

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. P. E. BLONDIN, MINISTRE; R. G. McCONNELL, SOUS-MINISTRE.

DIVISION DES MINES
EUGÈNE HAANEL, DIRECTEUR.

**Rapport préliminaire sur les
sables bitumineux de
l'Alberta Nord**

PAR
S. C. ELLS.



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1916

N° 282

Lettre d'Envoi.

Dr. Eugène Haanel,
Directeur de la Division des Mines,
Ministère des Mines,
Ottawa.

Monsieur,—

J'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint un rapport
préliminaire sur les sables bitumineux de l'Alberta Nord.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur,
Votre obéissant serviteur,
(Signé) S. C. Ells.

Ottawa, 15 jan., 1914.

AVIS

Ce rapport a été publié primitivement en anglais dans l'année 1914:

MINISTÈRE DES MINE

HON. LOUIS CODERRE, MINISTRE; R. G. McCONNELL, SOUS-MINISTRE

Division Des Mines

EUGÈNE HAANEL, DIRECTEUR.

RAPPORT PRÉLIMINAIRE
SUR LES SABLES BITUMINEUX DE L'ALBERTA NORD

PAR
S. C. Ellis.

TABLE DES MATIÈRES.

	Page
Introduction.....	1
Objet du présent rapport.....	3
Description générale des dépôts.....	4
Horizon géologique des dépôts.....	5
Caractère général des dépôts.....	6
Subdivisions de la région des sables bitumineux.....	11
Section 1—	
Rapides Boiler à McMurray.....	13
Section 2—	
De McMurray à la limite nord des sables bitumineux sur la rivière Athabaska.....	14
Section 3—	
Différents tributaires, à l'est et à l'ouest de la rivière Athabaska.....	16
Horse Creek.....	18
Rivière Clearwater.....	21
Creek Hangingstone.....	22
Rivière Christina.....	24
Rivière Steepbank.....	26
Rivière Muskeg.....	28
Creek Pierre au Calumet.....	30
Rivière Firebag.....	30
Rivière Calumet.....	31
Rivière Tag.....	32
Rivière Moose.....	33
Rivière McKay.....	34
Ruisseaux secondaires.....	37
Appendice	
“ I. Classification des matières bitumineuses.....	39
“ II. Sables et grès bitumineux comme matériaux de pavage.....	41
“ III. Extraction du bitume des sables et des grès bitumineux.....	49
“ IV. Grès bitumineux aux États-Unis.....	53
“ V. Prospection des sables bitumineux.....	63
“ VI. Navigation, transport et communications.....	73
“ VII. Analyses et conclusions.....	77

ILLUSTRATIONS.

Photographies.

Planche	I. Grand Rapids, rivière Athabaska, montrant les grès de Grand Rapids et les effets de la dénudation différentielle.....	Fin.
“	II. Aspect typique, rivière Christina, faisant voir les effets de la dénudation différentielle et la configuration généralement accidentée du sol le long des ruisseaux tributaires.....	“
“	III. Affleurement typique des grès de Grand Rapids, à Grand Rapids, rivière Athabaska, montrant des concrétions sphériques.....	“

Planche		Page
	IV. Rivage typique, rivière Christina, à 14 milles de son embouchure, faisant voir les effets des éboulements d'argile.....	Fin.
"	V. Vue, montrant le caractère général de la vallée Athabaska, près des rapides Cascade.....	"
"	VI. Affleurement à l'ouest de la rivière Athabaska, juste au-dessus des rapides Crooked, montrant une formation stratifiée caractéristique d'une grande partie du sable bitumineux pauvre. Le manteau stérile actuel est très mince.....	"
"	VII. Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, juste au dessous des rapides Mountain.....	"
"	VIII. Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, aux rapides Crooked, montrant le clivage angulaire et l'usure propres aux dépôts de teneur faible du grès bitumineux.....	"
"	IX. Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, à $\frac{1}{2}$ mille en aval de l'embouchure de Pierre au Calumet...	"
"	X. Affleurement à l'ouest de la rivière Athabaska, au pied des rapides Crooked.....	"
"	XI. Affleurement à l'ouest de la rivière Athabaska, à deux milles au nord de la rivière Calumet, montrant le caractère général des affleurements stratifiés, plus secs et de basse teneur, du sable bitumineux.....	"
"	XII. Exemple typique d'un éboulement argileux.....	"
"	XIII. Affleurement à l'ouest de la rivière Athabaska.....	"
"	XIV. Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, à 43 milles au nord de McMurray.....	"
"	XV. Type de rivage en terrasses, rivière Athabaska.....	"
"	XVI. Affleurements à l'est de Horse Creek, à deux milles et $\frac{1}{2}$ de sa source.....	"
"	XVII. Affleurement au nord de la rivière Steepbank, à 2 milles de son embouchure, montrant des couches de sable bitumineux pauvre, superposées à des lits de calcaire dévonien bien stratifiés.....	"
"	XVIII. Affleurement typique de sable bitumineux sur la rive nord de Horse Creek, à $\frac{3}{4}$ de mille de sa source.	"
"	XIX. Affleurement à l'est du creek Hangingston, à 3 $\frac{1}{2}$ milles de sa source, montrant un affleurement de sable bitumineux sous un manteau stérile relativement léger.....	"
"	XX. Affleurement à l'ouest du creek Hangingstone, à 1 mille $\frac{1}{2}$ de sa source.....	"
"	XXI. Affleurement sur la rive nord-est de la rivière Christina, à 10 milles en amont de son embouchure....	"
"	XXII. Affleurement au nord de la rivière Steepbank, à environ 3 $\frac{1}{2}$ milles de son embouchure, montrant une formation massive typique et un clivage propre aux dépôts riches de sable bitumineux....	"
"	XXIII. Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, à 3 milles en aval de McMurray, montrant le mode de stratification propre à un grand nombre de dépôts pauvres de sable bitumineux.....	"

	Page
Planche XXIV. Affleurement au nord de la rivière Steepbank, à trois milles et un tiers de son embouchure, montrant une formation massive typique et un clivage propre à un grand nombre de dépôts riches de sable bitumineux.....	Fin.
" XXV. Affleurement sur la rive nord de la rivière Muskeg, à 5 milles de sa source, et environ 1 mille de la tête du portage.....	"
" XXVI. Affleurement au nord de la rivière Moose, à 8 milles de son embouchure, montrant une formation stratifiée, typique d'un grand nombre d'affleurements de sable bitumineux de basse teneur.....	"
" XXVII. Affleurement au nord de la rivière Moose, à 9 milles de son embouchure.....	"
" XXVIII. Coupe typique, rive nord de la rivière McKay, à 5 milles de son embouchure.....	"
" XXIX. Affleurement au sud de la rivière McKay, à $\frac{3}{4}$ de mille de son embouchure.....	"
" XXX. Affleurement de sable bitumineux, sous un mort-terrain mince, à l'ouest de la rivière Moose, à 6.7 milles de son embouchure.....	"
" XXXI. Affleurement de sable bitumineux à l'ouest du creek Hangingstone.....	"
" XXXII. Affleurement à l'ouest de la rivière Moose, à 5.6 milles de son embouchure; montrant du sable bitumineux sous un manteau stérile léger.....	"
" XXXIII. Affleurement à l'ouest de la rivière Moose, à 7.5 milles de son embouchure, faisant voir de faux lits de sable bitumineux; deux illustrations.....	"
" XXXIV. Affleurement, Horse Creek, à 1.8 et 2 milles de sa source. La vue du haut montre l'affleurement avec du sable bitumineux massif, de haute teneur, à sa base, et la vue du bas, un affleurement de matières stratifiées et de nulle valeur.....	"
" XXXV. Affleurement à l'ouest de Horse Creek, à 4 milles de sa source, montrant du sable bitumineux massif, sous un mort-terrain léger.....	"
" XXXVII. Affleurement à l'ouest du creek Hangingstone, à 2.6 milles de sa source, montrant le rebord inférieur du sable bitumineux massif, sous un manteau stérile léger.....	"
" XXXVIII. Affleurement à l'est de la rivière McKay, à 5.8 milles de son embouchure, montrant du sable bitumineux sous un manteau stérile léger.....	"
" XXXIX. Affleurement à l'ouest de la rivière McKay, à 8.6 milles de son embouchure, montrant une matière stratifiée de basse teneur superposée à du sable	"
" XL. Rive argileuse exposée, rivière McKay, à 26.1 milles de son embouchure.....	"
" XLI. Affleurement à l'ouest du Horse Creek, à 1.5 mille de sa source, montrant des restes de dépôts de sable bitumineux sous un mort-terrain mince.....	"
" XLII. Affleurement à l'est du Horse Creek, à 1.5 milles de sa source, montrant des restes de dépôts bitumineux de haute teneur sous un mince manteau stérile....	"

Planche XLIII.	Affleurement à l'ouest de la rivière Steepbank, à 5.6 milles de son embouchure, montrant un reste de dépôt sous un mince manteau stérile.	Fin.
" XLIV.	Affleurement à l'ouest de la rivière McKay, à 21.2 milles de son embouchure, montrant un reste de dépôt de sable bitumineux sous un mince manteau stérile.	"
" XLV.	Affleurement à l'est du Horse Creek, à 2.9 milles de sa source, montrant un reste de dépôt de sable bitumineux sous un mince manteau stérile.	"
" XLVI.	Affleurement à l'ouest du Horse Creek, à 4 milles de sa source, montrant un reste de dépôt de sable bitumineux massif sous un mince manteau stérile.	"
" XLVII.	Mine Rowe, Minnesota. Vue générale, montrant le dépouillement hydraulique du mort-terrain et le tuyau d'approvisionnement d'eau, le tuyau de décharge et le canon hydraulique.	"
" XLVIII.	Mine Rowe, Minnesota. Vue de la disposition générale du matériel pour l'enlèvement du mort-terrain par le déblaiement hydraulique.	"
" XLIX.	Déblaiement hydraulique à la Mine Rowe, Minnesota.	"
" L.	Modèle de carrière de grès bitumineux, exploitée par Wadsworth Stone & Paving Co., à Asphalt, Ky., U.S.A.	"
" LI.	Modèle de carrière de grès bitumineux, exploitée par la City Street Improvement Co., près Santa Cruz, Cal., U.S.A.	"
" LII.	Carrière de sable bitumineux mou, près de Carpinteria, Cal., U.S.A.	"
" LIII.	Vue générale d'une carrière de grès bitumineux, exploitée par la City Street Improvement Co., près Santa Cruz, Cal.	"
" LIV.	Appareil d'extraction; condensateur pour récupérer le dissolvant; pénétromètre et horloges mûs par l'électricité.	"
" LV.	Machine à ductilité électrique; type de four, Laboratoire de New-York; flacon et condenseur pour distillation.	"

Dessins.

Figures 1 et 2.	Coupe schématique, est à ouest, McMurray.	16
Figure 3.	Section géologique—Rivière Athabaska.	8
" 4.	Disposition de la tarière pour forage des sables bitumineux.	64
" 5.	Modèle du foret "En baratte".	68

Carte.

N° 284.	Une partie de l'Alberta-Nord, faisant voir la position des affleurements de sables bitumineux.	En pochette
---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------

LES SABLES BITUMINEUX DE L'ALBERTA-NORD.

INTRODUCTION.

L'exploration de l'Alberta-Nord date de l'arrivée des trafiquants de fourrures, en 1778. Dans la suite, d'autres explorateurs, personnes privées ou envoyés officiels, ont fait le tracé de diverses parties de la contrée, et ont fait rapport de sa configuration physique et de ses ressources naturelles.¹

Nos connaissances actuelles de la géologie de l'Alberta-Nord reposent, en grande partie, sur les travaux du Dr Selwyn,² du Dr Dawson,³ du Dr Robert Bell⁴ et de R. G. McConnell⁵. Le rapport de M. McConnell, publié en 1893, est encore aujourd'hui la description la plus complète, que nous ayons, de la configuration géologique générale et du caractère de la majeure partie de la contrée située entre les rivières de la Paix et Athabaska.

Tandis, toutefois, que nous connaissons la géologie superficielle de l'Alberta-Nord, nous n'avons que bien peu de renseignements précis, officiels ou autres, concernant l'étendue et la valeur actuelles des ressources minérales de cette région. Mais, malgré le défaut d'exploration systématique et de prospection, rendue difficile, dans le passé, par l'absence de communications faciles, l'existence de dépôts de sables et de grès bitumineux était connue depuis longtemps. Et quand, dans un avenir prochain, le chemin de fer proposé, Alberta et Great Railways, sera terminé, l'on

¹ Harman, W. D. Journal de Voyages et d'Exploration dans l'intérieur de l'Amérique du Nord, 1820.

Taché, A. A. Esquisse du Nord Ouest de l'Amérique, 1870.

Ogilvie, Wm. Rapport sur les rivières Athabaska et de la Paix, 1884.

Rapports de Comités choisis par le Sénat, pour s'enquérir des ressources du bassin de Mackenzie, 1888-1891.

Fawcett, T. Visite d'exploration des rivières Athabaska et Churchill, 1889.

Terre fertile du Nord Canadien. Rapport du Comité du Sénat, 1907.

Preble, E. A. Faune du Nord d'Amérique, n° 27; Région Athabaska-Mackenzie, 1908.

Crean, F. J. Rapport d'exploration, 1908-1909, publié par le Ministère de l'Intérieur.

Ponton, A. W. Levé du Cinquième Méridien, du township 77 au township 107, 1909.

² Rapport d'une exploration en Colombie Britannique, par A. R. C. Selwyn, G.S.C., 1875.

³ Rapport sur la partie-nord de la Colombie Britannique et de la région de la rivière de la Paix, par M. Dawson, G.S.C., 1879.

⁴ Rapport sur une partie du bassin de la rivière Athabaska, par Robert Bell, G.S.C., 1885.

⁵ Rapport sur une partie du District d'Athabaska, par R. C. McConnell, G.S.C., 1893.

croit fermement que le plus grand obstacle à l'exploitation des ressources naturelles, minérales et autres, de la région aura disparu.

En raison de l'étendue considérable de ces dépôts et d'une exploration quelque peu écourtée, ce rapport sur les sables bitumineux du district McMurray¹ ne doit être considéré que comme une série de notes de reconnaissance rapide. Il est donc possible que des études plus longues et plus suivies puissent apporter quelques modifications aux vues exprimées ici. Nous espérons, toutefois, que nos aperçus auront une certaine utilité, non seulement comme moyen d'arriver à certaines conclusions déjà formulées, mais comme point de départ de recherches plus élaborées.

En attendant, l'auteur n'a pas l'intention d'entreprendre d'énumérer ou de reproduire la somme des données diverses qui ont trait aux différentes méthodes reconnues et approuvées pour la construction des chemins, opérations industrielles, et procédés de laboratoire. L'on trouvera un exposé complet de ces études techniques dans une bibliographie volumineuse, dont nous donnons ci-dessous une liste choisie, de même que dans un grand nombre de communiqués aux revues scientifiques et dans les procès-verbaux de diverses sociétés.

BIBLIOGRAPHIE.

- Quoiqu'il soit possible de ne donner ici qu'une liste très sommaire, on peut noter les ouvrages suivants:—
- Operations of Engineering Dept., Washington, D.C., 1898-1913.
 - Dust Preventatives and Road Binders. Hubbard. Pub. par Wiley and Sons, N.Y.
 - Street Pavements and Paving Materials. G. W. Tillson. Pub. par Wiley and Sons, N.Y.
 - Die Asphalt und Teerindustrie. Van Wilhelm Friese.
 - Les Bitumes, par Phillippe Narcy. Pub. by P. Ving, Dunod et Cie, Paris, 1898.
 - Natural Rock Asphalts and Bitumens. Arthur Danby. (D. Van Nostrand and Co., N.Y.)
 - Engler-Hofer-Das Erdol, published by S. Herzil, Leipzig.
 - Asphalt and Petroleum in Oklahoma. Hutchison, 1911. (Issued by the State Bureau of Geology at Norman, Okla.)
 - Chemie und Technologie der Natürlichen and Kunstlechen Asphalte. Dr. Hoppint Kolher.

¹ La région, que nous appelons ici, pour commodité, le district McMurray, est arbitrairement placée entre le 110° et le 113° de longitude ouest, et le 56° 30' et le 58° de latitude nord. Tous les affleurements de sable bitumineux, dans cette région, sont en-deça d'un rayon de 60 milles de McMurray.

- Petroleum and Asphalt in Ungarn by Dr. Theodor Rosewitz. Pub. by Buchdruckerie des Franklin-Vereins, Budapest, 1907.
- Roads and Pavements, by I. O. Baker. Pub. by John Wiley and Sons.
- Solid Bitumens. S. F. Peckham.
- Art of Roadmaking. H. Frost. Pub. by Constable and Co., N.Y.
- Highway Construction, by A. T. Byrne. Pub. by John Wiley and Sons.
- Road Preservation and Dust Prevention, by W. P. Judson. Pub. by the Engineering News Publishing Co., N.Y.
- Asphalt Construction, by C. Richardson, N.Y.
- The Modern Asphalt Pavement, by C. Richardson. Pub. by John Wiley and Sons, N.Y.
- Preliminary Report on the Rock Asphalt, Asphaltite, Petroleum and Natural Gas in Oklahoma. Oklahoma Geol. Sur. Bull. No. 2.
- Preliminary Report on the Road Materials and Road Conditions of Oklahoma, Oklahoma Geol. Sur. Bull. No. 8.
- Gladwell System for using bituminous sand.
- Mineral Industry—Vols. III to XXI.
- Thirteenth Report State Mineralogist, California State Mining Bureau.

Actuellement, la valeur commerciale de certaines classes de sables et de grès bitumineux¹ dépend entièrement de leur emploi à l'état plus ou moins brut, dans la construction et le revêtement de surface de certains genres de routes et de pavages.² La possibilité d'extraire industriellement le bitume qu'ils renferment et la question de la séparation possible des produits accessoires n'entrent pas dans ce rapport.³

OBJET DU PRÉSENT RAPPORT.

Les sables bitumineux de l'Alberta, communément appelés jusqu'ici "sables à goudron," affleurent à différents endroits le long de la rivière Athabaska et de ses affluents, sur un parcours de plusieurs milles au nord et au sud de McMurray⁴. Quelques uns de ces affleurements indiquent des fragments d'un dépôt qui devrait avoir une valeur commerciale, mais il est également

¹ Appendice IV.

² Appendice II.

³ Appendice III.

⁴ A part les dépôts de sables bitumineux du district McMurray, d'autres gisements ont été découverts dans la Province de l'Alberta, près de Bonnie Glen (N.W. $\frac{1}{4}$, Sec. 14, tp. 47, R. 27W, du 4^{ème} Méridien); Nakamun (N.E. $\frac{1}{4}$ sec. 28, tp. 56, R. 2W, du 5^{ème} Méridien); Legal (Sec. 28 et 32, tp. 57, R. 25W, du 4^{ème} Méridien); Westlock (S. E. $\frac{1}{4}$ Sec. 5, tp. 60, R. 26W, du 4^{ème} Méridien), et ailleurs. Dans aucune de ces localités l'on a trouvé du sable bitumineux en quantité exploitable, quoiqu'il soit juste de dire qu'on n'a entrepris jusqu'ici aucun travail sérieux de prospection. Cependant, les dépôts sont tellement situés, que l'on pourrait à peu de frais déterminer leur valeur commerciale.

Nous les mentionnons ici, maintenant, simplement comme étant d'accès facile et comme exemples typiques d'un genre de dépôts qui semble couvrir une étendue assez considérable. L'auteur croit qu'ils ne sont pas "en place," et qu'ils sont, par conséquent, d'étendue limitée. Il en est arrivé à cette conclusion après avoir examiné avec soin les indices imparfaits qu'il a pu obtenir aux divers endroits mentionnés.

vrai qu'une très grande partie de la superficie qui repose sur des sables bitumineux ne saurait être considérée comme ayant présentement une importance économique (planches VI, X, XI XVII, XXIII, XXVI, XXVII). Dans plusieurs cas, nous avons pu éliminer entièrement certains affleurements de toute considération ultérieure: mais, pour des raisons indiquées ailleurs, il n'est pas facile, actuellement, d'affirmer avec certitude que certains autres dépôts auront une valeur commerciale. Les opinions que nous exprimons ici au sujet des affleurements, non moins que de l'épaisseur présumée des couches et du manteau stérile, sont nécessairement basées seulement sur des indications actuelles de surface, car, comme il est dit ailleurs, seul un déblaiement étendu et une exploration systématique peuvent rendre possibles des données exactes.

Le gisement de Egg Lake (Legal) est décrit par Tyrrell¹ comme étant des veines minces dans de l'argile post-glaciaire et dans un lit de sable post-glaciaire. Le Dr Dawson, à la page 30A du même rapport, dit que le lit de grès, saturé de bitume, a montré, au sondage, une profondeur de huit pouces seulement, et il est porté à croire que les couches de roches sousjacentes aux dépôts glaciaires et post-glaciaires portent une légère fissure par laquelle le bitume des roches crétacées, enfouies à de grandes profondeurs, a réussi à se créer un passage jusqu'aux dépôts de surface.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DES DÉPÔTS.

Jusqu'ici, l'on n'a entrepris aucun travail de déblaiement, ni aucun essai de "reconnaissance" sur les affleurements de sables bitumineux du district McMurray. Par conséquent, dans ce rapport préliminaire, il serait imprudent de risquer une opinion définitive concernant la valeur relative des divers affleurements. De simples déterminations faites, d'ordinaire, sur des sections verticales imparfaites, à moins d'être complétées par des cartes topographiques adjointes, ne peuvent fournir beaucoup de renseignements. Cependant, en indiquant les déterminations faites sur un nombre de sections, on essaie de mettre en lumière certains aspects communs de plusieurs des affleurements. On croit,

¹ Rapport du Geological Survey, Vol. XI, p. 29A.

toutefois, que, grâce aux connaissances déjà acquises, on pourra se faire une idée de la valeur relative des différentes localités mentionnées dans ce rapport. Quoique la superficie couverte par les affleurements actuels n'ait pas été déterminée avec exactitude, elle n'est probablement pas moins de 750 milles carrés. Si l'on tient des prolongements de ce dépôt sous un épais revêtement, surtout vers le sud, cette superficie estimative sera de beaucoup augmentée.

A divers endroits, il y a des variations sensibles dans la qualité des matériaux, la profondeur et la nature des dépôts, non moins que dans les conditions topographiques et géographiques qui doivent, dans une certaine limite, influencer la possibilité de leur future exploitation. Ces considérations seront exposées plus au long ailleurs, quand nous donnerons les subdivisions de la superficie principale.

Horizon géologique des dépôts.

L'auteur n'a pas l'intention de discuter présentement les causes probables qui ont amené la formation des dépôts ni l'origine de leur teneur en bitume. Au point de vue géologique, cependant, les sables bitumineux rappellent les grès du Dakota, et directement, quoique irrégulièrement, sont superposés aux calcaires de la période dévonienne. Originellement, sous forme de grès mous et de sables mouvants, avec imprégnation subséquente plus ou moins complète des hydrocarbures lourds d'asphalte, ils sont devenus la matière cohérente actuelle. Les sables bitumineux sont recouverts de divers sédiments crétacés mous.

En supposant que le résidu de bitume provient d'un pétrole bitumineux, dont la source serait dans les couches dévoniennes¹ sousjacentes, il semble probable que l'infiltration a été horizontale, plutôt qu'un écoulement ascensionnel, à plusieurs endroits, sur une superficie étendue. L'absence complète de failles semble justifier cette hypothèse. S'il en est ainsi, la richesse du dépôt variera à partir de l'entrée ou des entrées principales, vers

¹ Au nord de ce district, l'on trouve du bitume, par endroits, dans les Calcaires Dévoniens qui affleurent le long de la vallée de la rivière des Esclaves et de la rivière Mackenzie. En outre, dans d'autres endroits du Canada et des Etats-Unis, on connaît des couches de Dévonien pétrolifères. Donc, à gé faut de preuve contraire, il est très possible, dans le cas présent, que les sables Dakota superposés sont devenus des réservoirs pour le pétrole qui naît de cette source.

les bords extérieurs du bassin, hypothèse confirmée par les conditions actuelles. Il semble probable aussi que les plis des couches dévoniennes se sont produits avant l'imprégnation des sables du Dakota. Cette hypothèse, si elle est vraie, pourra servir à découvrir la position des gisements plus riches de la région, et à expliquer la genèse du résidu d'asphalte. Naturellement, l'on peut s'attendre à trouver une variation dans l'aspect physique et la composition chimique du bitume contenu, puisque les pétroles bruts eux-mêmes seraient quelque peu variables, d'un endroit à un autre, sur une aussi vaste étendue.

Caractère général des dépôts.

En général, un sable bitumineux doit, pour être conforme aux qualités requises pour le pavage, contenir une certaine teneur d'agrégat minéral, et un certain pourcentage de bitume utilisable. Dans des limites bien marquées, chacun de ces facteurs peut être modifié de façon à satisfaire des besoins particuliers.

L'on ne peut obtenir des renseignements précis et complets sur ces divers affleurements qu'au moyen d'une prospection soignée et systématique avec un outillage convenable,¹ et l'exploitation raisonnable de tout gisement devrait être précédé de ce travail préliminaire.

La limite inférieure du sable bitumineux est bien marquée par son contact avec le calcaire dévonien (planches XVII, XXVIII). Toutefois, la limite supérieure n'est pas aussi bien définie. Cependant, il y a, dans plusieurs cas, une limite claire entre ce que l'on peut appeler les matériaux de teneur et de valeur commerciale, et les matériaux de basse teneur et de peu ou point de valeur. Dans la plupart des sections bien visibles, les matériaux plus riches se rencontrent dans la partie inférieure et se changent en produits plus pauvres en allant vers la surface. Nulle part l'on a trouvé du sable de haute teneur tout-à-fait voisin des argiles schisteuses, grès et drift superposés.

Il est remarquable aussi que la partie inférieure de presque toutes les sections exposées se compose de sables non-stratifiés, qui, antérieurement à l'imbibition par le bitume, étaient vraisemblablement des sables volants. Par conséquent, la partie in-

¹ Appendice n° V.

férieure des sables ainsi formés est généralement d'une nature plus ou moins homogène. En montant vers la surface, toutefois, l'on aperçoit des bandes étroites de grès et de quartzite intermittentes, interstratifiés avec les sables volants à l'origine. Ces couches non-bitumineuses s'épaississent graduellement jusqu'à devenir prédominantes et se substituer entièrement au sable bitumineux. L'on verra par cela que, pour juger de l'importance économique probable de n'importe lequel de ces divers affleurements, il y a certains facteurs dont il faut faire grand état. Nous en mentionnerons les suivants:—

Épaisseur et nature du manteau stérile. Pendant le temps limité dont nous pouvions disposer pour ce travail, nous avons mesuré un certain nombre des affleurements les plus considérables. Ce faisant, nous avons essayé de déterminer la profondeur du sable bitumineux de teneur commerciale, l'épaisseur de ce que l'on peut appeler matériaux pauvres, et dont probablement la majeure partie doit être classée comme mort-terrain, et finalement, l'épaisseur probable des débris superficiels et autre manteau stérile que l'on devra enlever dans le déblaiement. Dans plusieurs endroits, des éboulements de terre, l'empiètement du bois sur la partie supérieure de l'affleurement, et la présence d'un éboulis plus ou moins étendu à sa base (planche XX) dérobaient en partie l'affleurement. Dans ces cas, où il aurait fallu un travail d'excavation considérable pour arriver à des déterminations précises, nous nous sommes contentés de mesures approximatives. Pour des raisons semblables, il fut un peu difficile d'indiquer la longueur exacte de plusieurs affleurements. De telles données, même si elles étaient possibles, seraient souvent peu utiles, puisque les affleurements occasionnels ne représentent, apparemment, que de faibles parties d'un gisement plus ou moins étendu. De fait, il est très possible que certaines parties du dépôt, qui sont maintenant, partiellement ou complètement cachées par le bois ou les débris, se trouvent, à l'examen, être plus avantageusement situées pour des fins d'exploitation que beaucoup d'autres parties actuellement bien exposées. Car les affleurements se rencontrent d'ordinaire aux détours des ruisseaux où le courant, en se heurtant contre la rive extérieure, a formé des rivages escarpés. Cette règle est d'applica-

tion si constante que, étant donné une carte précise de n'importe quel ruisseau qui traverse une région où il y a des sables bitumineux sous-jacents, il est possible de dire très exactement les endroits où l'on trouvera des affleurements de sable bitumineux (planche XVI).

Pour chaque dépôt, on suppose naturellement que toute exploitation se fera sous forme de mine ouverte ou de carrière, ce qui présuppose un déblaiement préliminaire de tout mort-terrain. Afin de donner une idée relative de l'étendue probable d'un tel travail préliminaire, nous avons préparé des cartes montrant le profil de onze des régions les plus rassurantes. Une étude de ces cartes révèle que, envisagé seulement au point de vue du mort-terrain, un très gros pourcentage de la superficie totale qui repose sur des sables bitumineux, doit être de suite mis hors de toute considération (planches V, X). Lorsque l'on veut juger de l'étendue et de l'épaisseur du manteau stérile, il importe de se rappeler que l'horizon supérieure du sable bitumineux se trouve, la plupart du temps, dans une position à peu près horizontale.

Il n'est pas besoin de discuter ici les sections¹ géologiques le long de la rivière Athabaska. Entre Athabaska² et les rapides Cascades, les argiles schisteuses La Biche, les grès et argiles schisteuses Pelican, les grès Grands Rapides (planche III), les argiles schisteuses Clearwater sont, à divers endroits, très visibles, mais au nord et à l'est des rapides Cascades, le manteau stérile qui recouvre les sables bitumineux semble composé entièrement de la série Clearwater et des débris de surface. Ainsi, lorsque l'on voudra entreprendre des travaux de déblaiement, le genre de matériaux à excaver ne comporte aucune difficulté sérieuse, puisque la couche à enlever consiste d'argiles schisteuses et de grès, avec des formations intermittentes de quartzite. Les débris superficiels se composent principalement de cailloux argileux et de sable. Seules des cartes topographiques précises, supplémentées par un sondage systématique, peuvent donner des indications précises au sujet de l'épaisseur du manteau stérile à enlever. En attendant, il n'est pas nécessaire de dis-

¹Voir R. G. McConnell, G.S.C., annual Summary Report, 1893.

² Appelé autrefois Athabaska Landing.

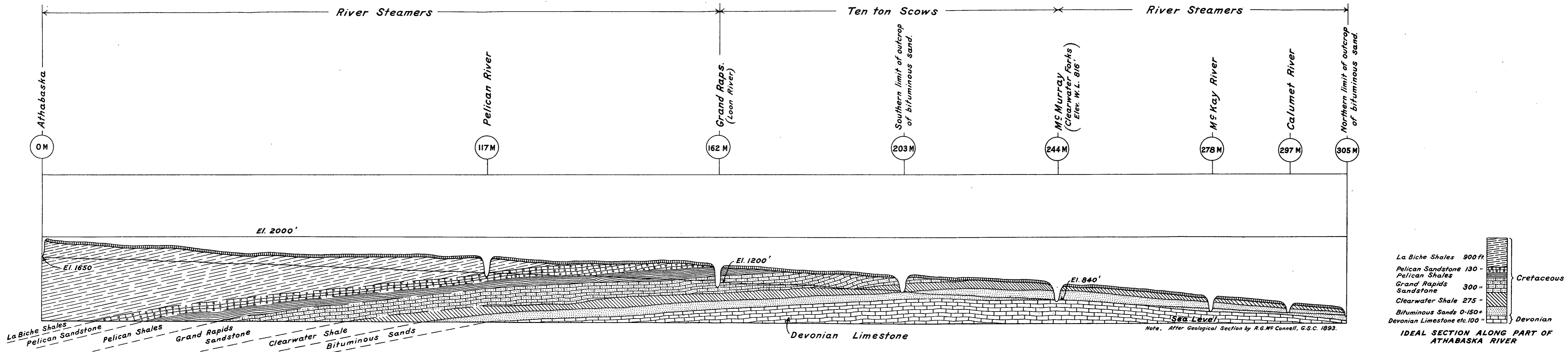


Fig. 3. Approximate Section along part of Athabaska River, north of Athabaska
 Horizontal Scale, 1 inch = 12½ miles.
 Vertical Scale, 1 inch = 1000 feet.

cuter les méthodes possibles de déblaiement et l'important problème de l'usage à faire des matériaux de rebut. Il est clair, toutefois, que, dans des conditions identiques, les régions situées à la jonction de deux ruisseaux, offrent des avantages sérieux au point de vue du déblaiement du manteau stérile.

