c'est pourquoi ces épreuves ne sont pas toujours concluantes.

Au cas où l'échantillon en poudre lorsqu'il est chauffé avec de l'acide azotique concentré, donnerait une solution brun rougeâtre, cela indiquerait la présence soit de charbon, de charbon de bois ou de noir de fumée, ou de tous les trois. En faisant chauffer une petite quantité de la matière en vase clos, la présence de houille grasse ou de lignite est révélée par le dégagement en assez grande quantité de matière volatile. L'antracite ne donne que de menues quantités de ces produits volatiles de distillation, alors que le charbon de bois n'en produit pas du tout. S'il se trouve seulement de la houille grasse, la matière volatile donnera une réaction manifestement volatile. Il y a indication de lignite lorsque en chauffant un petit échantillon de la matière avec de l'acide azotique étendu d'eau (1:10) on obtient une solution soit incolore soit d'une très faible couleur jaunâtre. Quand elle s'évapore cette solution dégage une senteur distincte de goudron ou de fumée en raison des faibles quantités de matières solubles dans l'éther ou le pétrole qui étaient présentes dans le noir de fumée. Le graphite pur n'est jamais attaqué par l'éther ou le pétrole.

Déterminations quantitatives. — La méthode la plus exacte consiste à faire brûler l'échantillon en fine poudre dans un courant d'oxygène et recueillir l'acide carbonique qui s'en dégage. On réduit l'échantillon en une très fine poudre et on fait bouillir dans de l'acide chlorhydrique dilué pour éliminer tous les carbonates qui pourraient s'y trouver, puis on lave et fait sécher. On place de 0.1 à 0.2 de la matière dans un bac d'argile ou de platine que l'on a introduit dans le tube d'un four à combustion et on fait brûler dans un courant d'oxygène. Le gaz qui se dégage est dirigé dans un tube pesé, rempli de chlorure de calcium qui absorbe toute humidité présente, et ensuite dans un tube pesé contenant de la chaux sodique avec une faible quantité de substance siccatrice, comme du pentoxyde de phosphore. L'acide carbonique est retenu dans ce second tube lequel est pesé et alors on calcule la teneur en carbone de l'échantillon. Il faut de 45 à 50 minutes pour la combustion. Etant donné que bien des graphites contiennent de la pyrite ou de la pyrrhotine, il faut mettre du chromate de plomb dans le tube de combustion afin d'absorber le bioxyde de soufre dégagé.

Les graphites artificiels qui ne contiennent pas d'eau chimiquement combinée ou d'autres éléments volatils peuvent être brûlés dans un grand creuset en platine dans le four, l'oxygène étant introduit à travers un tube d'argile inséré dans une ouverture à travers le couvercle.

En déterminant la teneur en carbone d'un échantillon de graphite par la perte de poids après combustion, c'est-à-dire en pesant la cendre, il faudra tenir compte de ceci: l'eau chimiquement combinée qui pourrait être présente n'est pas expulsée à des températures de moins de 150° C., et si cette température est dépassée, afin de déterminer cette eau comme perte au feu, les chiffres obtenus peuvent être inexacts. Il faudra se prémunir contre les carbonates en traitant l'échantillon avant combustion avec de l'acide chlorhydrique dilué. Après séchage, la perte qui résulte est déterminée en prenant le poids et l'on prend ensuite une partie du résidu comme l'échantillon pour la combustion. S'il y a de la pyrite ou de la pyrrhotine, le bioxyde de soufre est libéré au feu, laissant du protoxyde de fer dans la cendre. Puisque 240 parties de pyrite produisent 160 parties de protoxyde de fer, il est évident que la teneur en carbone semblera trop élevée à moins que l'on tienne compte de ce qui est dit plus haut. De plus, la teneur en hydrogène, oxygène, azote et soufre du graphite peut être une cause de légères erreurs.

Beaucoup de graphites donnent après combustion une concrétion incrustante ou cendre fusible, qui contient des particules du graphite et les protège contre l'oxydation. Dans de pareils cas il est bon d'ajouter à l'échantillon une petite quantité pesée de magnésium bien calcinée.

Dans bien des cas, on peut effectuer la combustion complète en faisant brûler l'échantillon en fine poudre dans un plat en platine peu profond placé dans le moufle fortement chauffé d'un four à essai jusqu'à ce que la cendre devienne blanche.

APPENDICE

BIBLIOGRAPHIE DU GRAPHITE CANADIEN

Publications de la Commission géologique

- Bailey, L. W., et Matthew, G. F., Rapport des Opérations, 1870-1, p. 238. (Nouveau-Brunswick).
- Ells, R. W., Rapport annuel, vol. IV, 1888-9, partie K, p. 142-148. (Québec).
- Ells, R. W., Rapport annuel, vol. XII, 1899, partie J, p. 117-120. (Québec).
- Ells, R. W., Rapport annuel, vol. XIV, 1904, p. 69J.
- Ells, R. W., Bulletin sur le graphite, 1904. (Général).
- Ells, R. W., Les richesses géologiques et minérales du Nouveau-Brunswick, 1907, p. 114.
- Hayes, A. O., Rapport sommaire, 1913, p. 232. (Nouveau-Brunswick).
- Hoffmann, G. C., Rapport des Opérations, 1876-7, p. 551-568. (Général et analyses).
- Hoffmann, G. C., Rapport des Opérations, 1878-9, p. 3H. (Nouveau-Brunswick).
- Hunt, T. Sterry, Géologie du Canada, 1863, p. 529, 793; 1863-6, p. 218-223. (Général)
- Ledoux, A., Rapport sommaire, 1915, p. 150. (Québec).
- Logan, sir W., Géologie du Canada, 1763-6, p. 22-27. (Québec).
- Osann, A., Rapport annuel, vol. XII, 1899, partie O, p. 71-91. (Québec).
- Stanfield, J., Congrès géologique international, Livret-guide n° 3, 1913, p. 108-113. (Québec).
- Vennor, H. G., Rapport des Opérations, 1872-3, p. 187. (Ontario).
- Vennor, H. G., Rapport des Opérations, 1873-4, p. 165-169. (Québec).
- Vennor, H. G., Rapport des Opérations, 1876-7, p. 320-332. (Québec).
- Wilson, M. E., Rapport sommaire, 1911, p. 234. (Québec).
- Wilson, M. E., Rapport sommaire, 1913, p. 190-201. (Québec).
- Wilson, M. E., Rapport sommaire, 1915, p. 144. (Géologie du graphite de la région du Québec).
- Wilson, M. E., Rapport sommaire, 1916, p. 224 et 229. (Graphite dans le comté d'Argenteuil, Qué.).
- Wilson, M. E., Rapport sommaire, 1917, partie E, 29-42. (Port Elmsley, Ontario).
- Wilson, M. E., Mémoire 113, 1919, p. 38-42. (Amherst, Qué.).
- Young, G. A., et Brock, R. W., Esquisse géologique et ressources minérales du Canada, 1909, p. 110. (Ontario et Québec).
- Volumes annuels, Section des Statistiques, 1885 à 1906. (Général et statistiques).
- Catalogue des minéraux industriels du Canada envoyé à l'Exposition Internationale de Londres, 1862, p. 27.
- Catalogue des minéraux industriels du Canada envoyé à l'Exposition de Londres et des Colonies, 1886, p. 150.
- Catalogue de la première section du Museum, 1893, p. 134. (Liste des gisements de graphite).
- Rapport des Opérations, 1851-2, p. 42, 118.
- Rapport des Opérations, 1852-3.
- Rapport des Opérations, 1853-6, p. 41.

Publications de la division des Mines

- Cirkel, F., Graphite: propriétés, gisements, traitements et usages, 1907. (Monographie sur le graphite).
- McLeish, J., Production minérale du Canada, Volumes annuels, 1906 à aujourd'hui. (Général et statistiques).
- Minéraux industriels et industries minières du Canada, 1913, p. 46. (Général).
- Report on the Mining and Metallurgical Industries of Canada, 1907-8, p. 404-7 et 496-9. (Ontario et Québec).
- Spence, H. S., Rapport sommaire, 1916, p. 34; 1917, p. 49.

Autres publications

Canadian Mining Institute, Journal and Transactions:

- Bateman, G. C., vol. VIII, 1905, p. 343-7. (Général).
- Brumell, H. P., vol. X, 1907, p. 85-104. (Général).

- Brumell, H. P., vol. XI, 1908, p. 236-250. (Général).
Brumell, H. P., vol. XII, 1909, p. 205-17. (Concentration).
Brumell, H. P., vol. XXII, 1919. (Concentration).
Cirkel, F., vol. XV, 1912, p. 261-9. (Québec).
Greenland, C. W., vol. XVI, 1913, p. 584-587. ("Carbonaceous schists of Lake of the Woods").
Stansfield, J., vol. XVI, 1913, p. 401-411. (Général).
Wilson, M. E., vol. XIX, 1916, p. 362-8. (Québec).
-

Rapports annuels du ministère des Mines de la province de Québec, 1891 à aujourd'hui.

Rapports annuels de l'"Ontario Bureau of Mines", 1896 à aujourd'hui.

Canadian Mining Journal, vol. XXIX, p. 15-18; 70-72; 361-363.

Canadian Mining Journal, vol. XXX, p. 267-272.

Canadian Mining Journal, vol. XXXIII, p. 433-437.

Canadian Chemical Journal, vol. III, n° 7, juillet 1919, p. 213-216.

INDEX

A

	PAGES
Acheson Graphite Company.....	116, 165, 196
“ Oildag Company.....	175
Afrique du Sud, gisement de graphite.....	188
Alabama: gisements de graphite.....	190
“ Graphite Producers' Association.....	191
Alaska: gisements de graphite.....	192
Alibert, mine.....	193
Allan, J. G., travaux miniers, canton de Denbigh.....	40
Allemagne: gisements de graphite.....	193
Alkow Harbour, C.-B., gisement de graphite.....	22
American Graphite Company, la plus grande usine productrice des Etats-Unis.....	190, 191
“ “ emploi des buddles.....	82
“ “ emploi du système Callow.....	88
Amherst, canton de: propriétés de graphite.....	48
Amorphe, graphite—nature du.....	9
“ “ mode de traitement.....	64
Analyses: graphites canadiens.....	15
“ schistes carbonés, lac des Bois.....	42
“ graphites de Ceylan et de Ticonderoga.....	16
“ graphite du canton de Low.....	60
“ graphite du Nouveau-Brunswick.....	23
“ graphite du canton de North Elmsley.....	33
“ graphite de la Nouvelle-Ecosse.....	24
Anglo-Canadian Graphite Syndicate.....	56
Aquadag.....	117
Argenteuil, comté de—gisements de graphite.....	44, 45, 62
Argile pour creusets.....	129
Artificiel, graphite.....	116, 196
Ashby, canton de: minerai de graphite.....	41
Ashland, boîte humide.....	103
Australie méridionale: gisements de graphite.....	193
“ occidentale: “ “.....	193
Autriche: gisements de graphite.....	182

B

Baffin, île de: gisements de graphite.....	18, 62
Balais électriques: utilisation du graphite pour.....	157, 159, 160
Batteries sèches: emploi du graphite pour.....	156
Bedford, canton de: gisements de graphite.....	26, 42
Beidelman et Lyall: travaux sur le graphite.....	41
Bell Graphite Company.....	51
“ , mine.....	51
“ , R., échantillons reçus de l'île de Baffin.....	62
Bessell Bros., procédé de purification.....	115
Bibliographie du graphite canadien.....	205
Big Island: échantillons provenant de.....	62
Black Donald Graphite Company.....	36, 37
“ “ utilisation des buddles.....	82
“ “ , mine.....	18, 25, 36
“ “ , richesse exceptionnelle de la.....	37
Black Lead, île: échantillons provenant de.....	62
Blithfield, canton de: gisement de graphite.....	42
Borrowdale: mines de graphite.....	3, 151, 193
Black Brook Oilless Bearings Company.....	164
Brésil: gisement de graphite.....	193
Brevets: flottage par l'huile aux Etats-Unis.....	91
Brochadon: procédé de purification chimique.....	115
Brodie: procédé de purification chimique.....	114
Brougham, canton de: gisements de graphite.....	36
Brumell: boîte humide de.....	108
Buckingham Graphite Company, travaux de la.....	43, 44, 45, 53, 54, 55, 56, 57
“ , canton de: principaux gisements de Québec situés dans le.....	44
“ “ gisements de graphite.....	18, 50
Buddles.....	82

C

	PAGES
Californie: gisements de graphite.....	192
Callow, système: résultat des essais.....	92
Calumet Mining and Milling Graphite Company.....	45
Canada Paint Company: exploitation de gisements de graphite du Nouveau-Brunswick.....	23
Canada Plumbago Company.....	44, 55
Canadian Graphite Company: propriété dans le canton de Wentworth.....	47
" " " industrie—production, exportations, importations, etc.....	170
Cap Breton, Ile du: gisements de graphite.....	25
Carbone dans le graphite: détermination du.....	197
Cardiff, canton de: gisements de graphite.....	26
Ceylan: gisements de graphite de.....	183
Chatelain, Rév. Père: mine de graphite.....	62
Chaudières: détartrage par le graphite.....	167
Chosen: gisements de graphite. Voir Corée	
Classeur dans l'air.....	74
Claxton, J.—exploitation minière par.....	59
Coke au pétrole, pour fabrication du graphite artificiel.....	116
Cole, A. A.—description des gisements de graphite.....	44
Colmer, laveur.....	104
Colombie britannique: graphite dans la.....	18, 22
Colorado: gisements de graphite.....	192
Concentration par voie sèche.....	68
" " humide.....	82
" " divers systèmes.....	110
Concentrés: purification des.....	111, 112
Consolidated Graphite Mining and Milling Company.....	59
Corée: gisements de graphite.....	185
Crayons.....	150
Creusets: graphite de Ceylan recherché pour.....	183
" comparaison des argiles pour.....	128, 129
" forte consommation du graphite pour.....	122
" fabrication des.....	136
" tailles réglementaires.....	145
Cummings, Dr.—mine de graphite.....	59

D

Darling, canton de: gisement de graphite.....	42
Davis, M.P.—mine de graphite.....	57
Défloucation: procédé par.....	116, 117
Denbigh, canton de: opérations minières.....	41
Diamond Graphite Company.....	58, 59
Dickson, H.—propriété de graphite.....	62
Division des Mines: essais de concentration.....	97
Dominion Crucible Company.....	175
" Graphite Company.....	53
" Mine.....	53
" of Canada Plumbago Company.....	56
Douglas Bros.—procédé de purification.....	115
Dungannon, canton de: gisements de graphite.....	42

E

Earle and Jacobs: opérations dans le graphite.....	59
Edwards, W. C.—propriété de graphite.....	62
Electrodes: usage du graphite pour.....	160
Electrostatiques, machines.....	80
Electrotypie: usage du graphite pour.....	157
Essais de graphite: General Engineering Company.....	95, 96, 97, 98, 99
Espagne: gisements de graphite.....	189
" mine de graphite.....	193
Etats-Unis: gisements de graphite.....	189
Evans, William: opérations minières dans le canton de Low.....	62

F

Ferraris, tables (Voir Krupp Ferraris)	
Fitzgerald, A. J.—monographie sur le graphite artificiel.....	117
Flottage, méthode de concentration par.....	87, 88
" par l'huile, avantage du.....	44
" " mousseuse.....	88
" " par tension superficielle.....	103
Fonderie, enduits de: emploi du graphite pour.....	155
Frontenac, comté de: gisements de graphite.....	26

J

	PAGES
James, tables.....	87
Joker, claim: île de Baffin.....	63

K

Kendall, séparateur.....	91
Keystone Graphite Company, mine Miller exploitée par.....	46
King Bee, usine de.....	76
Krom, jig pneumatique.....	69
Krupp-Ferraris, tables.....	86

L

Labelle, comté de.....	48, 62
Labouglie, J.—classeur breveté par.....	75
travaux miniers dans le canton de Buckingham.....	52
Labrador: graphite trouvé dans le.....	18
Lac des Bois, schistes carbonés du.....	42
Lanark, comté de: gisements de graphite.....	29
Latimer, J. F.—invention d'un système de concentration.....	91
Lochaber, usine de, utilisant les buddles.....	82
" Plumbago Company.....	44, 59
canton de: gisements de graphite.....	44, 59, 62
Log washers.....	83
Logan, sir William, traitant du graphite dans un ancien rapport.....	43
Loughborough, canton de: gisement de graphite.....	42
Low, A. P.—gisements de graphite dans l'île de Baffin, etc.....	62
canton de: gisements de graphite.....	60
Lubrifiants: emploi du graphite pour.....	161
Luzi, procédé pour la purification.....	115
Lyndoch, canton de: gisements de graphite.....	42

M

McConnell, Rinaldo: opérations minières par.....	31, 37
McHale, Mr.—travaux miniers, canton de Lyndoch.....	41
McLean et Fitzsimmons: propriété de graphite, canton de Low.....	60
Madagascar: gisements de graphite.....	186
Maniwaki, réserve indienne de: présence de graphite.....	62
Marbella, mine.....	193
Marmora, canton de: gisements de graphite.....	42
Matthew Creek, C.-B.—gisement de graphite.....	22
Mexique: gisements de graphite.....	188
Michigan: gisements de graphite.....	192
Miller, E. C.—alliage pour antifriction.....	165
" mine: première à être exploitée.....	46
" Mr.—opérations minières par.....	59
Minerals Separation, système de concentration.....	100
Mining Corporation of Canada: propriété de graphite.....	26
Molybdénite, prise pour du graphite.....	3
Monmouth, canton de: gisements de graphite.....	27
Montana: gisements de graphite.....	192
Monteagle, canton de, exploitations.....	—
Montreal Plumbago Company.....	44, 45
Morgan Crucible Company, palliers et coussinets de graphite.....	165
balais de graphite.....	158
Multipar Syndicate, exploitation.....	48
Munro, laveur.....	103

N

Nappenberger, séparateur.....	75
Natal, gisement de graphite.....	193
National Graphite Co., travaux dans le canton de Cardiff.....	26
" " " " " Grenville.....	47
" " " " " Monmouth.....	28
Nevada, gisement de graphite.....	192
New England Plumbago Company.....	43, 47
New Quebec Graphite Co., travaux dans le canton de Buckingham.....	50
New York Graphite Company, travaux dans le canton de Cardiff.....	26
" " gisements de graphite dans l'Etat de.....	190
Nigrum, paliers.....	164
Norberg, gisement de graphite.....	193
Nord-Ouest, territoires du, découverte de graphite.....	18
North American Graphite Company.....	44, 45
" Mine.....	55