Comme on l'a fait remarquer déjà, la partie basse des affleurements consiste d'ordinaire d'un sable bitumineux de haute teneur et plus ou moins homogène. Mais même ici il importe de considérer avec soin certaines variations caractéristiques.

Variation dans la teneur de l'agrégat minéral. On ne saurait exagérer l'importance d'obtenir un produit de teneur uniforme. A la vérité, il semblerait que cette difficulté, plus que toute autre, a nui dans le passé, au développement de plusieurs dépôts de sable bitumineux aux Etats-Unis. Dans une masse de sable siliceux, couvrant une superficie aussi étendue que celle que nous étudions, il faut s'attendre à de grandes variations dans la teneur et la pureté de l'agrégat minéral. Même dans des limites comparativement restreintes, ceci est vrai du district McMurray. Dans un nombre de cas, où la teneur de l'agrégat minéral n'est pas satisfaisante, il semble possible de combiner les matériaux de deux ou trois affleurements différents et d'obtenir ainsi une teneur satisfaisante.

Variation dans le contenu de bitume. Jusqu'à un certain point, le degré d'imbibition dépendait de la qualité du sable. Un dépôt à grains fins et moyennement compact est d'ordinaire très riche, tandis que l'agrégat à grains plus fins se prête moins bien à l'imprégnation. Nous avons déjà dit que le pourcentage du contenu de bitume est variable, et, dans certaines sections que nous avons étudiées, ces variations sont très sensibles. A un certain endroit, cependant, de la majorité des affleurements que nous avons mesurés, nous avons rencontré un lit de sable bitumineux, de dimensions exploitables, et montrant une imprégnation suffisamment uniforme par le bitume. De fait, il est probable que le défaut d'uniformité dans le pourcentage de bitume présent dans chacun des lits que nous avons choisis sera une des moindres difficultés à surmonter.

Lits de couche impurs. Dans un grand nombre de sections à découvert que nous avons examinées, nous avons rencontré

plus ou moins de lits de couche impurs. Dans la plupart des cas, étant impénétrables, ils forment des murs le long desquels le bitume des sables surjacents se concentre. Ainsi, on voit des écoulements de bitume semi-liquide, attirés vers la surface par l'action du soleil, suivre un cours à peu près horizontal. Dans certains cas, ces lits sont minces au point d'être négligeables, mais ailleurs, ils sont si nombreux et de telles dimensions qu'ils rendent le dépôt pratiquement inexploitable (planches VI, XI, XVII, XXIII, XXVI, XXVIII). La continuité ou la persistance d'une bande varie avec son épaisseur. Une bande de 3 pouces d'épaisseur interstratifiée peut parfois se retracer à des centaines de pieds, tandis qu'une bande d'un quart de pouce dépasse rarement quelques pieds en longueur. Les matériaux dont se composent ces lits sont variables, mais nous pouvons énumérer sommairement les plus importants:—

1. Argile.—Cette argile est d'ordinaire dure, gluante, impénétrable, et ne révèle aucune trace d'imprégnation bitumineuse. Quoique l'épaisseur puisse varier à partir d'une lame de couteau jusqu'à 12 pouces, elle dépasse rarement 2 pouces.

2. Argile sablonneuse.—La proportion du sable et de l'argile combinés est nécessairement variable. Quand le sable prédomine la teneur en bitume peut aller jusqu'à 4 pour cent. Quand la glaise est en excès, le pourcentage de bitume est pratiquement nul.

3. On rencontre fréquemment des lits de particules lignitiques plus ou moins stratifiés, qui atteignent parfois six pouces d'épaisseur. En moyenne, les fragments de lignite ne sont pas plus gros qu'une fève.

4. Lits grossièrement stratifiés de gravier fin, dont une grande quantité resterait sur un tamis de $\frac{1}{2}$ ".

5. Lits sablonneux étroits, contenant un pourcentage élevé de petites particules micacées.

Il sera peut-être possible d'introduire dans les mélanges destinés au pavage un certain pourcentage des matériaux de ces divers lits de couche impurs. Dans quelles limites on pourra le faire, les expériences du laboratoire et les essais pratiques des mélanges le diront.

Etant donné ce que nous venons de dire, il est clair qu'il est désirable de se procurer des échantillons bien choisis, par le forage systématique de la région à examiner.

Jusqu'à un certain point, on devine à l'apparence de la partie à découvert le pourcentage de bitume contenu, et la prédominance des lits de couche impurs. Les lits de sable bitumineux homogène de haute teneur sont caractérisés d'ordinaire par un clivage irrégulier typique, et plus ou moins parallèle à la surface (planches XXII, XXIV). Un tel clivage ou écaillage se remarque surtout aux endroits où un manteau stérile pesant a exercé une pression transversale. Quand le pourcentage de bitume contenu est bas, le clivage devient plus angulaire et se conforme davantage aux lignes de contours des lits (planche VIII).

Quand on songe à la période de temps pendant laquelle le sable bitumineux qui affleure a été exposée à l'action de l'atmosphère, et aux changements inséparables des transformations dans les rives des rivières elles-mêmes, on aperçoit de suite la difficulté de saisir avec exactitude les indications superficielles. Seule une exploration en règle peut fournir des données utiles sur l'étendue des changements qui ont eu lieu. En attendant, les analyses de spécimens pris à la surface et à une profondeur de 4 pieds, donnent des résultats pratiquement identiques, et il est probable que l'altération ne va pas, d'ordinaire, au delà de cette profondeur. Sur des rives très inclinées et coupées à pic qui surplombent le niveau de l'eau haute, cette absence d'altération est due, en partie, à l'écaillage du sable bitumineux à des intervalles rapprochés. Ailleurs, toutefois, quand les dépôts sont bas, les pentes moins abruptes, et aussi exposées à l'action de l'eau, la zone d'altération s'étend sans doute à de plus grandes profondeurs.

SUBDIVISIONS DE LA RÉGION DES SABLES BITUMINEUX.

Pour faciliter le besoin de référence, l'on peut diviser en trois sections les cours d'eau le long desquels nous avons découvert des sables bitumineux. Ces divisions sont purement géographi-

ques, et ne s'appuient sur aucune considération qui a trait aux sables bitumineux eux-mêmes.

Section 1. Rapides Boiler à McMurray—distance approximative, 40 milles.

Section 2. De McMurray à la limite nord des sables bitumineux sur l'Athabaska—distance approximative, 65 milles.

Section 3. Divers affluents, à l'est et à l'ouest de la rivière Athabaska—distance approximative, 65 milles.

Le long de chacune des sections ci-dessus, et de chaque côté des différents ruisseaux, il est probable que les sables bitumineux forment un dépôt plus ou moins continu. Toutefois, l'affleurement actuel est souvent caché, même sur les rives, par une poussée de bois, par des débris détritiques, par les matériaux éboulés, ainsi que par les modifications qu'a subies le lit des ruisseaux en différents temps.

Comme on peut le supposer dans une région recouverte d'un épais revêtement d'argile, et où coulent des ruisseaux aux lits profonds, les glissements sur les rives sont un phénomène ordinaire. Certains de ces glissements entraînent avec eux des centaines de tonnes d'argile et de sable (planches IV, XII).

Des glissements de ce genre sont surtout communs et leur effet plus sensible, aux endroits où le feu a détruit la forêt servant de soutènement. Ce que l'on remarque, en particulier, sur la rivière Christina. Le long de la partie inférieure de ce ruisseau, la forêt a empêché, d'une façon visible, les glissements profonds des rives. Cependant, à quelques milles de son embouchure, où la contrée a été dévastée par le feu, on constate de suite des éboulements plus nombreux (planches II, IV). Faire disparaître la forêt en vue des travaux d'exploitation des dépôts de sable bitumineux, c'est donc nécessairement rendre plus sensibles les effets de ces éboulements; tandis que les travaux subséquents de déblaiement, conduits sur une base plus large, tendraient encore davantage à détruire l'équilibre du terrain adjacent. Ce phénomène s'explique encore mieux par la présence de nombreuses fissures dans l'argile et les autres dépôts superficiels. Ces fissures, souvent très longues et très larges, sont parallèles au plan du rivage, et, par endroits, la lisière de terre ainsi affectée et rendue instable s'étend au delà de milles pieds de la rive.

Cette zone fissurée décroît en largeur à mesure que le manteau stérile diminue en épaisseur.

A part les gisements indiqués sur la carte ci-jointe, on a fait rapport d'autres affleurements de sable bitumineux, situés à plusieurs milles à l'est et à l'ouest.¹ Toutefois, il n'est pas nécessaire de s'y arrêter présentement. Si, parmi les dépôts déjà connus du district McMurray, aucun n'a une importance commerciale, il est très douteux que l'on puisse trouver des régions, ayant une valeur économique, au nord de l'Athabaska.

On a considéré comme principaux facteurs économiques, pour juger de la possibilité d'exploitation de chacun de ces dépôts, l'épaisseur du manteau stérile, l'absence de lits de couche impurs, l'uniformité des matériaux, et la facilité des transports.

Section 1.

RIVIÈRE ATHABASKA, DES RAPIDES BOILER À McMURRAY.

En descendant la rivière Athabaska, à partir d'Athabaska, on a découvert le premier affleurement de sable bitumineux juste au-dessus du rapide Boiler, sur la rive ouest, quoique nous eussions aperçu du sable bitumineux flottant quelque quatre milles plus au sud. Au premier endroit, la vallée de l'Athabaska a au delà de 400 pieds de profondeur, et les rives, d'ordinaire, montent à pic du niveau de la mer. Comme de telles conditions indiquaient une épaisseur de mort-terrain tout-à-fait inabordable, nous n'avons pris aucun échantillon ni entrepris aucune détermination exacte entre ce point et le rapide Cascade. Sur toute cette distance de plus de 18 milles, il y a probablement des sables bitumineux en dépôts plus ou moins réguliers des deux côtés de la rivière, quoique les affleurements actuels soient souvent obscurs. Ces affleurements montrent généralement des couches bien stratifiées, et beaucoup de ce sable bitumineux est de basse teneur. Entre le pied des cascades et les fourches McMurray, l'on a examiné un nombre de sections à découvert. Ici, comme ailleurs, à cause de profonds éboulis, de glissements argileux, de débris détritiques, nous avons eu quelque difficulté à déterminer

¹ Parmi ce nombre, on peut mentionner les affleurements déjà décrits sur le lac Buffalo, Sask., et sur la rivière Wabiskaw, Alta.

la limite inférieure du sable bitumineux, non moins que la limite supérieure, où les matériaux cessent d'avoir une valeur commerciale. Ainsi, il ne faut pas perdre de vue ces conditions, lorsqu'on examine les données et les mesures que nous offrons sur cette section et d'autres du district McMurray. Quoique nous ayons pris des spécimens dans une seule de ces sections, il semble probable que l'on trouvera, dans presque toutes, des couches de sable bitumineux de dimensions exploitables et de teneur commerciale. Il y a cependant une difficulté réelle qui vient du manteau stérile pesant (planche V), ce qui apparaît clairement dans les déterminations contenues à la page 14.

On constatera de suite que l'épaisseur du mort-terrain nuira probablement à l'exploitation commerciale de la plupart des endroits où les sections à découvert ci-dessus se rencontrent. Il faut se rappeler, toutefois, que ces sections se trouvent ordinairement sur le bord extérieur des courbes de la rivière où le courant a découpé dans le terrain élevé, exposant ainsi à la vue des sections hautes, qui nécessairement laissent voir un épais manteau stérile. Il se peut qu'une étude suivie des parties moins abruptes de la région comprise entre ces sections, si elle est supplémentée par des forages systématiques, résulte dans la découverte de dépôts exploitables. Vu la poussée épaisse du bois et les débris superficiels que l'on rencontrerait, un tel travail serait pénible et coûteux. Donc, étant donné que l'on peut trouver dans d'autres endroits du district McMurray, du sable bitumineux dans des conditions plus favorables d'exploitation, il est douteux, à une ou deux exceptions près, que l'on doive s'arrêter sérieusement aux dépôts mentionnés dans la section 1, pour le moment.

Section 2.

RIVIÈRE ATHABASKA, AU NORD DE MCMURRAY.

Le long de la rivière Athabaska, au nord de McMurray, on a observé 19 affleurements distincts de sable bitumineux, dont 13, qui promettent davantage, ont été examinés en détail. Quoique tous soient des affleurements de ce qui semble un même dépôt, il y a ici, comme ailleurs, des variations remarquables

Principaux affleurements le long de la Section 1, Rivière Athabaska—Rapide Boiler.

Nu- méro	Épais- seur moyenne à décou- vert des ma- té- riaux de haute teneur	Épaisseur moyenne à découvert des maté- riaux de basse teneur	Épaisseur moyenne totale à découvert, du sable bitumineux	Épaisseur du man- teau stérile	Distance horizon- tale depuis le bas de l'affleurement jusqu'au point d'où l'on calcule l'épaisseur du manteau stérile	Limite infé- rieure du sable bitumineux au- dessus ou au- dessous du ni- veau de l'eau	Côté de la rivière	Milles au sud de McMurray	Longueur approxi- mative de l'affleure- ment
1.	{ 70 75	20	90	180+	650	au-dessus.	O.	14½	2500+
			95	415	900	"	O.		
2.	{ 55+ 70		55+	395	855	"	O.	13½	2200
			70	160+	690	"	E.		
3.	65+		65+	140+	800	"	O.	13	600
4.	70	20	95	210+	800	"	E.	11½	3060
5.	75	60	135	320+	1200	"	E.	9	1400+
			155	200+	1110	"	E.	6	4000
6.	{		105	210+	700	"	E.			6
			120	200+	600	"	O.	5	900
7.			115	220+	650	"	E.	3½	1200
8.			95+	150+	600	"	O.	2½	700
9.			90	150	500	"	O.	1½	600+
10.	{ 35 25	45	90	40	200	"	E.	¾	2600
			90	60	700	"	E.		
11.	{ 25 50	65	90	60	700	"	E.		
			75	160	950	"	E.		
		25	120	125	900				

dans la qualité des matériaux et dans le mode de gisement. Par conséquent, il est probable que, parmi les affleurements que nous avons examinés, au moins 50 pour cent peuvent, pour le moment, être mis hors de question. Le tableau suivant contient les chiffres des sections représentatives, et n'a pas besoin de commentaire.

Section 3.

AFFLUENTS DU DISTRICT MCMURRAY.

A part les affleurements de sable bitumineux le long de l'Athabaska lui-même, il y a aussi de nombreux affleurements sur certains de ses affluents. Parmi eux, mentionnons Horse Creek, Hangingstone Creek, Steepbank, Muskeg, Moose, McKay¹ et Christina² (rivières). Chacun d'eux s'est creusé une vallée fortement échancrée au fond de laquelle serpente un mince filet d'eau. En remontant ces ruisseaux, l'on rencontre pendant les quelques premiers milles un courant rapide et une succession presque ininterrompue de rapides. A l'époque des grandes crues ou même des crues moyennes, ces parties sont navigables pour les canots légers, mais rarement à l'eau basse. A mesure, cependant, que l'on approche du niveau général de la contrée environnante, l'eau devient plus profonde, le courant moins fort, la navigation plus facile. Il convient d'ajouter que, vu la configuration des vallées, ces ruisseaux se ressentent vite des grandes pluies, et ainsi, même à l'époque des basses marées, elles deviennent pendant quelques jours navigables pour des canots poussés à la perche ou tirés à la cordelle.

Les affleurements de sable bitumineux sur les affluents peuvent se diviser en deux classes. Un simple coup d'oeil sur la topographie du Horse Creek montrera sur quelle base repose notre classification. On trouvera des formes moins distinctes de ces sortes de dépôts le long de la plupart des autres affluents du district McMurray.

Horse Creek coule dans une gorge profonde et semblable à un auge: cette crique est plus ancienne évidemment que le mince filet d'eau qui serpente aujourd'hui au fond de la gorge.

¹ Autrefois appelée rivière Rouge.

² Autrefois appelée rivière Pimkina.

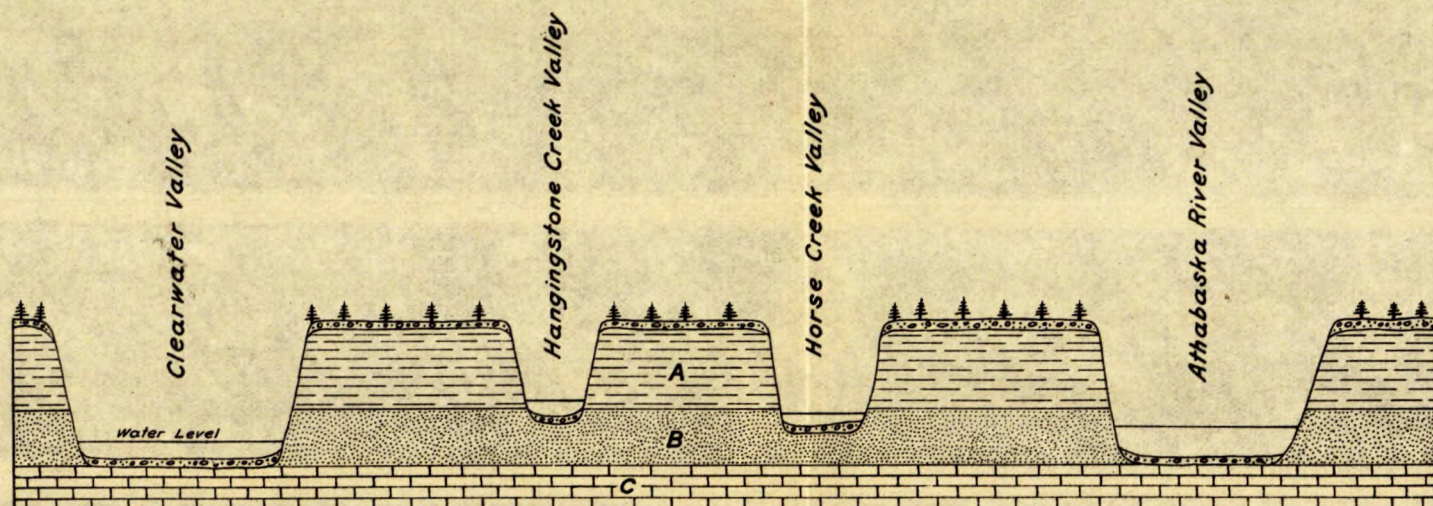


Fig. 1.

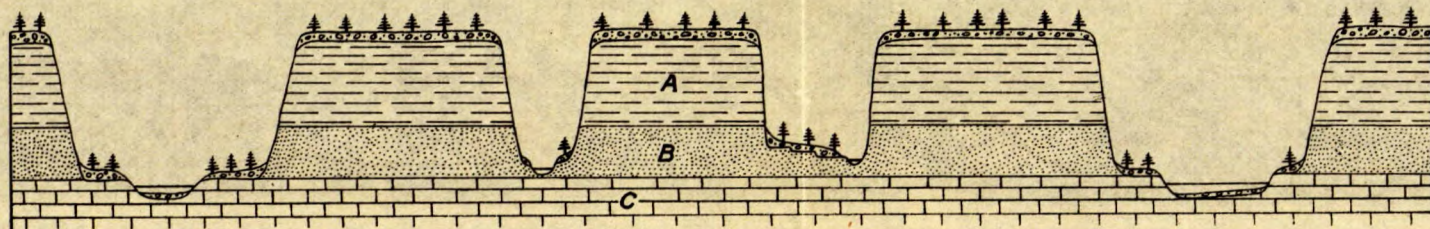


Fig. 2.

Fig. 1. Diagrammatic section E. and W. near McMurray

(A) Cretaceous Shales, Sandstones, etc. (B) Bituminous Sands. (C) Devonian Limestone. The presence of small areas of bottom lands along Horse creek, coupled with the fact that former erosion has not cut down to the Devonian Limestone, make it probable that occasional small deposits of Bituminous Sands with moderate overburden will be found in this valley.

Coupe schématique E. et O. près de McMurray

(A) Schistes crétacés, grès, etc. (B) Sables bitumineux. (C) Calcaire dévonien. La présence de petites étendues de terres de fond de long de Horse Creek, ajoutée au fait que l'érosion antérieure n'a pas percé le calcaire dévonien, semble indiquer que l'on trouvera dans cette vallée de petits dépôts accidentels de sables bitumineux avec des manteaux stériles moyens.

Toutefois, l'érosion n'a pas été aussi effective dans cette vallée que dans celle de l'Athabaska. Par conséquent, dans le cas de l'Athabaska, nous avons un lit de rivière creusé entièrement à travers le sable bitumineux et même *profondément* dans le calcaire dévonien sous-jacent. Le ruisseau qui a érodé la vallée de la crique Horse a atteint, à deux endroits seulement, la base du sable bitumineux, et il en résulte que le fond de la vallée actuelle est, en grande partie, du sable bitumineux. Sur ce fond, un cours d'eau plus mince s'est creusé un lit, et en se réduisant ainsi au chenal insignifiant actuel, il a produit une suite de terrasses de sable bitumineux (figures 1 et 2).

Le creek Horse coule à travers une des plus anciennes vallées du district McMurray, et, à l'exception de la vallée Clearwater, ses terres de fond sont plus étendues que celles d'aucun autre de ses affluents. Par conséquent, dans les sinuosités de son chenal tortueux, l'on voit parfois des superficies de quelques acres. Le long des rebords de quelques unes de ces terres de fond, l'érosion a rendues visibles les couches basses du résidu de sable bitumineux, recouvertes d'un gravier fin et autres sédiments de rivière. Ailleurs, le sable bitumineux semble avoir été érodé presque au niveau actuel de l'eau et avoir été remplacé par du sable et du gravier.

Ainsi, sur le creek Horse, et les autres tributaires de cette région,—il y a deux sortes de dépôts de sable bitumineux.

a. Dépôts bas avec affleurements de 5 à 30 pieds de haut directement voisins du présent chenal. Ces affleurements montrent les petites étendues de sable bitumineux qui restent encore au fond de la vallée primitive, et ils sont recouverts d'un léger manteau stérile.

b. Affleurements, aux endroits où le ruisseau s'est jeté contre les bords de la vallée principale. Ces affleurements, en général, ressemblent à ceux dont nous avons déjà parlé, le long de l'Athabaska, et ils laissent voir une couche épaisse de sable bitumineux et un épais manteau stérile (planche XVI).

Creek Horse.

Le creek Horse se jette dans la rivière Athabaska, à $1\frac{1}{4}$ mille au-dessus des fourches; nous l'avons remontée sur une distance de 13 milles. Sa largeur moyenne près de sa source est de 100 pieds, et elle se retrécit graduellement jusqu'à 50-65 pieds sur les premiers 15 milles de son parcours. Le cours du ruisseau est très tortueux et est marqué par une succession ininterrompue de petits rapides. A la perche ou à la cordelle, elle est navigable, en canots légers, à certaines saisons de crue, mais peu accessible à l'eau basse. Il y a, à intervalles, des affleurements de sable bitumineux le long du creek Horse, sur une distance de $5\frac{1}{4}$ milles de sa source. Au delà, nous avons remonté le ruisseau sur un parcours de 8 milles, mais nous n'avons aperçu aucune trace de sable bitumineux, soit flottant, soit en couches.

Le long de la partie basse de la rivière, nous avons examiné dix-huit sections à découvert. Le tableau, à la page 19, contient des renseignements sur quelques-unes d'entre elles.

Les difficultés du transport par terre le long de le crique Horse sont les mêmes que pour la plupart des affluents du district McMurray. Aux courbes opposées du ruisseau, là où le courant se jette contre les rives, il faut tenir compte de la possibilité des glissements argileux considérables. Les parties opposées à ces versants escarpés sont, toutefois, généralement basses et exemptes des effets des glissements. Ainsi, il serait peut-être possible de construire un tramway aérien qui traverserait et retraverserait la crique. Nécessairement, ce tram serait activé par un pouvoir, car la pente de la crique ne semble pas dépasser 11 pour cent.

En résumé, on peut donc dire que, sur les premiers cinq milles du creek Horse, des affleurements fréquents indiquent la présence d'un haut tonnage de sable bitumineux, dont une grande quantité, à en juger par les matériaux visibles aux affleurements, et abstraction faite de la teneur de l'agrégat minéral, est de valeur commerciale; mais il n'y a probablement pas plus que quatre ou cinq affleurements qui soient situés de façon à permettre une exploitation pratique. Même la superficie de ces derniers est restreinte par la configuration de la vallée, qui est étroite et abrupte.

Principaux affleurements le long du Horse Creek.

Nu- méro	Épaisseur moyenne à dé- couvert des matériaux de haute teneur	Épaisseur moyenne à de- couvert des matériaux de basse teneur	Épaisseur moyenne totale à découvert du sable bitumineux	Man- teau stérile	Distance horizontale du pied de l'affleure- ment au point où l'on évalue l'épaisseur du manteau stérile	Limite infé- rieure du sable bitumineux, au-dessus ou au-dessous du niveau de l'eau	Côté de la crique	Longueur appropxi- mative de l'affleure- ment à dé- couvert
28			90	120	410	Au-dessus	E.	500+
29			105	115	340	Au niveau	E.	600+
30			105(?)	105(?)	370	"	E.	400+
31	12		12+	11	225	Au-dessous	E.	200
32			55+	75+	250	"	O.	225+
33			120	110	435	"	E.	....
34	5-15		15+	4-12	225	"	E.	960
35	65	60	125	110	490	"	O.	....
36	35		35	15	100	"	E.	485+
37	35		35+	25-130	500	"	O.	....
38	20-70		20-70	25-100	250	"	O.	350+

¹Ces chiffres doivent être considérés comme approximatifs et sont destinés à donner une idée générale de l'étendue des dépôts individuels et de l'épaisseur du manteau stérile. Dans plusieurs cas, un peu de déblaiement révélerait un affleurement plus étendu que celui qui est indiqué. De même aussi, le déblaiement du manteau stérile donnerait, sans doute, dans plusieurs cas, une épaisseur moyenne plus élevée de sable bitumineux.

Toutefois, nous avons calculé approximativement le tonnage¹ utilisable de trois affleurements de meilleure apparence.

TABLEAU.

Épaisseur en pieds.	Tonnes à l'acre.	Tonnes par 2 acres.	Tonnes par 3 acres.	Tonnes par 4 acres.	Tonnes par 5 acres.
1	2380	4800	7100	9500	11900
5	11900	23800	35800	47700	59600
10	23800	47700	71600	95400	119200
15	35800	71600	107300	143100	178905
20	47700	95400	143100	190800	238500
25	59600	119300	178900	238500	298200
30	71600	143100	214600	286200	357700
35	83500	166900	250400	333900	417400
40	95400	190800	286200	381600	477000
45	107300	214600	321900	429300	536600
50	119200	238500	357700	477000	596300

Il faut se rappeler que ces approximations sont basées entièrement sur l'évidence incomplète des indications superficielles. L'examen complet de ces dépôts nécessiterait des forêts capables de percer à travers 10 à 60 pieds de mort-terrain et une égale épaisseur de sable bitumineux. Tout travail d'exploitation présupposera un déblaiement étendu.

L'affleurement n° 4 se trouve du côté N.-E. de la crique Horse, à 1 mille et un tiers de sa source. D'après les élévations indiquées par les lignes de contours, et fixant à 35 pieds l'épaisseur moyenne du sable bitumineux, le tonnage utilisable serait approximativement de 400,000 tonnes. Pour obtenir ce tonnage de sable bitumineux, il faudrait enlever au moins 150,000 verges cubes de mort-terrain.

On doit considérer ces chiffres comme approximatifs, car, comme on l'a fait remarquer ailleurs, une exploration systématique et détaillée peut seule servir de base à des calculs précis.

L'affleurement n° 9 se trouve sur le versant ouest du creek Horse, à 2 milles et un tiers de sa source. Comme c'est le cas pour les autres dépôts sur ce creek, l'épaisseur à découvert du sable bitumineux et du manteau stérile varie beaucoup dans des limites étroites, grâce aux conséquences de l'érosion. En prenant des moyennes approximatifs, toutefois, il semble que le dépôt pourrait donner 550,000 tonnes de sable bitumineux, après qu'on aura enlevé 220,000 verges cubes de mort-terrain.

¹ Le tableau suivant montre le tonnage de sable bitumineux de diverses superficies et épaisseurs. La gravité spécifique du sable bitumineux est prise à 1.75.—Petites tonnes de 2,000 lbs.

L'affleurement n° 11 est sur le versant ouest du creek Horse, à 4 milles et deux tiers de sa source. La quantité de sable bitumineux utilisable est évaluée à 500,000 tonnes, et nécessiterait l'enlèvement de 200,000 verges cubes de manteau stérile. L'on peut remarquer que, dans cet affleurement comme dans les n°s 4 et 9, il serait probablement possible de disposer des matériaux de rebut sans trop de difficulté.

Rivière Clearwater.

Nous avons remonté, sur une étendue de 18 milles, la rivière Clearwater, le principal affluent de l'Athabaska, au nord de l'Athabaska Landing. La largeur de ce ruisseau varie de 100 à 250 verges, et il est probable qu'en améliorant le chenal à un endroit, des barges de 100 tonnes pourraient naviguer à presque toutes les phases de l'eau.

La vallée Clearwater est un peu plus vaste que celle de l'Athabaska, quoique le chenal de la rivière lui-même soit plus étroit. Par conséquent, les versants principaux de la vallée sont assez éloignés de la rivière; et sur un espace de vingt milles audessus de sa source, on découvre un seul affleurement de sable bitumineux. A un endroit sur le versant nord, à environ $\frac{1}{4}$ de milles à l'ouest du creek Hangingstone, le flanc nord de la vallée incline vers la rivière, et le sable bitumineux apparaît sur la rive escarpée qui s'est formée là. Il n'est guère douteux, cependant, que ces dépôts, voilés par la poussée du bois et le drift, s'étendent d'une façon plus ou moins continue sur les deux versants de la vallée Clearwater, plusieurs milles au-dessus de sa source.

L'affleurement (numéro 39) dont il est question ici, s'étend plus de 1,500 pieds le long du rivage de la rivière, et disparaît ensuite à l'est et à l'ouest sous un manteau de bois et de drift. Une strate de calcaire dévonien, presque couverte de matière flottante bitumineuse, s'élève quelques pieds au-dessus du niveau de l'eau, et au-dessus d'elle, l'épaisseur maxima visible de sable bitumineux est de 20 pieds. Un examen du versant de la colline révèle ici et là des gisements épars de sable bitumineux à une hauteur de 115 pieds. Plus haut, des sédiments et des débris

forment à 65 pieds une terrasse de 500 pieds de large, au delà de laquelle il y a une autre élévation de 60 pieds.

Dans la section à découvert, la teneur en bitume, non moins que la qualité de l'agrégat minéral varie beaucoup, mais il est impossible à présent de formuler une opinion quant à la valeur probable de la partie supérieure du dépôt. Toutefois, il faut se rappeler que, à deux milles au nord-ouest, un prolongement de ce lit, visible sur les rives escarpées de la rivière Athabaska, révèle des matériaux dont la moyenne est au-dessous de la teneur commerciale, et généralement de peu ou point de valeur.

Creek Hangingstone.¹

Le creek Hangingstone est un courant rapide et torrentueux, qui se jette dans la rivière Clearwater, à 2 milles au-dessus des fourches. Sur une distance de 5 milles au-dessus de sa source, sa largeur moyenne est de 60-75 pieds. A l'eau basse, le ruisseau n'est pas navigable en canots, mais à l'eau haute, on peut le remonter avec beaucoup de difficulté. En amenant des canots par terre, cependant, des canotiers expérimentés pourraient probablement le descendre aux grandes et aux moyennes crues de l'eau. Un chemin d'hiver, allant de McMurray à Willow, traverse le Hangingstone à 1 mille au-dessus de sa source, et après avoir longé le ruisseau pendant plus de 5 milles, il s'infléchit vers l'est. Un sentier longe la haute crête étroite entre Hangingstone et Horse Creek.

La vallée profonde et encochée de Hangingstone est plus étroite que celle du creek Horse, et la superficie de ses terres de fond, ici et là, atteint rarement 5 acres. Par conséquent, les versants de la vallée montent à pic, d'ordinaire, presque du bord de l'eau, et les éboulements d'argile sont fréquents, surtout là où le feu a détruit le bois.

Sur les premiers 5 milles du creek, le sable bitumineux affleure presque à chaque courbe. A un mille au-dessus de

¹ A l'époque de la visite de M. Ellis à la crique Hangingstone, en Août, 1913, l'eau était extraordinairement haute, grâce à de récentes pluies abondantes. C'est pourquoi, un certain nombre de strates basses de sable bitumineux étaient complètement couvertes.

M. Ellis a revisité la crique Hangingstone à une époque où l'eau était plus basse de plusieurs pieds, et a fait rapport sur quelques-uns de ces affleurements bas. Il est possible qu'un examen plus complet de ces affleurements montre qu'ils sont une valeur commerciale considérable. Dr. Eugène Haanel, Directeur de la Division des Mines, juillet, 14, 1914.

² Les distances observées sur ce ruisseau sont estimatives.

sa source, la limite inférieure du dépôt est presque au niveau de l'eau mais, vu l'élévation subite en amont du ruisseau, l'épaisseur à découvert du sable bitumineux décroît rapidement: Comme l'élévation générale de la contrée, sur les deux versants, dépasse 200 pieds au-dessus du niveau de l'eau, il apparaît de suite qu'il faut tenir compte du manteau stérile même près de l'embouchure de la crique. Cependant, il se peut qu'une exploration future approfondie et une étude de la topographie superficielle, révèlent des endroits où l'on pourrait ouvrir des carrières avec succès. Les sections suivantes des affleurements, qui promettent davantage, sont intéressantes parce qu'elles montrent certains aspects généraux.

*Rivière Christina.*¹

Nous avons remonté sur une étendue de 16 milles² la rivière Christina, l'un des affluents de la Clearwater, à 18 milles à l'est de McMurray.

A sa partie inférieure, sa largeur moyenne est probablement de 400 pieds, puis elle se rétrécit jusqu'à moins de 200 pieds, à 15 milles de sa source. Sur les premiers dix milles, il y a de petits rapides de proche en proche, qui forment, ensuite, une chaîne à peu près ininterrompue. Apparemment, la vitesse moyenne du courant n'est pas moins de trois milles à l'heure, ce qui rend toujours nécessaire le recours à la perche et à la cordelle. Excepté à marée basse, on peut monter dans des canots qui tirent de 6" à 10", mais il est probable que des canotiers habiles peuvent naviguer dans des canots légers, à n'importe quelle phase de la marée.

A sa base, les terres de fond forment une vallée de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de mille de large, laquelle, toutefois, va en se retrécissant, en amont du ruisseau. L'altitude générale de la contrée est probablement entre 250 à 300 pieds au-dessus du niveau de l'eau, et, comme la largeur de la vallée va en diminuant, l'épaisseur du manteau stérile et la profondeur des glissements argileux sont des facteurs importants lorsque l'on considère le développement possible des divers affleurements de sable bitumineux. Dans

¹ Autrefois appelée rivière Pembina.

² Les distances indiquées sur ce ruisseau sont mesurées.

Principaux affleurements le long du creek Hangingstone

Numéro	Épaisseur moyenne à découvert, de haute teneur	Épaisseur moyenne de basse teneur (à découvert)	Épaisseur totale à découvert du sable bitumineux	Épaisseur du manteau stérile	Distance horizontale à partir de la limite inférieure du sable bitumineux jusqu'au point où l'on a estimé l'épaisseur du manteau stérile	Limite inférieure du sable bitumineux, au-dessus ou au-dessous du niveau de l'eau	Longueur approximative de la section à découvert	Côté de la crique	Distance da la source
40			130	45	325	Au-dessus	350	S.E.	1 mille
41	50	75	125	65	350	"	600	N.O.	1½ mille
42	70	60	130	70	300	Près		N.O.	1½ "
43	55	40+	95+	140	400	Au-dessous	200	N.O.	2 "
44	15	30	45	90	450	"	150	S.E.	2¼ "
45	30	35+	65+	95	500	"	200	N.O.	2½ "
46	15	40	55	120	400	"	125	N.O.	4¼ "

plusieurs autres endroits de la région McMurray, l'effet des feux de forêt est sensible, quoiqu'il y ait encore au fond de la vallée de petites étendues de cyprès et de trembles. Là où le feu a rasé jusqu'au bord de l'eau, l'instabilité croissante des rives est de suite apparente (planche IV). On a remarqué à certains endroits des sources salines et de légères couches de lignite, mais nulle de celles-ci ne semble avoir aucune importance.

Il y a partout, sur une distance de 11 milles de l'embouchure de la rivière, des dépôts de sable bitumineux. Sur une étendue d'environ 3 milles, le sable bitumineux repose sur des couches profondes et typiques de calcaires dévoniens, mais au delà, le calcaire n'est plus visible.

Topographiquement, la vallée de la rivière Christina ressemble à celle de Horse Creek. Son orientation est, toutefois, plus directe, et par conséquent les petites étendues de terres de fond sont moins nombreuses. En tout, on a observé 24 affleurements de sables bitumineux, dont 7 ont été mesurés. Vu le manteau stérile pesant, les glissements argileux un peu partout et la présence de lits de couche impurs dans le sable bitumineux lui-même, l'on a cru que les 17 autres pouvaient être laissés de côté entièrement.

Comme dans le cas d'autres dépôts, les chiffres ci-dessus doivent être considérés comme indiquant approximativement l'état général des dépôts. En attendant que l'on ait fait une prospection systématique complète, il est douteux que l'on puisse arriver à une estimation plus précise. Les données, cependant, sont assez exactes pour montrer la difficulté sérieuse qu'il y aura à déblayer et à disposer du manteau stérile.

Quant à la question du transport, le long de cette partie de la rivière Christina qui a été examinée, il est probable que l'on peut obtenir ici de meilleures pentes et des tracés plus droits que sur les creeks Hangingstone et Horse. Cependant, vu la nature instable et souvent accidentée des rives, il est très douteux, si, même ici, l'on pourrait entretenir un chemin à l'intérieur de la vallée elle-même.

Rivière Steepbank.

La rivière Steepbank est un cours d'eau rapide et peu profond, qui se décharge dans l'Athabaska du côté est, à $21\frac{1}{4}$ milles plus bas que McMurray. Elle a 100 pieds de large à sa source, mais elle n'a plus que 80 pieds, à 17 milles plus haut.¹ Sur un parcours de 15 milles le courant est fort, les rapides abondent, et il faut aller à la perche et à la cordelle. La profondeur de la vallée va en diminuant, de 225 pieds; à 2 milles, à 150 pieds, à 17 milles. Un sentier de chasseur part de l'Athabaska à l'embouchure de la Steepbank, et se continue sur la rive nord jusqu'à la bifurcation

Sur une étendue de 5 milles de l'embouchure de la rivière, des calcaires dévoniens bien stratifiés, où apparaissent par endroits des traces de bitume,² forment des ondulations le long du rivage à des élévations qui varient de 5 à 40 pieds. A chaque détour, sur la rive nord, on voit à découvert des couches de sable bitumineux, reposant sur du calcaire (planche XVII), les matériaux de meilleure qualité et plus homogènes servant de base à d'autres plus secs et plus stratifiés. En remontant le ruisseau, les couches de sable bitumineux disparaissent graduellement, en même temps que le calcaire, de sorte que, au delà de 10 milles, il ne reste à découvert au-dessus du niveau de l'eau que des matériaux de basse teneur. Des 26 affleurements visibles, nous n'en avons indiqué plus bas que 9 des plus avantageux.

A en juger d'après les indications superficielles, les dépôts de sable bitumineux sur la rivière Steepbank peuvent être considérés comme aussi avantageux que ceux de n'importe quel autre ruisseau du district McMurray (planches XXII, XXIV). Comme le manteau stérile consiste surtout de sable et de gravier, il n'y a pas ici de ces glissements argileux si communs sur les autres ruisseaux. Ce fait est important quand l'on considère la possibilité d'exploitation et de transport dans une vallée étroite.

¹ Les distances sur ce ruisseau sont mesurées.

² Voir note au bas de la page 34.

Principaux affleurements le long de la rivière Christina.

Numéro	Épais- seur moyenne à dé- couvert de haute teneur	Épais- seur moyenne à dé- couvert de basse teneur	Épais- seur moyenne totale du sable bitum- neux	Épais- seur du man- teau stérile	Distance hori- zontale de la limite inférieur du sable bitu- mineux au point d'où l'on a estimé l'épais- seur du man- teau stérile	Limite in- férieure du sable bitu- mineux, au-dessus ou au-des- sous du niveau de l'eau	Long- ueur approx- imative de la section à décou- vert	Distance de l'em- bouchure de la rivière	Côté de la ri- vière	Remarques
47	25	55	80	65-80	400	Au-dessus	1200+	2½ m.	N.E.	Quelques lits argileux étroits dans le sable bitumineux.
48	..	..	75	125	900	Au-dessus	600+	5¼ m.	N.E.	Grès interstratifiés, al- lant à 85 pieds.
49	20		20	110	600	Au-dessous	200	6½ m.	S.O.	
50	..		120	115	800	Caché	1200+	6¾ m.	N.E.	Quelques lits argileux étroits dans le sable bitumineux.
51	..		100	175	1200	Caché	1300	7¾ m.	N.E.	
52	12		12	160	1000	Au-dessous	1200	9¼ m.	N.E.	
53	..	..	110	85	750	Au-dessous	250	9 m.	S.O.	Quelques lits argileux.

Rivière Muskeg.

La rivière Muskeg se jette dans la rivière Athabaska, à l'est, à 31 milles en bas de McMurray. Sa largeur, qui est de 100 pieds à son embouchure, n'est plus que 60 pieds à 5 milles, et 30 à 16 milles.¹ Sur cette étendue, le ruisseau est navigable en canot, aux hautes et aux moyennes crues de l'eau. A marée basse, il est navigable seulement en partie. Les premiers 6 $\frac{1}{4}$ milles sont parsemés de rapides, qui nécessitent l'emploi continu et souvent difficile de la perche et de la corde. Un sentier de portage pour les Sauvages, d'environ 1 $\frac{3}{4}$ mille de long, part de l'Athabaska à deux milles au-dessous de l'embouchure de la rivière Muskeg, et rejoint ce ruisseau à la tête du courant. Pour remonter la Muskeg, on trouvera généralement avantageux de se servir de ce portage, quoique pour la descendre, on peut facilement sauter les rapides en canots légers. En haut de la tête du portage, la navigation n'offre aucune difficulté, quoiqu'il soit parfois nécessaire de recourir à la perche. Entre 8 milles et 18 milles, le courant n'a pas plus de $\frac{1}{2}$ mille à l'heure, le ruisseau serpentant à travers une contrée basse, large et marécageuse.

En laissant la rivière Athabaska, des lits de calcaire en moellons ou massifs, de 10-75 pieds de hauteur, affleurent sur un parcours de 5 milles, et à un nombre d'endroits, ils laissent voir de petites quantités de bitume le long des strates et des joints.²

Il y a aussi des petits dépôts de sable bitumineux intermittents le long de la rivière Muskeg, mais d'après les indications superficielles, aucun d'eux n'a une importance commerciale. Celui qui promet davantage (n° 63) se trouve sur la rive nord-est, à 1 $\frac{1}{4}$ mille en haut de la tête du portage, et s'étend au moins quatre cents pieds le long du ruisseau (planche XXV). Son épaisseur moyenne est de 15 pieds, et il est recouvert d'une mince couche de quartzite.

Quoiqu'il y ait dans ce dépôt quelques bandes riches, contenant de 10 à 12 pour cent de bitume, la teneur moyenne du dépôt total, à en juger par les échantillons de surface, est beaucoup plus basse. Il en est de même de la teneur de l'agrégat minéral qui varie aussi beaucoup dans des limites étroites.

¹ Les distances sur ce ruisseau sont mesurées.

² Voir note au bas de la page 34.

Principaux affleurements le long de la rivière Steepbank.

Numéro	Épais- seur moyen- ne à dé- couvert, de haute teneur	Épais- seur moyen- ne de basse teneur (à dé- couvert)	Épaisseur totale à dé- couvert du sable bitumi- neux	Épais- seur du man- teau stérile	Distance hori- zontale à partir de la limite in- férieure du sable bitumi- neux jusqu'au point où l'on a estimé l'épais- seur du man- teau stérile	Limite infé- rieure du sable bitu- mineux, au- dessus ou au- dessous du niveau de l'eau	Côté de la Ri- vière	Lon- gueur approxi- mative de la section à décou- vert	Dis- tance de la source de la rivière	Remarques
									Milles	
54			90	15-20	300	20'-40' au- dessus du niveau de l'eau	N.E.	400	2	Montre beaucoup de ban- des dues à des lits argileux étroits, etc.
55 (a)			160	20	250	15'-20' au- dessus	S.O.	800	2	Affleurement indique bandes nombreuses, et semble moins favora- ble que d'autres plus haut sur la rivière.
(b)			180	15	250		"	"	"	
56	70	100	170	25	300	Au niveau	N.E.	275	3	Pauvre, bien stratifié, mais le riche est de bonne qualité.
57			30-70	10-90	325	10' au-dessus	S.O.	625	3 $\frac{1}{4}$	Matériaux bons et con- ditions relativement favorables.
58	70	80	150	40	300	Près	S.O.	200	5	
59	75	80	155	20	300	Près	N.E.	300+	5 $\frac{1}{2}$	
60	12		12	8	200	Au-dessous	S.O.	300	5 $\frac{3}{4}$	
61	75	60	135	20	250	Au-dessous	N.E.	500	10	
62			120	25	300	Au-dessous	S.O.	425	12	L'affleurement montre de nombreuses bandes.

Sur la rive nord et à 2 milles environ de la source, un dépôt d'argile¹ sépare le sable bitumineux du calcaire sous-jacent. L'état de la rivière ne nous a pas permis de déterminer l'étendue de ce dépôt.

Creek Pierre au Calumet.

Pierre au Calumet est un creek rapide de 6 à 10 pieds de large, qui se déverse dans l'Athabaska du côté est, à 53 milles en bas de McMurray. Il coule à travers une vallée peu profonde, de 300 pieds de large à sa source et de 25 à 50 pieds de profondeur, mais son pouvoir actuel d'érosion est trop faible pour excaver ses rives. Son inclinaison moyenne est probablement d'au moins $1\frac{1}{2}$ pour cent, et, à $3\frac{1}{2}$ milles de sa source, la vallée émerge sur une immense superficie marécageuse à laquelle le ruisseau emprunte ses eaux.

Quoique la mousse et le bois atteignent le bord de l'eau, à trois endroits en deça d'un mille de sa source, l'on trouve de légers affleurements de sable bitumineux stratifié. A chaque endroit, les matériaux sont rares et de basse teneur, et ressemblent à ceux de l'affleurement principal sur l'Athabaska, à un demi mille au nord-ouest. Nulle part les matériaux visibles à la surface n'ont une valeur commerciale, détériorés qu'ils sont par l'action de l'eau et autres agents.

*Rivière Firebag.*²

La rivière Firebag, qui a sa source dans les montagnes basses de la Muskeg, est le plus navigable des cours d'eau qui coulent dans la région que nous avons examinée. Sa largeur moyenne, près de sa source, est de 300 pieds, qui va en diminuant, sur les premiers 23 milles, jusqu'à 150 pieds. Sur ce parcours, il y a quatre petits rapides, qui n'obligent pas cependant à porter. Le courant moyen, en été, est de 3 milles à $3\frac{1}{2}$ milles à l'heure, mais à l'exception de 3 ou 4 milles près de l'embouchure, les rives sont propices pour l'emploi de la corde. Tout près de la rivière la contrée est onduleuse, avec un relief de quelques pieds seulement. On rencontre fréquemment des cimes de pin mâle de teint roux, séparées par des superficies de "muskeg," mais la plus grande partie de la forêt primitive a été détruite par le feu.

¹ Voir Appendice VII.

² Distances approximatives.

La rivière s'est creusé une vallée de 125-150 pieds de profondeur, en coupant à travers des sables lacustres, des argiles et du till glaciaire. A quatre endroits le long des premiers 23 milles, apparaissent de légers plis dans les calcaires dévoniens, qui traversent la rivière et donnent naissance à de petits rapides. A un point de la rive sud, entre le premier et le second rapide, un rebord bas de calcaire affleure à plus de 150 pieds. A cet endroit, on a trouvé des fragments de calcaire couverts de bitume,¹ et pesant jusqu'à 5 livres.

Quoique nous n'ayons vu aucun lit de cette roche, à cet endroit, l'apparence de la matière flottante ou éparse indique un dépôt dans le voisinage. En trois endroits, nous avons observé des sources fortement chargées d'hydrogène sulfuré.

Nous n'avons pas remonté la rivière Firebag plus de 23 milles, puisque, pour des raisons qui ont trait au transport, l'exploitation minière ne sera pas possible d'ici à quelque temps. On rapporte,² toutefois, qu'il y a, près des fourches, à 25 milles plus haut que son point de jonction avec l'Athabaska, des couches de sable bitumineux minces, de basse teneur, d'étendue très limitée, et, apparemment, d'aucune valeur commerciale.

Il est probable que, dans cette direction, les sables bitumineux ne s'étendent pas beaucoup au delà de la rivière Firebag, quoique la limite nord du sable dakota lui-même soit incertaine. Pour ce qui regarde la valeur commerciale, la limite nord du sable bitumineux est à 15 milles environ au sud de Firebag.

Rivière Calumet.

La rivière Calumet entre dans l'Athabaska du côté ouest, à 53 milles en bas de McMurray. La vallée de la rivière, près de sa source, a 150-200 pieds de profondeur, et, sur les 2 premiers milles, elle atteint, par endroits, une largeur de un tiers de mille. Le ruisseau, qui a rarement plus de 15 pieds de large, monte rapidement sur les premiers 4 milles. Au delà de ce point, la vallée s'élargit, et le ruisseau coule paresseusement, venant du sud, à travers une région de marais et de "muskeg" (bourbier?).

¹ Voir note au bas de la page 34.

² M. D. B. Dowling, parlant de la rivière Firebag, Vol. VI, p. 22, A.G. S.C. Rapport annuel, dit: "A la bifurcation du cours d'eau le calcaire est suivi de sable noir contenant du goudron, mais comme les lits n'ont que quelques pieds d'épaisseur, il est probable qu'il ne s'étend pas beaucoup plus loin vers l'est."

Les versants de la vallée sur le parcours des 2 premiers milles¹ sont bien boisés, et on ne voit qu'un affleurement de sable bitumineux. Du côté sud, à 1 mille au-dessus de sa source, un rivage escarpé, ayant 80 pieds de hauteur et 200 pieds de longueur, laisse voir une matière de basse teneur, bien stratifiée avec interstratifications de sable "sec" et d'argile. A trois milles de sa source, la vallée se retrécit à 300 pieds, et, apparemment, a environ 60 pieds de profondeur. Sur une étendue de 1 mille au delà de ce point, il y a de nombreux affleurements de sable bitumineux. Les matériaux ressemblent à ceux que nous avons vus près de l'embouchure de la rivière et ne paraissent pas avoir une valeur commerciale.

Un sentier de chasseur part de la rivière Athabaska, près de l'embouchure de la Calumet, et longe la rive nord de celle-ci pendant plus de 3 milles.

Rivière Tar.

La rivière Tar est un cours d'eau rapide, de 25 à 40 pieds de large, qui se déverse dans l'Athabaska à l'ouest, à 48 milles au-dessous de McMurray. Sur une distance de $\frac{1}{2}$ mille² de sa source, elle serpente à travers un fond bas et bien boisé, mais au delà de ce point, elle grandit rapidement, et les sept milles suivants sont marqués par une succession de rapides. Désormais, la vallée de la rivière s'élargit et devient un marécage immense, couvert d'épinette, qui a donné naissance à la rivière. A l'exception d'un demi mille près de l'embouchure, le cours d'eau n'est pas navigable en canots.

A $1\frac{3}{4}$ mille de son embouchure, un escarpement de 100 pieds de haut laisse voir le premier affleurement de sable bitumineux, et sur le parcours des 4 milles suivants, on rencontre des affleurements d'épaisseur variable. Cependant, ces affleurements ne révèlent que des matériaux de basse teneur et bien stratifiés; et quoique le manteau stérile soit parfois léger, aucun des affleurements que nous avons vus n'a une valeur commerciale. Il y a sur la rive nord un sentier de chasseur parallèle au ruisseau, à une distance de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{4}$ de mille, et que l'on peut suivre sur un parcours de 6 milles au moins.

¹ Les distances sur le ruisseau sont approximatives.

² Les distances sur ce ruisseau sont mesurées.

Rivière Moose.

La rivière Moose se jette dans l'Athabaska à l'ouest, à 47 milles au-dessous de McMurray. Sa largeur moyenne près de son embouchure est d'environ 150 pieds, mais elle n'est plus que 100 pieds à 16 milles plus haut. Le cours d'eau est navigable en canots aux crues moyennes de l'eau, quoique le courant rapide et de petits rapides en grand nombre rendent toujours nécessaire l'emploi de la perche et de la corde.

La vallée de la Moose est généralement étroite, et ses rives escarpées ont 150-200 pieds de hauteur. A certains endroits, toutefois, des changements survenus dans le cours de la rivière ont donné naissance à des bassins latéraux et à des régions basses, qui pourraient avoir de la valeur si on entreprenait d'exploiter le sable bitumineux à cet endroit. Un sentier des Sauvages, partant de McKay, atteint la Moose à un point au-dessus du plus fort des rapides, et entre ce point et l'embouchure une distance d'environ 14 milles nous avons noté 17 affleurements de sable bitumineux. Nous avons vu à un endroit du calcaire en place, à environ $7\frac{1}{2}$ milles de l'embouchure. Ici, ce que l'on peut appeler la crête d'un pli anticlinale longe la rive nord de la rivière sur une étendue de plusieurs centaines de pieds, atteignant une élévation maxima de 8 à 10 pieds au-dessus du niveau de l'eau.

En général, le sable bitumineux à découvert le long du cours d'eau en aval de la bifurcation est de teneur basse et de formation nettement stratifiée. Ceci rappelle les matériaux à découvert le long de la partie inférieure de la rivière Tar au nord, et sur l'Athabaska directement au nord-est et à l'est. Au delà du huitième mille, on remarque encore une détérioration similaire dans la qualité des matériaux à découvert (planche XXVII). Si donc, on ne trouve pas de dépôts exploitables dans cette contrée qui longe la rivière, entre les fourches et le neuvième mille, tous les autres dépôts sur la rivière Moose doivent être mis hors de question. Nous avons mesuré l'étendue de huit des affleurements les plus avantageux, et le tableau, à la page 35, donne une idée assez exacte des conditions.

A en juger par les sections ci-dessus, il est évident que quelques-uns des affleurements le long de la rivière Moose, entre le quatrième et le huitième mille, donnent d'assez bonnes espérances pour justifier une exploration plus approfondie. Comme sur d'autres cours d'eau de même nature, le transport dans la vallée elle-même offrira des difficultés. Toutefois, étant donné la rareté des éboulements d'argile en raison du manteau stérile plus léger, l'entretien d'une route présenterait moins de difficulté que sur la plupart des autres affluents de la rivière Athabaska.

L'on peut ajouter que, à quelque sept milles de son embouchure, et sur la rive nord, un gisement d'argile sépare les sables dakota du calcaire dévonien.¹ L'étendue de ce gisement n'a pas été déterminée, mais il semble avoir une épaisseur d'au moins 8 pieds et affleure sur une distance de plus de 150 pieds.

Rivière McKay (petite rivière Rouge).

La petite rivière Rouge maintenant appelée rivière McKay est le troisième, en volume, des affluents de l'Athabaska au nord de McMurray. Elle a environ 200 pieds de large, à sa source, mais elle se retrécit graduellement à 125 pieds, à dix milles, et à 100 pieds, à 18 milles. A 13½ milles² de son embouchure, le creek Willow, son principal affluent, lui arrive du nord-ouest.

Pendant les premiers 16 milles, il y a un courant de deux ou trois milles à l'heure que l'on remonte à la perche ou à la cordelle. Aux plus hautes marées, percher est pratiquement impossible, à cause de la pesanteur de l'eau et des grèves étroites submergées. Aux crues moyennes et basses, on peut percher et monter à la cordelle. A environ 27 milles de l'embouchure, on peut se servir d'avirons, et tout indique que la navigation est relativement facile plus loin.

La rivière coule à travers une vallée étroite, marquée par des versants escarpés et des rivages à pic. A trois millés de l'embouchure, la profondeur moyenne de la vallée n'est pas moins de 200 pieds, mais elle diminue à 100 pieds sur l'étendue des 15 milles suivants. La surface de la contrée, de chaque côté, est

¹ Voir Appendice VII.

² Les distances sur ce cours d'eau ont été mesurées.

Principaux affleurements le long de la rivière Moose.

Numéro	Épais- seur moyenne à décou- vert, de de haute- teneur	Épais- seur moyenne de basse teneur (à dé- couvert)	Épaisseur totale à dé- couvert du sable bitu- mineux	Épais- seur du man- teau stérile	Distance hori- zontale à partir de la limite in- férieure du sable bitumi- neux jusqu'au point où l'on a estimé l'épais- seur du man- teau stérile	Limite infé- rieure du sable bitumi- neux au des- sus ou au- dessous du niveau de l'eau	Côté de la ri- vière	Lon- gueur approxi- mative de la section à décou- vert	Dis- tance de la source de la ri- vière	Remarques
64 (a) (b) (c)			80 70 75 ?	80 95 90	500 350 300	Au-dessous " "	1600 " "	S.E. " "	6½ " "	Épaisseur de la couche difficile à déterminer à cause du drift et éboulis.
65	40	10	50	15	250	"	550	N.W.	6½	
66 (a) (b)	40		80 40	10 120	200 550	Au- dessous	900 900	S.E. "	6½ 6½	
67	20		20	15	600	Au-dessus	700	N.O.	6¾	Bonne qualité mais quel- ques lits impurs.
68			70	10-80	570	?	500	N.O.	7	Bonne qualité et prati- quement pas de lits impurs.
69			40	10	225	Au-dessous	400	N.O.	8	Bonne qualité générale- ment, mais lits impurs nombreux.
70	12		12	10	200	"	500	S.E.	8½	Apparemment homogène et relativement libre de bandes impures.
71	-		120	10	200	Au niveau	400	N.O.	9	Surface à découvert du sable bitumineux et beaucoup de bandes.

légèrement ondulée, avec ici et là des buttes de sable, des étendues de marais et de fondrière, de petits lacs et étangs peu profonds. A des endroits de la vallée, on trouve une assez bonne poussée d'épinette et de peuplier, mais presque toute la contrée a été dévastée par le feu et est maintenant couverte d'une seconde crue.

Sur une distance de 14 milles au-dessus de son embouchure, l'on aperçoit les calcaires dévoniens ordinaires, bien stratifiés, gris et jaune clair, et riches en fossiles (planche XXVIII). Ces strates montent et descendent sous forme de plis légers, exposant ainsi des coupes d'une hauteur maxima de 90 à 100 pieds.¹

Au-dessus des calcaires, il y a des coupes de sable bitumineux à découvert aux courbes sur toute l'étendue des premiers 22 milles. A des endroits, la dénudation différentielle a érodé les sables bitumineux plus tendres et a laissé une terrasse de calcaire. Dans ces cas, le sable bitumineux se trouve presque toujours à une petite distance de la rivière, et d'ordinaire caché sous la mousse ou la poussée. Comme on l'a dit ailleurs, la partie plus riche du sable bitumineux, presque partout, repose directement sur le calcaire, tandis que les parties supérieures des lits deviennent plus pauvres et plus interstratifiés de bandes d'argile et de sables secs. Ainsi, quand les calcaires, plongeant apparemment vers le sud-ouest, disparaissent vers le 14ème mille, les sections à découvert du sable bitumineux sont désormais plus basses, jusqu'à ce que, finalement, au 22ème mille, seule la zone supérieure ou zone stratifiée demeure au-dessus du niveau de l'eau.

En tout, nous avons observé environ 29 affleurements de sable bitumineux, dont neuf ont été examinés d'une façon un peu détaillée. Nous n'avons pas cru que les vingt autres étaient assez importants pour mériter un examen plus étendu.

On peut probablement affirmer sans crainte que, d'après les indications superficielles, quelques-uns des affleurements ci-dessus représentent des dépôts de valeur commerciale. Le

¹ A un nombre d'endroits sur les rivières McKay, ci Muskeg et Steepbank, et ailleurs aussi on a vu du bitume mêlé aux calcaires dévoniens. Ceci vient évidemment des sables bitumineux sous-jacents. Là où le calcaire est sous forme de moëllons ou là où des cassures se sont produites aux points faibles de la couche massive les fragments de roches sont plus ou moins imprégnés. On a constaté aussi des cas où le bitume s'est logé dans des vésicules du rocher. L'auteur ne croit pas que l'on puisse convenablement classer aucun de ces dépôts parmi le vrai calcaire bitumineux ou asphaltique.

transport à l'Athabaska offre les mêmes difficultés que l'on constate partout le long des vallées des cours d'eau de cette nature.

Affluents secondaires.

Si l'on ne rencontre pas de dépôts exploitables le long d'aucune des 13 rivières ou criques dont nous avons parlé brièvement, il sera inutile de chercher ailleurs dans le district McMurray. Cependant, nous avons noté dans cette contrée, un nombre considérable d'affluents secondaires dont quelques-uns sont de minuscules ruisseaux. Par exemple, les criques Chadwick et Annes, qui toutes deux se jettent dans l'Athabaska, juste en aval de McMurray.

De petits cours d'eau comme ceux-ci, dont la puissance d'érosion est faible, montent rapidement, et ordinairement atteignent le niveau général de la contrée en deça de 2 ou 3 milles de leur jonction avec l'Athabaska. Par conséquent, les dimensions verticales des sections de sable bitumineux à découvert, près de leur source, décroissent rapidement avec le changement brusque dans l'élévation en amont des cours d'eau. De plus, quoique les vallées de ces creeks soient des sillons qui n'ont aucune étendue de terres de fond, l'effet des éboulements d'argile est manifeste là où le feu a dévasté la forêt. Si on exécutait actuellement des travaux d'excavation le long d'un de ces versants, l'effet de ces éboulements en serait si augmenté qu'il rendrait probablement les travaux tout-à-fait impossibles.