	PAGES
North Burgess, canton de: gisements de graphite.....	29, 42
Northern Graphite Company, travaux dans le North Elmsley.....	29
North Elmsley, canton de: gisements de graphite.....	29, 42
Norvège: gisement de graphite.....	193
Nouveau-Brunswick: production de graphite.....	23
Nouvelle-Ecosse: gisements de graphite.....	24
Nouvelle-Zélande: gisement de graphite.....	193

O

Oildag.....	117
Ontario Graphite Company.....	37
“ gisements de graphite.....	25
“ production de graphite.....	26

P

Pâte à fourneaux.....	166
Patterson, T. W.—propriété de graphite, canton de Gore.....	48
Pensylvanie: gisements de graphite.....	190
Peerless Graphite Company.....	59
Peinture: emploi du graphite dans la.....	165
Plombagine: façon de traiter.....	64
“ (voir graphite cristallin).	
Plumbago Syndicate: travaux exécutés.....	53
Polissage des balles: emploi du graphite pour.....	167
Pontiac, comté, gisements dispersés et sans importance économique.....	45
Poude de glaçure, emploi du graphite pour.....	167
Pritchard, procédé de purification chimique.....	114
Production mondiale de graphite.....	194, 195
Pugh et Weart, opérations minières.....	44, 54
Purification chimique du graphite.....	114
“ des concentrés de graphite.....	111, 114
Putz, H., système de concentration.....	110, 111
Pyne, R. A., travaux dans le North Elmsley.....	31

Q

Quebec Graphite Company, mine dans le canton de Buckingham.....	50
Quebec, province de, exploitation de graphite.....	43
Queensland, gisement de graphite.....	193

R

Râteaux, laveurs à.....	85
Rae and Company: exploitation de la mine Miller.....	46
Réfractaires: autres produits.....	49
Reilly et Layfield: travaux d'exploitation.....	48
Renfrew, comté de: gisements de graphite.....	36
Rhode Island: gisements de graphite.....	192

S

Schistes carbonés.....	42, 43
Schlossel, méthode chimique de purification.....	114
Schurecht, H. G.—voir Stull.....	
Sibérie: mine de graphite.....	193
Simplex, système de concentration.....	102
South Canonto, canton de: gisement de graphite.....	42
Stewart, excavation.....	54
Stull, R. T., et Schurecht, H. C.—briquetage des graphites laminaires.....	111
Suède: gisement de graphite.....	193
Suisse: gisements de graphite.....	193
Sutton, Steele and Steele: table à jig sèche.....	72
“ “ séparateur.....	80

T

Tables humides.....	86
Tension superficielle: système de concentration par.....	103
Texas: gisements de graphite.....	192
Timmins, N. A.....	29
Toch, M.—peintures à base de graphite.....	166
Tonkin-Dupont Graphite Company.....	27, 28
Torrance, J. F., cause du marasme dans l'industrie.....	44
Transvaal, gisement de graphite.....	193

U

	PAGES
United States Graphite Company, manière de traiter le graphite amorphe.....	65, 152
“ “ “ gisements au Mexique.....	188
Usages du graphite.....	122

V

Vannor, H. G.—description de gisements de graphite.....	44
Virginia Graphite Company.....	28

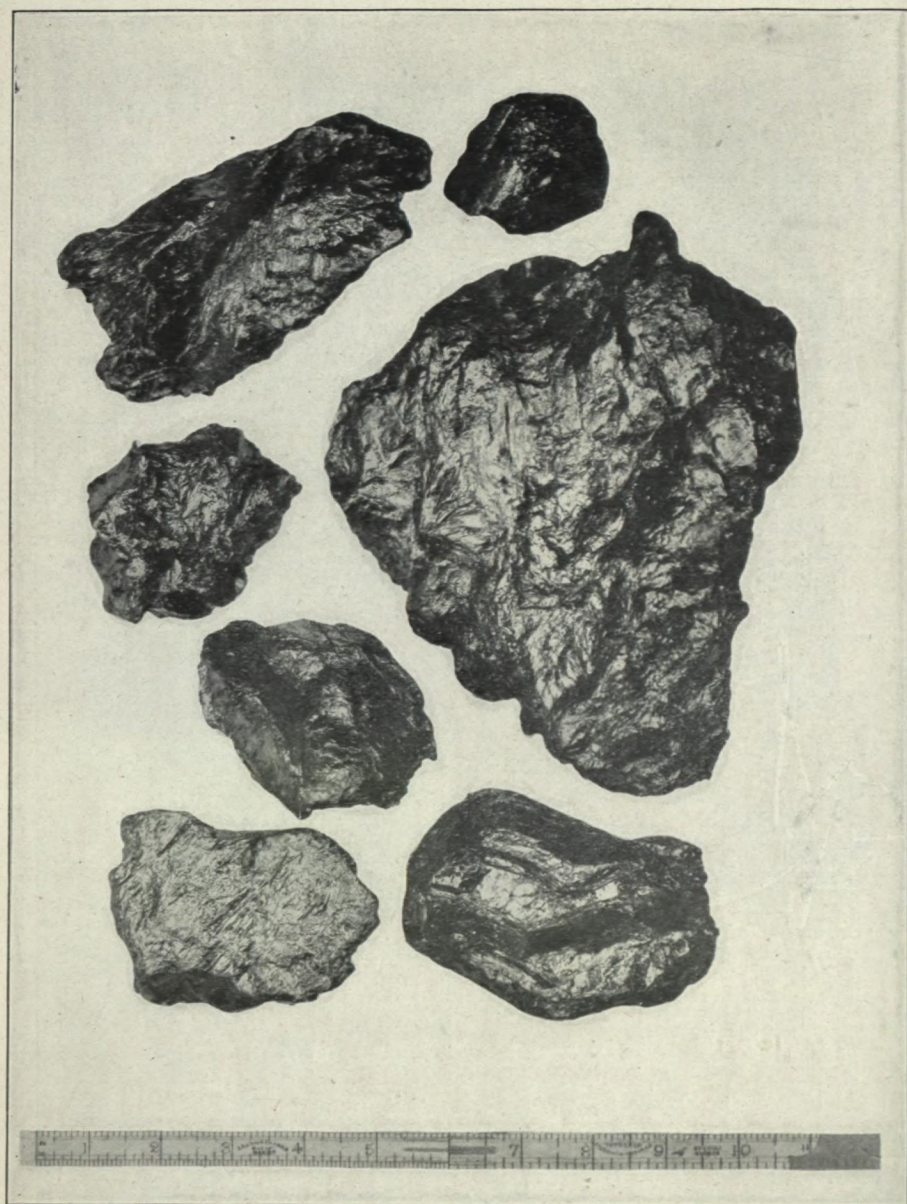
W

Walker, mine.....	56
“ Plumbago Mining Company.....	44
“ W. H., exploitation par.....	57
Ward, J. K., succession de: mine de graphite, canton de Grenville.....	46
Weart, S. J.—mine de graphite, Buckingham.....	54
Wentworth, canton de: gisement de graphite.....	47
West and Company: expéditions de graphite de Buckingham.....	54
Westmeath, canton de: gisement de graphite.....	42
Winkler, méthode chimique de purification.....	114

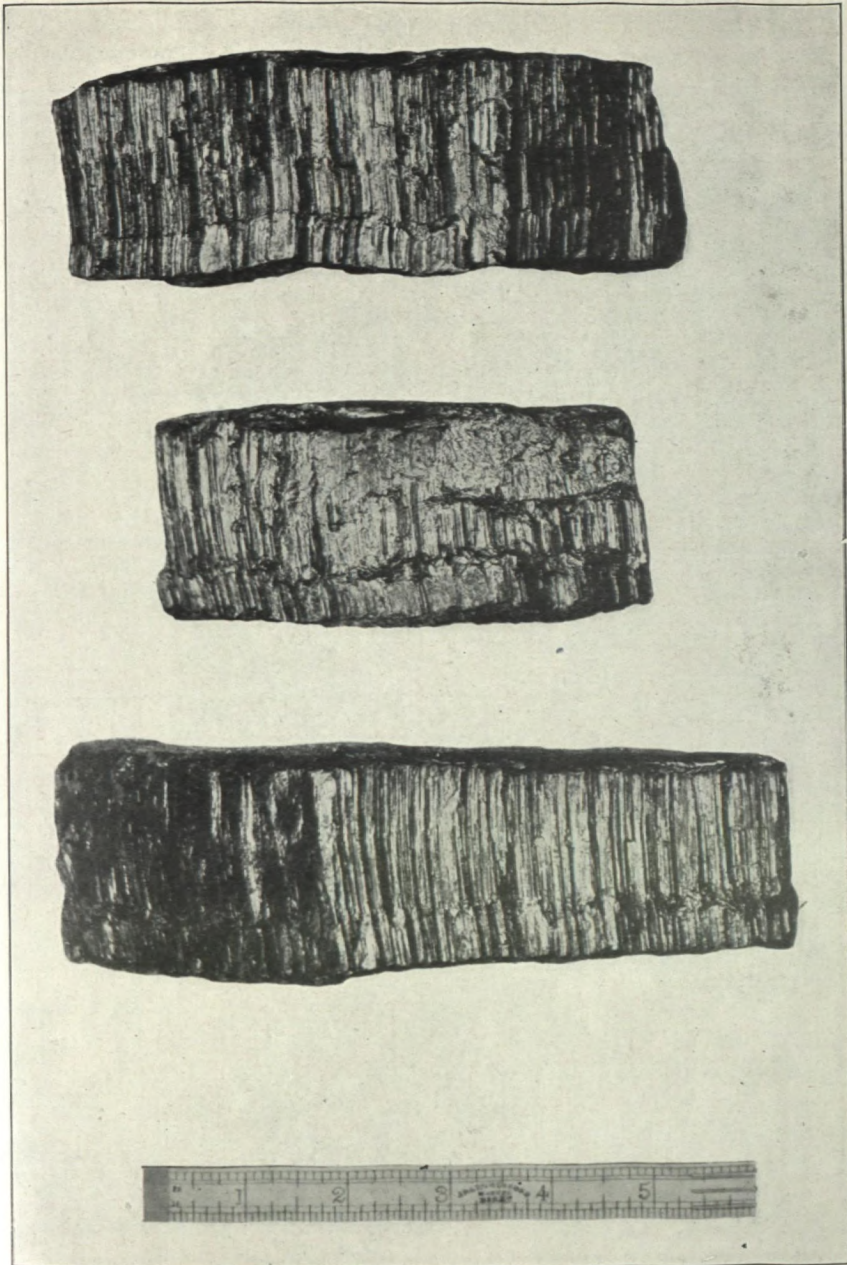


Echantillon type de minéral de graphite laminaire canadien de haute teneur (15-20 p.c. de carbone), du district de Buckingham, Qué.

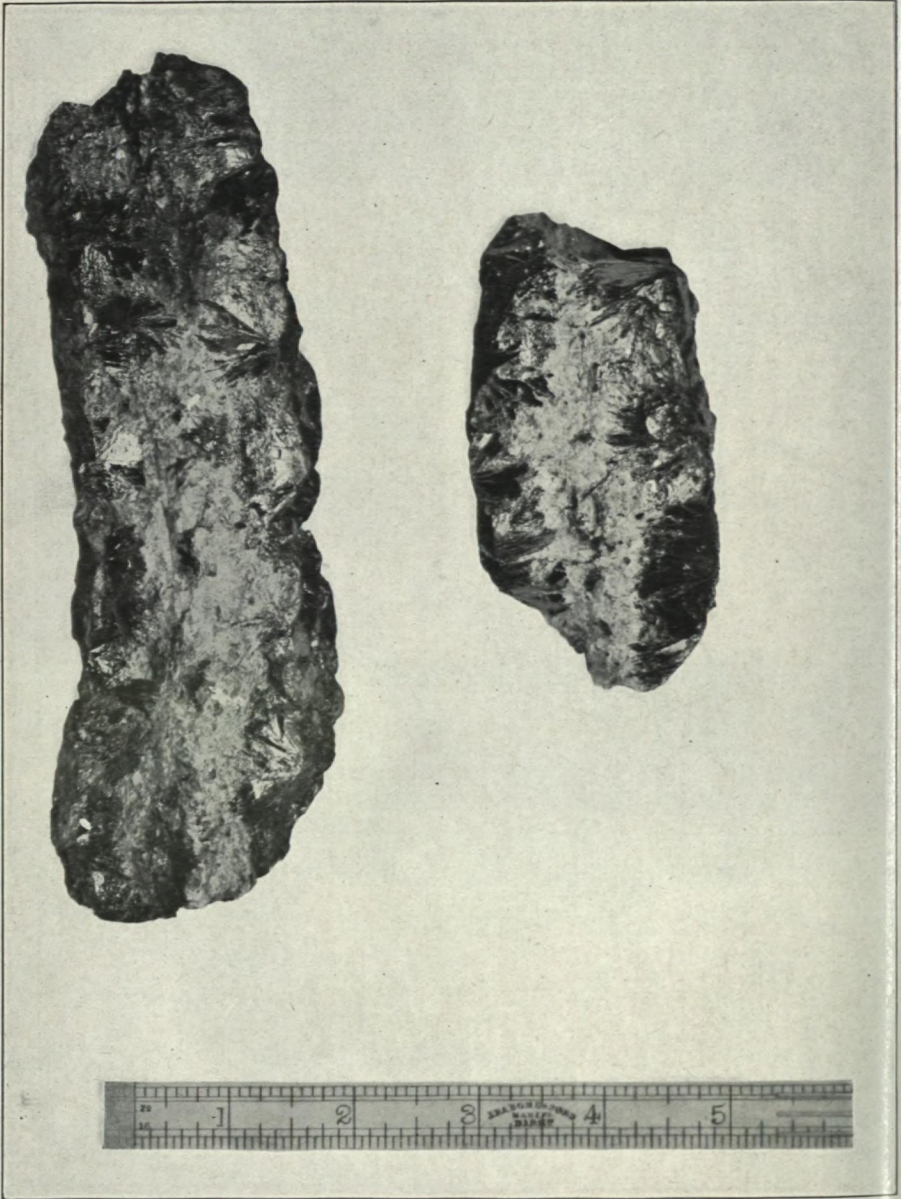
15013-17



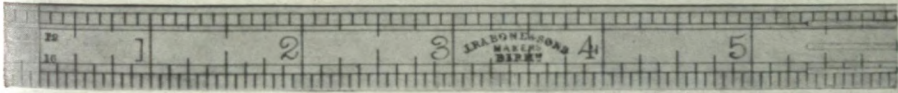
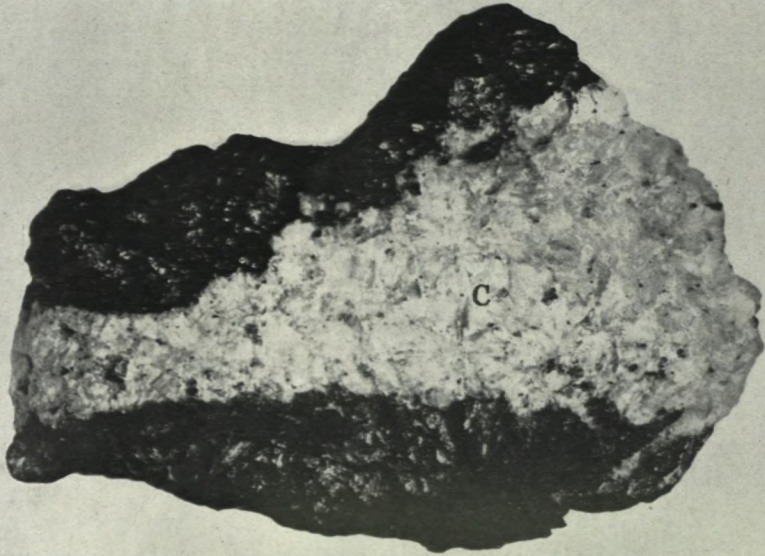
Plombagine feuilletée, rang III, lot 18, canton de Low, Qué. Cette plombagine est de bonne qualité, mais n'est guère aussi compacte que celle de Ceylan.



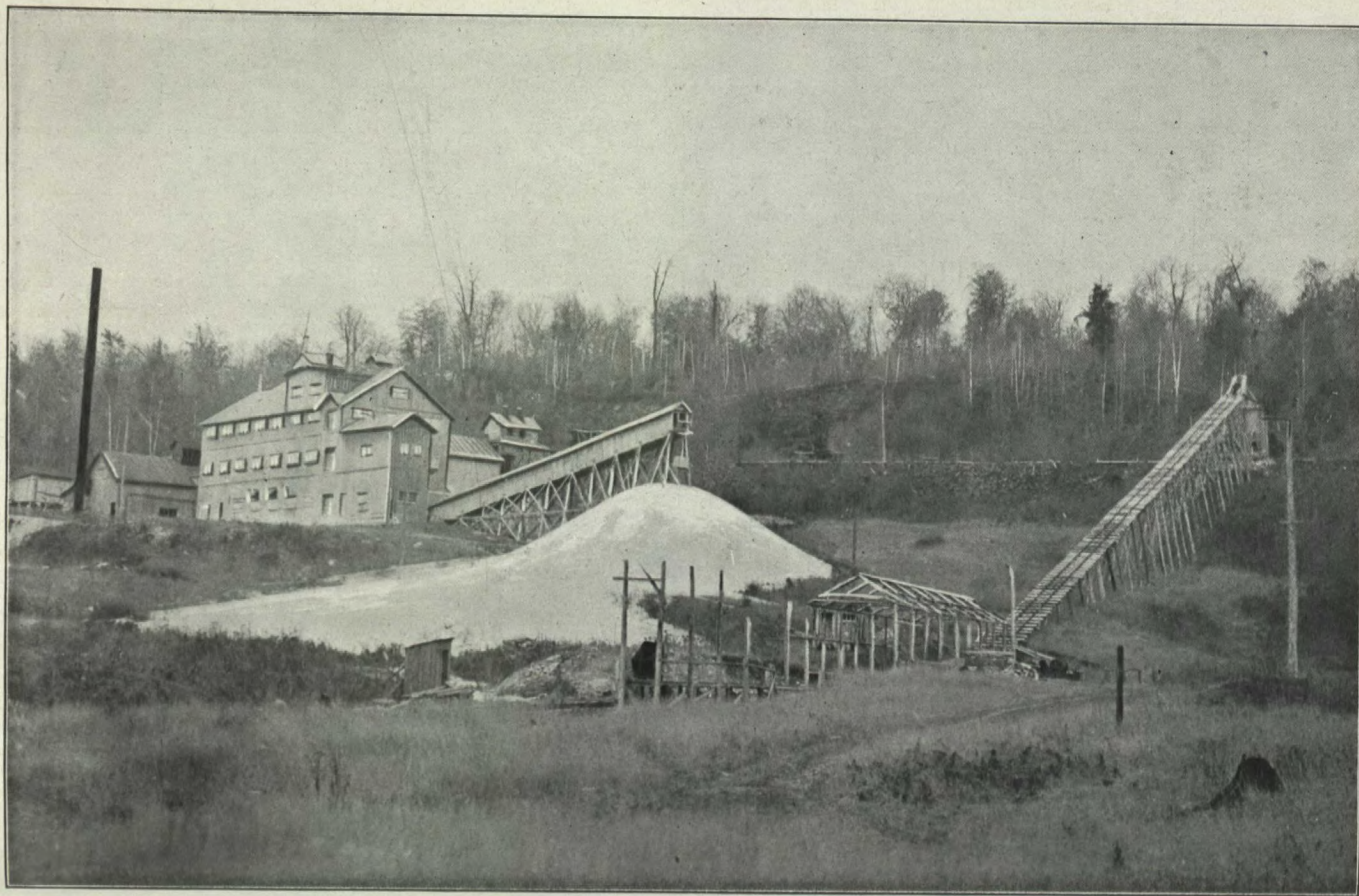
Plombagine fibreuse en prismatique, rang VII, lot 21, canton de Buckingham, Qué. On trouve assez souvent d'étroits filons de cette matière dans le district de Buckingham, ordinairement au voisinage plus ou moins immédiat de massifs de graphite laminaire.