Principaux affleurements sur la rivière McKay.

Numéro	Épais- seur moyenne à décou- vert, de de haute teneur	Épais- seur moyenne de basse teneur (à décou- vert)	Épaisseur totale à dé- couvert du sable bitu- mineux	Épais- seur du man- teau stérile	Distance hori- zontale à partir de la limite in- férieure du sable bitumi- neux jusqu'au point où l'on a estimé l'épais- seur du man- teau stérile	Limite infé- rieure du sable bitumi- neux au-des- sus ou au- dessous du niveau de l'eau	Côté de la ri- vière	Lon- gueur approxi- mative de la section à décou- vert	Dis- tance de la source de la ri- vière.	Remarques
72			40	10	300	110' au-des- sus	700	S.	$\frac{3}{4}$	
73			65	10	300	60' au-des- sus	350	S.	2	Bandes argileuses inter- stratifiées nombreuses.
74			120	10	550	55' au-des- sus	700	N.	$2\frac{1}{2}$	Montre une grandé vari- ation dans le percen- tage de bitume et la teneur de l'agrégat minéral.
75			140	60	875	au-dessus	400	N.	$7\frac{1}{2}$	
76			25	40	400	5' au-dessus	1200	S.	8	Matière flottante et ébou- lis empêchent observa- tions précises.
77			60	20	325	25' au-dessus	400	S.	9	
78			80	75	500	10' au-dessus	550	N.	10	
79			40	50	400		150+	N.	12	
80			30	20	300		500	N.	13	

APPENDICE I.

CLASSIFICATION DES MATIÈRES BITUMINEUSES.

Géographiquement, les hydrocarbures gazeux, liquides et solides sont très répandus, et on les trouve dans presque toute la série des couches géologiques, depuis le Laurentien jusqu'aux formations quaternaires les plus récentes. Si l'on considère les différents essais qui ont été faits pour classer les hydrocarbures et leurs congénères, on constate de suite la difficulté d'établir des divisions nettes et justes.

Dans la classification suivante, qui est de Herbert Abraham,¹ le sable bitumineux est classé comme un asphalte solide siliceux.

¹ Etude lue au huitième Congrès International de Chimie pratique, New York, Sept., 1912.

MATIÈRES BITUMINEUSES.

NATURELLES	BITUMES	Gazeux	{ Gaz naturel Gaz des marais	{ Base de paraffine Base d'asphalte Mélé Malthes ("goudron minéral")	
		Liquides ou semi-liquides	{ Pétroles		
	PYRO-BITUMES	Solides		{ Cires minérales Asphalte	{ Ozokérite Cire Montan Hatchettite Asphaltites
				{ Poix minérales	
ARTIFICIELLES	ORIGINE ANIMALE	Des os	Goudron d'os et poix de goudron d'os	{ Poix stéarine (goudron de Chândelle) Poix de laine stéarine Poix de laine grasse (woolpitch) Poix d'huile de palme Poix d'huile de coton Poix d'huile de pieds de coton	
		Des gras	{ Poix d'acide gras ("Poix stéarine")		
	ORIGINE VÉGÉTALE	Des huiles végétales			
		Des sèves des conifères Du bois et des racines des conifères	{ Poix de résine Goudron de pin et poix de goudron de pin		
ORIGINE MINÉRALE	Des bois durs (e.g. chêne, érable, bouleau et hêtre)		{ Goudron végétal et poix de goudron végétal		
		Du pétrole	{ Goudron du gaz à l'eau et poix du goudron du gaz à l'eau Poix de boue Asphalte de pétrole (poix de pétrole) Asphalte de pétrole soufflé (oxidé)		
	Des malthes, D'ozokérite De la tourbe Du lignite		{ Asphalte minéral Paraffine, etc. Goudron de tourbe et poix de goudron de tourbe Goudron de lignite (goudron de charbon brun) et poix de goudron de lignite		
		Du charbon bitumineux	{ Goudron de houille et poix de goudron de charbon de houille. Goudron du four à coke et poix de goudron du four à coke. Goudron de haut fourneau et poix de goudron de haut fourneau. Goudron de gaz générateur et poix de goudron de gaz générateur.		
De l'élatérite		{ Poix d'élatérite			
Des schistes bitumineux		{ Huile de schiste et poix d'huile de schiste.			

APPENDICE II.

SABLES BITUMINEUX ET GRÈS BITUMINEUX COMME
MATÉRIAUX DE PAVAGE.

Depuis un certain nombre d'années, on a employé les sables bitumineux dans la construction de divers genres de pavés, aux Etats-Unis. Comme on l'a dit ailleurs, les principaux centres d'exploitation, aujourd'hui, sont le Kentucky, l'Oklahoma et la Californie. L'emploi des ces matériaux semble avoir été réglé, dans une large mesure, par les taux de transport. A part ce facteur, il faut aussi tenir compte¹ des intérêts politiques et des méthodes quelque peu incertaines qui ont trait à la pratique elle-même du pavage en asphalte.

D'après son expérience personnelle, l'auteur croit que les pavés, qui ont été construits avec les sables bitumineux, dans plusieurs villes et villages des Etats-Unis, ont donné satisfaction. Quelques-uns de ces pavés n'ont servi qu'au transport relativement léger des centres résidentiels, mais d'autres ont été soumis à des conditions de trafic plus lourd. D'autre part, plusieurs pavés faits de sable bitumineux n'ont pas répondu aux espérances.

Réflexion faite sur les succès obtenus et les échecs subis dans l'usage de la roche bitumineuse, l'auteur désire insister très fortement sur une conclusion. C'est que, l'on devrait faire une étude raisonnée des propriétés chimiques, et tout particulièrement des propriétés physiques des matériaux avant de les utiliser pour le pavage.²

¹ Dans la préface de la seconde édition de son livre intitulé: "Asphaltes, leurs sources et usages," le Col. T. Hugh Boorman fait les commentaires suivants sur cet aspect de l'industrie du pavage:—

"Dans l'immense collection de traités et d'études sur les constructions en asphalte, qui ont préparés pour des conventions, des sociétés d'ingénieurs et des collèges, il est douloureux de constater combien peu peuvent être considérés comme venant de source impartiale. Nous sommes à une époque de réclame astucieuse, et, en plus de leurs agents régulièrement salariés, ingénieurs-conseils, chimistes et commissionnaires, les grandes compagnies subventionnent abondamment les journaux quotidiens et techniques, de sorte que le peuple naïf, en quête de renseignements sur l'asphalte, est sujet à être induit en erreur par la réclame faite à certaines marques d'asphalte, réclame venant de ces habiles agents de toute dénomination, à partir des professeurs de collèges jusqu'aux reporters des feuilles quotidiennes. La ruse la plus flagrante en fait d'annonce fut celle d'une compagnie d'asphalte qui offrit une prime de \$100 au premier gamin de collège qui écrirait le meilleur traité sur l'asphalte."

² M. John H. Russel a posé à Calgary et à Edmonton de petites dalles faites en grande partie de sable bitumineux de l'Alberta. Les dalles à Edmonton—posées à l'automne de 1911—ont environ 5' X 5', reposent sur du béton dans un trottoir de béton, et sont ainsi entourées de béton de tous côtés. Comme premier essai, ce travail a sa valeur. Comme preuve de l'utilité réelle du sable bitumineux comme matériaux de pavage, l'auteur considère que ces petits blocs ne signifient pas grand'chose.

Employer notre sable bitumineux canadien au hasard, soit parce qu'on n'en connaît pas suffisamment la nature, soit par manque de soin dans sa préparation, c'est simplement s'exposer à des mécomptes et à de lourdes pertes financières. L'auteur croit que la construction d'un ou deux pavés modèles est le procédé le plus raisonnable de déterminer pratiquement la valeur réelle du sable bitumineux des dépôts de l'Alberta.

A différents temps, au cours des dernières années, des personnes averties ont exprimé des opinions diverses concernant l'utilité du sable bitumineux comme matériaux de payage. Les opinions suivantes, qui viennent d'ingénieurs municipaux ayant fait l'essai de cette sorte de pierre, ne manquent donc pas d'intérêt actuellement. En rapportant ces opinions, l'auteur sait très bien qu'il y a une différence plus ou moins grande entre la roche bitumineuse de la Californie et celle de la Province d'Alberta. Cependant, comme la critique a pris la forme d'une condamnation en règle de la pierre bitumineuse en général, nous exposons ci-joint quelques-unes de ces opinions.

(Lettre n° 1.)

"Nous avons reçu votre communication relativement à notre expérience de l'usage des grès bitumineux, et nous l'avons prise en sérieuse considération. Tout le grès employé à Oakland vient des carrières de Santa Cruz (planches LI et LIII), exploitées par la "City Street Improvement Co. de San Francisco. A Oakland, on a employé les matériaux bruts, en différents temps, pendant environ quinze ans, et on a obtenu des résultats variables. On en a abandonné l'usage en 1907, pour le reprendre en 1911 sous une forme différente. Depuis 1911, nous avons employé ces matériaux pour la construction d'environ un mille et demi de rues, et les résultats ont été généralement satisfaisants. Cependant, on n'emploie pas les matériaux bruts, mais sous une forme modifiée par l'addition d'une quantité convenable de sable et de poussière de roche de façon à produire un mélange à peu près conforme à la composition idéale d'un pavé normal en asphalte.

"La première rue construite avec ces matériaux à Oakland l'a été, il y a environ vingt-deux ans, et elle est encore aujourd'hui

en bon état. Cette rue a servi régulièrement à un transport léger, quoi qu'elle ne soit pas une partie de la voie publique. Une autre rue, pavée en 1898, a subi un transport relativement lourd depuis sa construction, et elle est aujourd'hui une des principales artères commerciales. Le pavé n'a pas été réparé jusqu'à l'année dernière, alors que sa surface fût renouvelée sur une distance d'environ un mille et demi. On y fait actuellement des réparages additionnels sur une étendue à peu près égale. D'autres rues ont donné d'aussi bons résultats, tandis que d'autres encore ont été un insuccès depuis leur construction. Cette différence de résultat nous porte à croire que les matériaux sont propres à fournir un revêtement de rue satisfaisant, et que les insuccès sont dûs à un défaut dans le mode d'emploi. Une enquête dans ce sens a montré que là où les matériaux ont manqué, leur composition correspond de très près à celle des autres matériaux d'asphalte que l'on dit avoir manqué dans d'autres villes; c'est-à-dire, que le tamisage ou la teneur en bitume n'est pas proportionnée. Les pavés qui ont donné un bon résultat étaient faits d'un mélange passablement bien assorti. Il semble que le produit des mines n'est pas de composition voulue et qu'il y ait plusieurs variétés. Nous croyons avoir surmonté ces difficultés en mêlant des grès de deux sortes, en modifiant le mélange par l'addition de sable et de poussière de roche, et en faisant l'analyse du produit de jour en jour, ce qui nous permet de faire les changements qui peuvent sembler nécessaires. C'est l'opinion générale des inspecteurs et des autres personnes qui voient le produit que l'on emploie journalièrement dans la rue, que le pavé que l'on construit est même meilleur que celui que l'on obtient avec le mélange d'asphalte de Californie, de sable et de poussière de roche. Il semble plus adhésif, plus résistant et plus dense. En attendant une démonstration plus nette de cette prétention, je ne suis pas prêt à accorder à ces matériaux aucune préférence sur le mélange artificiel ordinaire, mais je le crois foncièrement aussi bon.

“Notre expérience, à Oakland, avec le grès bitumineux ne porte que sur ce produit particulier. D'autres grès peuvent ne pas donner de bons résultats, soit à cause de leur composition, ou en raison d'un défaut dans le mode d'emploi. Il a fallu plu-

sieurs années pour découvrir la vraie manière d'employer cette sorte de grès. Etant donné l'expérience acquise des matériaux d'asphalte, durant les quelques dernières années, il devrait être plus facile de juger de la valeur d'une nouvelle exploitation que l'on entreprendrait de nos jours. Cependant le premier essai des matériaux d'une nouvelle exploitation devrait se faire sur de petites quantités, jusqu'à ce que la valeur du produit soit reconnu par l'expérience et la vraie méthode d'emploi déterminée. Je suis d'avis que les insuccès, au début, pourraient dépendre autant du mode d'emploi que des matériaux eux mêmes.

(Signé) **Walter N. Frickstad.**

Asst. Surintendant des Rues,
Oakland, Cal."

Approuvé:—

(Signé) Percy F. Brown,
Surintendant des Rues,
et Ingénieur d'office de la ville.
2 février, 1914.

(Lettre n° 2.)

"En réponse à votre lettre du 24 janvier, 1914, au sujet des pavés construits, à San Francisco, avec la roche bitumineuse, je dois dire qu'ils ont donné satisfaction. Nous avons des rues construites avec ces matériaux, il y a déjà plusieurs années, et qui sont encore en très bonne condition.

"Qu'il soit bien compris, toutefois, que la roche bitumineuse naturelle ne doit pas être employée d'une façon quelconque. Il est rare que les matériaux sortent de la mine dans une condition propre au pavage et dans les cas où le produit brut de la mine a été utilisé, les pavés ainsi construits n'ont donné un bon service que dans les rues où le transport est très léger. Dans les endroits où la roche a été soumise à de lourdes charges et a duré plusieurs années, on a constaté à l'examen, qu'on avait fait un choix de la roche, ou qu'elle avait subi un traitement subséquent; dans l'un ou l'autre cas, on avait obtenu un mélange à peu près semblable aux matériaux ordinairement employés pour le pavage en asphalte. Ainsi donc, la méthode actuelle de traiter

la roche bitumineuse diffère beaucoup de celle que l'on suivait il y a quelques années. De nos jours, la roche, extraite des différentes couches de la mine, est choisie et expédiée à l'usine où se font les mélanges, pour en obtenir des matériaux bien assortis. On obtient ainsi un produit recommandable par son uniformité; et tous les pavés qui ont été construits d'après ce procédé, durant les quatre dernières années, semblent vouloir être aussi durables que ceux qui leur ont servi de modèles.

(Signé) **M. M. O'Shaughnessy.**
Ingénieur de la ville,
San Francisco, Cal."

San Francisco,
30 janvier, 1914.

(Lettre n° 3.)

"En réponse à votre communication au sujet des dépôts bitumineux du voisinage de Santa Barbara, je puis dire que, à mon avis, on peut faire un excellent pavé avec ces matériaux, s'ils sont préparés convenablement.

"Ces matériaux sont du sable de plage et de grève, mêlé à un agrégat grossier de calcaires plutôt mous et de coquillages de mer, et le tout cimenté sur une base d'asphalte. Le sable et l'asphalte sont en quantités très variables, même dans chaque charge, et par conséquent il faut un traitement spécial pour chacune des charges. Une partie de bitume peut contenir une plus grande quantité d'huiles légères que d'autres et être chauffée plus longtemps que celles qui contiennent une quantité moindre des huiles légères. La teneur du sable aussi est toujours différente d'une charge à une autre, de sorte que, il faut une longue étude et beaucoup d'expérience pour employer avec succès les matériaux des dépôts de bitume naturel dans la construction d'un bon pavé.

"Au cours de l'année 1888, la ville a construit environ deux milles de pavés avec du bitume naturel. Ce pavé n'a pas bien duré à certains endroits, dans doute à cause du manque de soin dans le traitement et la préparation; à d'autres endroits, toute-

fois, il a bien résisté. En 1898, on a enlevé à peu près la moitié de ce pavé et on l'a remplacé par un pavé de planches d'asphalte épuré. Le pavé qui n'a pas été remplacé sert encore et la plus grande partie est en très bon état.

"En somme, je dirais que, d'après mes études et mon expérience, je crois que l'on peut avec les matériaux des dépôts naturels du calcaire bitumineux et du grès bitumineux, s'ils sont bien employés, construire un aussi bon pavé qu'avec l'asphalte épuré.

(Signé) **Eldon A. Garland.**

Ingénieur de la ville,

Santa Barbara, Cal."

Santa Barbara,

11 février, 1914.

La roche bitumineuse en usage à San Francisco et à Oakland vient des carrières voisines de Santa Cruz. On trouvera dans l'appendice sur les "sables Bitumineux" des détails sur la nature de ces matériaux.

M. Clifford Richardson, dans son livre intitulé "The Modern Asphalt Pavement" écrit ce qui suit:—

"*Les Sables bitumineux de Santa Cruz.* Les carrières de sable bitumineux, près du sommet de la crête Empire, faisant face à la baie Monterey et à l'Océan Pacifique, sont très étendues. Les strates individuelles sont de composition très variable. . . .

"Le bitume que ces sables renferment est sous forme de malthe, et la plupart tache facilement les mains quand on manipule le sablé. Il durcit à la chaleur, avec perte des huiles plus légères et réduction du pourcentage de bitume, à un tel point qu'il devient apte à fournir un mélange de revêtement capable de résister au transport.

"On remarquera que ces sables sont passablement fins et qu'ils contiennent une certaine quantité de matériaux de 200 mailles.

"Les rues que l'on a construites, à San Francisco, avec les sables bitumineux de Santa Cruz n'ont pas très bien duré. Il a fallu les réparer en grande partie, ce que l'on a fait assez facilement en chauffant les matériaux de nouveau: mais il y a maintenant une tendance à abandonner ce mode de pavage en asphalte et à le remplacer par des revêtements composés de sable con-

venablement assorti que l'on mêle à du remplissage et à du bitume relativement pur."

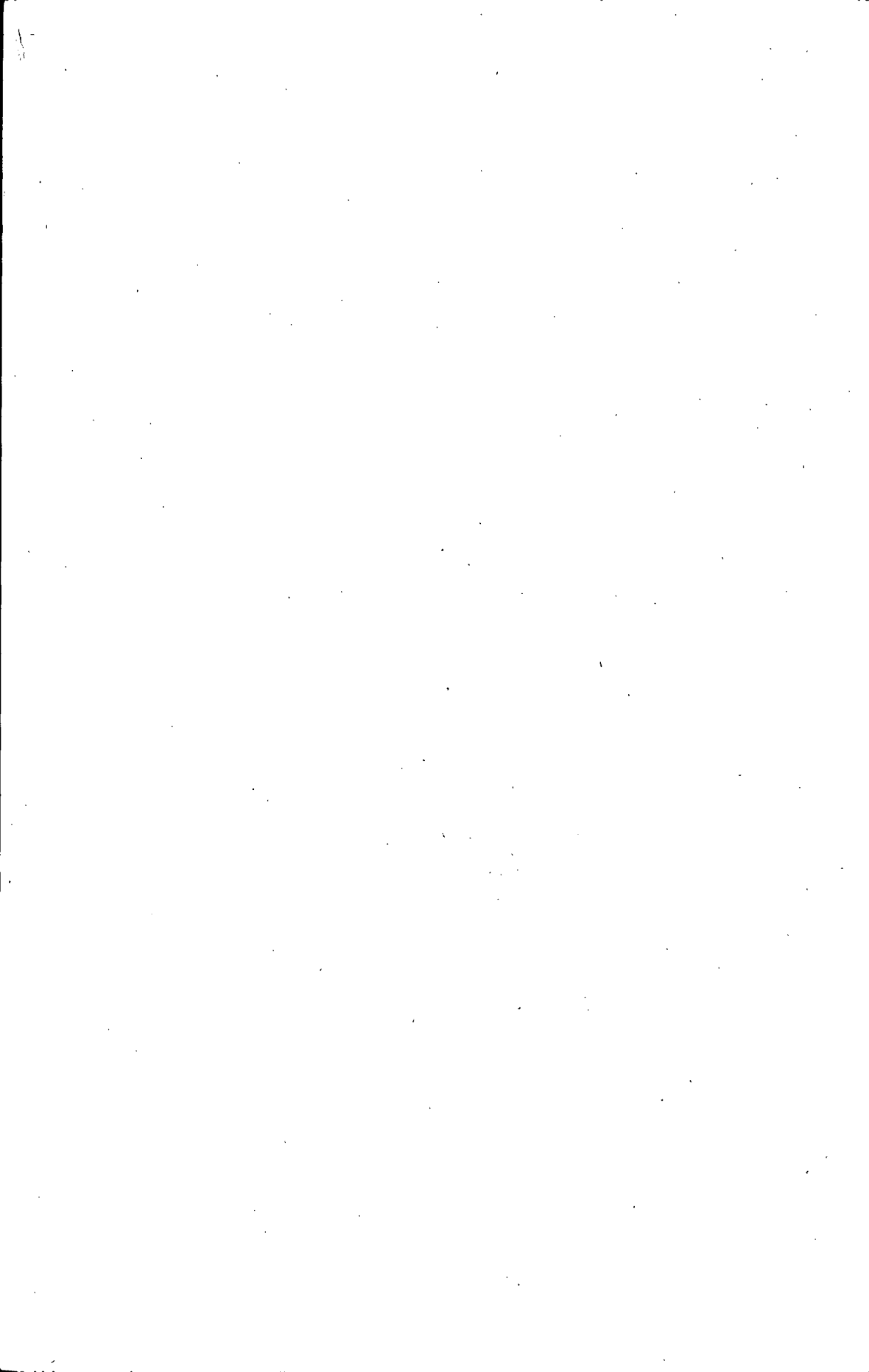
La lettre de l'Ingénieur de la ville de San Francisco, citée plus haut, explique la cause de ces insuccès et montre que, suivant le mode actuel d'employer ces sables bitumineux, ils donneront d'aussi bons résultats que les matériaux artificiels.

Dans son livre bien connu,¹ intitulé, "Street Pavements and Paving Materials", M. Geo. W. Tillson, Ingénieur-Conseil du Président Borough, Borough de Brooklyn, ville de New-York, dit: "On a trouvé dans ce pays (Etats-Unis) du calcaire bitumineux ainsi que du grès contenant de l'asphalte; on a trouvé aussi, en Californie, des lits de sable qui renfermaient de l'asphalte, dont on a construit plusieurs des premiers pavés de Californie. Ces pavés furent construits d'une façon très primitive, vu le peu d'expérience que l'on possédait des matériaux et de l'entreprise, et un grand nombre ont manqué en peu de temps, comme on pouvait le prévoir. Ces insuccès n'ont pas été attribués, toutefois, à l'asphalte de Californie ou aux pavés en asphalte, car l'expérience a démontré que ces matériaux, s'ils sont bien traités, peuvent faire un bon pavé."

Comme exemple de la nécessité de manipulation convenable, on peut citer un chemin inter-urbain, bien connu de l'auteur, entre Santa Barbara et Carpinteria, Cal. Ce chemin est soumis à des conditions de transport variées, comprenant une nombreuse circulation d'automobiles à toute vitesse, non moins que de pesantes machines à traction à bandages annulaires et des camions d'une capacité de 2 à 5 tonnes.

Les différentes parties de ce chemin ont été construites par des entrepreneurs différents et quoiqu'on ait employé partout pratiquement le même sable bitumineux, le contraste est sensible entre les diverses parties du travail entier. Ainsi, là où l'on n'a pas fait chauffer suffisamment le sable bitumineux pour en chasser les huiles légères, la surface est fendillée. Là où les matériaux ont été surchauffés, la surface était très dure et elle menaçait beaucoup de se lever par couches. Là, enfin, où les matériaux avaient été employés convenablement les résultats semblaient excellents.

¹ Page 264.



APPENDICE III.

EXTRACTION DU BITUME DES SABLES ET DES GRÈS BITUMINEUX.

En outre de l'usage, aujourd'hui reconnu, de certaines variétés de sables et de grès bitumineux pour le pavage des rues, on aperçoit de suite d'autres usages possibles pour l'extrait bitumineux dans les différentes branches du génie et de la construction. De ce nombre, on peut mentionner: planchers pour divers genres de bâtisses—telles que moulins, hôpitaux, écoles et patinoires,—fondations qui arrêtent les vibrations et tremblements, comme dans les usines de pouvoir électrique, ou bien là où l'on se sert de masses pesantes ou de marteaux à vapeur; parquets, revêtements intérieurs et drains pour caves, réservoirs; toitures à l'épreuve du feu; pour isoler ou protéger certains genres de conduits; pour peintures épaisses et imperméables, comme une source d'extraction des huiles bitumineuses pour préserver les routes par les méthodes d'arrosage ou de "pénétration." Ces usages et beaucoup d'autres possibles présupposent, dans le cas des dépôts de l'Alberta, une extraction efficace du bitume de l'agrégat minéral siliceux. Plusieurs ingénieurs croient que le bitume qui, dans cette sorte de dépôt, doit sa forme actuelle à un procédé de distillation naturelle, possède des qualités supérieures à celles des bitumes dérivés du pétrole par la distillation artificielle du pétrole.

Dans plusieurs localités des Etats-Unis, durant les vingt dernières années, on a essayé l'extraction commerciale du bitume des sables et des calcaires bitumineux. Quoique la construction de ces installations ait occasionné une dépense de plusieurs centaines de mille dollars, il est difficile d'obtenir des renseignements précis concernant les détails de cette exploitation et ses résultats actuels.²

¹ Vingt ans d'expérience pratique de l'asphalte naturel et du Bitume Naturel. Delano Pub. par E. et F. N. Spon, Londres, 1893.

² Epuration de l'Asphalte, par Hans A. Frasch, Vol. VII, Industrie Minérale. Appareil pour traiter la roche d'asphalte, E. U. Patente n°722,500, Mars, 10, 1903. Demande faite par J. S. Downard et B. A. Ralason.

Extraction du Bitume au moyen du Naphta comme dissolvant, E. U. Patente n° 617,226, accordée à A. S. Cooper.

Extraction du bitume au moyen d'un dissolvant dans des réservoirs entourés de vapeur. E. U. Patente nos 617,712 et 655,430, accordée à A. F. L. Bell.

Extraction du bitume du grès bitumineux. E. U. Patente n° 655,416, accordée à Jacob Phillippi.

Méthodes d'épuration employée par la Tar Springs Asphalt Co., Tar Springs, Okla., De Mines and Mining, mars, 1903.

Asphalt Mining and Refining in Oklahoma, par W. R. Crane, dans le journal Engineering and Mining, 17 décembre, 1903.

13 ième Rapport du Minéralogiste de l'Etat (1895-96). California State Mining Bureau.

Les quelques renseignements que nous donnons ici sur un sujet qui sera certainement de la plus grande importance pour ceux qui entreprendront d'exploiter sérieusement les dépôts de sables bitumineux de l'Alberta, sont basés, en partie sur les investigations personnelles de l'auteur à Oklahoma et en Californie, et, en partie, sur des informations puisées à diverses sources et qu'il croit être dignes de foi.

Généralement parlant, on a tenté l'extraction commerciale, dans le passé, au moyen de dissolvants, en particulier le bisulfure de carbone et les distillés plus légers du pétrole et au moyen de l'eau chaude et de la vapeur. Des deux premiers dissolvants, le bisulfure de carbone coûte plus cher et est plus volatile, tandis que les vapeurs qu'il dégage sont un danger pour la santé des travailleurs. Dans l'industrie pratique actuelle, toutefois, il semble que ni l'usage du naphta ni du bisulfure de carbone n'a été un succès. A part le danger du feu et des explosions, il y a une perte sérieuse du dissolvant employé.¹

Cette perte, due en partie à l'évaporation et en partie à l'impossibilité de recouvrer le dissolvant du bitume extrait, atteindra, parfois, jusqu'à 15 pour cent.

Les résultats ont été plus encourageants lorsqu'on s'est servi de l'eau chaude ou de la vapeur.² On a effectué une séparation assez rapide et relativement peu coûteuse, mais dans l'industrie pratique l'extraction n'est pas suffisamment complète. Pour résumer ce que l'auteur connaît sur ce sujet, il semble que l'emploi de l'eau chaude ou de la vapeur, ou des deux ensemble, comme on l'entend aujourd'hui, ne donnera pas, à l'extraction, plus de 60 pour cent du bitume contenu dans le grès bitumineux ordinaire. En essayant d'obtenir un pourcentage plus élevé, à l'extraction, il en résultera probablement une augmentation hors proportion du prix. Voici une liste partielle des compagnies qui, dans les dernières années, ont essayé l'extraction aux États-Unis:—

¹ Il ne semble pas douteux qu'il y aura toujours plus ou moins de perte du dissolvant. Probablement que cette perte peut être réduite au minimum dans un installation bien aménagée.

² Il faut se rappeler que certains bitumes sont trop lourds pour être traités par l'eau chaude. Il en fut ainsi, par exemple, dans le cas du dépôt d'asphalte de Sisquoc, exploité par la Compagnie Alcatraz, en Californie. Dans ce cas, il n'y avait pas d'autre alternative que de faire l'extraction au moyen d'autres dissolvants, la compagnie faisant alors le choix d'un distillé léger de pétrole.

Litho Carbon Company, exploitant à Cline, Uvalde Co., Texas, vers 1896. Roche traitée: calcaire bitumineux, portant 10-13% de bitume.

Uvalde Asphalt Company, exploitant à Cline, Uvalde Co., Texas, vers 1898. Roche traitée, Calcaire bitumineux, portant 10-13% de bitume.

California Petroleum and Asphalt Company, exploitant à La Patera, Ventura Co., Cal., vers 1890. Roche traitée, schistes bitumineux, portant 60 pour cent de bitume.

Alcatraz Asphalt Company, exploitant à Alcatraz, Cal., vers 1902, sur du grès bitumineux portant 10-16 pour cent de bitume.

Tar Springs Refining Company, exploitant vers 1902 à Tar Springs, Okla, sur du grès bitumineux, portant 10-14 pour cent d'asphalte, et 20-30 pour cent d'huiles lourdes surtout la pétrolène.

Pacific Oil and Asphalt Company, a abandonné ses travaux d'expérience dans le comté de Santa Barbara, et à San Francisco, vers 1903. Roche traitée, grès bitumineux, portant 12 pour cent de bitume.

Conical Company, exploitant à Woodford, Okla., en 1898, sur du grès bitumineux, portant 8-10 pour cent de bitume. Opérations entravées par le manque de capital.

Southern Asphalt Company, exploitant à Woodford, Okla., en 1906, sur du grès bitumineux, portant 9-11 pour cent de bitume.

Continental Company, exploitant près de Ardmore, Okla., sur du grès bitumineux, portant 10-12 pour cent de bitume.

Snider Asphalt Company, qui opérait près de Ardmore, Okla., sur du grès bitumineux à 10-12 pour cent.

American Mineral Wax Company, exploitant à Ard, ore, Okla., 1910, sur du grès bitumineux, portant 10-12 pour cent de bitume.

L'auteur croit savoir que, durant les trois dernières années, il n'y a pas, aux Etats-Unis, d'usines où se fait l'extraction du bitume du grès bitumineux. Dans un ou deux cas, la cause ou les causes exactes qui ont entravé les travaux sont quelque peu obscures, ou au moins assez difficiles à déterminer avec précision.

Il semble, toutefois, que l'insuccès dans l'extraction commerciale du bitume du grès bitumineux, dans le passé, est dû à l'une ou l'autre des causes suivantes: Outillage imparfait des usines, ce qui occasionnait une séparation incomplète; capacité et production limités, ce qui entraînait des dépenses indirectes trop élevées.

Conditions locales, y comprises les dépenses de transport et des travaux de la mine; choix de roche bitumineuse impropre aux procédés d'extraction, concurrence légitime d'autres matériaux acceptables (comme le résidu de pétrole).

Concurrence non basée sur des conditions commerciales normales, i.e., baisse des taux par une compagnie rivale plus puissante.

Insuffisance de fonds à des moments critiques, surtout durant les expériences des débuts. Méthodes financières fautives.

Incendies et explosions, dûs principalement au caractère inflammable des dissolvants en usage, et à l'installation d'appareils de distillation ouverts au lieu de fermés.