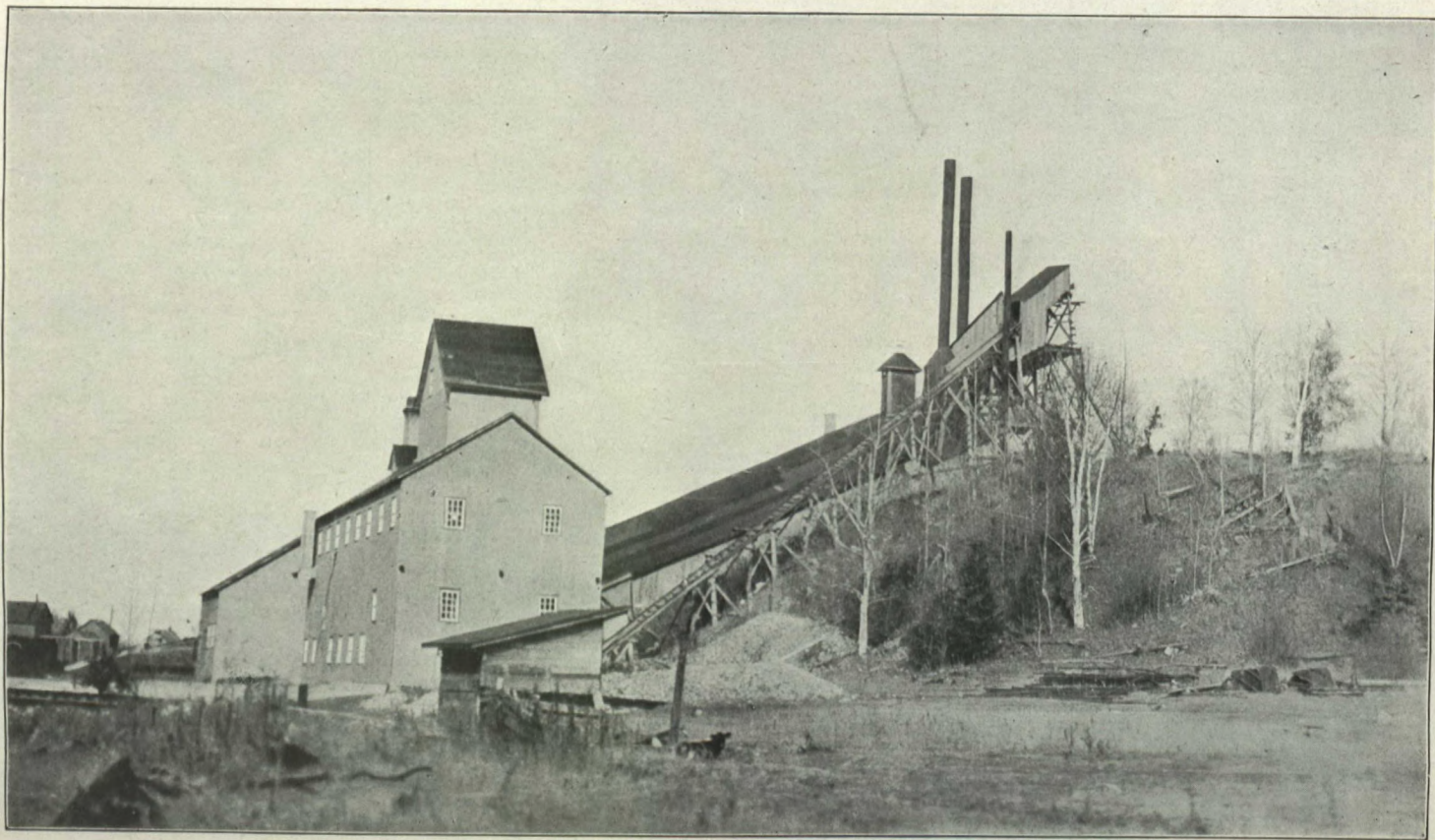
Cristaux lamellaires radiés de graphite pénétrant une étroite bande de calcaire fortement silicaté renfermée entre deux filonets de pegmatite. Le calcaire primitif a été presque complètement altéré en un mélange de quartz et de feldspath granulaire avec sphène et pyroxène à titre d'accessoires. Provenance: rang III, canton de Low, Qué.



Plombagine feuilletée, développée le long des filonets de pegmatite avec une étroite zone de calcaire cristallin (C). Dans ce cas, le calcaire n'a été que faiblement silicaté, et ne contient que très peu de graphite laminaire disséminé dans la masse. Provenance: rang III, canton de Low, Qué.



Usine de la National Graphite Company, concession XXII, lot 9, canton de Cardiff, Ont.



Usine de la Tonkin-Dupont Graphite Company, Wilberforce, Ont.



Méthode d'extraction dans le gîte calcaire graphitique, concession XIII, lot 23, canton de Montegale, Ont.



Usine sur la propriété Timmins, concession V, lot 25, canton de North Burgess, Ont.



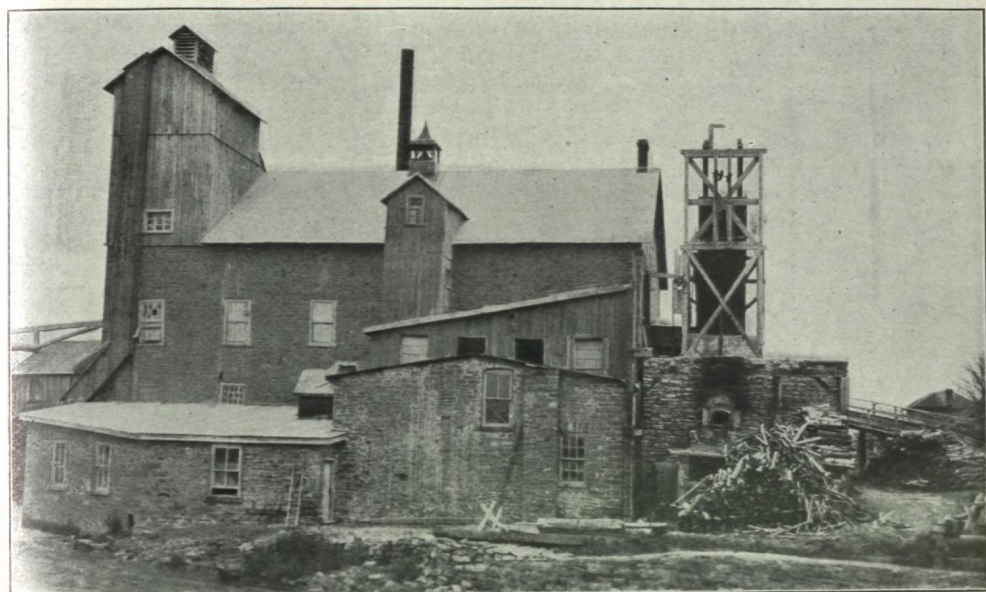
Ciel ouvert surmontant les chantiers de la Globe Graphite Mining and Refining Company, concession VI, lot 21, canton de North Elmsley, Ont. On voit très bien le fasciage dans le calcaire et l'on aperçoit un pli distinct dans la roche de couverture au-dessus du puits. Les gites de graphite ont une tendance à se trouver à la crête de ces sortes de plis.



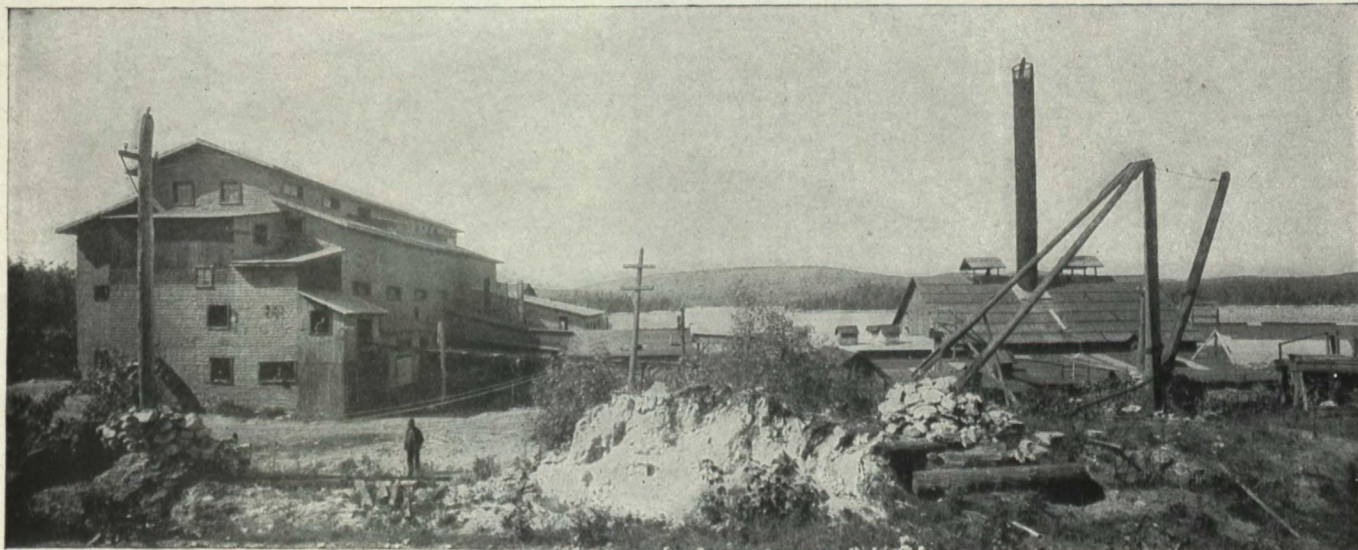
Etage de 100 pieds à la mine de la Globe Mining and Refining Company, concession VI, lot 21, canton de North Elmsley, Ont. Le pilier indique l'épaisseur du gîte dans les chantiers du côté est.



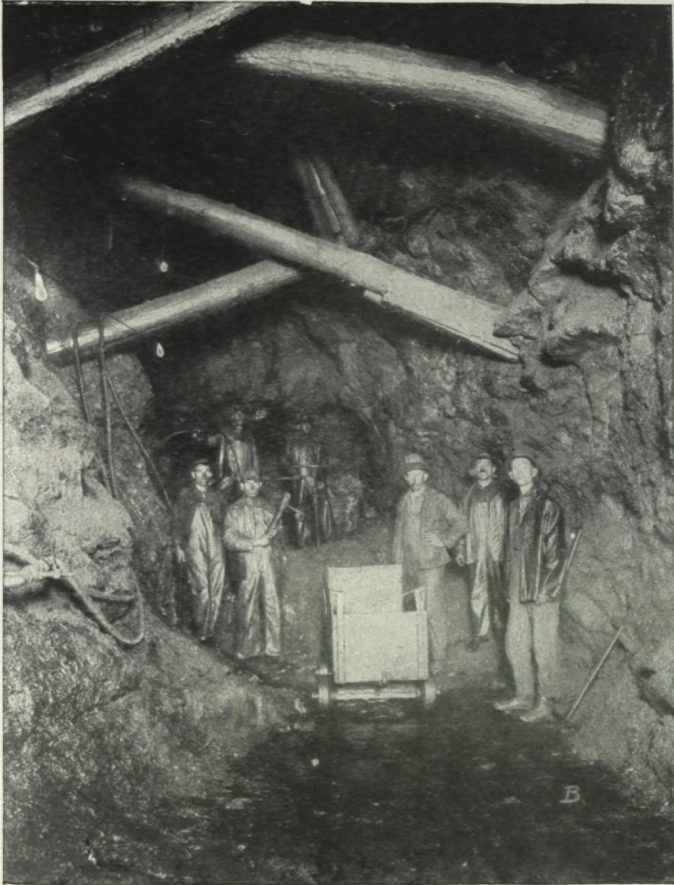
Minéral de graphite à "lames en aiguilles", concession VI, lot 21, canton de North Elmsley, Ont.



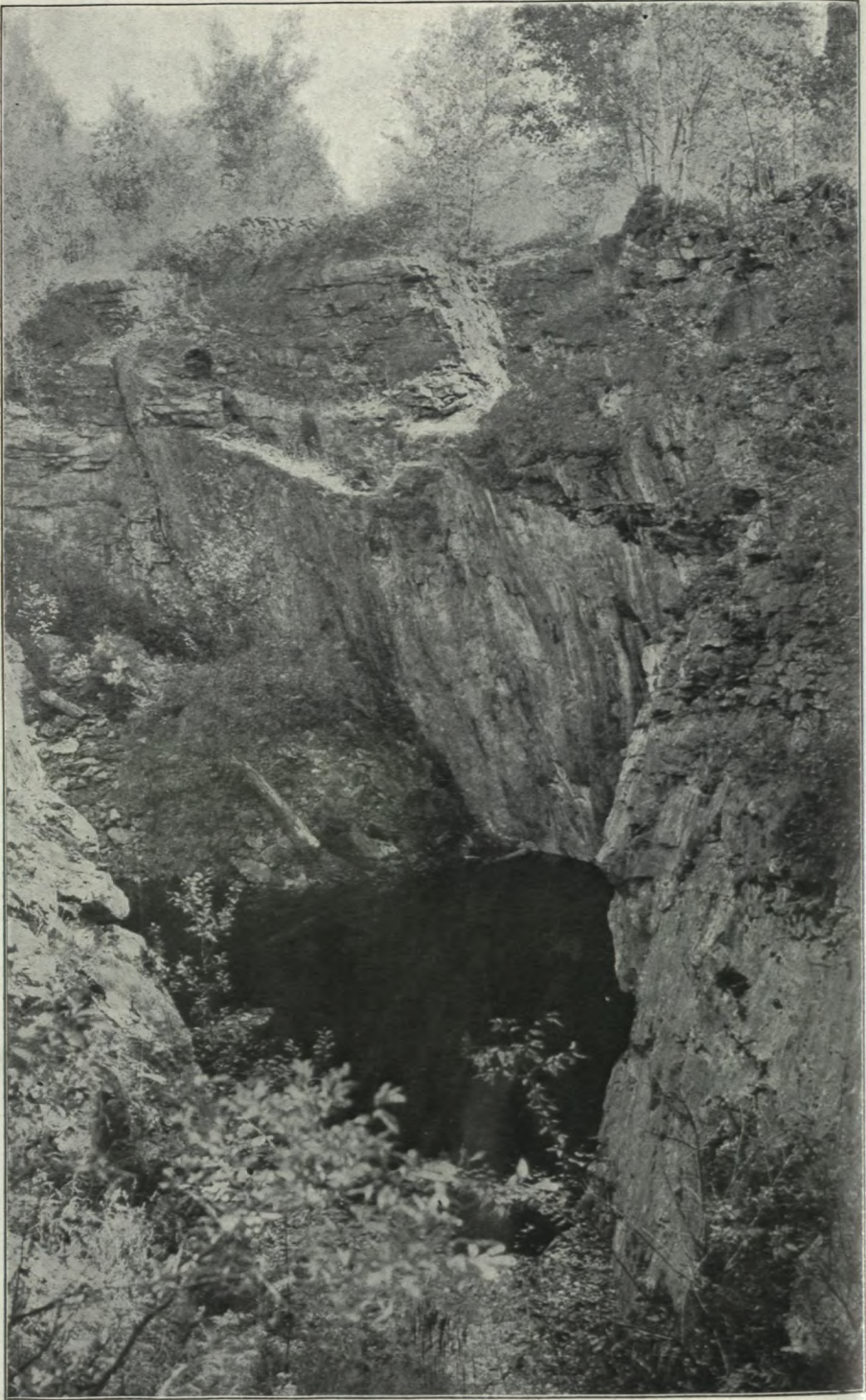
Usine de la Globe Graphite Mining and Refining Company, Port Elmsley, Ont. L'usine est actionnée par force hydraulique.



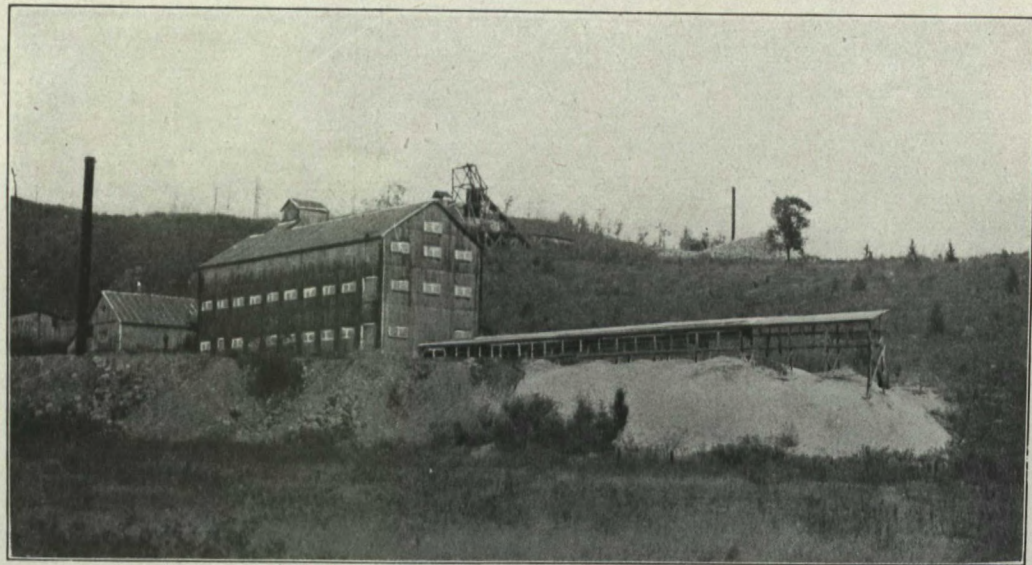
Usine et partie des ateliers de surface, Black Donald Mine, concession III, lot 18, canton de Brougham, Ont. Les chantiers se prolongent sur plusieurs centaines de pieds sous le lac Whitefish, que l'on aperçoit au loin.