L'on peut donc dire sans crainte que, même malgré la valeur réelle des procédés employés, l'extraction du bitume du grès bitumineux n'a pas été un succès au point de vue commercial. Cependant, en égard aux différents facteurs qu'il ne faut pas oublier lorsque l'on étudie les essais passés, il est difficile de dire si, dans les conditions les plus favorables, l'extraction commerciale est possible ou non.

En attendant, ceux qui désirent tenter l'extraction sur une base commerciale et dans les conditions qui existent dans l'Alberta, pourront tirer parti des résultats obtenus par de longues années d'expériences sérieuses et souvent coûteuses. De plus, il faut se rappeler que, vu les taux de transport et droits sur les asphaltes d'importation, l'extraction dans l'Alberta pourrait se faire sur une base beaucoup plus avantageuse que, par exemple, en Californie, où le résidu de compétition peut se vendre à très vil prix.¹

¹ Les prix actuels de l'asphalte d'importation (90% pur) à Edmonton sont de \$27—\$34 la tonne. A San Francisco, Cal., on peut se procurer la même matière pour moins de la moitié de ce prix.

APPENDICE IV.

GRÈS BITUMINEUX.

Actuellement, il est impossible de se procurer au Canada des sables bitumineux, pour l'industrie. Toutefois, dans certains endroits, en Europe, et surtout dans les Etats-Unis d'Amérique, on a exploité, depuis plusieurs années, des dépôts de ces matériaux.¹

Production d'Asphalte et de roche bitumineuse aux Etats-Unis (Tonnes de 2,000 livres).

Etats.	1911			1912		
	Tonnes	Valeur	A la tonne	Tonnes	Valeur	A la tonne
<i>Roche bitumineuse.</i>		\$	\$		\$	\$
California.....	27507	89,264	3.25	35637	88,621	2.50
Kentucky.....	13831	54,980	3.70			
Oklahoma.....				10969	44,428	4.05
Texas.....				6435	19,626	3.05
Utah.....						
Total.....	41338	144,244	3.50	53041	152,675	2.87
<i>Asphalte.</i>						
California.....	177690	2,202,490	12.40	213694	2,097,782	9.85
Oklahoma.....	53566	325,976	6.09	54748	296,945	5.40
Utah.....						
Texas.....	55826	786,785	14.05	88097	1,384,640	15.75
Total.....	287082					

Il faut ajouter à ce tableau les importations d'asphaltes et de bitumes aux Etats-Unis qui, en 1912, ont été de 194,775 tonnes, valant \$4.72 la grosse tonne.

A cause de l'intérêt qui s'attache aujourd'hui aux dépôts du district McMurray, nous donnons ci-joint quelques indications rapides sur les gisements des Etats-Unis. Ces indications sont basées en partie sur l'expérience acquise par l'auteur au Kentucky, à Oklahoma, et en Californie, et, en partie, sur des renseignements obtenus d'autres sources.²

Il paraît que, aujourd'hui, on connaît aux Etats-Unis au moins soixante-deux dépôts différents de sable bitumineux, dont seize dans le Kentucky, quinze à Oklahoma, vingt-quatre

¹ 22ème Rapport annuel, Com. géol. des E.U. Vol. 1.
Bulletin n° 8, Com. géol. de Oklahoma.
Industrie Minérale, Vols. 1 à 32.

en Californie, et les sept autres au Missouri, à Utah et au Texas. La teneur en bitume de ces dépôts varie de 3 à 20 pour cent, la moyenne probable étant d'environ 10 pour cent. En ce moment, pour des causes diverses, la majorité de ces dépôts n'est pas exploitée, quoique presque tous ont été en différents temps travaillés dans une certaine mesure. L'épaisseur d'un bon nombre de ces gisements, au Kentucky et à Oklahoma, ne dépasse pas 10 à 15 pieds. En Californie, cependant, plusieurs lits ont une épaisseur plus grande, celui qu'exploitait autrefois la Compagnie Alcatraz, dans le district de Los Alamos, atteignait, par endroits, une épaisseur de plus de 100 pieds.

A part le pourcentage contenu de bitume et la dureté de la roche elle-même, presque tous les dépôts américains de sable bitumineux, que l'auteur connaît, ont une ressemblance générale avec ceux du district McMurray. Généralement, la compacité de la roche semble varier avec la qualité du sable; et, lorsqu'on enlève le bitume qui les cimente, les grains de quartz se séparent. Il est remarquable aussi que, comme dans le district McMurray, les matériaux plus riches sont à la partie inférieure de la couche imprégnée, et que, dans plusieurs cas, il y a une ressemblance physique frappante entre la masse de grès imprégnée et un étang d'huile tel qu'on le comprend aujourd'hui. Le passage des zones plus riches aux zones plus pauvres est de graduel à moyennement subit, quoique, parfois, on trouve de légères traces de bitume dans les schistes siliceux superposés. Des infiltrations du bitume des affleurements sont particulières aux parties à découvert de presque tous les dépôts du Canada et des Etats-Unis. Dans le premier cas, à savoir les dépôts du Canada, l'aspect qu'offre la présence des lits argileux interstratifiés est plus sensible. Comme dans le district McMurray, on remarque fréquemment aussi une variation dans la teneur de l'agrégat minéral. Dans de tels cas, on a trouvé possible de combiner les matériaux de deux ou trois sections d'un même dépôt et d'obtenir ainsi un mélange convenablement assorti.

Géologiquement,¹ les sables bitumineux du Kentucky, d'Oklahoma et de Californie, se trouvent dans des horizons très distants l'un de l'autre. Au Kentucky, les dépôts se trou-

¹ 22ème Rapport annuel, Com. géol. des E.U., Vol. I.

vent principalement comme faisant partie de la Série Chester des Lower Coal Measures. A Oklahoma, on les rencontre dans les sables Ordovicien et Trinité, à la base des Crétacés inférieurs. En Californie, cependant, les dépôts d'asphalte et de roche bitumineuse sont limités aux formations du Miocène et surtout associés aux schistes argileuses et aux grès Monterey qui leur sont immédiatement superposés. Il semble donc que, par leur horizon géologique, certains dépôts à Oklahoma, correspondent de très près aux sables bitumineux du district de McMurray.

Nous faisons mention ici de trois des carrières qui sont actuellement exploitées aux Etats-Unis, pour permettre de les comparer. On en a extrait de grandes quantités de sable bitumineux qui a été expédié, et on prétend que les pavés qui ont été construits avec ces matériaux ont été satisfaisants.

N° 1. Rock Creek, Oklahoma,¹ Le produit consiste de sable subanguleux, cimenté par de la poix solide d'asphalte, qui a la pénétration du ciment ordinaire d'asphalte. On l'emploie à fournir le goudron des mélanges pour pavés.

Bitume soluble dans CS ₂	7.80%
Caractère du bitume, semi-solide, gluant et ductile.	
Poids spécifique, 25° C.—25° C.....	1.017
Pénétration, 100 g. 5 sec. 25°C.....	61.0
Perte à 163°—5 heures.....	3.48%
Consistance du résidu, pénétration comme ci-dessus.....	29.0
Bitume soluble dans paraffine-naphte à 86°B.....	22.44%
Carbone fixe.....	10.36%
Matière minérale.....	4.93%
Teneur de l'agrégat minéral,—	
Retenu sur un tamis de 50 mailles ..	0.2%
" " 80 " ..	9.8%
" " 100 " ..	14.3%
" " 200 " ..	45.1%
" " 200 " ..	30.6%

¹ Bulletin n° 8, Oklahoma, Com. géologique.

Nature de l'agrégat minéral—sable très fin à grains arrondis.

N° 2. Près de Dougherty, Oklahoma.¹

Le produit consiste en grains anguleux et semianguleux de sable, légèrement cimentés par de la malthe molle. On l'utilise comme ramollissant ou fondant pour les goudrons plus durs.

Bitume soluble dans CS ₂	61.77%
Caractère du bitume, liquide gluant et visqueux.	
Poids spécifique, 25°C.—25°C.....	0.991%
Perte à 163° C., 5 heures.....	6.13%
Consistance du résidu, trop mou pour l'essai de pénétration.	
Bitume, insoluble dans la paraffine naphte à 86° B.....	
	11.15%
Carbone fixe.....	6.95%
Matière minérale.....	0.81%
Nature de l'agrégat minéral,—	
Retenu sur le tamis de 30 mailles ..	0.0%
“ “ 50 “ ..	1.3%
“ “ 80 “ ..	40.0%
“ “ 100 “ ..	39.5%
“ “ 200 “ ..	18.6%
Passé par un tamis de 200 “ ..	0.6%

100.00

En concurrence avec d'autres asphaltes, le produit des carrières ci-dessus a été expédié par chemin de fer, à 450 milles. Le prix de vente moyen de la roche bitumineuse de Oklahoma, en 1912, était approximativement \$3 f.o.b. lieu de livraison.

N° 3—Suit un rapport de laboratoire sur la roche bitumineuse d'une partie du dépôt de Santa Cruz, que possède et exploite la City Street Improvement Co., de San Francisco, Californie.

En concurrence avec le résidu de pétrole mis en baril à \$9² la tonne, le produit de cette carrière a été expédié, à 200

¹ Bulletin n° 8, Com. géol. de Oklahoma.

² De ce montant, il faut probablement allouer \$2.50 pour la mise en barils.

milles, par chemin de fer. Le prix de vente moyen de la tonne de roche bitumineuse, en 1912 et 1913, était \$3.50 f.ob..

Poids spécifique 77° F. matériaux secs.....	1.0162
Pénétration à 77° F.....	93

Propriétés chimiques.

Substance sèche,—

Perte à 325° F. pendant 5 heures....	3.7%
Pénétration du résidu.....	32
Caractère du résidu.....	Uni.
Bitume soluble dans CS ₂ tempér. de l'air.....	99.0%
Matière organique insoluble.....	0.6%
Matière inorganique insoluble.....	0.4%

Malthènes,—

Bitume soluble dans le naphtha à 86% (commercial).....	79.1%
Bitume soluble dans le naphtha à 62% (commercial).....	89.6%

Carbures,—

Bitume insoluble dans le tetrachlorure de carbone.....	0.1%
Le Bitume donne à l'ignition:—	

Carbone fixe,—

Perte à 325° F. de la roche originaire. 50 grammes de la roche bitumineuse brute perdent.....	0.75%
Pourcentage de bitume dans le sable.	16.40%
Perte par la chaleur, pour cent du total de bitume.....	4.50%

Teneur de l'agrégat minéral,—

Roche tendre, strate inférieure.	
Bitume.....	13.42%
Passé par un tamis de 200 mailles ..	4.02

Retenu par un tamis de 100 mailles ..	7.28
“ “ 80 “ ..	31.36
“ “ 50 “ ..	11.12
“ “ 40 “ ..	17.68
“ “ 30 “ ..	8.00
“ “ 20 “ ..	2.48
Tout passe 10 “	
Roche dure, strate supérieure,—	
Bitume.....	15.70%
Passe par un tamis de 200 mailles ..	8.86..
Retenu sur un “ 200 “ ..	36.40
“ “ 100 “ ..	24.00
“ “ 80 “ ..	12.28
“ “ 50 “ ..	1.44
“ “ 40 “ ..	0.60
“ “ 30 “ ..	0.28
“ “ 20 “ ..	0.20
Tout passe 10 “	

Comme le dépôt ci-dessus est probablement un des plus importants des Etats-Unis, et comme les matériaux ressemblent un peu à ceux de quelques-uns des affleurements du district McMurray, les détails suivants ne seront pas sans intérêt. Ils sont empruntés à un article écrit par M. J.-R. Price, C.E., pour le Journal de Technologie de la Californie, août, 1913:

“Sur le versant des montagnes Coast Range, dans le comté de Santa Cruz, à environ 8 milles au nord-ouest de la Ville de Santa Cruz, il y a des dépôts de grès bitumineux, possédés et exploités par la City Street Improvement Company de San Francisco. La formation est un Miocène ou Monterey schiste argileux et sables bitumineux.

Le dépôt s'élève à 800 pieds au-dessus du niveau de la mer. Il y a trois couches ou strates de sables saturés. La couche inférieure a 8 pieds d'épaisseur. Au-dessus, il y a une strate de sable fin de 8 pieds d'épaisseur, imprégnée de 2 à 3 pour cent de bitume. Au-dessus de cette couche de sable, il y a un dépôt de sable magnifiquement saturé, contenant environ quatorze pour cent de bitume pur. Il n'a pas moins de 32 pieds d'épais-

seur. Ses sables sont partiellement assortis et sont de ceux qui resteraient sur des tamis aux mailles larges. Sur cette grosse masse de grès bitumineux repose un dépôt de schiste argileux d'un caractère diatomacéen. Cette couverture de schiste argileux a de 40 à 60 pieds de profondeur. Immédiatement au-dessus, se trouve un dépôt de grès bitumineux excellent, contenant de 16 à 18 pour cent de bitume pur, et environ 82 à 84 pour cent de sable fin siliceux, qui passerait tout ou presque tout par un tamis de 50 mailles, L'épaisseur moyenne de ce dépôt est de 25 pieds. Il y a donc, dans cette mine, trois strates formant une épaisseur totale de 64 pieds.

Procédé d'exploitation de la mine.

“La calotte de schiste Miocène est d'abord enlevée à la dynamite et le grattage. Là, où le schiste a été enlevé, on détache le grès bitumineux en se servant de poudre. On perce des trous au moyen de tarières attachées à des barres d'extension qui ressemblent beaucoup aux tarières qui servent à creuser des puits. Quand on rencontre une roche dure ou une substance que l'on ne peut enlever avec la tarière, on emploie un foret 'à baratte' pour traverser les matériaux durs, après quoi on se sert de nouveau de la tarière. On creuse le trou jusqu'à ce que l'on ait atteint le dépôt de sable sur lequel le bitume repose ou le lit de schiste argileux. Après qu'on l'a broyé, on charge le produit sur des wagons, on le transporte au chemin de fer, à trois milles, et on le recharge de nouveau sur des wagons pour être expédié à destination.

Caractère des matériaux.

“Le grès bitumineux se casse facilement sous un choc brusque, et sa fracture est très nette; mais à la chaleur du soleil il devient très élastique et difficile à manier.

“Pour employer ces matériaux, il est nécessaire de les désagréger et de les mélanger intimement. Il semble que ceci soit très facile par la chaleur.

“Le produit, tel qu'on le tire de la terre, n'est pas dans une très bonne condition pour faire un pavé solide. Il contient pres-

que tous les ingrédients requis pour un tel emploi mais non dans les proportions voulues.

“La meilleure combinaison d’asphalte et d’agrégat minéral pour un pavé modèle a été déterminée par une expérience pratique. Pour l’asphalte en planches, elle peut s’énoncer comme suit:—

“Asphalte soluble dans le bi-sulfure de carbone.....	10½%
Agrégat minéral,—	
Poussière de pierre passant par un tamis de 200 mailles.....	13%
Sable passant par un tamis de 80 et retenu par un tamis de 200 mailles	26%
Sable passant par le 50 et retenu par le 80.....	23½%
Sable passant par le 30 et retenu par le 50.....	19%
Sable passant par le 20 et retenu par le 30.....	5%
Sable passant par le 10 et retenu par le 20.....	3%

“Une combinaison d’asphalte, de poussière de pierre et de sable dans les proportions indiquées ci-dessus est supposée le meilleur mélange possible pour un pavé de première qualité. Les vides dans ce mélange ont été réduits à 2½ pour cent et d’ordinaire ne dépassent pas 8 pour cent. Le but de la classification des matériaux, comme ci-dessus, est de réduire au minimum les vides dans le mélange final, en même temps que les sables s’ajustent ensemble de la manière la plus compacte possible. La nature des matériaux implique nécessairement quelques impossibilités, et par conséquent, il ne faut pas supposer que la formule ci-dessus peut toujours se réaliser. Donc, toutes les spécifications permettent une marge de l’un ou l’autre côté de la normale, afin que l’on puisse construire des pavés. Les limites maxima et minima sont données dans toutes les spécifications de l’asphalte de première qualité. On devrait s’efforcer, toutefois, de se rapprocher le plus possible de la formule modèle.

“Le bitume pur dans l’asphalte doit être de qualité convenable, c’est à-dire, qu’il doit être adhésif, cohésif et ductile à la température ordinaire. La méthode de distillation de l’asphalte est tout-à-fait importante. Il est préférable de distiller l’asphalte à une chaleur douce et à une température modérée, qu’à des hautes températures qui transforment les hydrocarbures, en produisant un excès d’asphaltènes.

“La longue durée des spécimens de pavés de grès bitumineux extrait des dépôts de Santa Cruz, est une preuve suffisante par elle-même pour détruire à jamais les objections, s’il y en a, contre la qualité de l’asphalte tiré de cette source.

L’Agrégat minéral.

“L’agrégat minéral se compose presque entièrement de sable siliceux pur et de poussière. Les sables ne sont pas de ceux qui ont une forme sphérique, mais ils sont semi-sphéroïdiques, et offrent des surfaces sur lesquelles d’autres sables de même nature peuvent reposer sans glisser.

“La poussière, qui passerait par un tamis de 200 mailles, varie, en quantité, de 2 à 8 pour cent, quoique la proportion soit passablement constante pour chaque catégorie de grès. C’est une substance à grains excessivement fins, formant une poudre impalpable, sur laquelle l’eau n’agit pas, et est une des parties essentielles de l’agrégat minéral. Il est extrêmement difficile de filtrer l’asphalte des grès dissous, uniquement à cause de ce dépôt marin curieux qu’ils renferment. Elle est plus fine que n’importe quelle poussière de pierre que l’on obtient par la pulvérisation artificielle, et elle est par conséquent le *vrai* remplissage voulu dans un agrégat minéral pour le rendre imperméable à l’eau, quand il est combiné au ciment d’asphalte. Elle forme une partie, et une partie très importante, d’une combinaison minérale absolument assortie, commençant par les sables graveleux et arrivant par des matériaux de différentes grosseurs à l’infinité, c’est-à-dire, à une particule de matière si petite qu’il faut un microscope très puissant pour discerner, sans les mesurer, ses dimensions possibles.

Qualité des sables.

“Les sables contenus dans les couches inférieures du dépôt sont pratiquement de la sorte qui passerait par le tamis de dix mailles et qui serait retenue par celui 80. Le gisement est passablement régulier dans toutes les parties de la mine. 75 à 80 pour cent des sables de la couche supérieure passeraient par le tamis de 50, environ 12 pour cent seraient retenus sur celui de 80, le reste y passerait, et 7 à 10 pour cent passeraient celui de 200. Les sables de la couche supérieure sont extrêmement réguliers, n’y ayant remarqué aucun changement digne d’attention depuis l’époque où l’on a commencé à en faire usage jusqu’à ce jour.

“Le grès bitumineux est placé, à la mine, sur des wagons qui transportent de cinq à huit tonnes à la gare de Godola. Là, on le recharge sur d’autres wagons et on l’expédie à tous les endroits où les taux de fret le permettent.

Mode d’emploi.

“Les matériaux sont expédiés à l’endroit convenable où ils doivent être utilisés. Pour en faire un mélange pour des planches d’asphalte régulières, il faut que le produit soit désintégré et mêlé de façon à ce que chaque partie ait sa place dans le mélange final. Ce que l’on fait au moyen d’un appareil appelé Mélangeur Torpedo. On introduit le produit ainsi que les autres sortes de sables dans les proportions requises, aussi la poussière de pierre et autres substances nécessaires, dans un tambour tournant, de forme conique. Un bruleur à l’huile placé sous le tambour fournit la chaleur, et le tambour tourne sur des rouleaux avec une vitesse de 12 à 14 révolutions à la minute. Il y a à l’intérieur du tambour un serpentín qui le parcourt sur toute sa longueur, et il s’écoule de 10 à 15 minutes entre l’entrée et la sortie des matériaux. Le mouvement du tambour est réversible; quand il tourne dans une certaine direction il se vide, dans la direction opposée, il tend à rejeter les matériaux sur eux-mêmes. Pendant toute cette opération, les matériaux se désagrègent sans interruption et se mêlent de la même manière que le ciment de béton dans une mélangeoir à rotation. Des palettes à mélange facilitent l’opération.”

APPENDICE V.

PROSPECTION DU SABLE BITUMINEUX.

Les indications suivantes seront peut-être utiles à ceux qui, pour la première fois, entreprennent de prospecter le sable bitumineux. Puisque, aujourd'hui, on doit se munir avant de partir d'Athabaska de tout l'outillage nécessaire pour la prospection dans le district McMurray, et puisque les travaux se font à 250 milles de distance au moins du lieu des approvisionnements, nous donnons ici un peu plus de détails qu'il n'en faudrait d'ordinaire.

Il est de toute évidence que l'exploitation pratique d'une étendue quelconque de sable bitumineux doit être précédée d'une prospection soignée et systématique, et que, tant que cela n'a pas été fait, il est impossible d'exprimer une opinion sérieuse sur la valeur d'un dépôt. Entre parenthèse, on peut faire observer qu'un travail de ce genre n'est pas sans danger. Pendant la saison d'été, des masses grosses et petites de sable bitumineux se détachent et tombent des parties à découvert, et après les pluies, il y a souvent des glissements considérables de matières dégagées le long des affleurements les plus escarpés. Voici les conditions les plus importantes à noter.

(a) *Manteau stérile.* Même une étude superficielle des mesures des sections que nous avons données ailleurs révélera l'importance qu'il faut attacher à cette question, puisque partout le sable bitumineux est recouvert dans une certaine limite. Dans certains cas, le manteau stérile consiste de graviers et d'argile, dans d'autres, de grès stratifiés, de schistes argileux et de minces quartzites intermittentes, tandis que dans plusieurs cas, on peut classer le sable bitumineux de basse teneur comme mort-terrain, et l'enlever comme tel. De plus, les cartes de profil des petites superficies dans le voisinage de onze des affleurements les plus avantageux, indiquent une variation considérable dans les contours, même dans des limites étroites.

Genres de machines, etc.

Les sortes de machines qui servent à déterminer la profondeur et la nature du manteau stérile sont bien connues et

n'ont guère besoin d'être décrites. Il faut pourtant mentionner ici un simple foret "à baratte" dont on se sert beaucoup dans les travaux de prospection des mines de fer du Minnesota (fig. 4). Ce foret est suffisant pour déterminer la profondeur d'un affleurement quand les matériaux sont du sable, du gravier et de l'argile. Tel que représenté dans la figure 4, les trois pièces de la charpente principale, qui a de 30 à 40 pieds de hauteur, sont des montants carrés, d'environ 5" × 6", et d'une lourde échelle; cette dernière étant utile pour tout travail nécessaire au sommet de l'appareil. Des barreaux légers, cloués à l'échelle et aux montants, portent un échafaud en planches. Une corde de chanvre, de 1 $\frac{1}{4}$ ", supporte l'enveloppe, foret, etc., en même temps qu'elle met en action le marteau de 250 livres qui sert à enfoncer la chemise. Cette corde passe sur une poulie de 18" placé au sommet de l'échelle, et de là s'enroule sur un cabestan représenté sur la fig. 4. En enfonçant le manchon, ou en opérant le foret, un surveillant raidit ou desserre la corde, et contrôle ainsi la hauteur et la fréquence de la chute du marteau.

L'enveloppe employée est en fer forgé de 3", et a d'ordinaire environ 20 pieds de longueur. Des tiges à lavage en fer de 1 $\frac{1}{4}$ " descendent à l'intérieur du manteau et portent à leur partie inférieure un "trépan." Pour enfoncer le manchon, on visse d'ordinaire à son sommet un rebord en T qui empêche l'usure par le marteau. Au moyen d'une tige de 6 pieds vissée autour du manchon, on lui donne un mouvement de rotation lente qui contribue à empêcher le resserrement.

En commençant un forage, on descend d'abord le manchon jusqu'à ce qu'il ne pénètre plus facilement. On pompe alors de l'eau par la tige à lavage, et elle sort par les petits trous à la surface du "trépan." L'eau se mêle aux matériaux barattés par le trépan, et, remontant par la tige, elle se décharge au sommet du manchon. On jette ces matières ainsi retirées du trou ou bien on les conduit dans des boîtes à sédiments pour les examiner. On peut faire remarquer que, dans un terrain mou, comme le sable, le trépan n'est pas nécessaire, on fait simplement couler l'eau à la partie inférieure de la tige à lavage. D'ordinaire, il est facile d'enfoncer le manchon après la tige à lavage. Dans l'argile dure, cependant, il est souvent désirable de dé-

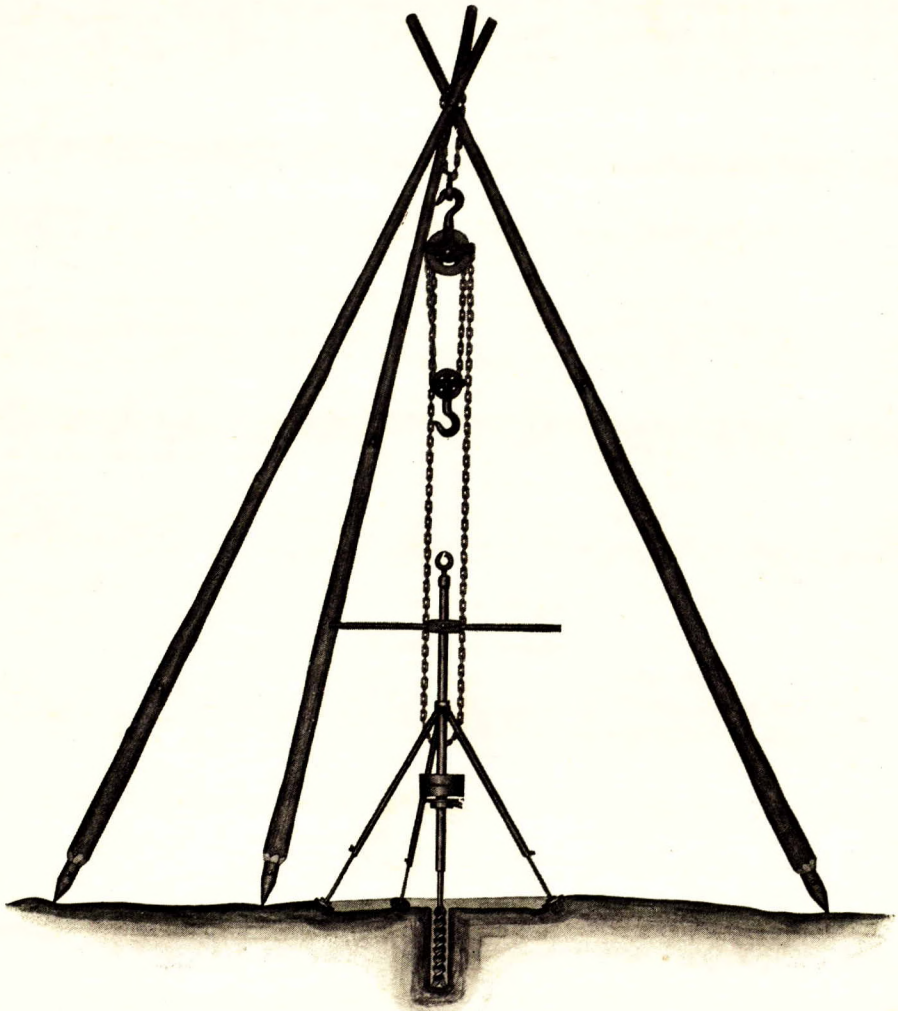


Fig. 4. Disposition d'une tarière pour forage de sable bitumineux.

buter avec de la dynamite à 60%. S'il y a de gros cailloux, ils sont broyés par la dynamite, en ayant soin de tenir les tiges et le manchon à une hauteur suffisante. Quand on a traversé le manteau stérile, on peut continuer les trous, dans le cas du sable bitumineux, au moyen d'une tarière, ou autre outil approprié.

Deux hommes peuvent manoeuvrer un outillage comme celui que nous venons de décrire, quoiqu'on obtienne de meilleurs résultats avec une équipe de trois hommes.

Dans un terrain propice, on peut percer de 30-50 pieds par jour. Une machine de 10 chevaux-vapeur, comme celle de la fig. 4, pèse environ 1,400 livres, et une chaudière de 20 chevaux-vapeur, à peu près 3,000 livres.¹ Elles peuvent facilement creuser et manchonner des trous de 150 pieds de profondeur. Les déménager en traîneau à pierres et en chariot, et les installer, ne devraient donc présenter aucune difficulté sérieuse. Le coût total de la chaudière, de la machine à vapeur, de la pompe, outils, etc., ne devrait pas dépasser \$1,200. On peut ordinairement acheter, d'occasion, un outillage comme celui-là, et à un peu meilleur marché.

Pour ce qui regarde la question du déblaiement postérieur et la manière de disposer des déchets, le procédé à employer dépendra évidemment, dans chaque cas, des résultats des forages et des conditions locales. Puisque l'enlèvement du manteau stérile, sur une grande étendue, sera un facteur important dans le développement d'une grande partie du district McMurray, il sera intéressant de noter quelques détails touchant ce travail préliminaire.

Dans les conditions existantes dans la région de McMurray, on peut enlever le manteau stérile et en disposer par une des méthodes suivantes: à savoir, grattoirs traînés à la chaîne par un mécanisme, un outillage complet de pelle à vapeur, ou méthode hydraulique.

Chacune de ces méthodes, dans des conditions favorables, a été efficace. L'auteur connaît un cas, en Californie, où l'on est en voie d'enlever et de nettoyer au moyen d'un grattoir à chaîne un lit d'ardoise dur, au prix de 9 centins la verge cube, à part les frais de cassage de la roche elle-même. Dans la chaîne

¹ Construite par les West Clyde Iron Works, Duluth, Minn.

de Cayuna,¹ dans le Minnesota, on a enlevé récemment un manteau stérile de sable, au prix de 8 c. la verge cube, au moyen de pelles lourdes Bucyrus. Cependant, les procédés de la pelle à vapeur et du grattoir sont si connus, qu'il n'est pas nécessaire de les décrire.

On a entrepris, avec succès, durant les deux dernières années, près de Riverton, Minn., d'enlever le manteau stérile par la méthode hydraulique.²

L'eau, à 50 livres³ de pression, est dirigée, au moyen des bouches de canons hydrauliques, contre les matériaux à broyer. A l'endroit indiqué, l'eau vient d'un lac voisin, par un tuyau de fer forgé n° 16, long d'un quart de mille, et de 12" de diamètre rivé.

En face, l'eau fait couler du sable, du gravier et des cailloux, sur une inclinaison de 3½ à 5 pour cent, dans un puisard de 3 à 4 pieds de profondeur. Du puisard, les matériaux sont aspirés par une Pompe à sable Centrifuge Morris n° 12, spécialement construite, et mûe par une courroie sans fin⁴, et ils sont rejetés par une ligne de tuyau de fer rivé en spirale, de 12".

Quoique la pompe ait une aspiration de 12", et une décharge de 12", et qu'elle soit assez puissante pour monter des solides même de 10" dans la pratique, on emploie un crible grossier qui empêche toute substance qui a plus de 4" ou 5" de diamètre d'entrer dans l'aspirateur. La pompe et le moteur, ainsi que la résistance qui facilite le contrôle sous des charges différentes, sont logées sur une plateforme en bois solide, ayant environ 16 × 30 de superficie. Au début des opérations, on aménage un petit puisard, soit en utilisant une dépression naturelle du terrain, ou par un creusage spécial. Tout d'abord, on descend jusqu'au lit de roche six⁵ colonnes, qui sont des petits bouts de manchons, épais de 3". De solides crampons fixés à ces colonnes supportent des berceaux ou semelles de bois sur lesquelles repose la plateforme principale. A mesure que l'excavation avance,

¹ Mine Pennington, Crosby, Minn.