Extrémité nord de la chambre d'abatage orientale du toit, mine Black Donald. Photographie prise en août 1919. Le gîte à cet endroit a une largeur de 70 pieds. (Voir figure 4.)

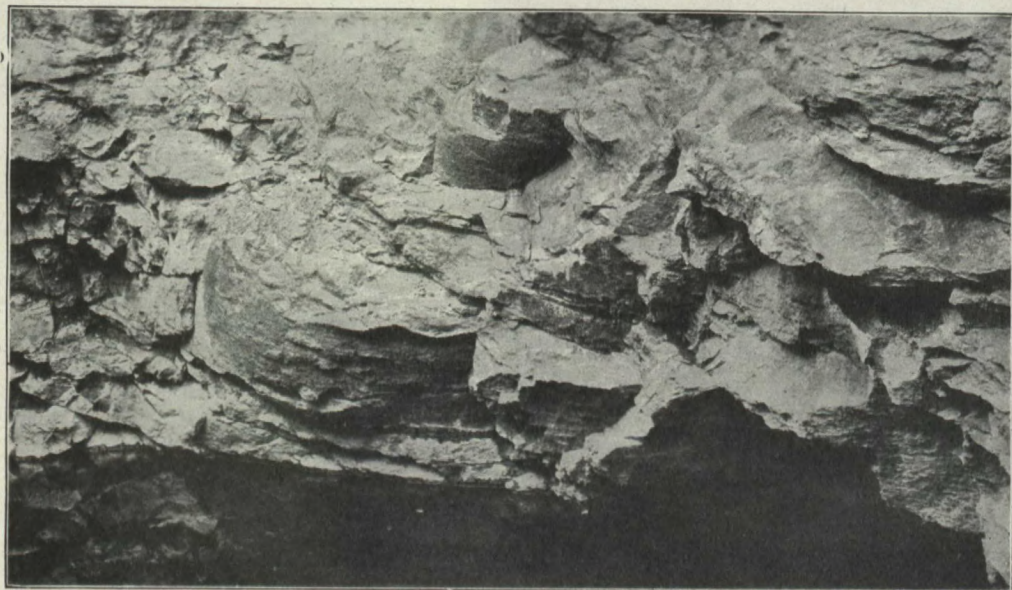


Fosse principale de la mine Miller, rang V, lot 10, canton de Grenville, Que. On dit que le gîte a suivi la surface bien caractérisée sur la paroi lointaine de la fosse.

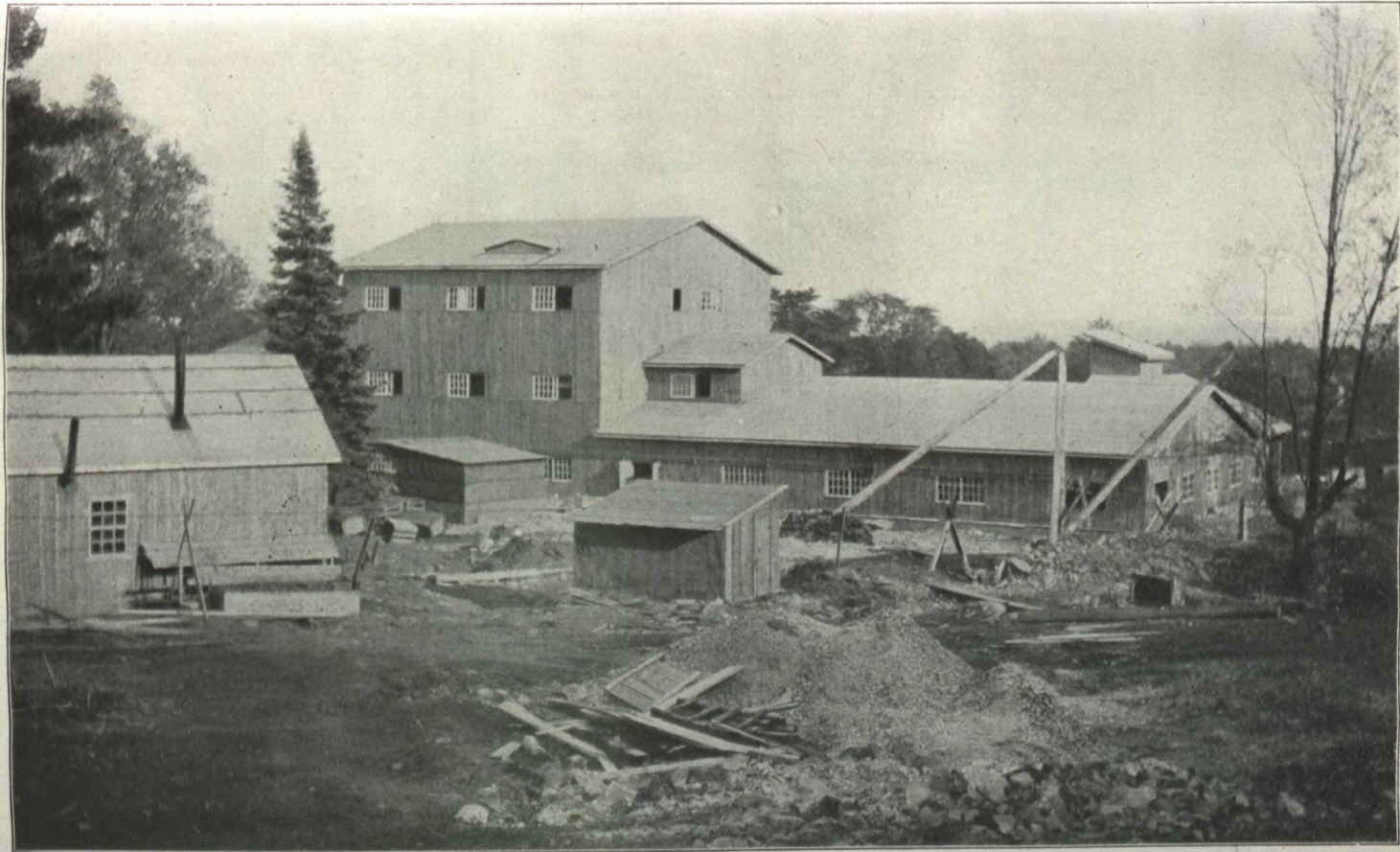


Usine de la Graphite Limited, rang VII, lot 25, canton d'Amherst, Qué.

PLANCHE XVIII.

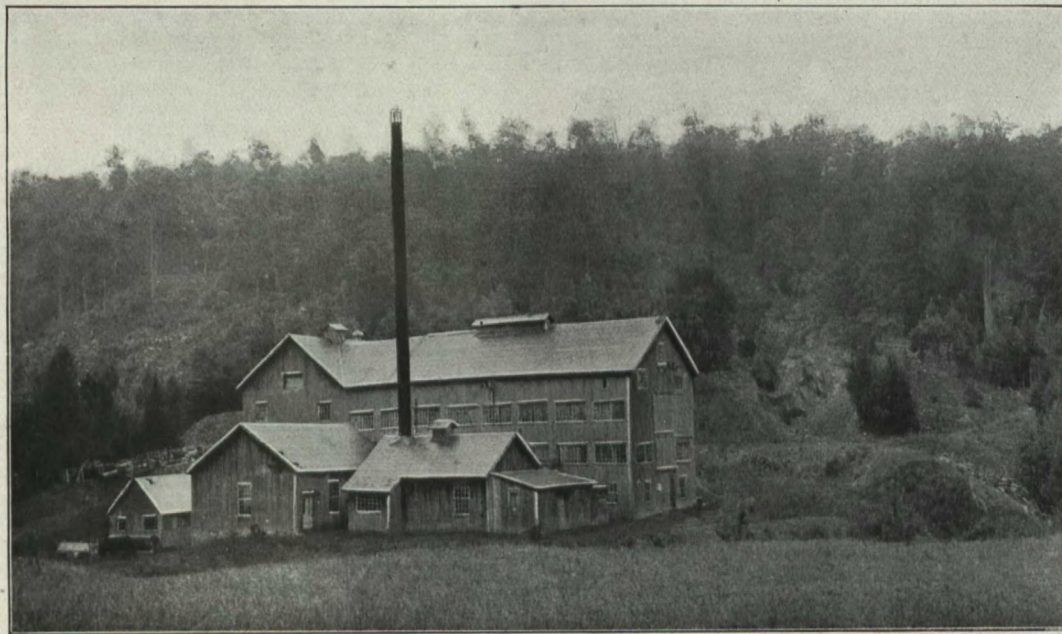


Structure plissée dans du gneiss, rang IV, lot 3, canton de Buckingham, Que. Le gîte suit la crête du pli aigu indiqué plus haut.

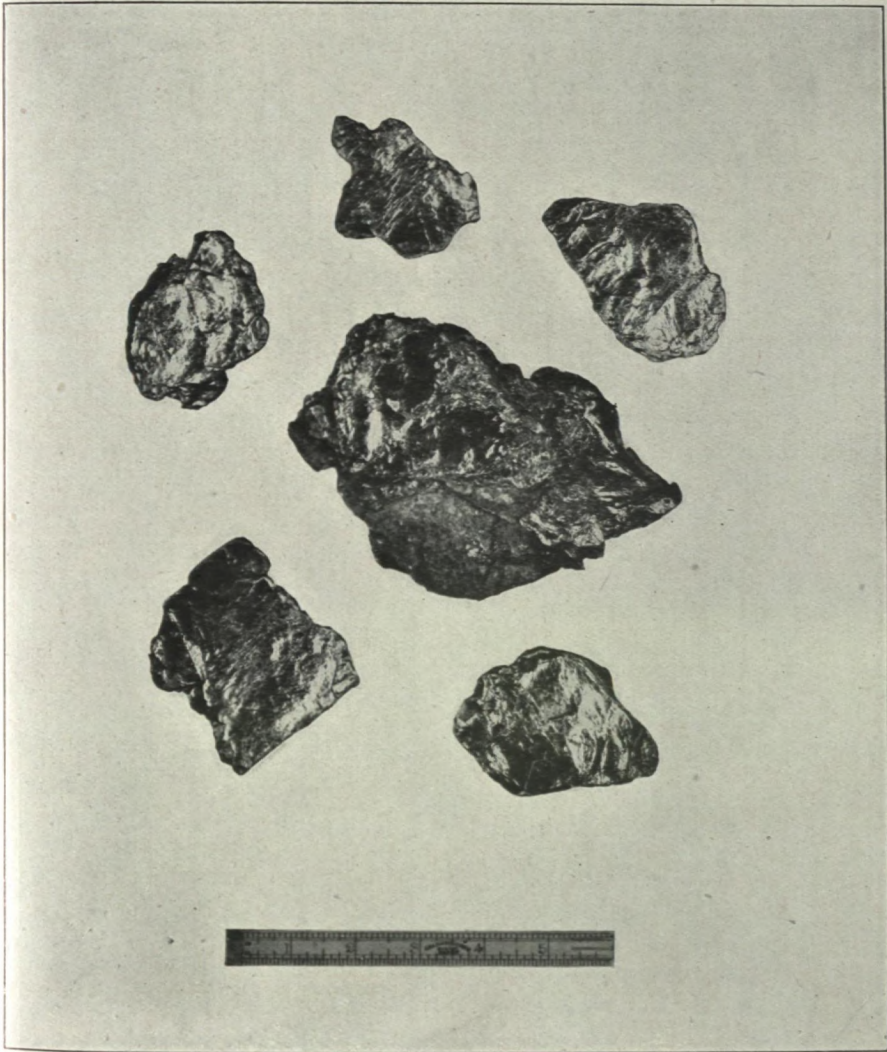


15013-181

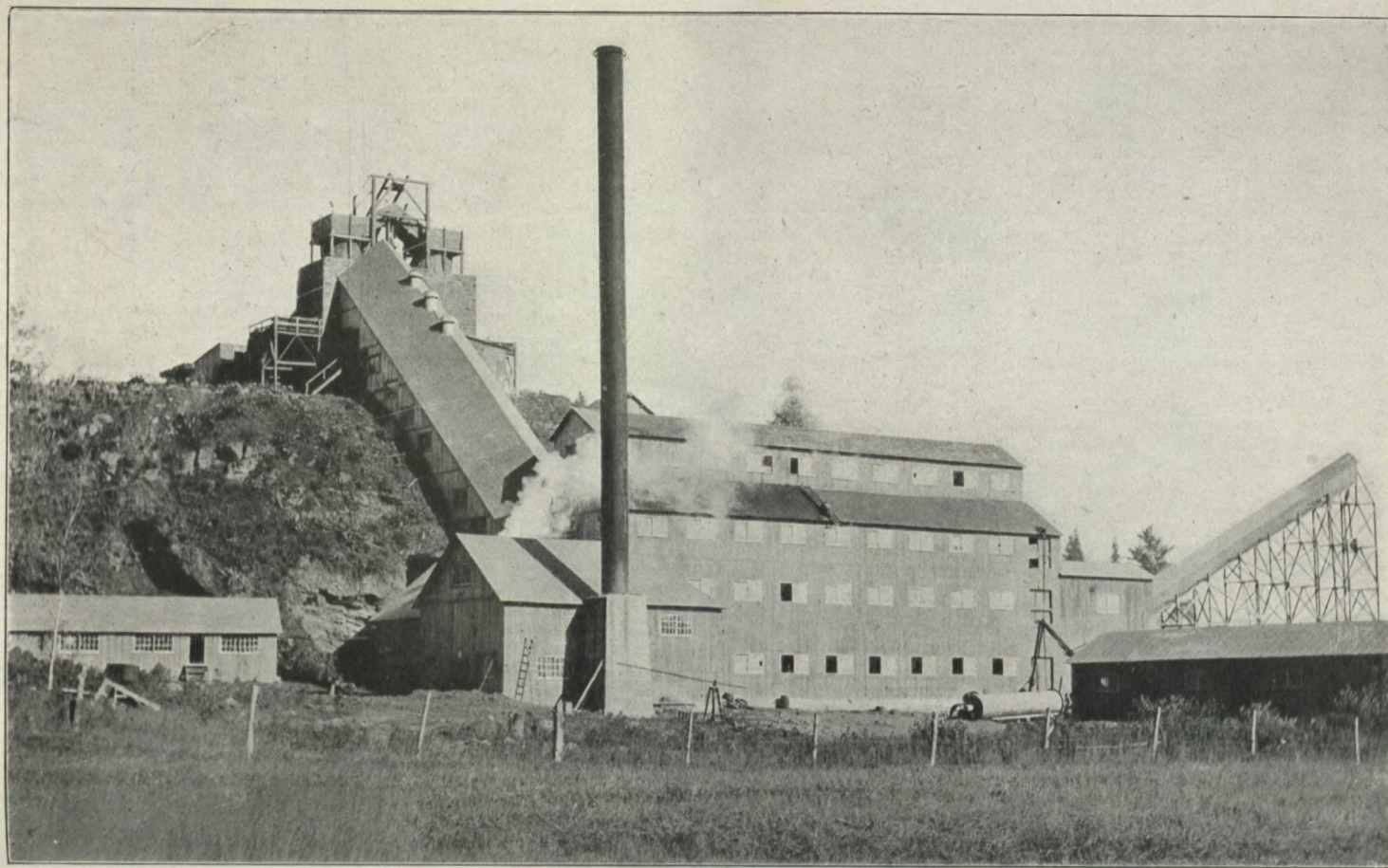
Usine de la New Quebec Graphite Company, Buckingham, Qué.



Usine et chantiers de la Bell Graphite Company, rang V, lot 2, canton de Buckingham, Qué. La direction et le plongement du gîte apparaissent dans l'excavation à droite de la bâtisse.