² On a adopté une méthode à peu près semblable, en Floride, pour enlever le manteau stérile des dépôts de phosphate. La méthode employée là et les résultats obtenus sont résumés dans un article sur "Florida Phosphate Practice," par J. A. Barr, dans le Journal des Mines et Métallurgie.

³ Construits par Joshua Hendy Iron Works, San Francisco, Cal.

⁴ Construite par Morris Machine Co., Baldwinville, N.Y.

⁵ Il est probable qu'il serait plus avantageux de mettre 8 colonnes, qui donneraient plus de solidité et absence de vibration.

on descend la plateforme au moyen d'une chaîne et de poulie ou tout autre moyen approprié; on enlève des bouts des différentes colonnes au besoin. Finalement, la plateforme elle-même atteint presque le roc, alors qu'on la transporte sur un autre terrain, selon les besoins du moment.

Une installation comme celle-là, et si l'on se sert de pompes mûes par l'électricité, n'exige que deux ou trois employés. Un canon hydraulique, qui marche sans arrêt—24 heures par jour, sur une étendue de 30 à 60 pieds de profondeur, déblaie, lave et décharge par une ligne de tuyau jusqu'à 70,000 verges cubes par mois. De fait, le résultat dépend de l'efficacité de la pompe à sable, puisque, un canon hydraulique de 4" qui opère dans les conditions ci-dessus, déblaiera facilement et lavera plus de 75,000 verges cubes par mois.

Dans des conditions ordinairement favorables, le broyage, le transport et l'enlèvement des matériaux par une ligne de tuyau de 1,500 pieds de longueur, ne coûtent pas 7 cents la verge cube. A la mine Rowe, Riverton, Minn., une installation hydraulique comme celle que nous venons de décrire, a fonctionné avec succès sur des matériaux qui consistaient en grande partie de sable, avec un agrégat de gravier et de cailloux, de quantité variable jusqu'à 20 ou 30 pour cent du tout. Dans le cas où l'argile forme une proportion considérable de la masse, on devrait obtenir encore de meilleurs résultats.

Pour disposer d'un cubage étendu, et dans des conditions identiques à celles de la Mine Rowe, l'appareil hydraulique a des avantages signalés sur la pelle à vapeur. Les premiers frais d'installation d'un appareil complet ne dépassera probablement pas \$8,000, tandis qu'une installation pour pelle à vapeur coûte \$60,000 ou \$70,000; et les méthodes hydrauliques l'emportent aussi en efficacité et en vitesse.

A la Mine Rowe, comme on l'a déjà dit, tous les matériaux sont déversés dans un puisard central, d'où ils sont de nouveau rejetés par une pompe centrifuge et une ligne de tuyau à un endroit situé à plusieurs centaines de pieds de distance, et à une hauteur bien au-dessus de la pompe elle-même. Il est très probable que les conditions topographiques de quelques-uns des affleurements de sable bitumineux du district de McMurray,

seront telles qu'elles dispenseront en grande partie de l'usage de la pompe, et que, dans certains cas, on pourra disposer des matériaux de rebut par les canons hydrauliques seuls et le lavage. S'il en est ainsi, le coût approximatif de la verge cube, énoncé plus haut, sera de beaucoup réduit.

Une modification récente introduite à la Mine Rowe substitue un wagonnet plat à la plateforme lourde ordinaire, et le matériel complet est monté sur un wagonnet plat. L'aspirateur en communication avec la pompe à sable, pend du côté du chariot d'où il faut retirer les matériaux. Un petit puisard, qui n'a pas plus de 3 pieds de profond, est creusé à la main, et la machine géante opère sur la rive adjacente, comme à l'ordinaire.

Dans le cas où l'installation peut être faite de cette façon, il y a de grands avantages, puisque l'on peut transporter tout le matériel dans un nouvel endroit, à plusieurs cents pieds de distance, et recommencer les excavations le même jour. Le chariot est très commode pour le transport de la machinerie et il fournit une base suffisamment solide.

(b) *Variation dans l'épaisseur du sable bitumineux.* Vu l'élévation généralement uniforme des calcaires sousjacents, et la condition normale de la plupart des couches superposées, quand il y en a, l'épaisseur du sable bitumineux dans chaque gisement, sur une superficie raisonnablement limitée, sera probablement à peu près uniforme. Comme les affleurements, toutefois, sont souvent en partie recouverts de drift et matières éboulées, il faudra un travail d'excavation étendue avant d'arriver à des mesures exactes. Souvent une partie d'un lit se prolonge sous le niveau de l'eau, et dans ce cas, il faudra aussi avoir recours au forage.

(c) *Variation dans la qualité du sable bitumineux.* On constatera, souvent dans des limites horizontales ou verticales étroites une variation dans le pourcentage du contenu de bitume, la teneur de l'agrégat minéral, les pourcentages de soufre, etc. On ne peut déterminer ces facteurs que par un échantillonnage systématique sur toute la profondeur du dépôt que l'on doit excaver. Il y a deux méthodes à suivre, et l'une ou l'autre sera applicable dans des conditions différentes.

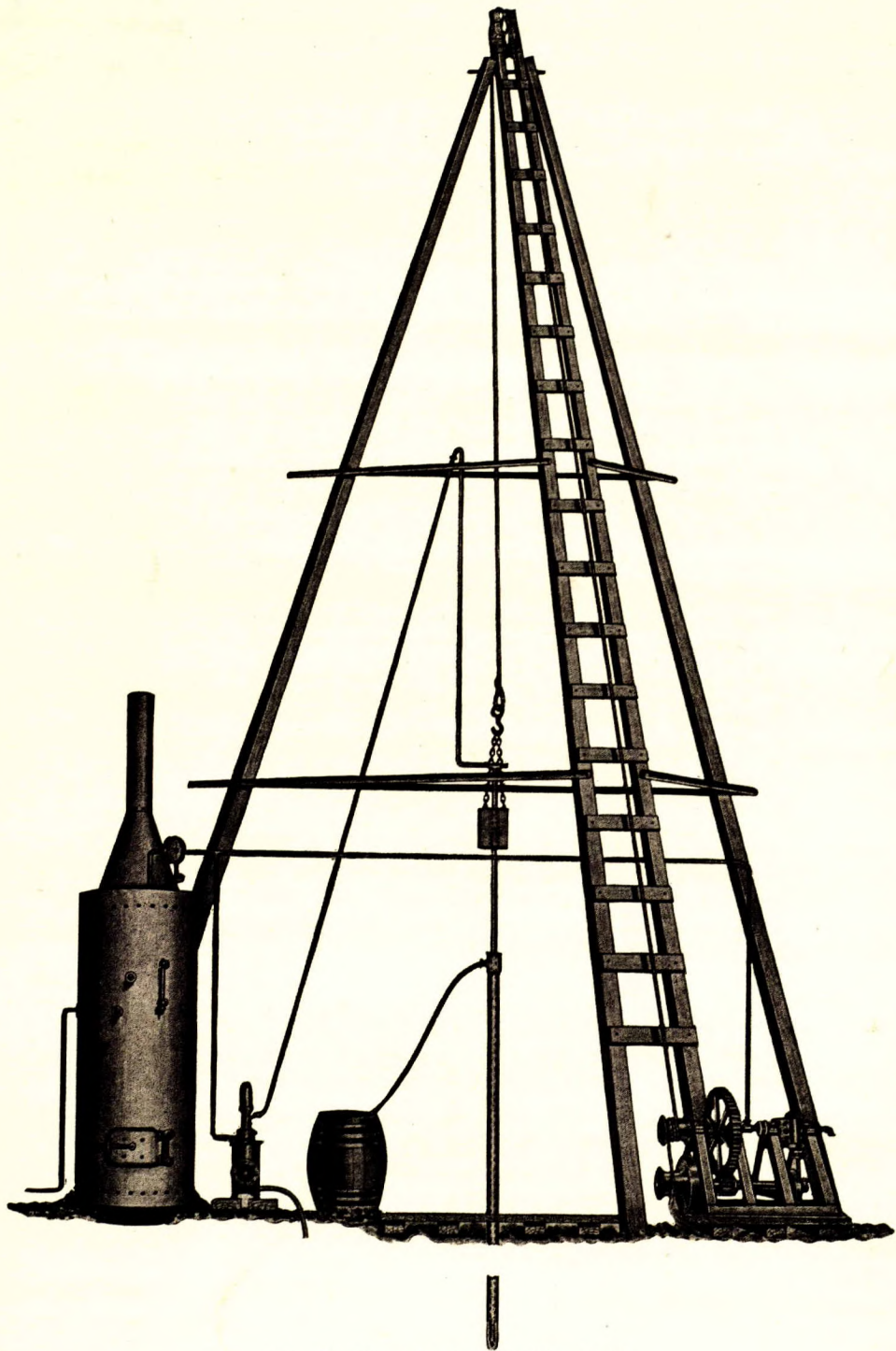


Fig. 5. Type de foret "à Baratte."

1. Pour obtenir un échantillon d'une surface à découvert il est probable qu'on arrivera à de meilleurs résultats en minant une section verticale. Il faut s'assurer que le sable bitumineux d'une telle section est bien en place, car, surtout sous un manteau stérile pesant, les effets des éboulements peuvent s'étendre plusieurs pieds dans les rives. Ces éboulements ne sont pas toujours faciles à découvrir, puisque le sable bitumineux déplacé, même sous son propre poids, se solidifie à nouveau de façon à ne laisser à la surface aucune trace de son déplacement. Dans un cas, l'auteur a mis à découvert une section de 65 pieds de haut, en creusant toute la surface à une profondeur de 5 à 8 pieds, Quoique, d'abord, les matériaux paraissaient en place, on constata plus tard qu'ils étaient tous une partie d'un gros éboulis.

Dans une excavation comme ci-dessus, on peut percer les trous plus avantageusement avec une tarière spéciale.¹ Le fût de cette tarière est de l'acier de $\frac{7}{8}$ " , et la tarière elle-même a 2" de diamètre, avec sept tours au pied. Les taillants de rodage se réduisent à un taillant de ciseau, qui a $2\frac{1}{2}$ " de diamètre, et est presque à angle droit avec la tige. Les tiges de sondes pour les forages d'au moins 20 pieds de profondeur sont d'acier de 1" , et de 10 ou 12 pieds de long, unies par des manchettes d'accouplement, elles donnent satisfaction. Afin d'obtenir une pression verticale, des pesées mobiles circulaires, avec une fente sur le côté, reposent sur un col, arrêté par une vis ajustable. Les poignées du frein, au nombre de 2 ou 4, peuvent être maintenues en place soit par un manchon ou simplement par une vis ajustable. Si l'on emploie une vis ajustable, il faut de temps en temps aplatir les tiges des sondes. On suggère l'usage d'un léger trépied ajustable et d'un col, puisqu'il faut beaucoup d'attention pour maintenir les tiges à l'angle voulu. Afin d'empêcher les pointes du trépied d'enfoncer dans le sable bitumineux mou pendant la saison d'été, on peut avoir recours, comme on l'a dit, à des plaques de métal circulaires, minces et plates. Dans les forages, il devient nécessaire, de temps à autre, de soulever la tarière, pour nettoyer le trou. On suggère pour cela une poulie suspendue à un triangle de perches brutes chaussées de fer. Un col de cuir

¹ On peut se procurer ces tarières chez les Messieurs Baker et Hamilton, rues 4ème et Brennan, San Francisco.

circulaire, ajusté mollement à la tige de la tarière, empêchera les saletés et les débris des sondes de pénétrer dans le trou quand on lève la tarière. La fig. 5 montre l'arrangement suggéré. On rencontre parfois des difficultés dans les forages, surtout en passant par des lits riches, et il faudrait que toutes les parties portent une pression totale de 600 livres sur les poignées du frein. Il est souvent nécessaire de mettre dans le trou de petites quantités de distillé pour "couper" le bitume et empêcher la tarière de coller. On perce les cailloux et les strates dures au moyen du foret à baratte.

Quand c'est possible, il est évidemment désirable que le fond du trou atteigne le roc ou autre couche dure. Avant le chargement, les trous devraient être explosés, au moyen d'une demi-livre de dynamite à 60 pour cent pour chaque 25 livres de poudre noire employée. Près de la ville de Santa Cruz, la City Street Improvement Co. exploite une carrière étendue de grès bitumineux¹, à peu près semblable à la plupart des matériaux du district McMurray. Dans cette carrière, les trous, après l'explosion, sont ordinairement chargés de 175 livres de poudre noire, charge suffisante pour détacher de la surface environ 280-300 tonnes de grès bitumineux.

2. Si la prospection se fait à des endroits où le manteau stérile est épais, on peut employer un foret léger pour atteindre la limite du sable bitumineux. Au delà, on devrait se servir d'un arrangement comme celui de la fig. 5 et employer des tiges plus fortes pour une profondeur plus grande.

Finalement, la liste suivante comprend les objets les plus utiles au prospecteur :

Outils à excavation, etc.—Pelles (manches longs et courts), pics, pioches (très fortes), pinces-leviers, masses (8 livres).

Outils de forage, etc.—Tarières, foret d'acier, forge portative.

Explosifs, etc., Poudre noire, dynamite à 40 ou 60 pour cent, amorces, fusées, batterie pour allumage.

Divers outils, tels que: clef universelle, taraud, chaîne et clef anglaise, filières doubles, ciseaux à froid, pinces et tenailles, limes.

¹ Voir Appendice IV.

Outils pour travaux grossiers de menuiserie, tels que: vilebrequin et bittes, marteaux et clous, ciseau, scies, haches, meule à repasser.

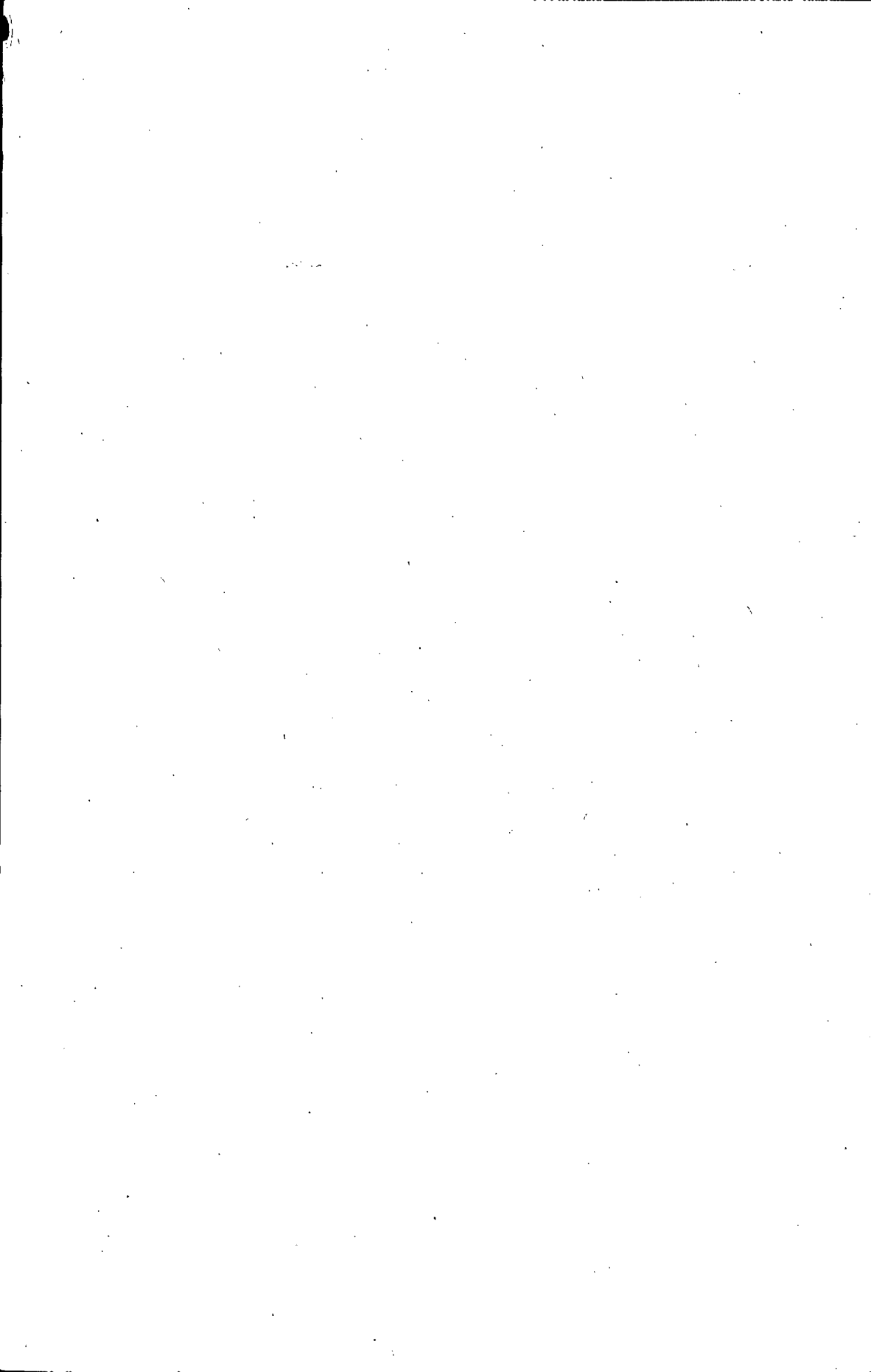
Divers: corde, vis ajustables de relai, gazoline, bidons à spécimens, avec couvercles à friction, d'environ 20 pouces cubes de capacité. Boîtes portatives pour tous les petits outils et pour les bidons spécimens à.

Cloisons interstratifiées. On remarque dans plusieurs affleurements de sable bitumineux une formation stratifiée. Ceci vient de la présence de lits d'argile "sèche" (non-imprégnée), de sables, de particules de lignite, etc., qui varient en épaisseur jusqu'à 4 pouces et même jusqu'à 12 pouces. En temps de pluie, cette formation stratifiée n'est pas très visible sur la surface humide, mais dès que le sol a séché, les bandes interstratifiées réapparaissent.

Le long de la surface supérieure de ces bandes imperméables, le bitume tend à se ramasser et à former des zones de plus grande richesse. Par conséquent, on peut presque toujours, pendant la saison chaude, découvrir ces lits, qui sont mêlés à des couches de sable bitumineux riches aussi, par des lignes horizontales de suintement.

L'effet des ces lits se remarque aussi à la façon qu'ils s'usent par l'exposition. Là, où se trouvent des lits puissants et durables, il s'en détache des masses grossières rectangulaires (planche VIII). Quand il y a peu ou point de ces lits, il y a un clivage très caractéristique, quelque peu conchoidal, et plus ou moins parallèle à la surface, vu la pesanteur du manteau stérile et l'effet de la chaleur (planche XXIV). Quand le manteau stérile est léger, cet effeuillement parallèle est moins sensible. Lorsque l'on calcule la valeur probable d'un dépôt pour des fins de pavage, il est clair qu'il est nécessaire de déterminer avec précision les pourcentages d'argile stratifiée et de particules de lignite.

Une formation stratifiée persiste souvent sur toute l'étendue d'une coupe verticale, et il est malheureux que le sable bitumineux homogène, quand il y en a, soit toujours soujacent aux matériaux plus pauvres.



APPENDICE VI.

NAVIGATION, TRANSPORT ET COMMUNICATIONS.

Pratiquement, la rivière Athabaska est le chemin d'été et de transport entre Athabaska, McMurray et Chippewyan. En hiver, on suit les sentiers de terre, via lac la Biche et la rivière House.

Pendant la saison de navigation, on voyage à bord des steamers de la Compagnie de la Baie d'Hudson, des chaloupes à gazoline appartenant à des particuliers, en chalands ou en canots.

L'Athabaska est le deuxième grand affluent du réseau Athabaska-McKenzie. Elle a sa source dans les montagnes Rochéuses, près du mont Brown, et, dans sa course d'au moins 600 milles, elle couvre six degrés de latitude. A Athabaska, la rivière est ouverte généralement vers la fin d'avril et elle se ferme entre le 8ème et le 12ème jour de novembre. A McMurray, la navigation s'ouvre entre le 20 avril et le premier de mai, et elle cesse entre le premier novembre et le quinze. Son débit, mesuré à Athabaska le 18 septembre, 1911, était de 28,783 pieds cubes par seconde.

A Athabaska, la rivière a 1,485 pieds de large, mais elle s'élargit graduellement jusqu'à 3,010 pieds à McMurray. On n'a jamais déterminé la vitesse moyenne du courant, mais, en juillet, il est probablement d'environ 3 à 4 milles à l'heure. Les années ordinaires, la rivière est navigable en mai, juin, juillet, août, et la première partie de septembre pour les gros bateaux à hélice, qui tirent $2\frac{1}{2}$ pieds d'eau, et ont un tonnage de 125 tonnes. Ces steamers vont jusqu'à la rivière House, et là, passagers et fret à destination de McMurray et autres points plus au nord, sont transférés sur des chalands que met en service la compagnie de transport de la Baie d'Hudson.

Durant la saison navigable, on peut aller en canots ou en chalands à presque toutes les phases de l'eau. Il faut beaucoup de discernement pour déterminer le mode de transport qui convient le mieux aux besoins individuels. On peut se renseigner au sujet du transport par steamer et par le service de transport

de la Compagnie de la Baie d'Hudson, auprès de l'agent de la compagnie à Athabaska.

On peut aussi se procurer à Athabaska des chalands de rivière à fond plat de différentes dimensions. Des chalands de 35 pieds, capables de porter une cargaison de 5 tonnes, se vendent à peu près \$100, tandis que ceux de 50, portant 10 tonnes, se vendent de \$125 à \$140. On peut se procurer à Edmonton des canots de bois ou de canevas, et presque toujours à Athabaska.

Pour des gens qui ont l'habitude du canot dans les eaux rapides, et qui ont recours aux précautions ordinaires dans le voisinage des rapides, il n'y a aucun danger réel à canoter sur l'Athabaska. Tous les autres devraient s'assurer les services de pilotes compétents. Si, toutefois, on choisit un chaland comme moyen de transport, on devrait louer les services d'un premier rameur et d'un timonier. Un chaland de 10 tonnes porte généralement un équipage de 4 hommes. A part le rameur d'avant et le timonier, le reste de l'équipage peut se composer de canotiers ordinaires.

On peut toujours trouver des guides expérimentés et des canotiers à Edmonton durant le mois de mai. En d'autres temps, il est souvent difficile de trouver des hommes compétents.

Le tableau suivant a été compilé d'après les explorations les plus exactes possibles présentement, les distances ayant été mesurées le long du centre de la rivière Athabaska. Les données qui se rapportent à la descente et à la longueur des rapides sont à peu près exactes, étant prises d'un rapport de M. L. Denis, de la Commission de Conservation du Dominion.

	Milles.	Côté que prennent les canots.	Côté que prennent les chalands.	Descente totale.	Longueur du rapide.
ATHABASKA à					
Rivière Labiche....	38				
" Calling.....	48				
Courant Rapide....	64				
Puits Pélican.....	115				
Rivière Pélican....	117½				
Rapide Pélican....	119	droit	droit ou gauche	12'	2 milles
" Stoney.....	124			5	⅓ mille
Rapide.....	131			8'	2 milles
Rapide du Joli Fou. (y compris Drift- wood, et les ra- pides Major et Wheel).....	142	deux	deux	9'	¼ mille
Rivière House.....	152				
Grand rapide et tête de l'île.....	162	Portage	droit	44'	4/5 mille
Petit Grand.....				10'	2 milles
Rapide.....	166			10'	½ mille
Rapide Pt. La Biche	168			10'	2 milles
Rivière Little Buffa- lo.....	181				
Rapide Brulé.....	187	droit	droit	8'	½ mille
" Boiler.....	207	"	milieu à gauche	25'	3 milles
" Middle.....	210	"	gauche	20'	1½ milles
" Long.....	213	"	"	28'	3 milles
" Crooked....	219	"	"	13'	1½ milles
" Rock ou Stone....	222	"	"	12'	1½ milles
" Little Cas- cade....	226	gauche	"	10'	2 milles
" Big Cascade	228	"	droit	7'	1 mille
" Mountain...	237	gauche à droit	gauche à droit	8'	1 mille
" Moberly....	142	droit	gauche	3'	¼ mille
Fort McMurray....	244				

Milles.

Milles.

Du Fort McMurray à

Creek Steepbank.....	21	Rivière Moose.....	47
Lac Saline.....	26	Rivière Tar.....	48
Creek Muskeg.....	31	Rivière Calumet.....	53
McKay (Rivière Rouge).....	34	Rivière Firebag.....	87
Fort McKay.....	35	Pointe Brûlé.....	94
Creek Beaver.....	30	Chipewyan.....	177

Avec le système actuel, (mars, 1914), la malle de McMurray laisse Athabaska le premier lundi de chaque mois et doit arriver à McMurray pas plus tard que le samedi suivant, en été, et le lundi suivant, en hiver. Le retour du courrier a lieu, de McMurray, le second lundi de chaque mois, en été, et le second mardi, en hiver.

Le Gouvernement de la Puissance est à construire actuellement une ligne télégraphique entre McMurray et Athabaska. En janvier, 1914, il y en avait 58 milles d'achevés.

APPENDICE VII.

ANALYSES¹ ET CONCLUSIONS.

A un nombre d'endroits du district McMurray, nous avons pris des échantillons de sable bitumineux. Nous donnons ci-joint les analyses de quelques-uns d'entre eux. Nous ne prétendons pas que ces échantillons représentent les affleurements où nous les avons pris puisque, pour se procurer de tels échantillons représentatifs, il aurait fallu un forage et une excavation trop étendus pour les huit semaines à notre disposition durant la dernière saison de travail. Nous croyons, toutefois, que ces échantillons sont représentatifs de la moyenne du sable bitumineux de haute teneur des divers affleurements. Par conséquent, quoiqu'on ne puisse présentement exprimer aucune conclusion finale concernant la valeur d'aucun affleurement particulier, cependant, les analyses permettent de comparer les échantillons sur une vaste superficie, en même temps qu'elles sont une indication générale de la nature du sable bitumineux lui-même.

Nous donnons une analyse passablement complète d'un échantillon de sable bitumineux représentatif. Pour les autres échantillons, nous donnons seulement les résultats qui montrent mieux le caractère général des matériaux, tels que la teneur de l'agrégat minéral et le pour cent du contenu de bitume.²

Analyse d'un échantillon (n° 11) pris sur la rive est de la rivière Athabaska, à $\frac{1}{2}$ mille au sud de McMurray.

1. Sable bitumineux brut,—

Gravité spécifique 25°C/25°C.....	1.75
Humidité.....	1.3%
Bitume soluble dans CS ₂	18.5%
Sable.....	80.2%

Propriétés du Sable.

Le sable se compose surtout de grains de quartz clairs. Les grains sont très irréguliers de forme, variant de l'angle aigu jusqu'à la forme ovale que donne l'eau, à en juger par la teneur

¹ Analyses par S. C. Ellis.

² D'après les connaissances actuelles, l'auteur croit que le caractère physique du bitume obtenu ne varie pas beaucoup sur une superficie étendue mais, il faudra un examen, autre et plus approfondi, avant de pouvoir se prononcer définitivement en cette matière.

du sable, dont la plus grande partie varie entre 40 et 80 mailles, il vient, pour la plupart des dépôts de rivages. Voici une analyse de sable contenant des échantillons pris de six affleurements représentatifs:—

SiO ₂	95·50%
Al ₂ O ₃	2·25
CaO.....	0·50
Fe ₂ O ₃	0·35
MgO.....	0·23
Moins perte au feu.....	1·50

Total.....100·33

Actuellement, on importe toutes les glaces et les vitres¹ employées au Canada. Dans le cas du sable que l'on extrait des dépôts bitumineux de l'Alberta, son pourcentage de fer ne permettrait pas de l'employer dans la manufacture des glaces; et même pour le verre, la présence du mica, de l'argile et du feldspar, nécessiterait probablement la purification mécanique. Dans l'un ou l'autre cas, la teneur du sable est telle qu'il faudrait recourir à la pulvérisation. Le verre à bouteilles est surtout manufacturé dans l'est et dans l'ouest du Canada, et le sable de l'Alberta pourrait servir à cet usage. Le sable pourrait aussi être utilisé avec succès pour la brique de sable.

Ces remarques sont basées sur l'analyse donnée ci-dessus. Toutefois, il est probable qu'il y aurait une grande variation dans les analyses d'un nombre d'échantillons de sable, même s'ils étaient pris dans un même dépôt. On devrait de plus se rappeler que la valeur du sable que l'on extraira dépendra de la séparation complète du sable et du bitume. Dans tous les essais que l'on a faits jusqu'ici pour extraire le bitume des sables ou des grès bitumineux sur une base commerciale, une séparation complète, comme celle qu'il faudrait, n'a pas été praticable.

Jusqu'à ce que l'on ait entrepris une prospection en règle, il sera impossible d'exprimer une opinion sérieuse sur la portée commerciale probable du sable d'extraction de tout affleurement. On espère que, durant les prochains douze mois, on fera un essai

¹ Rapport sur les minéraux non-métalliques employés dans les industries manufacturières du Canada, par H. Fréchette. Rapport de la Division des Mines, n° 305.

soigné du sable extrait des sables bitumineux de l'Alberta, afin de déterminer pratiquement à quels usages on peut les employer.

2. Bitume extrait¹,—

Gravité spécifique, 25°C/25°C.....	1.018
Carbone fixe.....	7.23%
Soufre.....	4.85%
Bitume soluble dans le naphtha à 76°..	82.8%
Bitume soluble dans le naphtha à 88°..	78.2%
Carbures.....	trace.
Cendres ²	trace.
Composés saturés dans une solution de naphtha à 88°.....	39.6%
Composés non-saturés dans une solu- tion de naphtha à 88°.....	60.4%
Viscosité.....	4881.0
Pénétration à 115°F.....	trop mou.
Pénétration à 77°F.....	trop mou.
(100 grammes, 5 secs.).....	trop mou.
(100 grammes, 1 sec.).....	9.0 mm.
Pénétration à 32°F. (100 grammes, 5 secs.).....	2.5 mm.
Ductilité à 77°F.....	100 cm.+
Volatile 160°C.—5 heures (Au moyen du four d'essai New-York).....	11.2%
Volatile 205°C.—5 heures (Au moyen du four d'essai New-York).....	14.2%
Volatile 250°C.—4 heures (Au moyen du four d'essai New-York).....	18.8%

ESSAI DE DISTILLATION FRACTIONNELLE.

On a soumis à la distillation un nombre d'échantillons du bitume extrait jusqu'à ce qu'il fût réduit en coke. Nous nous sommes servis de l'appareil recommandé par la Société Américaine pour l'essai des matériaux, mais nous avons obtenu la chaleur au moyen d'une étuve à air chaud au lieu du chauffage direct par le dessous seulement.

Le pourcentage total moyen de l'huile ainsi distillée, y compris toutes les fractions, est de 69 pour cent de tout le bitume

originaire. Le résidu de coke équivaut à 23.7 pour cent du bitume originarie. Les autres 7.3 pour cent représentent les fractions non-condensées, pertes dues à l'appareil, etc.

Analyse du coke,—

Volatile.....	6.5%
Cendres.....	2.0%
Carbone fixe.....	91.5%

100.0

On a groupé comme suit les fractions générales:—

Fractions	Température	Quantité d'huile	Pds. sp.	Pa- raffine échelle	Non-saturé (polémerisé au moyen de 37 normal H ₂ SO ₄)
1er	0°C.—110°C.	2.5 c.c.	0.85	.....	.....
2ème	110°C.—275°C. (Surtout entre 250° C. et 275° C.)	73.0 c.c.	0.88	0.29%	30%
3ème	300°C.—330°C.	17.5 c.c.	0.91	0.09	40.9%
4ème.	330°C.—360°C.	2.5 c.c.	0.96	.....	.....

3. Propriétés du résidu de bitume après le chauffage.	165°C. 5 heures.	205°C. 5 heures.	250°C. 4 heures.
Poids spécifique, 25°C./25°C.....	1.021	1.025	1.028
Carbone fixe.....	8.99%	10.77%	12.33%
Soufre.....	Nul	Nul	Nul
Carbures.....	Trace	Trace	Trace
Température de fusion.....	106°F.	114°F.	125°F.
Pénétration à 115° F.....	trop mou.	trop mou.	trop mou.
“ 77° F.....			
(100 grammes 4 secs.).....	26.2 mm	12.2 mm.	5.8 mm.
Pénétration à 32°F.....			
(200 grammes 1 minute).....	10.5 “	5.3 “	2.4 “
Ductilité à 115°F.....	100 cm. +	100 cm. +	34.5 cm.
“ 77°F.....	100 cm. +	99 cm.	45.0 cm.
Tenacité à 115°F.....			0.3 kgs.
“ 77°F.....			1.5 “
“ 32°F.....			25.5 “

Le résidu de bitume, obtenu en chauffant le bitume extrait pendant 4 heures à 250°C., fut de nouveau chauffé pendant 7 heures à 165°C, avec les résultats suivants:

Perte, 165°C., 7 heures..... 0.26%
 Pénétration..... 5.5 mm.
 Caractère du résidu..... Uni.

Analyses sommaires d'autres échantillons de sable bitumineux du district McMurray.

Numéro de l'essai	Source	Passe à travers mailles								Pour cent de bitume contenu
		200	100	80	50	40	30	20	10	
11	rivière Athabaska	2	11	54	16	10	5	2		14
12	" "	6	54	25	13	.	.	.	.	15
12	" "	7	77	14	2	.	.	.	.	16
15	" "	24	64	9	3	.	.	.	.	17
15	" "	3	38	19	40	.	.	.	.	9
16	" "	9	33	11	47	.	.	.	.	12
21	" "	3	5	1	6	7	15	33	27	15
21	" "	4	26	11	48	3	2	3	3	20
22	" "	11	70	14	5	.	.	.	.	12
47	rivière Christina	3	6	8	12	14	45	12	.	11
49	" "	3	15	11	70	1	.	.	.	14
52	" "	2	35	12	51	.	.	.	.	17
52	" "	4	34	16	46	.	.	.	.	15
39	rivière Clearwater	4	14	14	48	9	7	4	.	14
43	creek Hangingstone	3	22	9	51	9	4	2	.	15
31	creek Horse	5	38	8	47	2	.	.	.	16
32	" "	5	47	16	32	.	.	.	.	16
33	" "	5	36	14	45	.	.	.	.	15
34	" "	10	33	19	37	1	.	.	.	17
35	" "	4	27	11	56	2	.	.	.	9
35	" "	7	77	5	11	.	.	.	.	17
36	" "	4	40	5	51	.	.	.	.	16
36	" "	5	39	27	29	.	.	.	.	11
37	" "	3	35	15	57	.	.	.	.	13
38	" "	5	42	18	35	.	.	.	.	11
38	" "	4	30	18	47	1	.	.	.	16
73	rivière McKay	2	49	26	22	.	.	.	.	16
74	" "	6	25	16	40	4	9	.	.	13
64	rivière Moose	6	75	18	1	.	.	.	.	15
67	" "	8	53	19	20	.	.	.	.	16

Suite.

Numéro de l'essai	Source.	Passe à travers mailles.								Pour cent du bitume contenu
		200	100	80	50	40	30	20	10	
63	rivière Muskeg.....	7	10	1	27	20	16	10	6	9
54	rivière Steepbank.....	3	8	2	25	16	20	16	9	14
55	" ".....	7	4	1	12	10	17	27	22	16
56	" ".....	2	4	1	42	22	13	9	4	17
58	" ".....	5	33	2	43	7	4	2	3	16
59	" ".....	3	14	2	72	5	5	1	..	16
61	" ".....	7	10	1	27	20	16	10	6	8

Les numéros des essais dans la colonne marginale correspondent aux numéros des affleurements catalogués que nous avons indiqués ailleurs dans le rapport.

En plus des analyses ci-dessus, nous avons fait chauffer et avons moulé, sous une pression de 2 tonnes au pouce carré, un nombre de briquettes de composition variable par rapport au pour cent de sable bitumineux, de sable propre, et de fondant. Quelques-unes de ces briquettes ont donné des résultats assez satisfaisants dans les essais subséquents, mais il faudra pousser plus loin les expériences avant de pouvoir formuler des conclusions absolues.

Pour permettre les comparaisons, nous offrons les données suivantes concernant certains asphaltes naturels bien connus:—

1. Ciment-asphalte Trinidad,—

Pénétration Dow à 77°F. (100 grammes, 5 secs.).....	50
Température de fusion.....	113°F.
Facteur de susceptibilité.....	45.2
Ductilité à 115°F.....	15.0
" 77°F.....	21.5
" 32°F.....	1.0
Tenacité à 115°F.....	0.25 kgs.
" 77°F.....	0.75 "
" 32°F.....	15.0 "

2. Ciment-asphalte Bermudez,—

Pénétration Dow à 77°F. (100 grammes, 5 secs.).....	50
-----------------------------------------------------	----

Température de fusion.....	113°F.
Facteur de susceptibilité.....	53
Ductilité à 115°F.....	17.5 cms.
“ 77°F.....	17.0 “
“ 32°F.....	0.0 “
Tenacité à 115°F.....	0.50 kgs.
“ 77°F.....	1.10 “
“ 32°F.....	14.0 “

Pour permettre les comparaisons, nous donnons ci-dessous certaines spécifications normales qui s'appliquent au ciment asphalté et à la teneur de l'agrégat minéral pour les pavés en planches d'asphalte, et qui indiquent ce qu'il faut pour un tel travail.

Agrégat minéral	Mélange pour transport léger	Mélange pour transport moyen	Mélange pour transport lourd
	%	%	%
Passé 8 mailles et est retenu sur 10...	0—5	Nul	Nul
“ 8 “ “ 40....	10—45	“	“
“ 10 “ “ 40....	....	10—35	10—30
“ 40 “ “ 80....	20—55	20—55	20—55
Total passé 80 mailles.....	18—45	....	....
Passé 80 mailles et est retenu sur 200...	....	10—30	13—20
Passé 200.....	10—18	12—18	13—20
Bitume.....	9.5—12	9.5—12.5	10—12.5
Pénétration du ciment asphalté.....	60—75	50—65	40—55

CONCLUSIONS.

a. Agrégat minéral. Il n'est pas nécessaire d'appuyer sur l'importance qu'il faut attacher au caractère, et surtout à l'assortissage du sable pour tout pavé en planches d'asphalte. Un examen de la teneur du sable dans un nombre d'échantillons mentionnés plus haut indique que sous ce rapport une grande partie des matériaux de l'Alberta ne sont pas avantageux. Il est possible, toutefois, qu'une seconde investigation, plus en détail, des dépôts individuels révélera qu'on pourrait obtenir une teneur satisfaisante en mêlant les matériaux de deux localités

ou plus. On a adopté ce procédé dans le cas des dépôts de sable bitumineux près de Santa Cruz, Cal., et à Carpinteria, Cal. Cette absence d'uniformité dans l'agrégat minéral du sable bitumineux constitue probablement son plus grand défaut comme matière utilisable pour les pavés.

b. Pourcentage du contenu de bitume. En général, le pourcentage de ciment asphalte requis pour les différentes sortes de constructions de chemins bitumineux, va de 6 à 12. Le pourcentage moyen de bitume contenu dans les échantillons de sable bitumineux de l'Alberta que nous avons examinés est d'environ 15, dont 15-17 pour cent se perdront dans le chauffage préliminaire indispensable. D'après ce calcul, le contenu bitumineux actuellement utilisable, dans le sable anhydre, sera ainsi réduit à 12-13 pour cent.

Il arrive parfois que des entrepreneurs de pavage essaient d'utiliser les matériaux des vieux pavés tels qu'arrachés des rues, et, après addition d'une nouvelle quantité de bitume, de les faire servir une seconde fois. D'ordinaire, il est à croire que ces essais n'ont pas eu de succès. Il est, toutefois, très possible d'amollir un asphalte ainsi usé partiellement dans des réservoirs chauffés à la vapeur et convenablement construits. On transfère ensuite les matériaux dans une machine ordinaire pour les mélanges d'asphalte, où l'on ajoute la quantité de bitume requise. Dans le cas du sable bitumineux à 12-13 pour cent, il serait évidemment beaucoup plus difficile de réduire matériellement le pourcentage de bitume par addition de nouveau sable. Si, cependant, la mélangeoir employée est alimentée par un pouvoir assez fort, et si le sable lui-même est préalablement chauffé, on pourrait sans doute effectuer la réduction désirée.

Lorsque l'on considère l'usage possible de telles machines, on pense aussitôt au nombre d'unités qu'il faudrait. Il paraît qu'il faut ce que l'on nomme ordinairement une charge de 1,000 livres, une mélangeoir pleine du mélange artificiel normal pour planche d'asphalte, pour construire 5 verges carrés de pavé d'asphalte, mesurant 2 pouces lorsqu'il est foulé sur la rue. Si donc, un entrepreneur veut poser de 1,250 à 1,500 verges carrées de pavé par jour, il est évident qu'il lui faudra un grand nombre de ces mélangeoirs, ce qui signifie prix élevé du travail. En

vérité, il semble qu'il faudra construire des machines spéciales avant que l'on puisse considérer sérieusement le sable bitumineux de l'Athabaska comme matériau de pavage.

c. Nature du contenu de bitume.

1. Pénétration. Il faudra modifier considérablement le bitume contenu dans le sable de l'Alberta, avant de l'adapter aux travaux en asphalte. La pénétration de l'extrait bitumineux est beaucoup trop élevée et elle constitue le facteur dominant lorsque l'on examine sa valeur comme ciment d'asphalte. Dans le laboratoire, on peut modifier ce facteur par une chaleur convenable et la fusion. En opérant dans des conditions aussi voisines que possible du travail industriel, on pourrait décider plus sûrement si ce procédé sera pratique dans les conditions actuelles de la construction des pavés.

Dans le laboratoire, on a chauffé un échantillon de bitume extrait pendant 4 heures à 250°C., et il a donné une pénétration de 52. Un autre échantillon, chauffé pendant 5 heures à 205°C., a révélé une pénétration modifiée de 112. Chacune de ces pénétrations indique un ciment asphalte approprié à certains genres de pavages. D'autre part, il faut se rappeler que, pour effectuer une telle modification du bitume quand il est encore incorporé à l'agrégat sableux, il faudrait une dépense de calorique bien plus grande. On pourrait réduire quelque peu la chaleur totale ainsi requise par l'addition d'un pourcentage de flux de durcissement. De plus, l'introduction de vapeur dans le sable bitumineux comme un particularité du procédé par la chaleur, réduirait encore davantage la chaleur requise, en abaissant les températures de distillation des fractions plus légères. Il est important de déterminer ces points, et il faudra encore du travail de laboratoire pour obtenir des données complètes.

2. Facteur de susceptibilité¹.

Après avoir été modifié par le traitement par la chaleur jusqu'à ce qu'il ait atteint une pénétration de 52, le bitume extrait du sable bitumineux de l'Alberta est moins susceptible aux changements de température que les ciments d'asphalte de Trinidad ou de Bermudez, le facteur de susceptibilité du premier

¹ Le facteur de susceptibilité est égal à la différence de dureté à 32° et à 115°F., divisée par la température de fusion et multipliée par 100.

étant de 36.5, contre 42.5 pour le ciment Trinidad, et 53.0 pour le ciment Bermudez.

3. Ductilité.—La ductilité du ciment d'asphalte du sable bitumineux de l'Alberta, à une pénétration de 52, est comparative-ment plus grande à 115°, 77° et 32°F., que celle des ciments Trinidad ou Bermudez, excepté peut-être la ductilité à 32°F., qui est un peu plus grande dans le cas du ciment de Trinidad.

4. Effet de la chaleur subséquente sur le bitume, pénétration 58.

Le second chauffage du résidu de bitume pénétration est intéressant, en tant qu'il montre la susceptibilité des ciments de changer au chauffage, et de durcir quand il est employé. L'asphalte épuré du Lac Trinidad, quand il est chauffé pendant 7 heures à 165°C., révèle une perte de 1.1 pour cent. Quand il est chauffé pendant 7 heures à 205°C., la perte est de 4.0 pour cent.

Il n'est pas nécessaire de discuter ici les considérations que suggèrent le soufre, l'échelle de paraffine, la solubilité dans le naphtha, la température de fusion, etc., puisque les analyses à notre disposition indiquent qu'aucune de ces choses ne constitue un facteur défavorable.

Eu égard à la variété et aux spécifications si différentes qui régissent maintenant la construction des routes bitumineuses et les pavés, il faudra beaucoup de travaux de laboratoire avant que l'on puisse dire à quel genre de route bitumineuse, s'il en est un, les sables bitumineux de l'Alberta s'adapteront le mieux.

En attendant, il est évident que, soit dans sa condition molle, ou quand il sera réduit à la consistance du ciment d'asphalte, le bitume du sable bitumineux ferait un lien excellent, pour le traitement interne ou superficiel des routes. Il n'est pas nécessaire de discuter à présent cet usage et d'autres possibles, qui dépendent d'un procédé d'extraction efficace. Il y a là une nouvelle preuve, toutefois, de la valeur et de l'importance de perfectionner un tel procédé.

M. A. D. St.-John, Ing. en Chef de la ville de New-York a fourni, tout dernièrement, à l'auteur certains renseignements concernant la méthode¹ de convertir les sables bitumineux en

¹ Patente demandée.

mélanges de surface durable. Comme sa méthode s'applique surtout aux sables dont le contenu bitumineux, comme dans le cas des matériaux de l'Alberta, est de consistance relativement molle, nous en donnons ci-joint un aperçu.

La conversion des sables bitumineux en mélanges de surface durable s'accomplit en faisant durcir le bitume présent, i.e., en réduisant sa pénétration. Le durcissement s'obtient, en partie, en chassant les hydrocarbures volatiles, et, en partie, par l'oxidation d'une partie du bitume, pratiquement de la manière suivante:—

On introduit le sable dans un appareil convenable, mêlé avec un oxydant, comme le MnO_2 , Fe_2O_3 , ou une substance semblable, et on applique la chaleur. Quand on a atteint une température requise (environ $200^\circ C.$) on ajoute de l'eau au mélange, en agitant, et on en ajoute de temps à autre à mesure qu'elle se vaporise. On peut faire passer un courant d'air à la surface pour chasser la vapeur d'eau et les vapeurs.

Dans ces conditions, l'oxydant se combine chimiquement avec quelques-uns des bitumes présents, et les durcit. L'eau se change vite en vapeur, remplit le rôle double de briser la masse solide de sable de sorte que chaque particule est séparée des autres, ouvrant ainsi un passage pour les parties plus légères qui se distillent et s'échappent (la masse entière se gonfle), et en même temps elle donne lieu à une distillation de vapeur d'eau; i.e., la pression partielle de la vapeur d'eau enlève une pression équivalente des bitumes, de fait abaissant le point d'ébullition empêchant la combustion de deux façons.

I. L'eau absorbe le surplus de chaleur locale dans la volatilisation.

II. La même température amènera la distillation d'une plus grande quantité de bitumes, en raison de l'abaissement des points d'ébullition.

On ne peut obtenir ce résultat d'une façon satisfaisante simplement en introduisant de la vapeur d'eau, puisque le sable restera en blocs et ouvert seulement par endroits pour laisser échapper la vapeur d'eau.

Ainsi, dans le district McMurray, il y a une masse considérable de sable bitumineux, dont la prospection et l'exploitation

seront confinées aux vallées des ruisseaux. Ce qui suit est un résumé des affleurements examinés par l'auteur:—

Nom du cours d'eau	Distances sur lesquelles se trouvent les affleurements	Nombre d'affleurements séparés, examinés.
rivière Athabaska.....	105 milles	55 affleurements
crique Horse.....	6 "	32 "
crique Hangingstone.....	6 "	11 "
rivière Clearwater.....	1 mille	1 affleurement
" Christina.....	9 milles	31 affleurements
" Steepbank.....	13 "	35 "
" Muskeg.....	7 "	4 "
" Calumet.....	3 "	8 "
" Tar.....	6 "	7 "
" Moose.....	13 "	25 "
" McKay (Rouge) ..	16 "	38 "
	<hr/> 185 "	<hr/> 247 "

On ne pourra affirmer la valeur réelle d'aucun dépôt avant d'en avoir fait une exploration attentive avec un outillage approprié. Cependant, vu l'épaisseur du manteau stérile et le manque d'uniformité dans la teneur du sable bitumineux, il est probable que 80 pour cent au moins de ces affleurements peuvent être mis hors de question pour le moment. La question du transport réduira encore le nombre de ceux qui restent. Il a pourtant quelques-uns des affleurements qui devraient valoir d'être exploités sur une base commerciale.

Le grès bitumineux n'a servi jusqu'ici que comme matériaux de pavage. On ne peut démontrer la valeur du produit de l'Alberta pour cet usage qu'en s'en servant de fait dans la construction des pavés. En attendant, il semble que, si l'exploitation des dépôts de sable bitumineux de l'Alberta est possible, il faudra, pour y réussir, ne pas commettre d'erreur dès le début, et qu'il n'y ait pas de "motions perdues" dans l'exploitation de la carrière elle-même.

Il serait de la plus haute importance, dans tous les efforts que l'on pourra faire pour utiliser ces dépôts de sable bitumineux, d'avoir une méthode qui pourrait servir avec avantage à l'extraction commerciale efficace du bitume de l'agrégat de sable.

Après avoir examiné les multiples essais qui ont été faits, durant les vingt dernières années, pour réaliser cette extraction, l'auteur ne connaît aucun procédé dont le rendement soit un succès au point de vue commercial. Il semble, toutefois, qu'il serait possible, dans des conditions favorables, d'arriver à une méthode d'extraction avantageuse.

En attendant, la découverte des puits de pétrole à l'ouest du Canada aura une influence directe sur toute exploitation proposée des dépôts de sable bitumineux de l'Alberta.

A part les dépôts de sable bitumineux, nous avons aussi mentionné des lits d'argile qui affleurent sur les rivières Moose et Muskeg. Des spécimens de ces argiles et d'autres ont été soumis à M. Joseph Keele de la Commission géologique. M. R. W. Brock, Sous-Ministre des Mines a eu la courtoisie de faire parvenir à l'auteur les résultats des analyses de M. Keele.

On notera que les argiles obtenus étaient simplement de petits échantillons de surface. Il est donc possible que des échantillons qui représenteraient mieux la vraie nature des argiles, et qui n'auraient pas été contaminés par le suintement des sables bitumineux superposés, se trouveraient être d'un caractère plus satisfaisant. Pendant la prochaine saison d'exploration, nous nous procurerons des spécimens d'argiles plus représentatifs.

"Les échantillons étaient trop petits pour permettre de déterminer à fond si elles sont susceptibles d'être travaillées et de se dessécher, mais elles semblent être exemptes du défaut de se dessécher si commun dans les argiles crétacées de l'ouest.

"Ces argiles sont du genre grès-cérame, étant excessivement plastiques, et donnant à la cuisson, au cône 5, une substance compacte de couleur pâle, tandis qu'elles gardent leur forme sans s'amollir lorsqu'elles sont chauffées à des températures beaucoup plus élevées. Leur défaut le plus grave est dû à la présence du carbone d'asphalte, qui rend difficile le procédé de brûler sans danger les objets que l'on en fait. En autant qu'on a pu voir par ces petits échantillons, les n^{os} 190 et 191 sont exempts de cette impureté, et ces argiles serviraient à bien des usages.

"Vu l'épaisseur des affleurements superposés, et leur éloignement des voies de transport, il est douteux qu'il faille inclure ces

dépôts parmi les ressources économiques de la région, au moins d'ici à quelque temps.

"Étiquette n° 189. Argile mouchetée, rouge pâle, de la rive nord de la rivière Firebag, à $\frac{1}{4}$ mille en haut du premier rapide.

"C'est une argile très plastique et plutôt gluante. Elle donne à la cuisson, au cône 3, une substance vitrifiée rouge, mais le retrait est passablement grand. Elle est fusible aux environs du cône 10. Cette argile peut servir à manufacturer des conduits d'égout.

"Étiquette n° 187. Argile gris foncé, presque noir, sous-jacente au sable bitumineux sur la rivière Moose.

"Cette argile est très plastique, à grains fins, et unie. Elle devient plutôt rude et gluante. Elle sèche très lentement, et subit un retrait de 6.5 pour cent. Cette argile contient un tel pourcentage de carbone d'asphalte, qu'elle brûle difficilement sans renfler, à moins d'être brûlée très lentement durant la période d'oxydation. Sa compacité, due à la finesse du grain, nuit à l'expulsion du carbone, et le procédé d'oxydation de cette argile est très ennuyeux.

"A de basses températures, elle donne au feu un rouge pâle, à de hautes températures, elle devient jaune-clair ou grise.

"Cette argile est du genre poterie, mais le carbone est nuisible.

"Étiquette n° 188. De la rive est de la rivière Athabaska, à $\frac{1}{3}$ mille plus haut que McMurray, Alberta.

"Argile, gris foncé, très plastique et unie, avec une forte odeur de bitume lorsqu'elle est humide.

"A une température basse elle devient d'un rouge pâle, et quand elle est chauffée au cône 5 ou aux environs, elle devient grise.

"Elle est fusible au cône 16.

"A cause de la finesse de son grain, et du fait qu'elle contient un haut pourcentage de carbone d'asphalte, elle est très dure à brûler. On ne pourrait s'en servir à moins de la calciner en partie, de la pulvériser et de l'ajouter à de l'argile brut. Ceci la rendrait plus apte à être façonnée, séchée et brûlée.

“Étiquette n° 190. D'un point sur la rive N. Ouest de la rivière Muskeg, entre la tête du portage et l'embouchure de la rivière.

“Argile, gris pâle, très plastique, se travaille et se dessèche facilement. Chauffée au cône 3, elle devient couleur crème, dense, dure comme l'acier, avec un retrait de 9 pour cent et elle amollit lorsqu'elle est chauffée à la température du cône 27. C'est une argile réfractaire, et un beau spécimen d'argile à poterie. C'est l'argile la plus réfractaire que l'on connaisse dans la province d'Alberta.

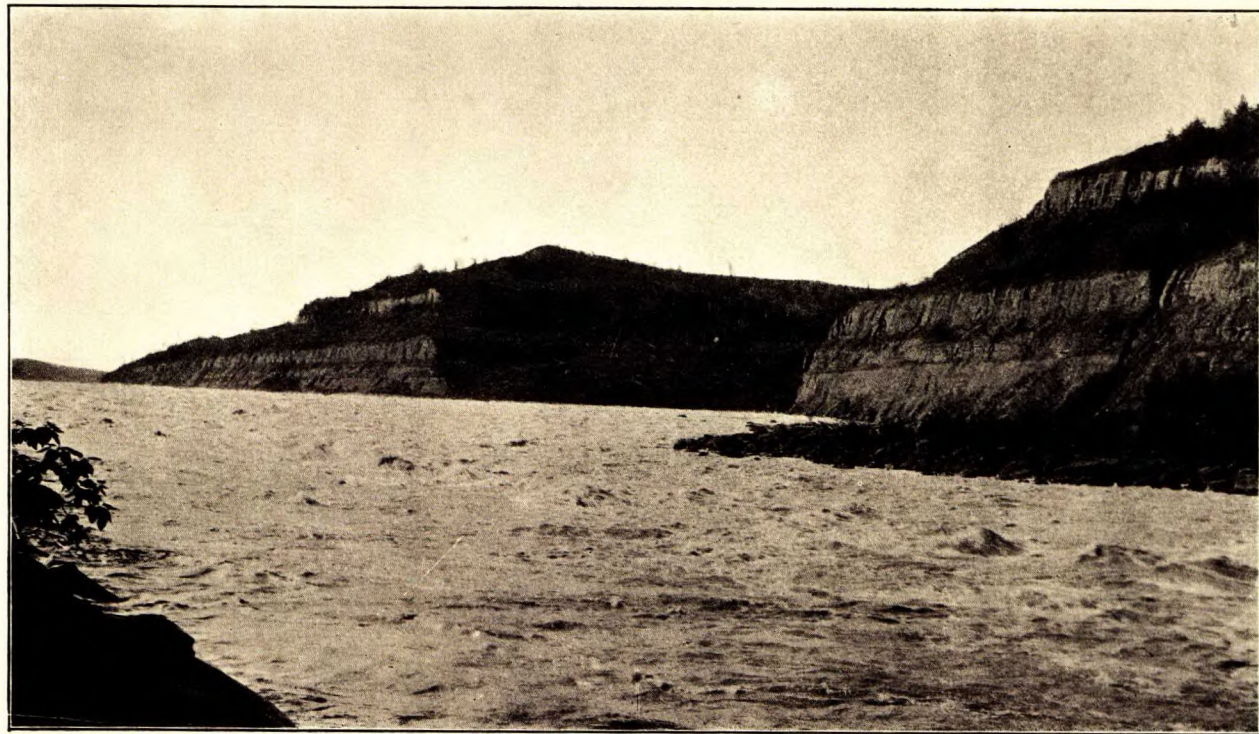
“Étiquette n° 191. De la rivière Moose, interstratifiée entre du sable bitumineux et du calcaire Dévonien.

“Gris foncé, très plastique, unie, grain fin, argile du genre poterie. Au cône 3, elle donne une substance compacte de couleur saumon, avec un retrait assez considérable, et elle est fusible au cône 18.

Résumé.

“Ces quatre échantillons d'argile se ressemblent par plusieurs de leurs propriétés physiques, et semblent appartenir au même horizon géologique, à savoir, ils sont sousjacents des sables bitumineux de la rivière Athabaska et de ses affluents. Ce sont des sédiments à texture fine, dont les impuretés sont réfractaires aux fondants, en particulier le n° 190, et par conséquent, ils sont plus réfractaires que n'importe quelle autre argile crétacée du sud de la Province.”





Grand Rapids, rivière Athabaska, montrant les grès des Grand Rapids, et les effets de la dénudation différentielle.



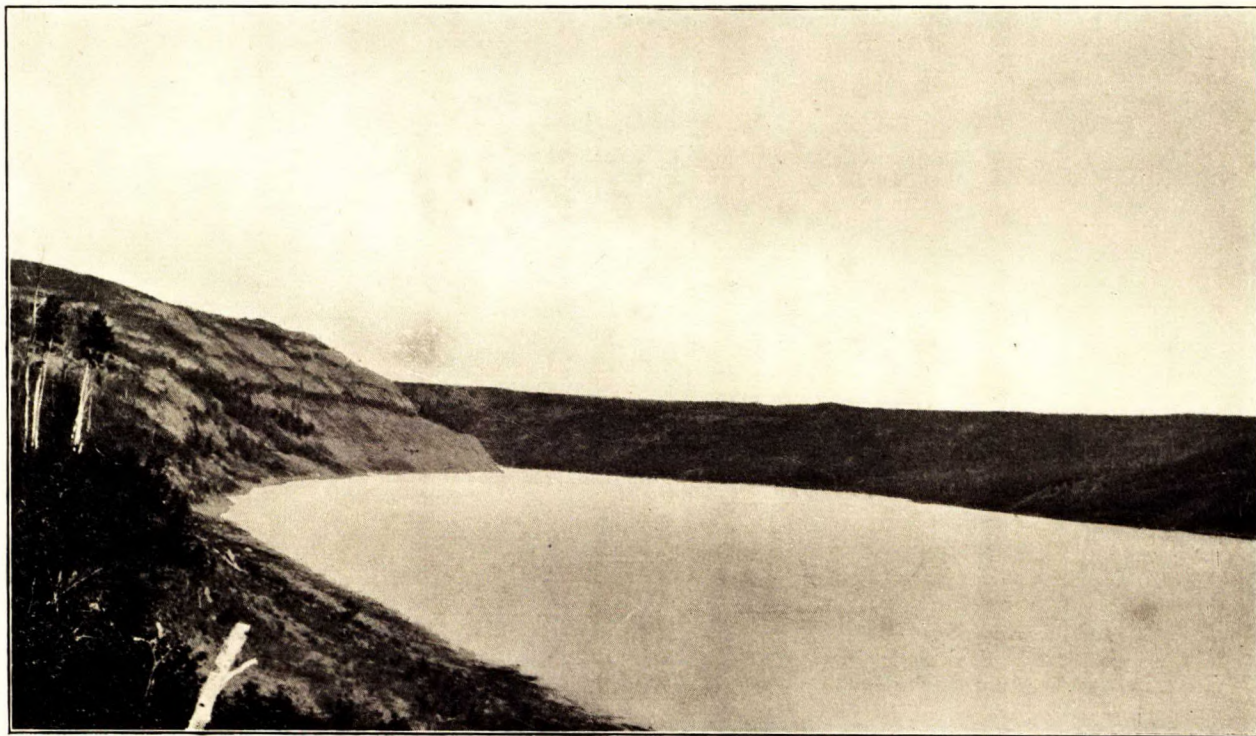
Aspect typique, rivière Christina, faisant voir les effets de la dénudation différentielle et la configuration, généralement accidentée, du sol le long des affluents.



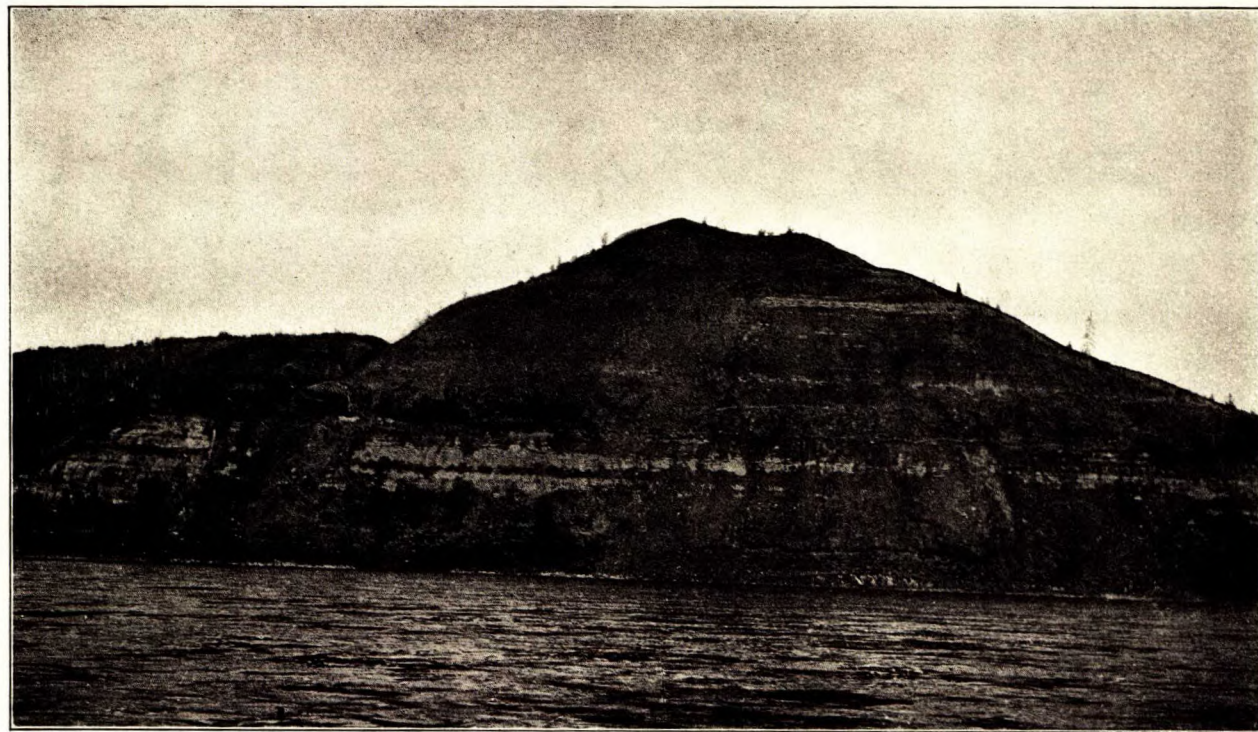
Affleurement type des grès des Grand Rapids, à Grand Rapids, rivière Athabaska, montrant des concrétions sphériques.