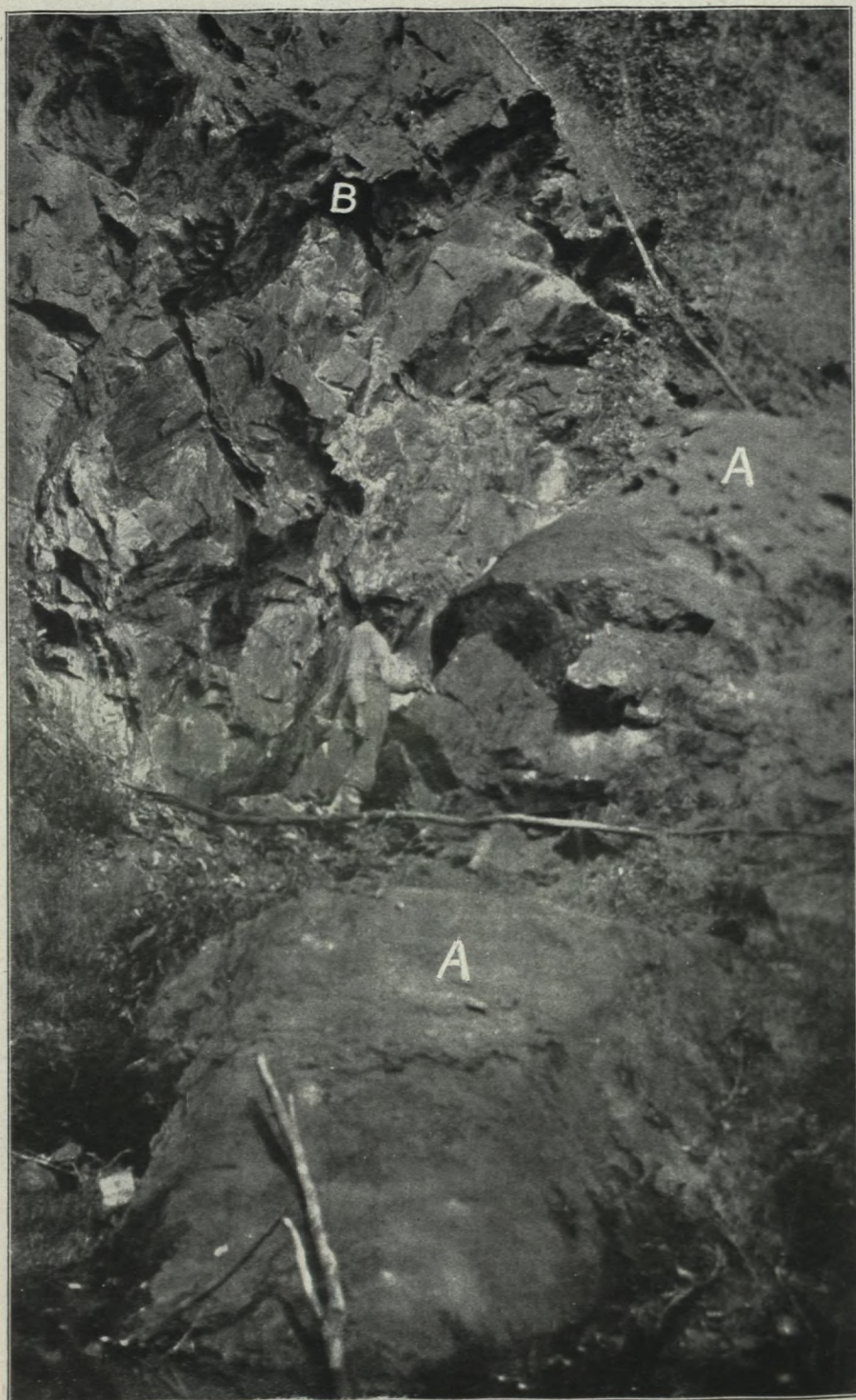
Lames de graphite de très forte taille, provenant du rang IV, canton de Buckingham, Qué. Les lames, qui atteignent jusqu'à 5 pouces de diamètre, se présentent au contact d'un dyke de pegmatite avec du gneiss.



Usine du Plombago Syndicate, canton de Buckingham, Qué., montrant l'aménagement type d'un atelier canadien de concentration à sec. (Cet établissement fut détruit par un incendie en 1918).



Usine de la Buckingham Graphite Company (North American Mine), canton de Buckingham, Qué. Cette photographie fut prise il y a quelques années et les bâtiments sont passablement délabrés. La direction du gîte est indiquée par le tramway et la galerie principale pénètre dans l'usine sur la gauche du four.



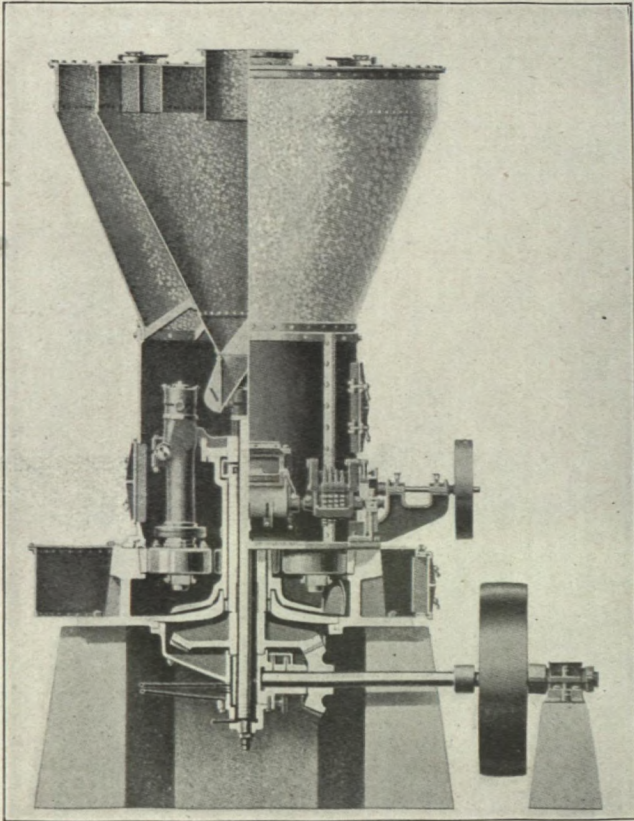
Dyke de pegmatite (anarthosite) A, pénétrant dans le gneiss B, rang VIII, lot 20, canton de Buckingham, Qué. Du graphite laminaire s'est développé dans le gneiss le long de son contact avec la roche d'intrusion.



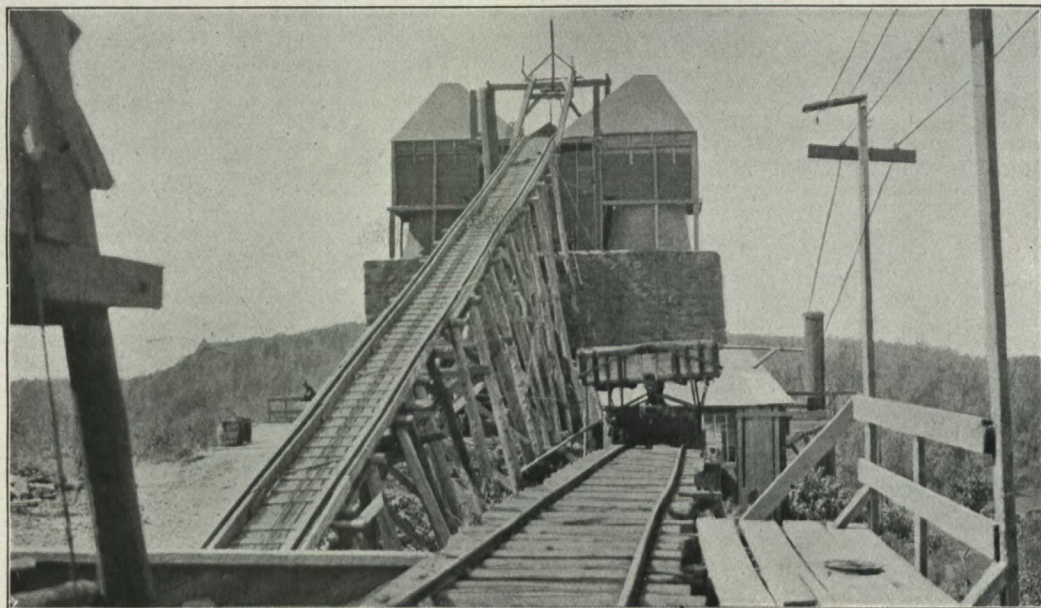
Usine de la Consolidated Graphite Mining and Milling Company, rang X, lot 14, canton de Buckingham, Qué.



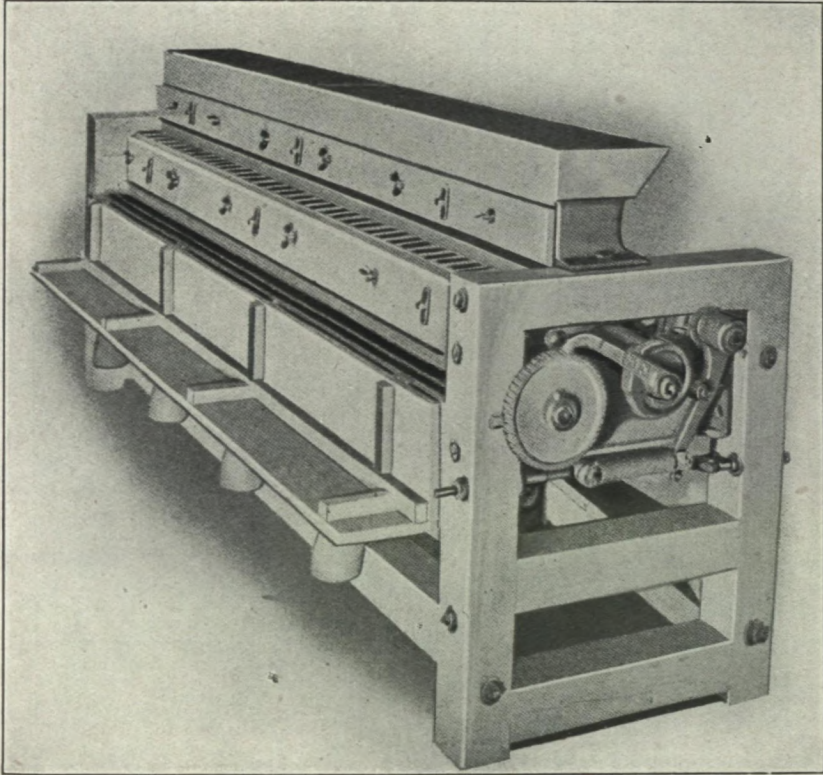
Plombagine feuilletée des environs de Lake Harbour, île de Baffin. Cette matière passe pour être aussi bonne que le graphite de Ceylan pour faire les creusets.



Coupe verticale du broyeur et séparateur à hautes parois, système Raymond (Raymond Bros. Impact Pulverizer Company, Chicago). Cette machine sert à broyer le graphite amorphe.

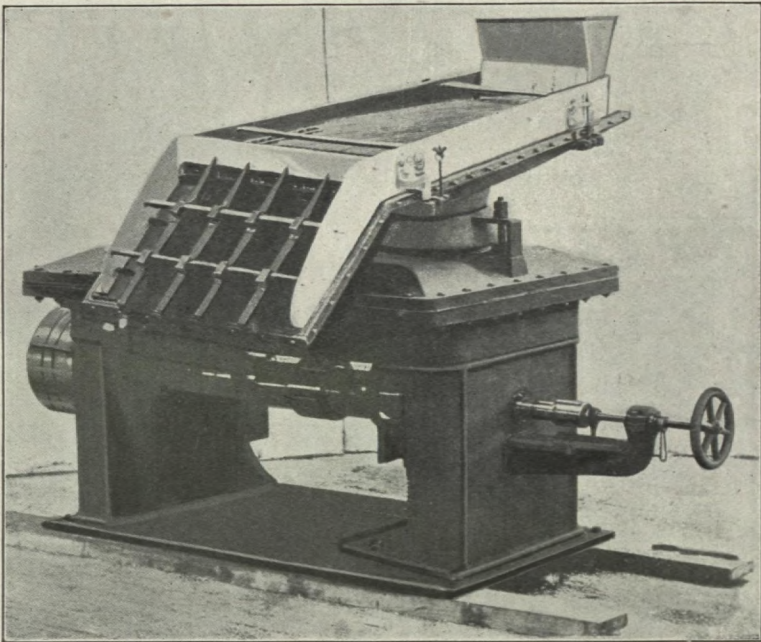


Type de four servant au mélange du minéral de graphite avec voie de chargement, mine Dominion, canton de Buckingham, Qué.

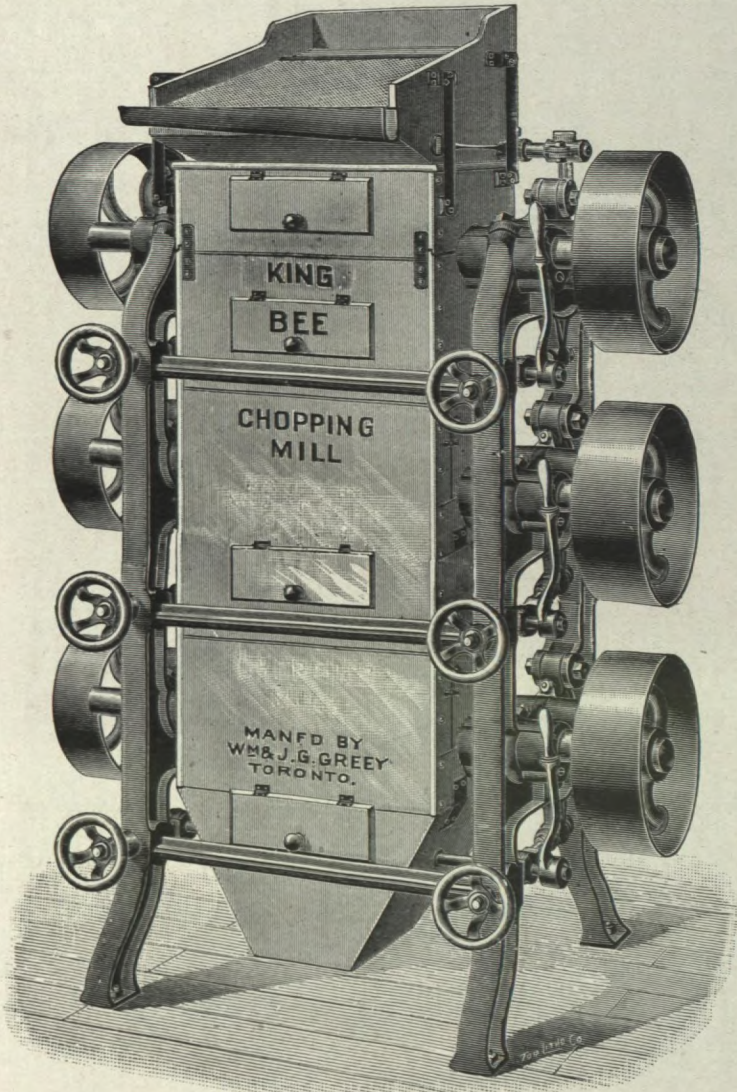


Jig pneumatique Krom (Krom Machine Works, 170 Broadway, New-York).

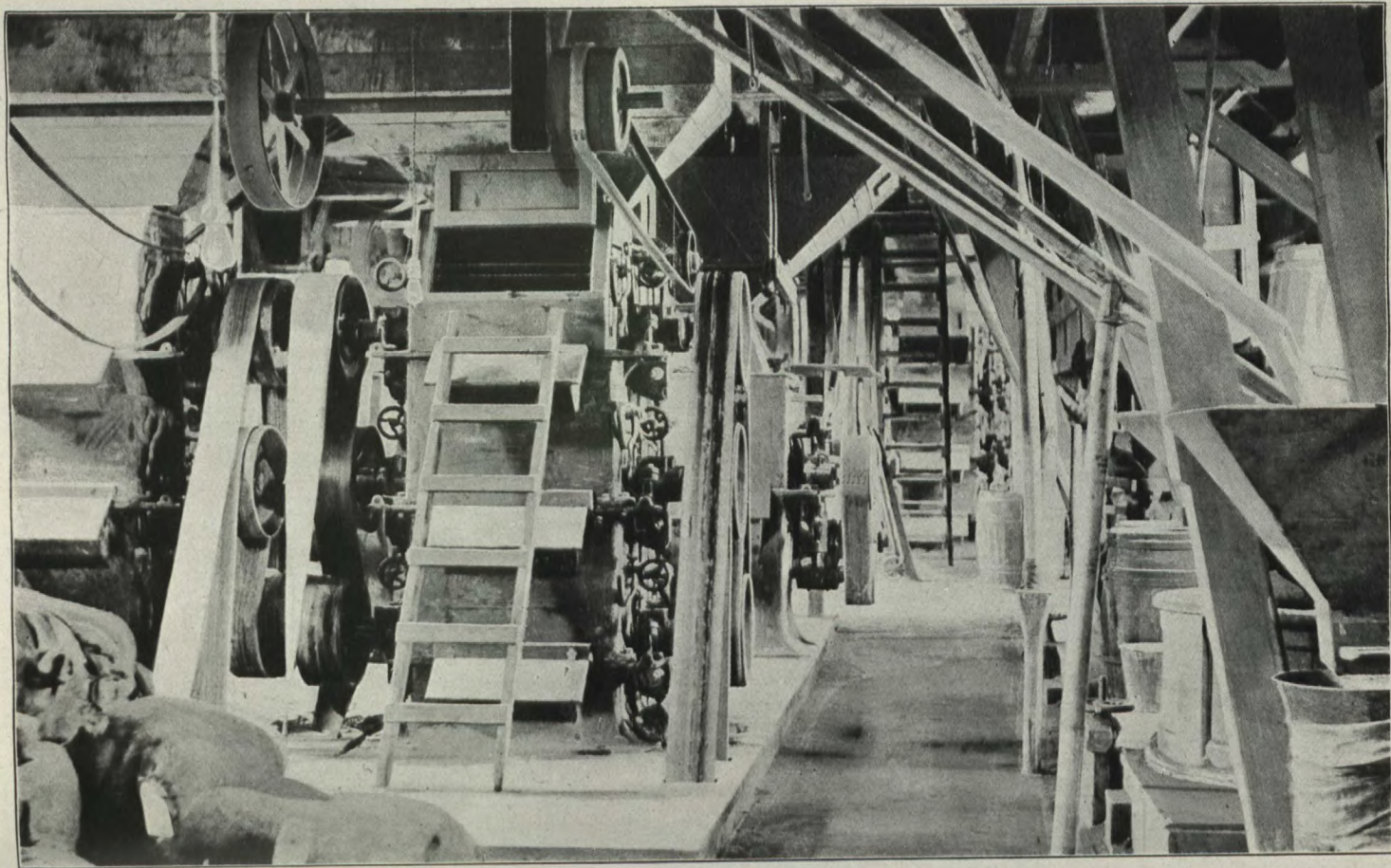
PLANCHE XXX.



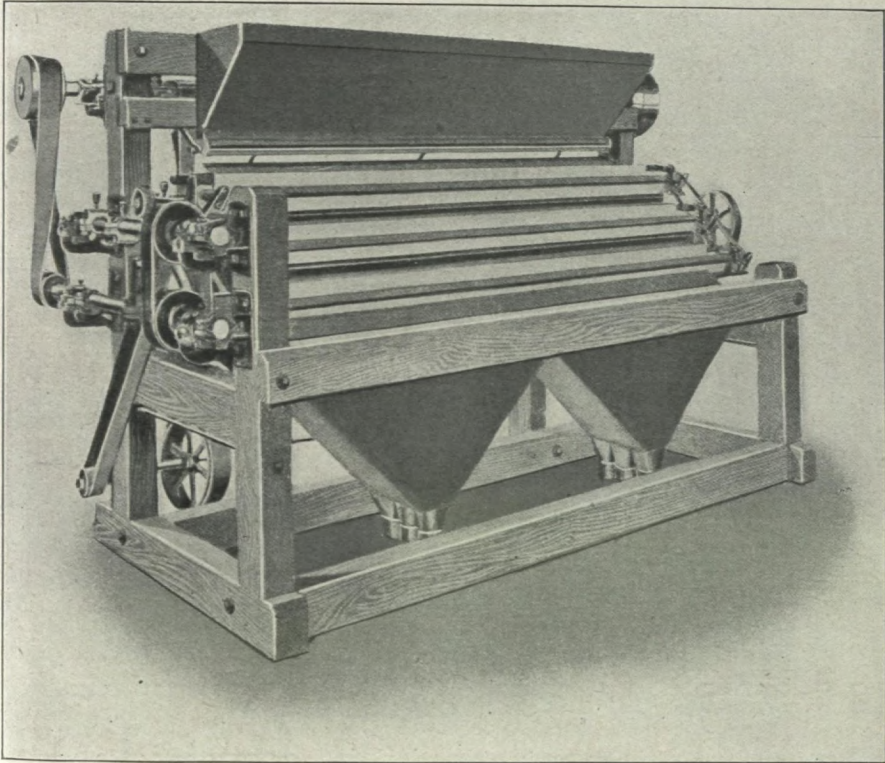
Concentration pneumatique Hooper. (Ticonderoga Machine Works, Ticonderoga, N.-Y.).



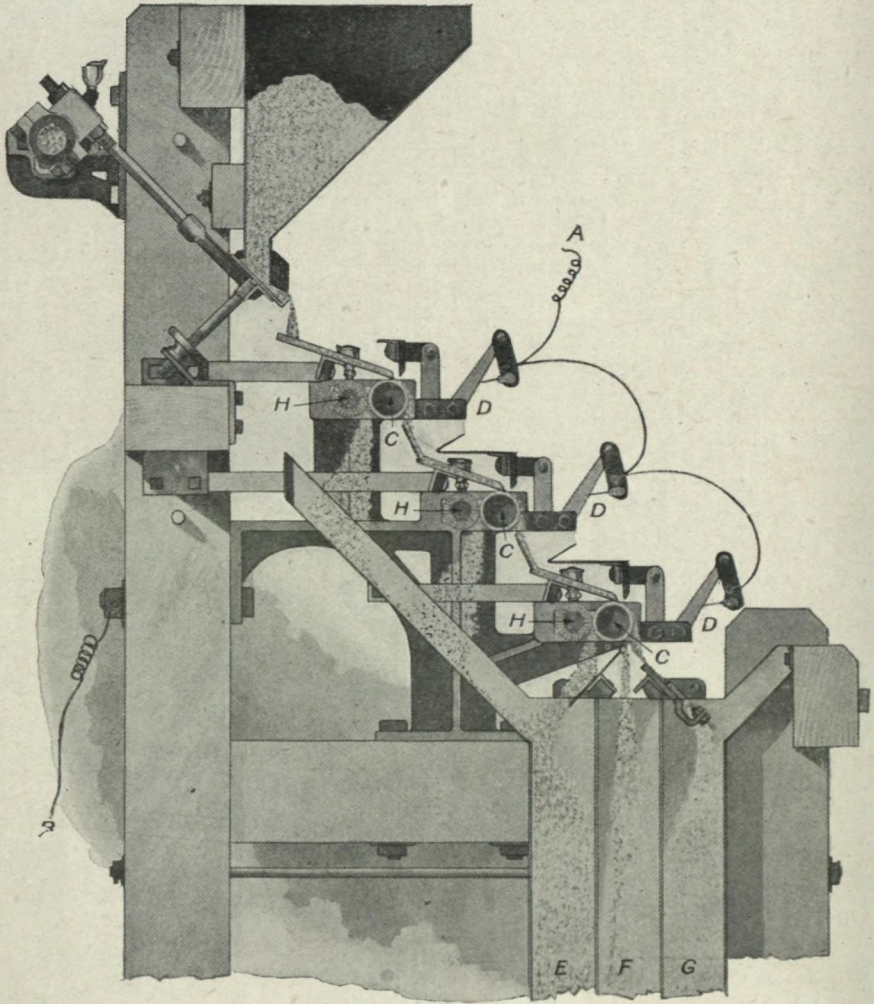
Types de cylindres utilisés dans les usines canadiennes employant le procédé de concentration à sec. (Wm. & J. G. Grey, Toronto, Ont.).



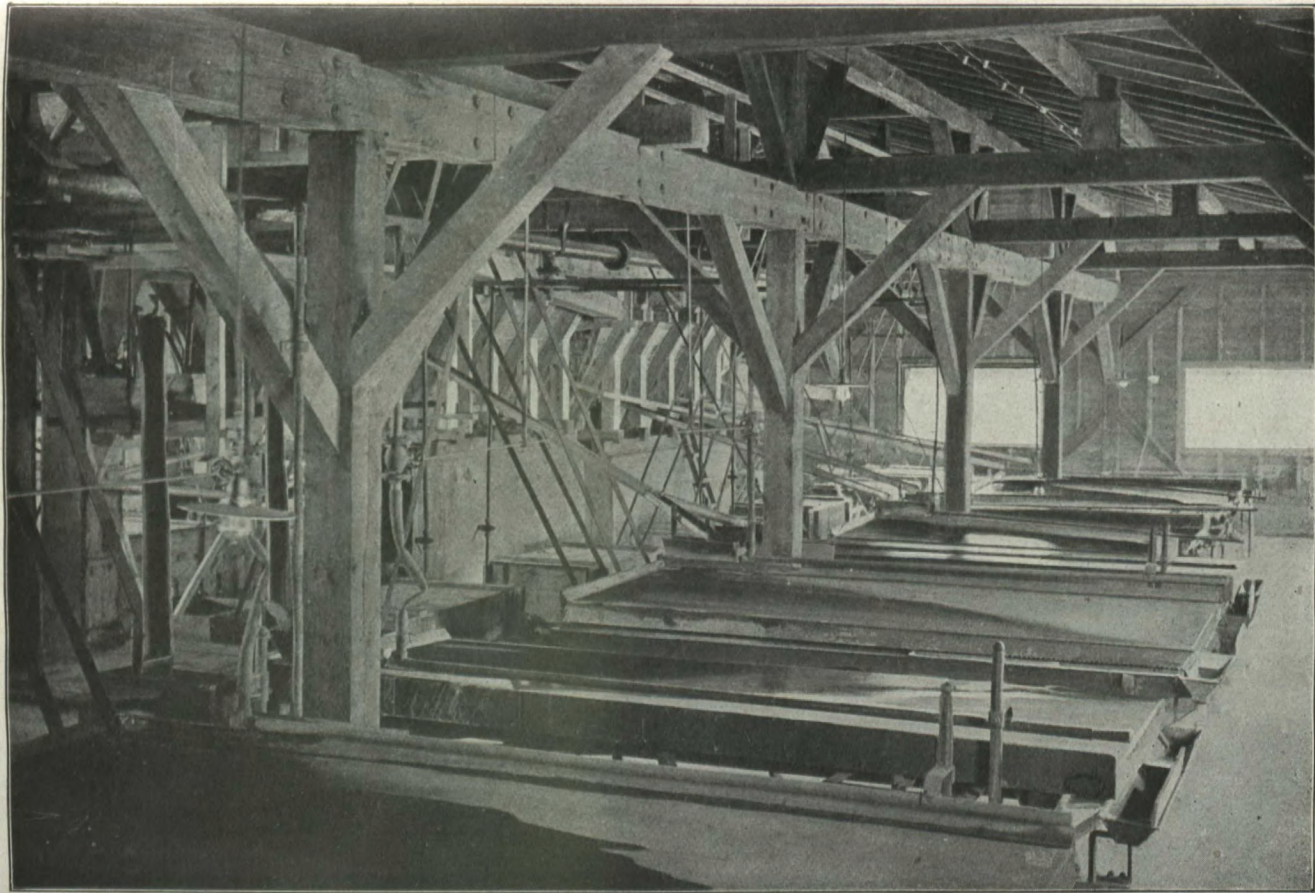
Installation de cylindres "King Bee" dans une usine du district de Buckingham, Qué.



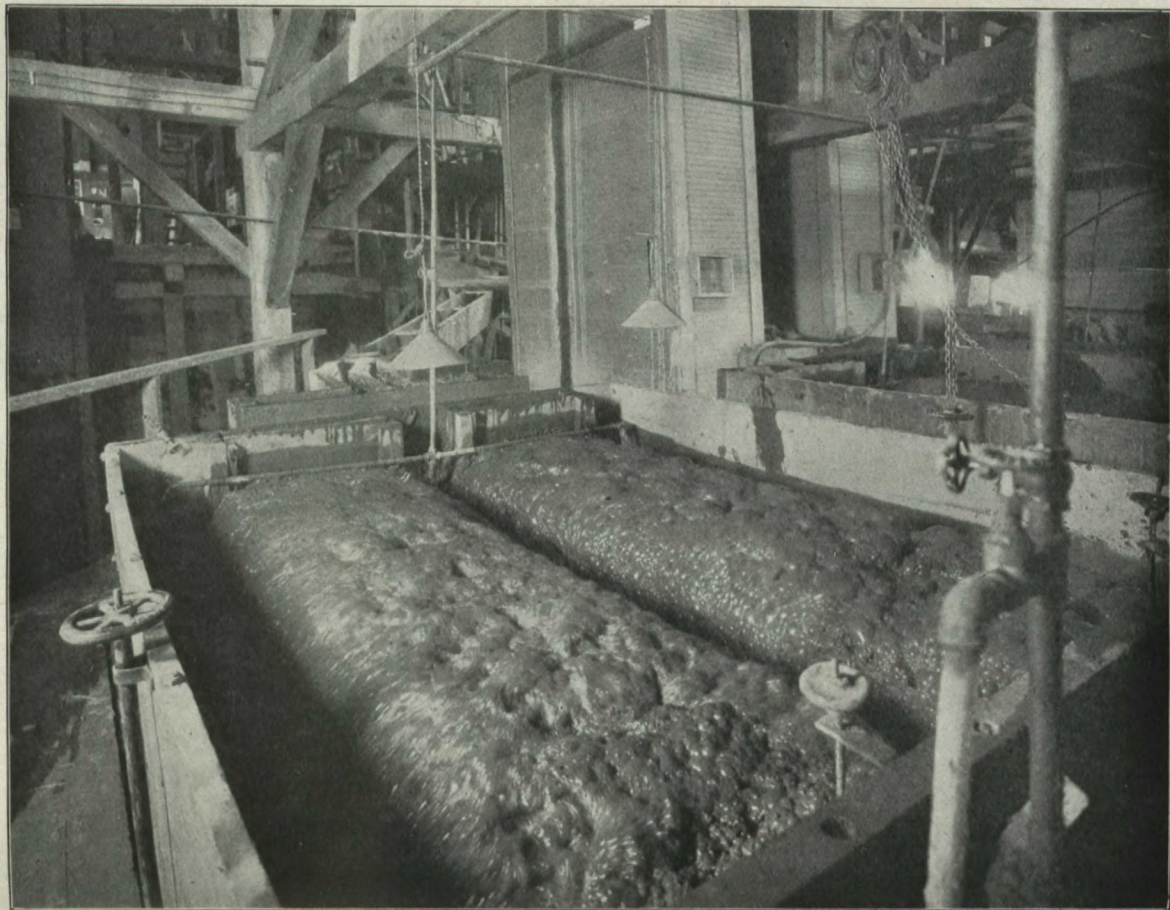
Séparateur diélectrique de Sutton, Steele, and Steele (Sutton, Steele and Steele, Dallas, Texas). La machine représentée a trois paires d'électrodes.



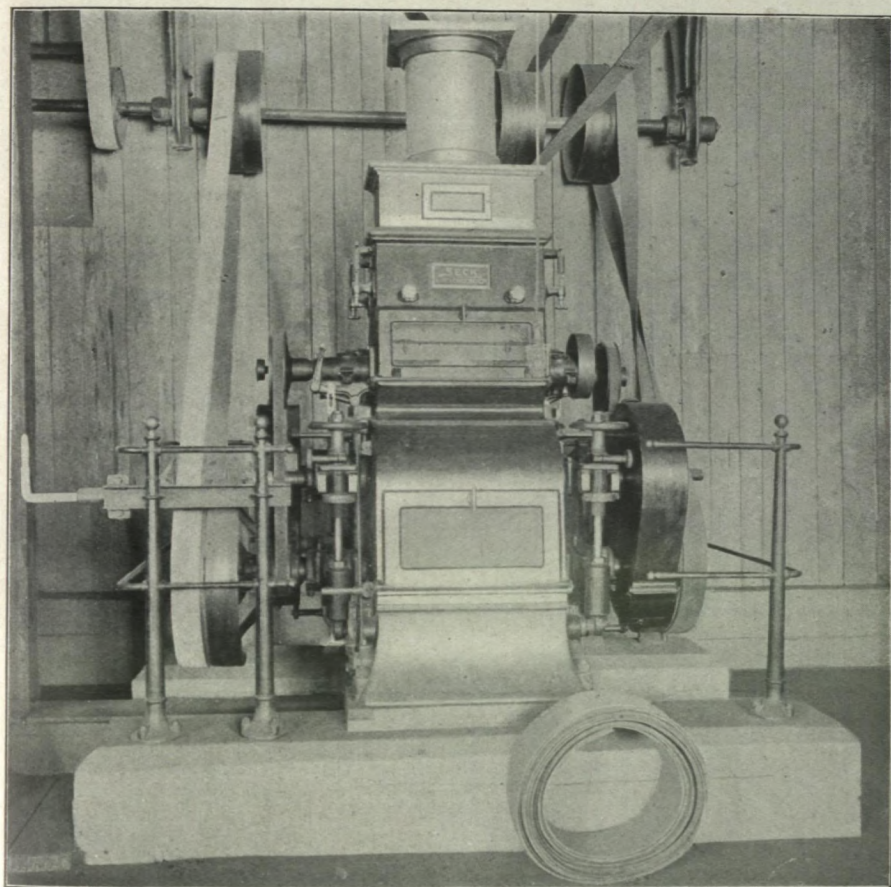
Détail du séparateur diélectrique Sutton, Steele and Steele. A, connection avec le générateur, B, connection avec la terre, C, électrode tournant, D, électrodes en aiguilles, E, tailings, G, concentrés, H, cylindre pour enlever les particules adhérant à l'électrode C.



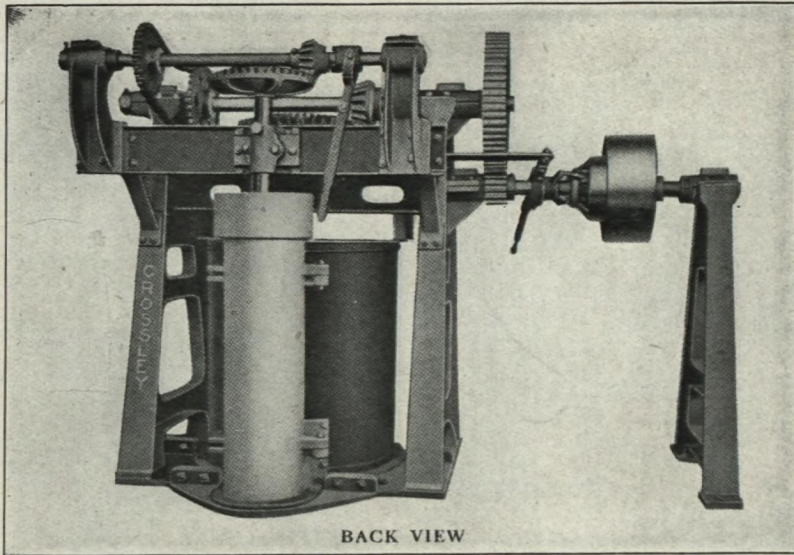
Partie d'une usine montrant les tables Krupp-Ferraris, tables de slimes et classificateurs hydrauliques, New Quebec Graphite Company, Buckingham, Qué.



Bacs pneumatiques de Callow en opération, laissant voir les concentrés qui passent par-dessus l'écume.

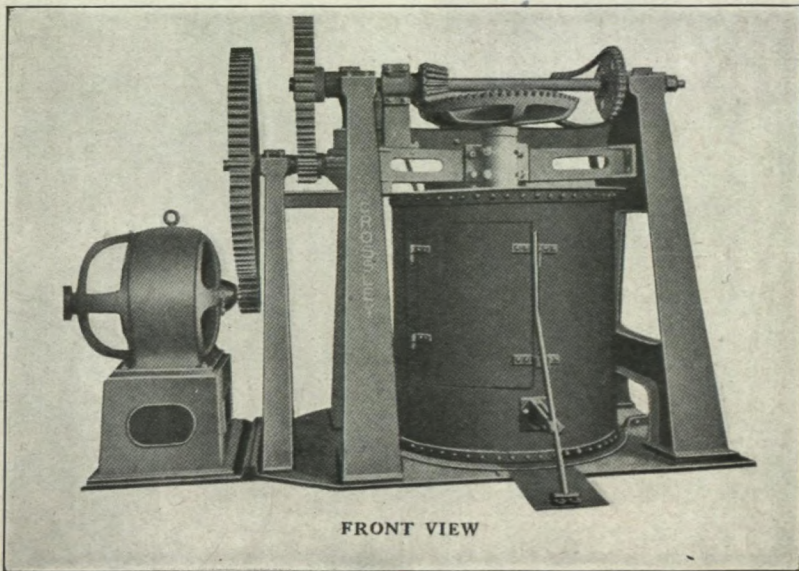


Cylindres à polir pour le finissage du graphite laminaire.
(Photo, New Quebec Graphite Company, Buckingham, Qué.)



BACK VIEW

Mélangeur disposé pour commande par courroie. Vue d'arrière.



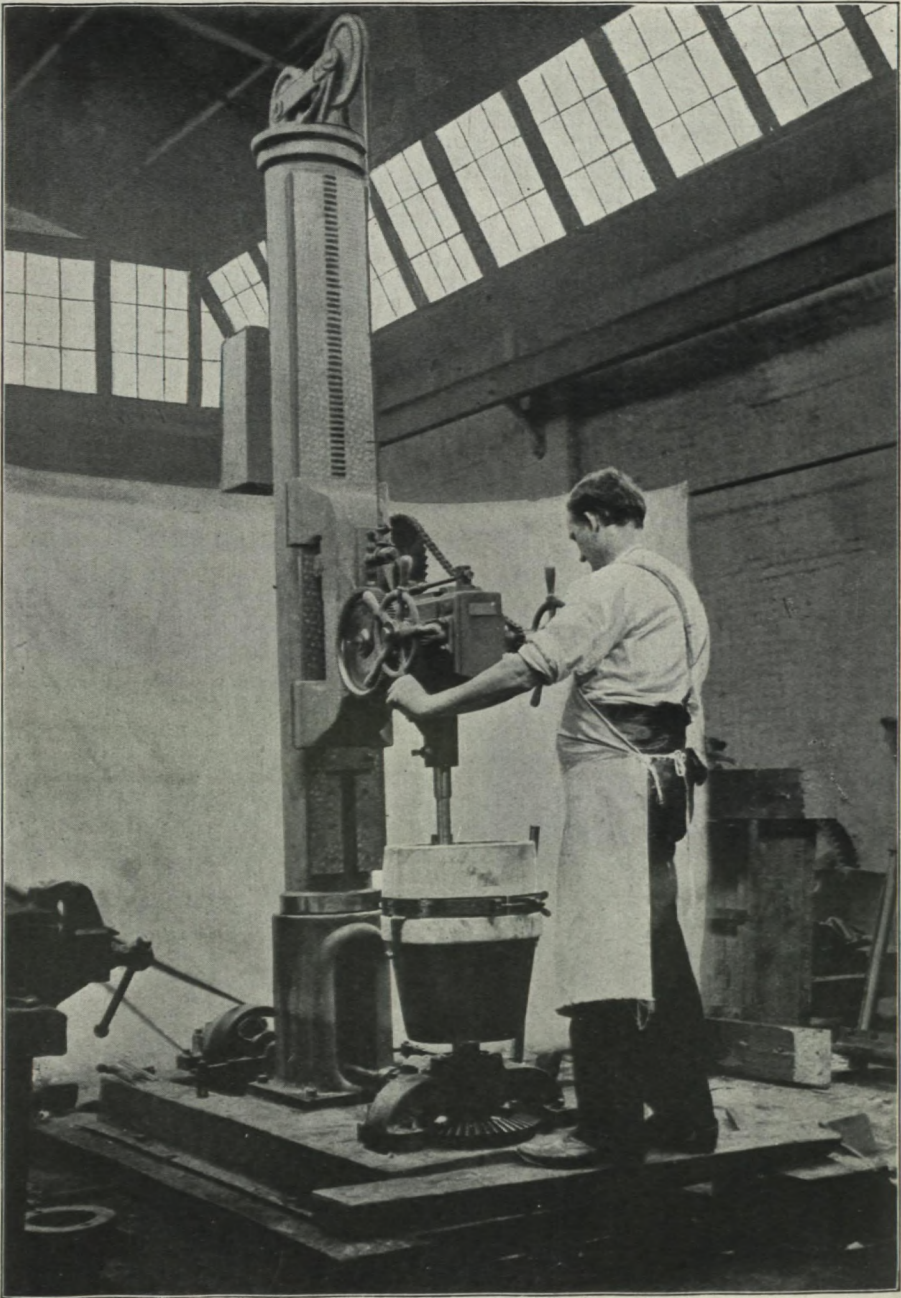
FRONT VIEW

Mélangeur disposé pour commande par moteur. Vue d'avant.

Machines à mélanger les pâtes à creuset. (Crossley Machine Company, Trenton, N.-J.) Le mélangeur représenté en haut a une capacité de $\frac{3}{4}$ de tonne et celui d'en bas de 2 tonnes $\frac{1}{2}$ par heure.



Machine "Pull-down and Jigger" servant à la fabrication des creusets. (Crossley Machine Company, Trenton, N.-J.). La gravure fait voir le profil d'un outil en position pour être abaissé dans le moule au moyen de la roue du côté droit. La roue de gauche sert à régler le mouvement de l'outil en sens horizontal, afin de presser l'argile contre la paroi du moule.



"Pull-down and Jigger" utilisé dans la fabrication des creusets (Crossley Machine Company, Trenton, N.-J.). Le profil de l'outil se voit ici abaissé dans le moule.

PLANCHE XLII.



Creusets une fois retirés des moules. (Crossley Machine Company, Trenton, N.-J.)

PLANCHE XLIII.

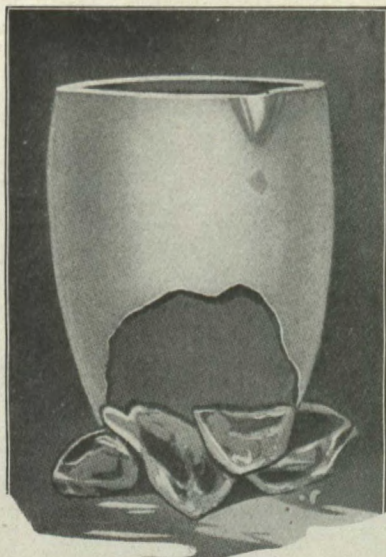


Modèles de creusets en usage dans la réduction des métaux non ferreux (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).

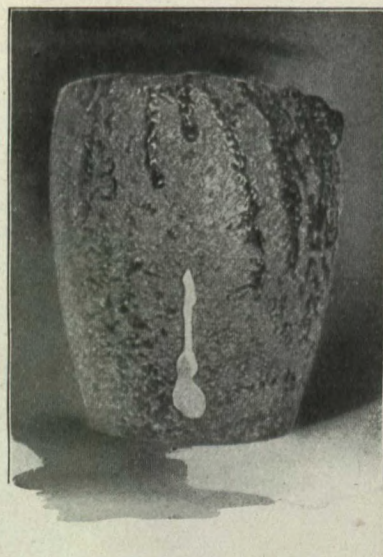
PLANCHE XLIV.



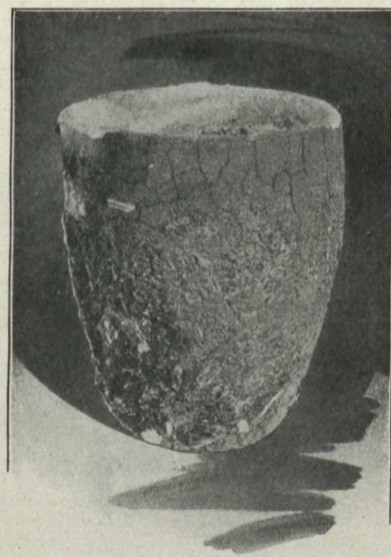
Modèles de creusets utilisés dans un four à bascule. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).



CREUSET SCALPÉ.



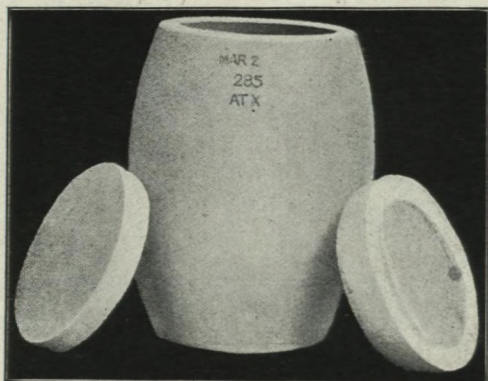
TROU D'ÉPINGLE OU FUITE.



FENTES D'ALLIGATOR.

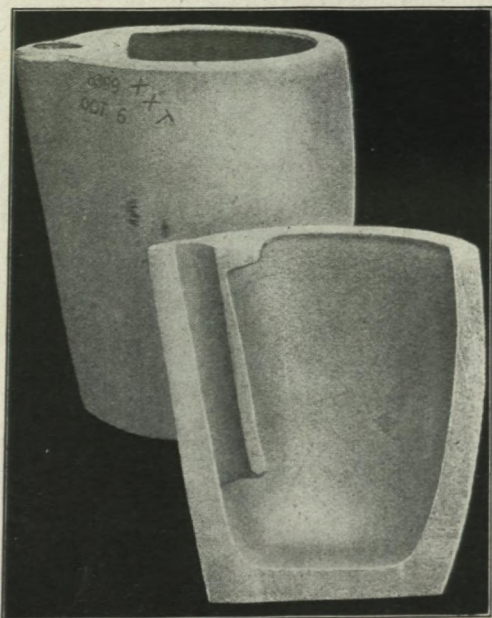
Défauts qui se développent dans les creusets par suite d'un usage maladroit. Les fentes dites "alligator" sont peut-être causées par des gaz sulfureux provenant de charbon ou de coke impur, ou par la combustion incomplète de l'huile ou du gaz combustible.

PLANCHE XLVI.

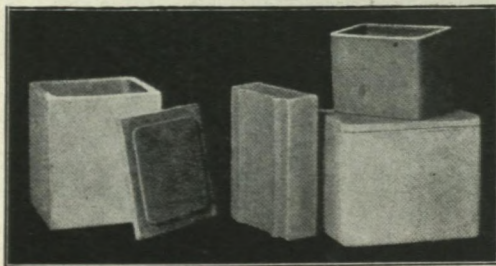
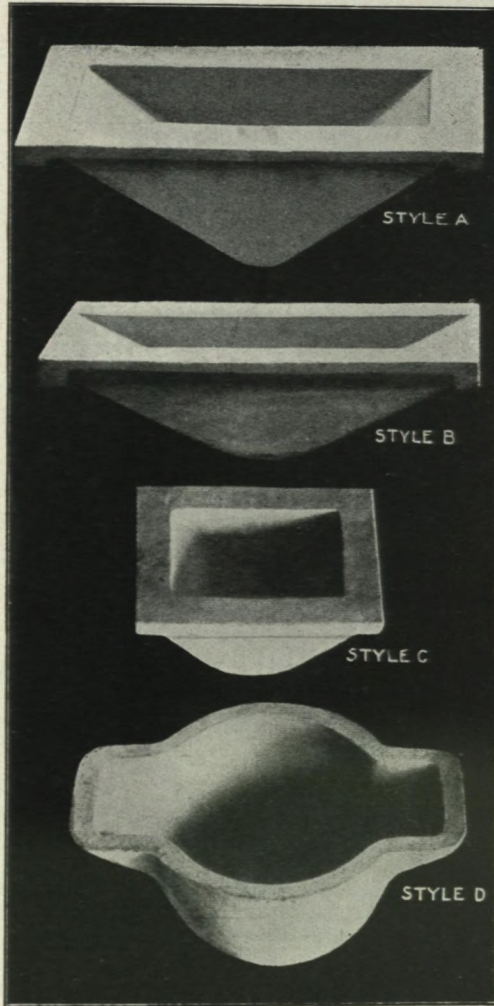


Modèles de creusets employés pour la réduction de l'acier. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).

PLANCHE XLVII.

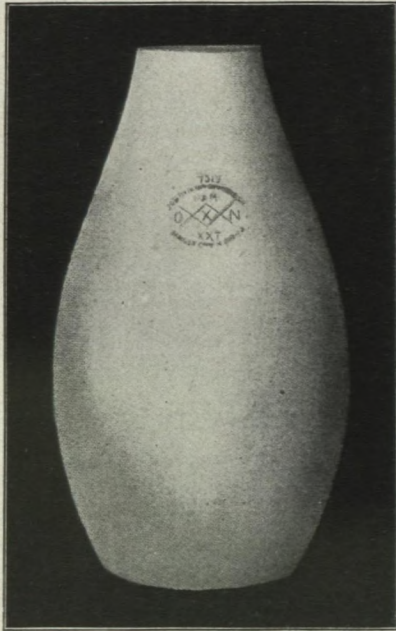


Creuset se vidant du fond pour empêcher le métal oxydé et autres impuretés de s'introduire dans les moulages. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).



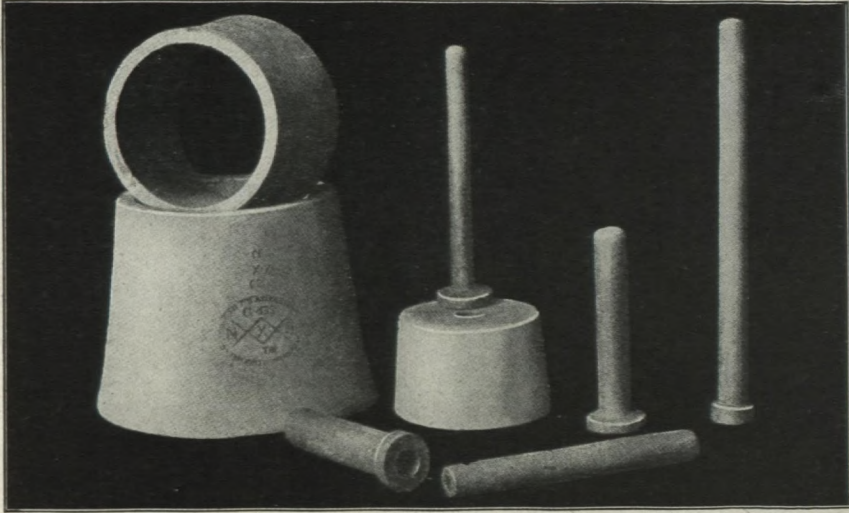
Creusets à braser pour le brasage par trempage. Au-dessous, boîtes en graphite, pour trempe de surface, carbonisation, etc. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).

PLANCHE XLIX.



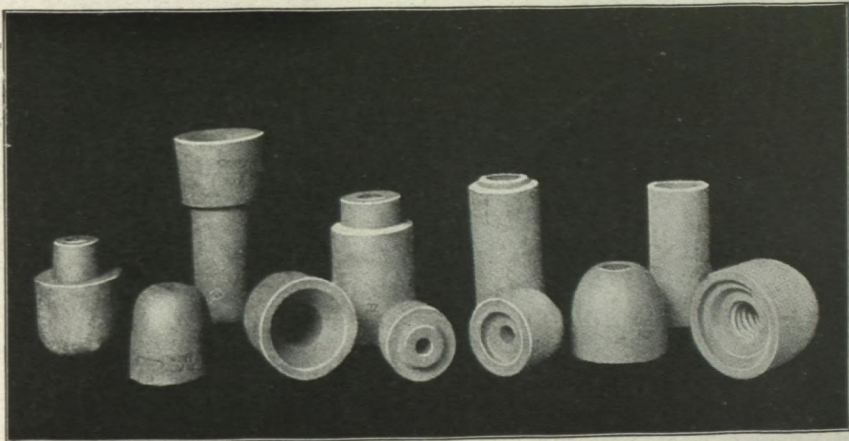
Modèle de cornue employée pour la réduction de l'or, de l'argent, du zinc, etc. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).

PLANCHE L.



Cheminées ou prolongements supérieurs pour augmenter la capacité des creusets et des cassettes de pyromètres. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).

PLANCHE LI.



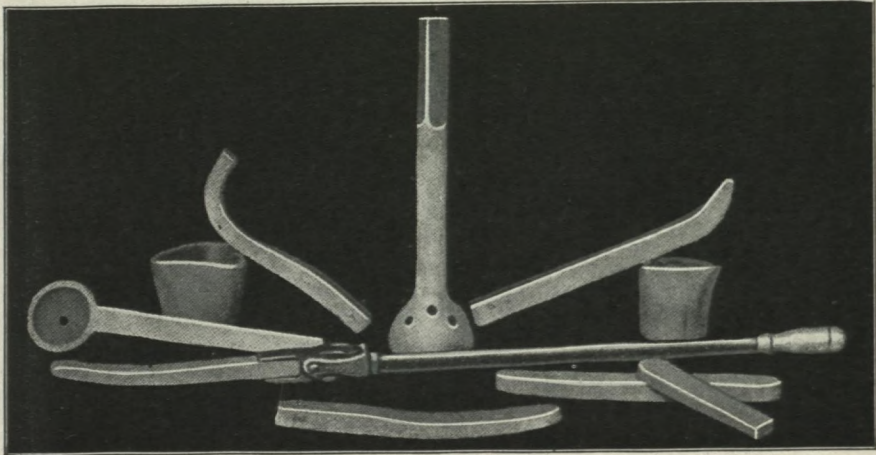
Modèles de bouchons et de tuyères en graphite pour poches de fondeurs. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).

PLANCHE LII.



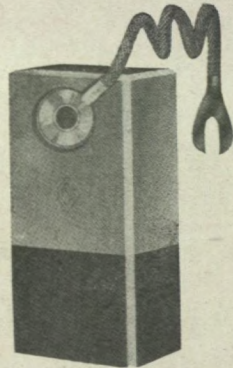
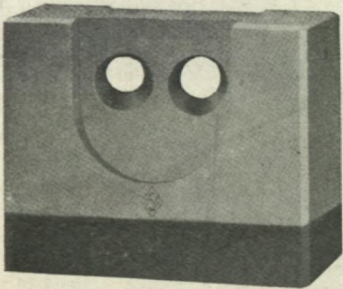
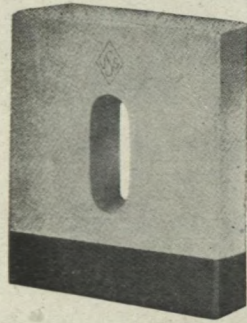
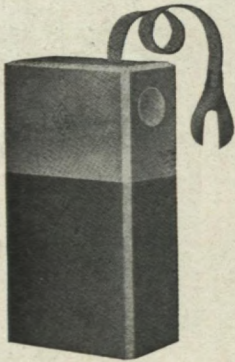
Modèles de phosphorisateurs usités dans la fabrication de bronze au phosphore. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).

PLANCHE LIII.

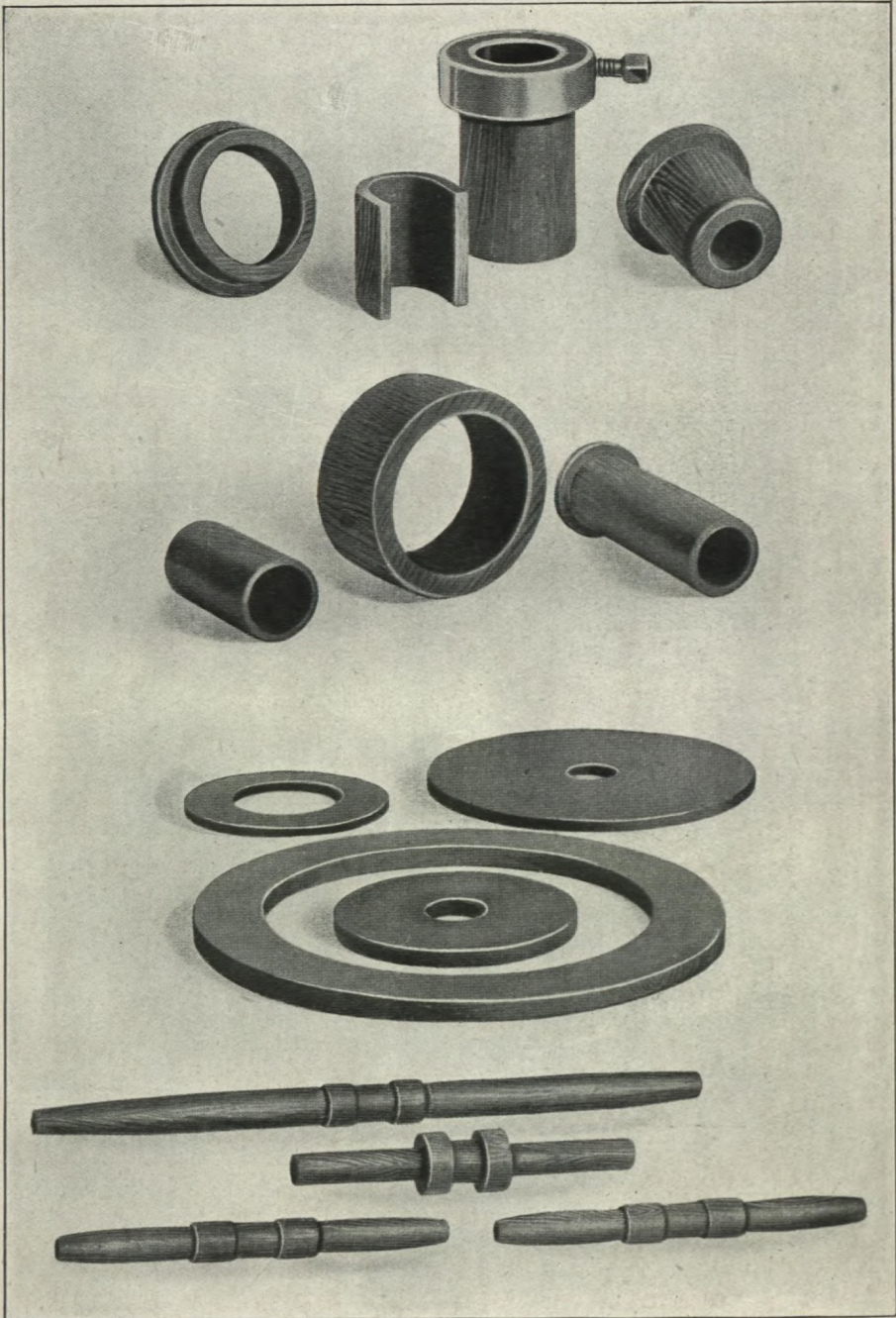


Modèles d'agitateurs, écumeurs et cuillères. (Joseph Dixon Crucible Company, Jersey City, N.-J.).

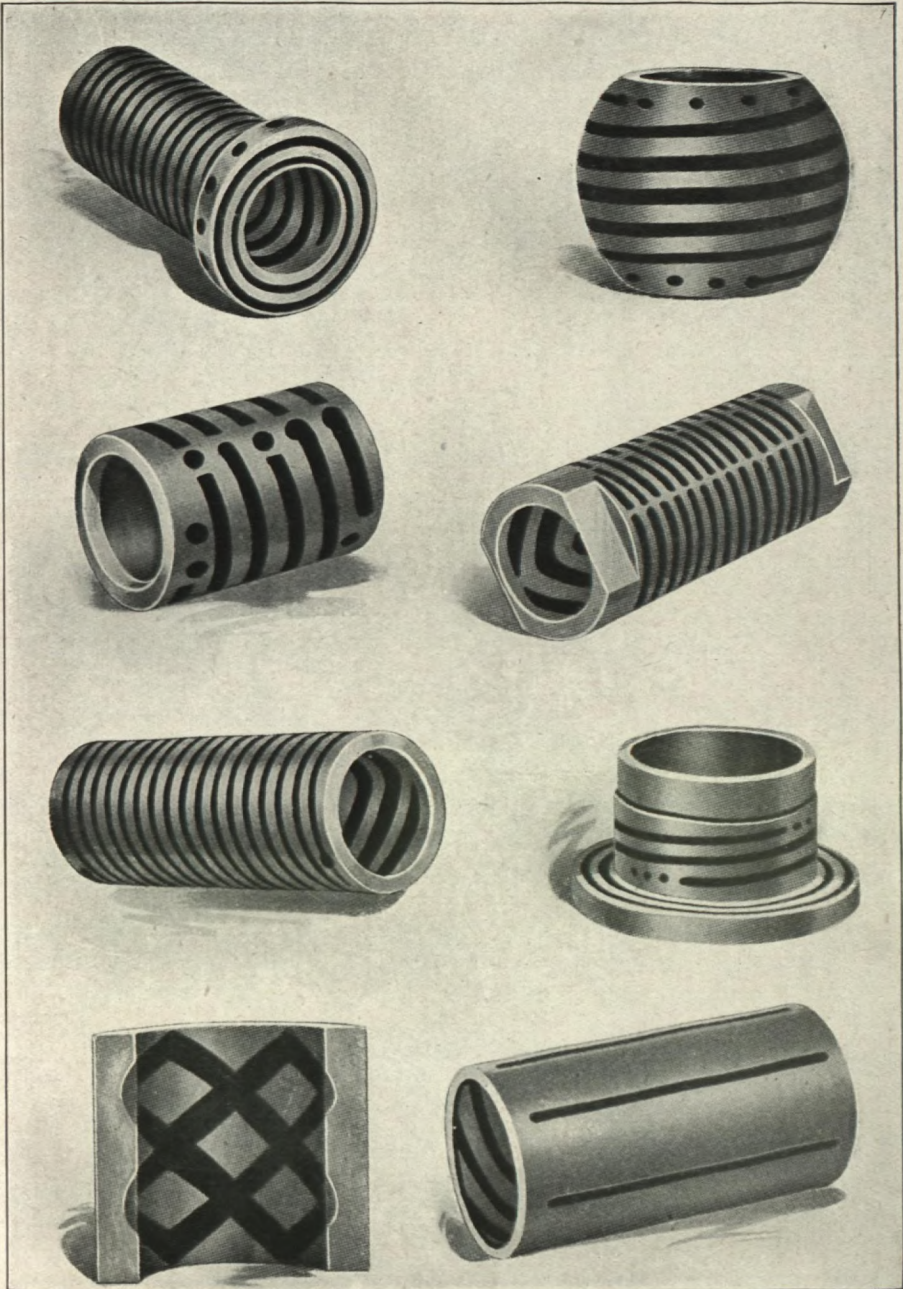
PLANCHE LIV.



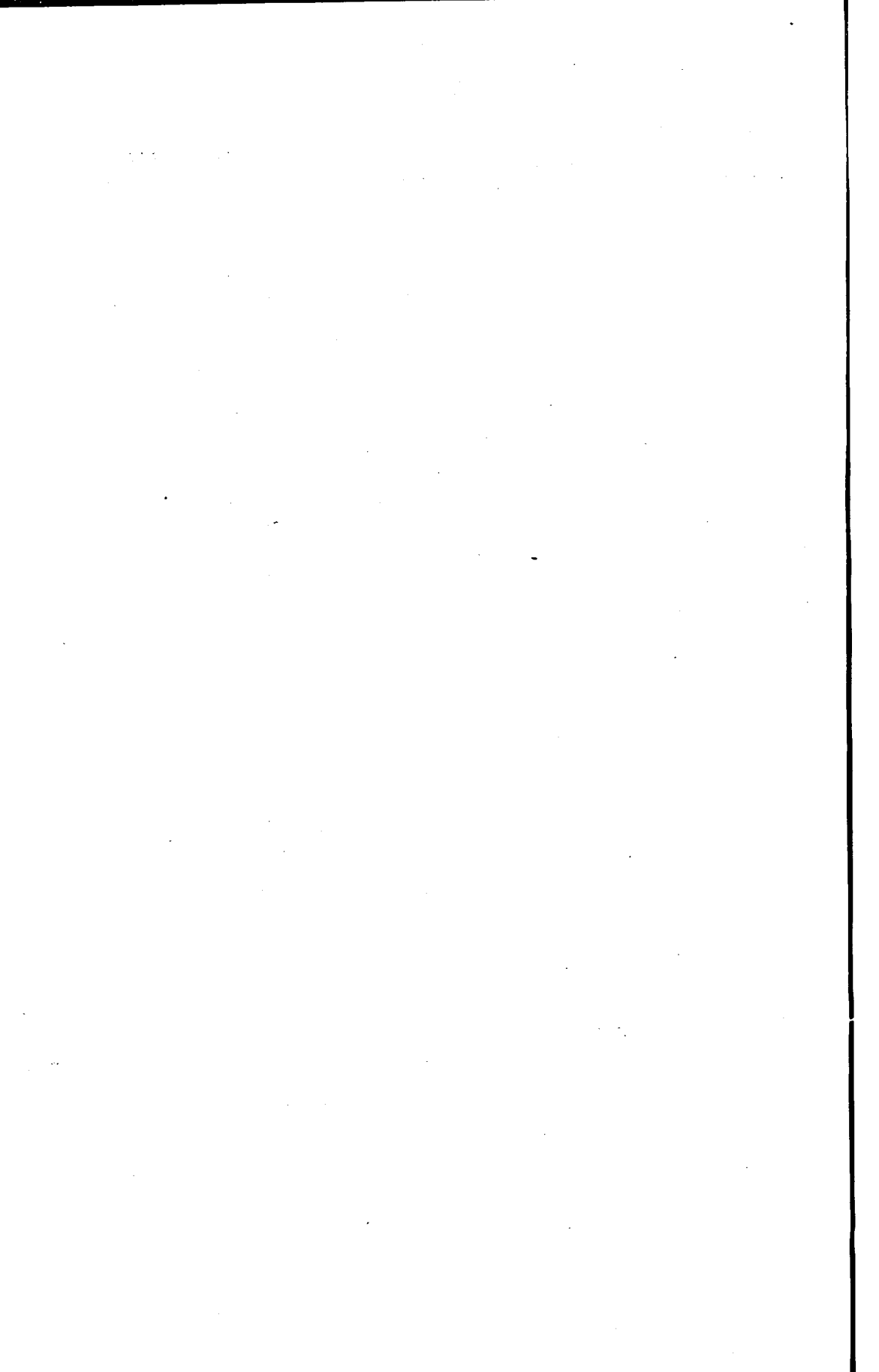
Modèles de balais commutateurs en graphite. (United States Graphite Company, Saginaw, Michigan).

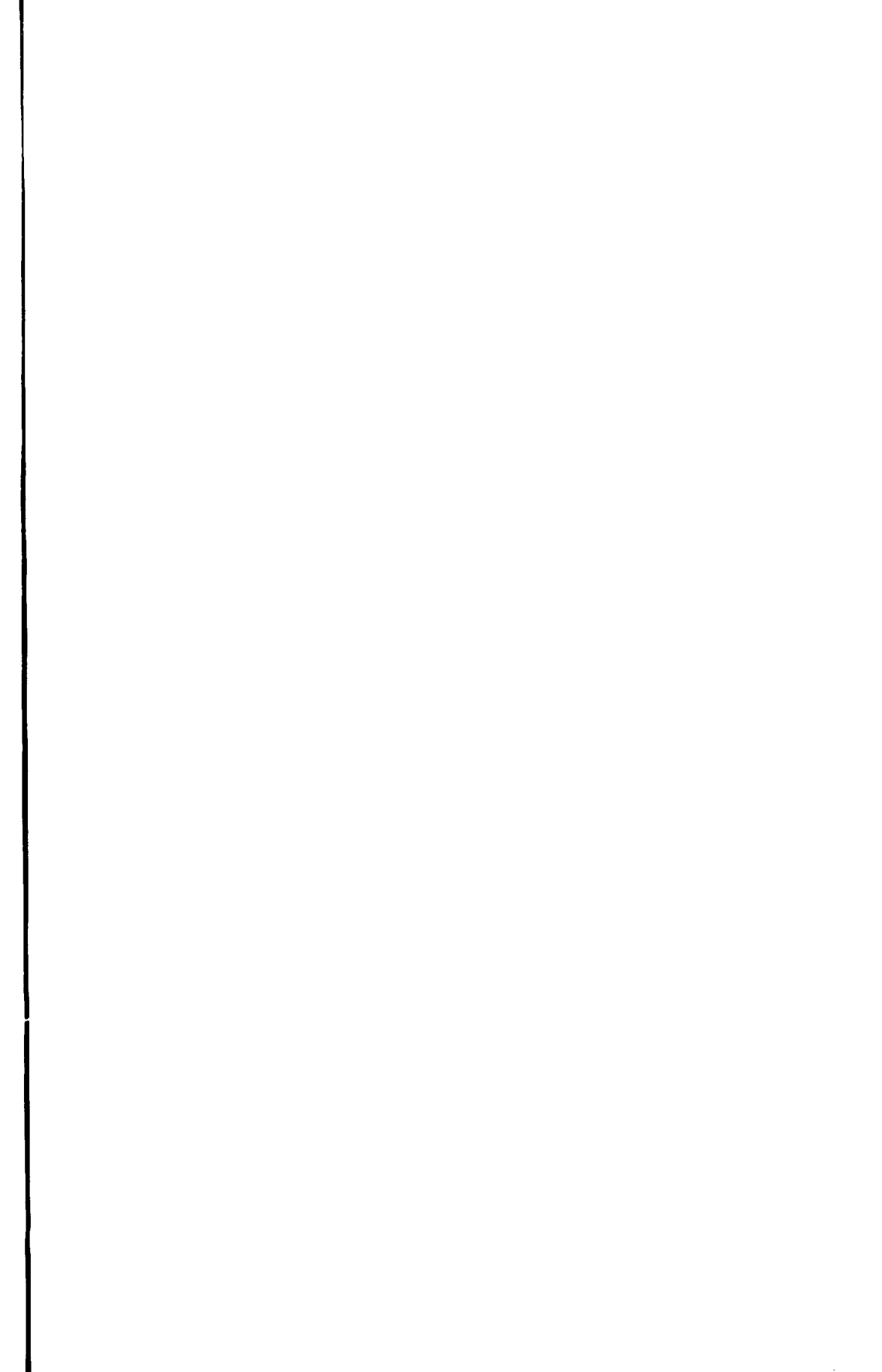


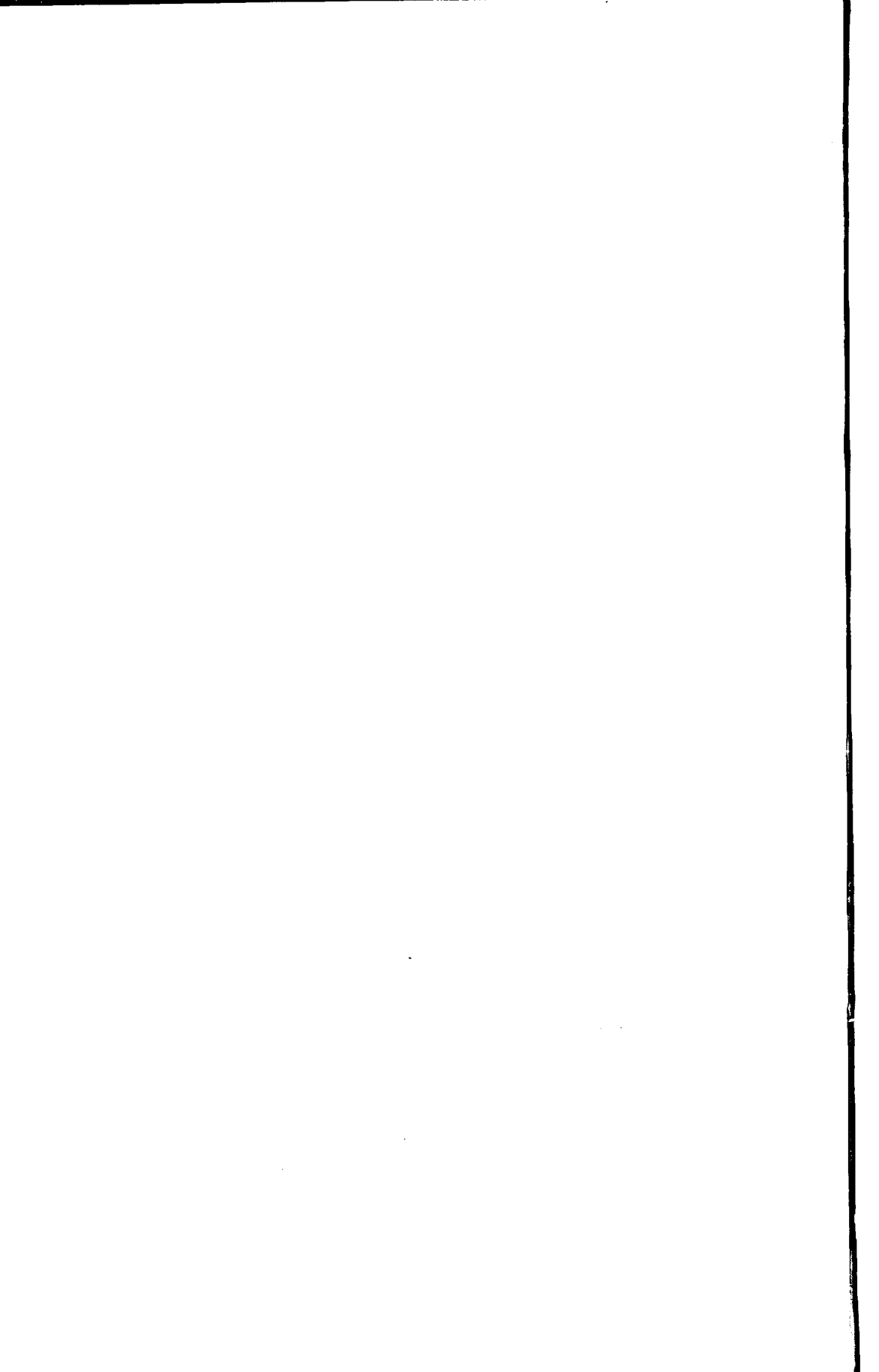
Modèles de coussinets et dagues Nigrum. (Bound Brook Oilless Bearings Company, Bound Brook, N.-J.). Les coussinets sont en bois dur imprégné d'un composé lubrifiant de graphite.



Modèles de coussinets sans huile, type Bound Brook. (Bound Brook Oilless Bearings Company, Bound Brook, N.-J.). Les coussinets sont moulés avec des sillons que l'on remplit ensuite par pression hydraulique avec une composition lubrifiante de graphite.







CANADA. MINES BR.

Report No. 512:

H.S. SPENCE: Le Graphite.

212p. 1921.

~~M. Ghislain Duchêne, Tel: (819)~~
~~STRATMIN GRAPHITE, 597 294~~
~~P.O. B. 60, Route 309,~~
~~Lac-des-Sacs, Qué.~~
~~1011 410~~ ~~July 8/91~~