Rivage type, rivière Christina, à 14 milles de son embouchure, faisant voir les effets des éboulements d'argile.
L'effet de ces éboulements est plus prononcé là où la végétation forestière a été rasée par des incendies.



Vue, montrant le caractère général de la vallée Athabaska, près des rapides Cascade. Altitude des berges, au delà de 450 pieds; affleurements de sables bitumineux à la base.



Affleurement type à l'ouest de la rivière Athabaska, juste au-dessus des rapides Crooked, montrant une formation stratifiée caractéristique d'une grande partie du sable bitumineux pauvre. Le manteau stérile actuel est très mince.



Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, juste au-dessous des rapides Mountain. Bien que le sable bitumineux atteigne ici une puissance d'au delà de 150 pieds, le manteau stérile est très épais.



Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, aux rapides Crooked, montrant le clivage angulaire et la décomposition caractéristiques des dépôts de basse teneur des grès bitumineux.



Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, $\frac{1}{2}$ mille en aval de l'embouchure du Pierre à Calumet. On voit ici un lit de sable bitumineux sous un manteau stérile léger.



Affleurement à l'ouest de la rivière Athabaska, au pied des rapides Crooked. On voit ici un lit de sable bitumineux sous un manteau stérile épais. Le sable bitumineux atteint le sommet de la terrasse inférieure, et est recouvert de calcaires dévoniens bien stratifiés.



Affleurement à l'ouest de la rivière Athabaska, à 2 milles au nord de la rivière Calumet, montrant le caractère général des affleurements stratifiés, secs et de basse teneur, du sable bitumineux.



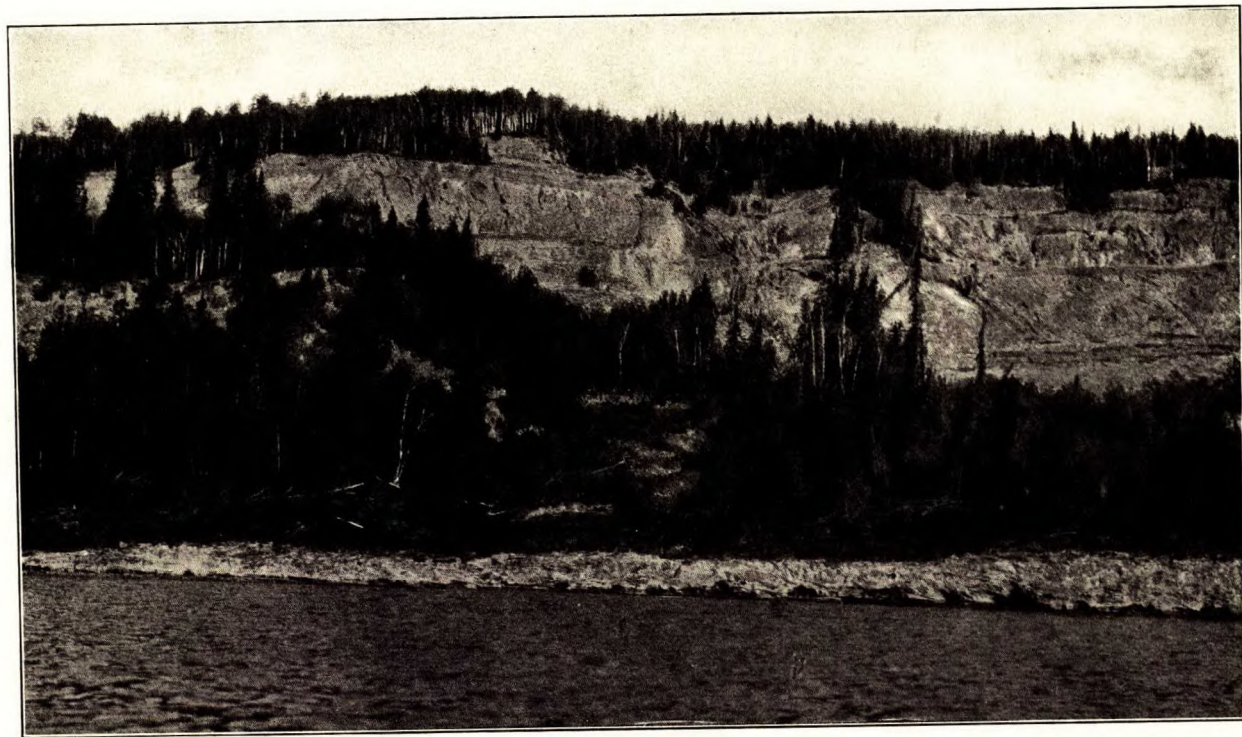
Exemple type d'un éboulement argileux. De tels éboulements sont communs le long des cours d'eau où le manteau stérile au-dessus du sable bitumineux est épais.



Affleurement à l'ouest de la rivière Athabaska, à 20 milles su sud de McMurray, Épaisseur à découvert du sable bitumineux, 90 à 95 pieds. Épaisseur du manteau stérile, de 180 à 415 pieds.



Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, 43 milles au nord de McMurray. En aval de la rivière, l'épaisseur du manteau stérile décroît graduellement.



Type de rive en terrasses sur la rivière Athabaska. Le sable bitumineux est à la base et est obscurci par les éboulements argileux. Difficulté évidente d'exploiter un dépôt ainsi situé. Hauteur de la rive 320 pieds.



Affleurements à l'est de Horse Creek, $2\frac{1}{2}$ milles de sa source. A droite, on voit un de ces résidus de dépôts de sable bitumineux que l'on trouve parfois sous un manteau stérile léger dans les sinuosités du cours d'eau actuel. A gauche, où le ruisseau frappe contre le bord de la vallée principale, on voit l'épaisseur totale du sable bitumineux sous un manteau stérile épais.



Affleurement au nord de la rivière Steepbank, 2 milles de sa source, montrant le sable bitumineux de basse teneur, stratifié, superposé au calcaire dévonien bien stratifié.



Affleurement type de sable bitumineux sur la rive nord de Horse Creek, $\frac{3}{4}$ de mille de sa source. Epaisseur approximative du sable bitumineux, 90 pieds, épaisseur du manteau stérile, à 400 pieds du bord du creek, 120 pieds.



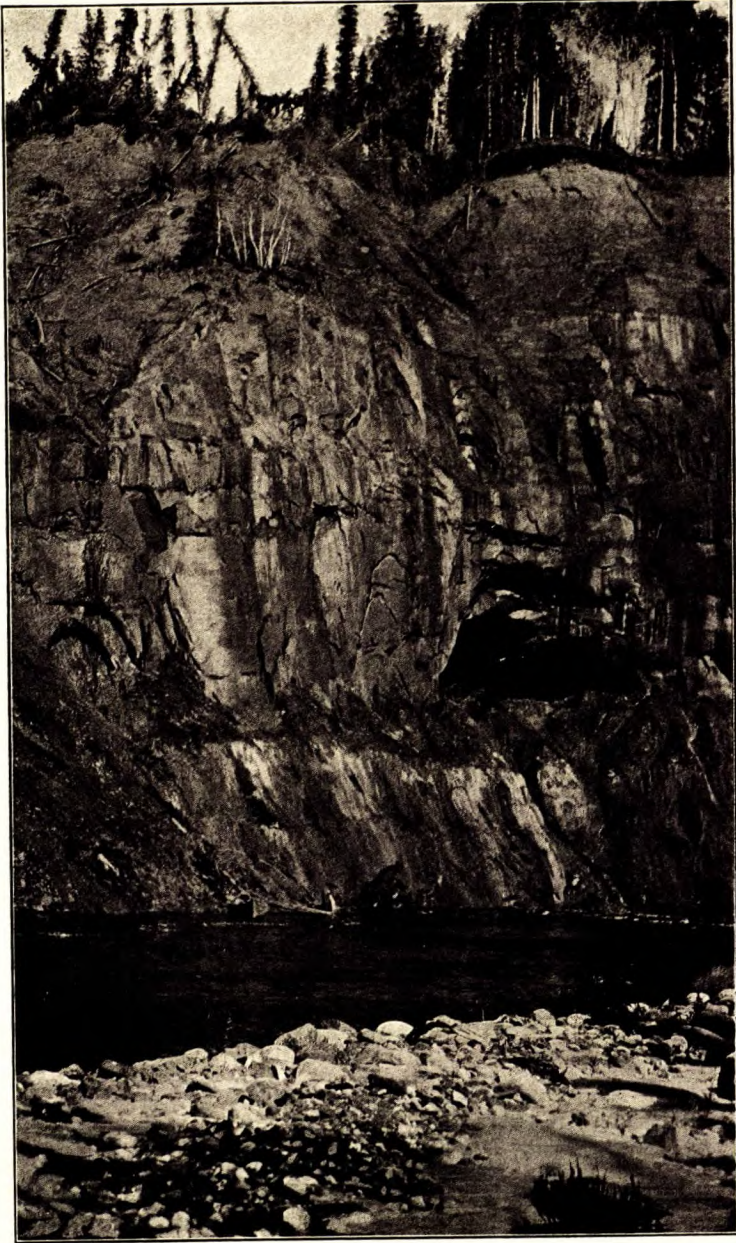
Affleurement à l'est du creek Hangingstone, $3\frac{1}{2}$ milles de sa source: montrant affleurement de sable bitumineux sous un manteau stérile relativement léger.



Affleurement à l'ouest du creek Hangingstone, $1\frac{1}{4}$ de sa source. Epaisseur totale à découvert de sable bitumineux, 125 pieds, dont la majeure partie, toutefois, est de basse teneur.



Affleurement au nord-est de la rivière Christina, à 10 milles de son embouchure. A cet endroit, le sable bitumineux forme le sous-sol d'une petite partie du fond de la rivière, et, par conséquent, le manteau stérile est léger.



Affleurement au nord de la rivière Steepbank, à environ $3\frac{1}{2}$ milles de son embouchure, montrant une structure massive et un clivage typiques des dépôts de sable bitumineux de haute teneur.



Affleurement à l'est de la rivière Athabaska, 3 milles au sud de McMurray, montrant le caractère stratifié typique de plusieurs des dépôts de sable bitumineux de basse teneur.



Affleurement au nord de la rivière Steepbank, $3\frac{1}{2}$ milles de son emcouchure, montrant la formation massive et le clivage typiques de plusieurs des dépôts de sable bitumineux de haute teneur.



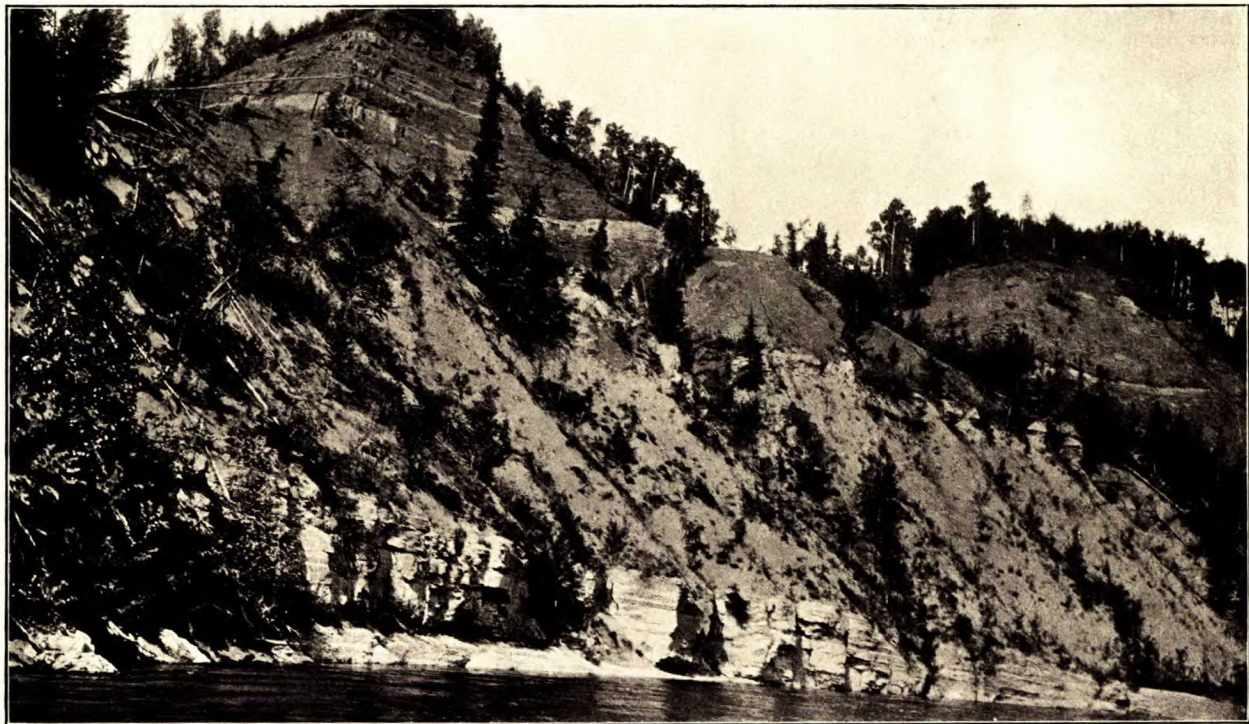
Affleurement au nord de la rivière Muskeg, 5 milles de son embouchure, environ 1 mille plus haut que la tête du portage.
A l'affleurement, matériaux de teneur relativement basse, mais manteau stérile léger.



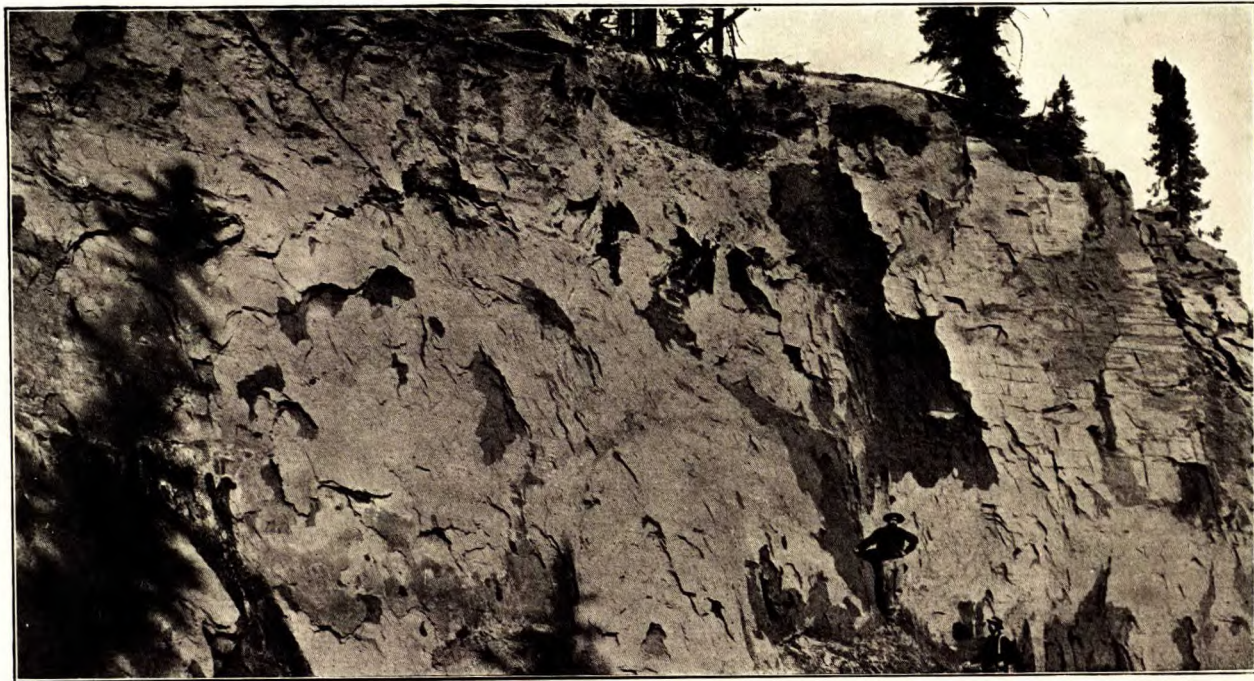
Affleurement au nord de la rivière Moose, 8 milles de son embouchure, montrant la formation stratifiée, typique de plusieurs des affleurements de sable bitumineux. Epaisseur de la coupe à découvert, 40 à 140 pieds.



Affleurement au nord de la rivière Moose, 9 milles de son embouchure. La partie supérieure de cette coupe est de basse teneur et pratiquement sans valeur. La partie inférieure contient du sable bitumineux de bonne qualité. Epaisseur totale de la coupe à découvert, 135 pieds.



Coupe type sur la rive nord de la rivière McKay, 5 milles de son embouchure. Il y a à la base des calcaires dévoniens bien stratifiés et décidément fossilifères, la couche supérieure est caillouteuse. Au-dessus des calcaires se trouvent des grès bitumineux secs et stratifiés de nulle valeur. Epaisseur totale de la section, 170 pieds.



Affleurement au sud de la rivière McKay, $\frac{3}{4}$ de milles de son embouchure. Epaisseur du sable bitumineux, 40 pieds. Epaisseur du manteau stérile, 10 pieds.



Affleurement de sable bitumineux, sous un manteau stérile léger, à l'ouest de la rivière Moose, 6.7 milles de son embouchure. A découvert, argile crétacée, interstratifiée entre le sable bitumineux et le calcaire dévonien.



Affleurement de sable bitumineux à l'ouest du creek Hangingstone. Le tiers inférieur de la rive escarpée est des matériaux riches, mais le reste est de basse teneur et en manteau stérile. Ceci montre bien ce que veut dire le manteau stérile sur une grande superficie de la région McMurray.



Affleurement à l'ouest de la rivière Moose, 5·6 milles de son embouchure, montrant le sable bitumineux sous un manteau stérile léger.



Affleurement à l'ouest de la rivière Moose, 7.5 milles de son embouchure, montrant de faux lits dans le sable bitumineux.

PLANCHE XXXIV.

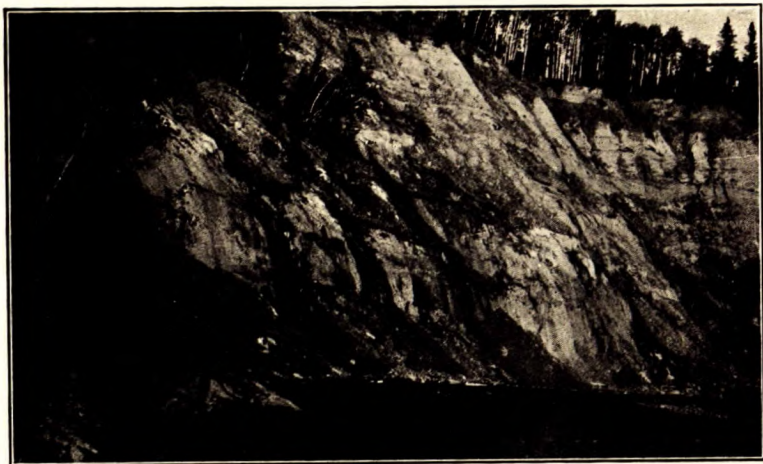
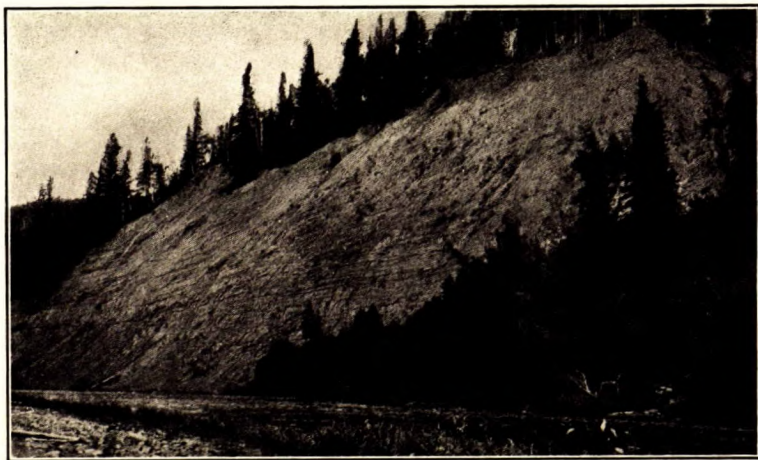


PLANCHE XXXV.



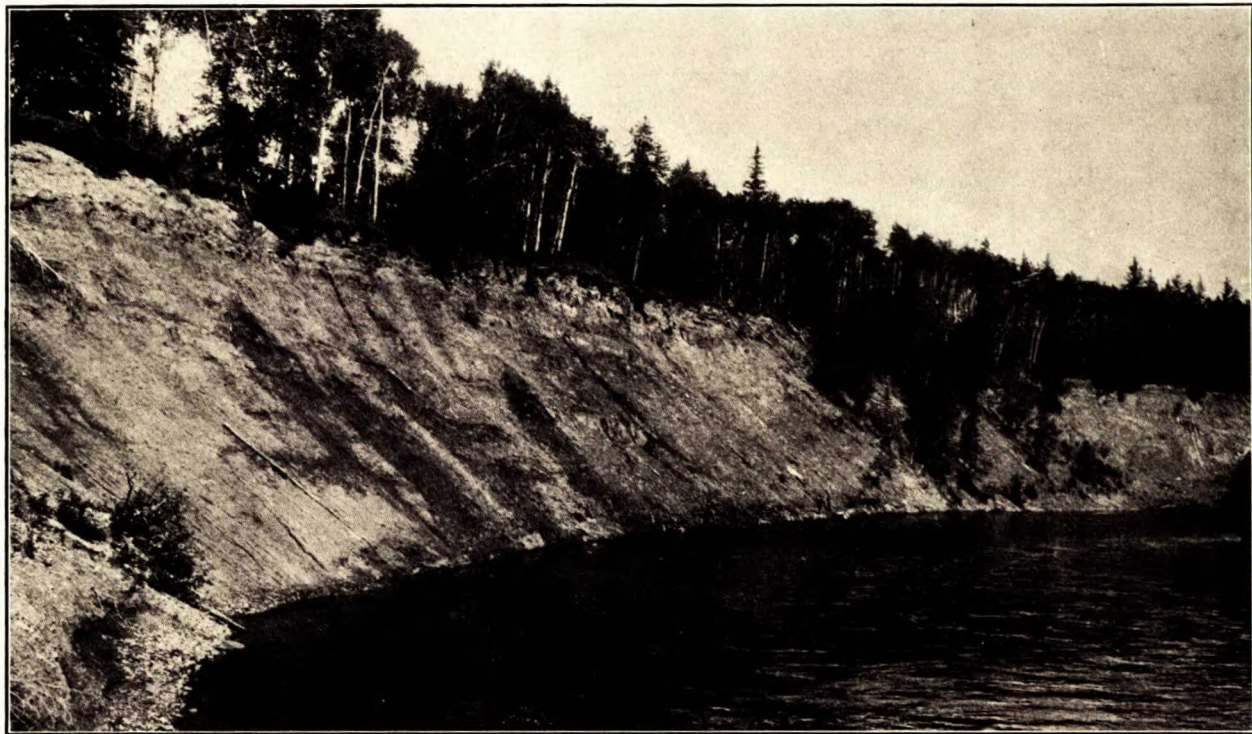
Affleurement sur le Horse Creek, 1·8 et 2 milles de son embouchure. La planche du haut montre l'affleurement avec, à la base, des sables bitumineux massifs et de haute teneur, tandis que celle d'en bas, montre un affleurement de matériaux en bandes et de nulle valeur. Ces deux affleurements du même lit ne sont qu'à 200 pieds de distance l'un de l'autre, le changement dans l'aspect ou dans les matériaux étant dûs probablement à un pli synclinal local qui enfonce les matériaux de haute teneur sous le niveau du creek.



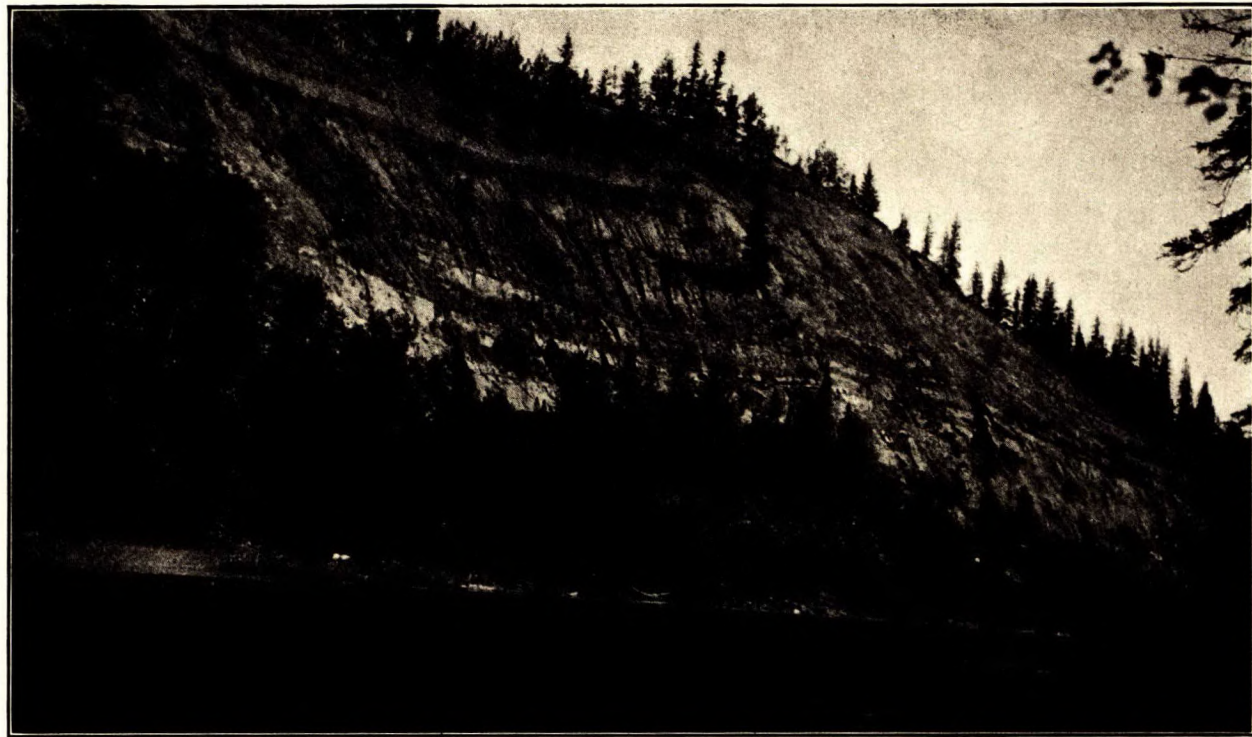
Affleurement à l'ouest du Horse creek, 4 milles de sa source; montrant du sable bitumineux massif sous un manteau stérile léger.



Affleurement à l'ouest du creek Hangingstone, 2.6 milles de sa source; montrant un rebord étroit de sable bitumineux sous un manteau stérile léger.



Affleurement à l'est de la rivière McKay, 5·2 milles de son embouchure; montrant du sable bitumineux sous un manteau stérile léger.



Affleurement à l'ouest de la rivière McKay, 8·6 milles de son embouchure; montrant des bandes de matériaux de basse teneur superposés à du sable riche.



Banc d'argile décomposée sur la rivière McKay, 2·6 milles de son embouchure.



Affleurement à l'ouest du Horse Creek, 1.5 milles de sa source; montrant des restes de dépôts de sable bitumineux sous un manteau stérile léger.



Affleurement à l'est du Horse, Creek à 1.5 milles de sa source: montrant des restes de dépôts sous un manteau stérile léger.



Affleurement à l'ouest de la rivière Steepbank, 5·6 milles de son embouchure: montrant un dépôt résiduel sous manteau stérile léger.



Affleurement à l'ouest de la rivière McKay, 21·2 milles de son embouchure: montrant un résidu de dépôt de sable bitumineux sous un léger manteau stérile.



Affleurement à l'est du Horse Creek 2.9 milles de sa source: montrant un résidu de dépôt de sable bitumineux sous un léger manteau stérile.

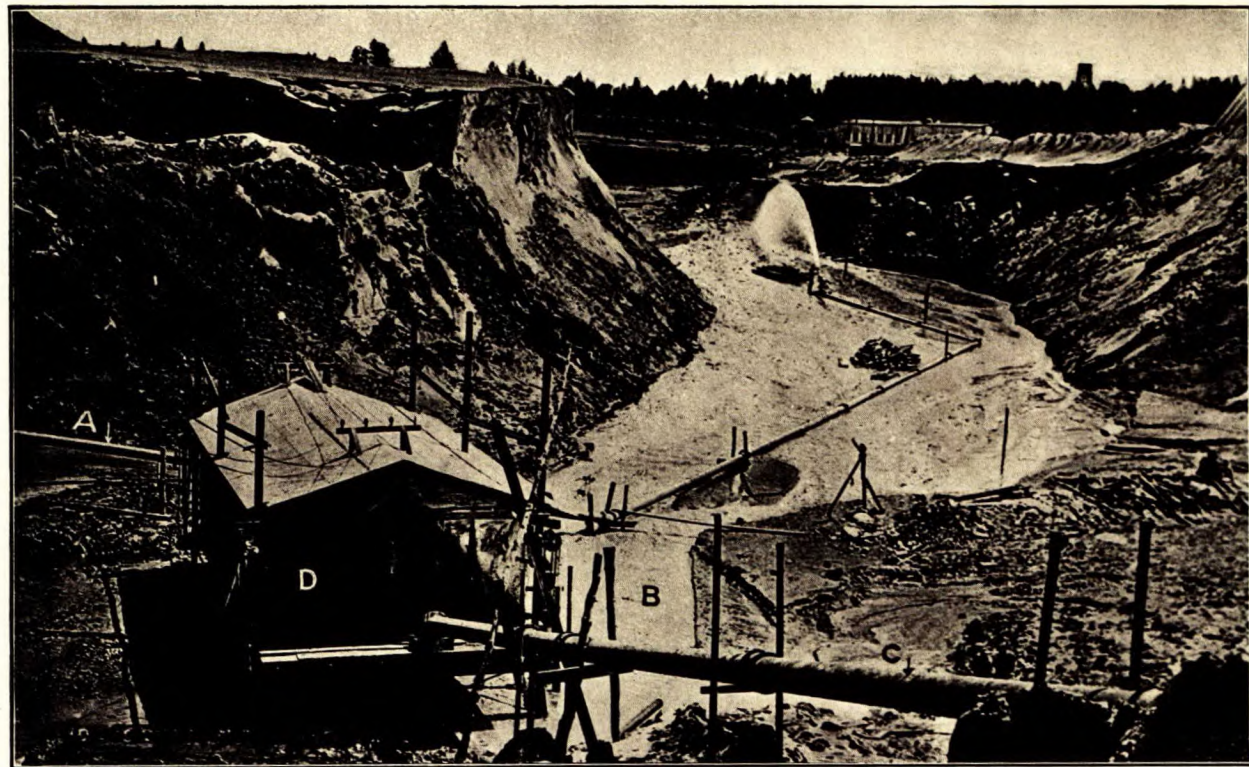
PLANCHE XLVI.



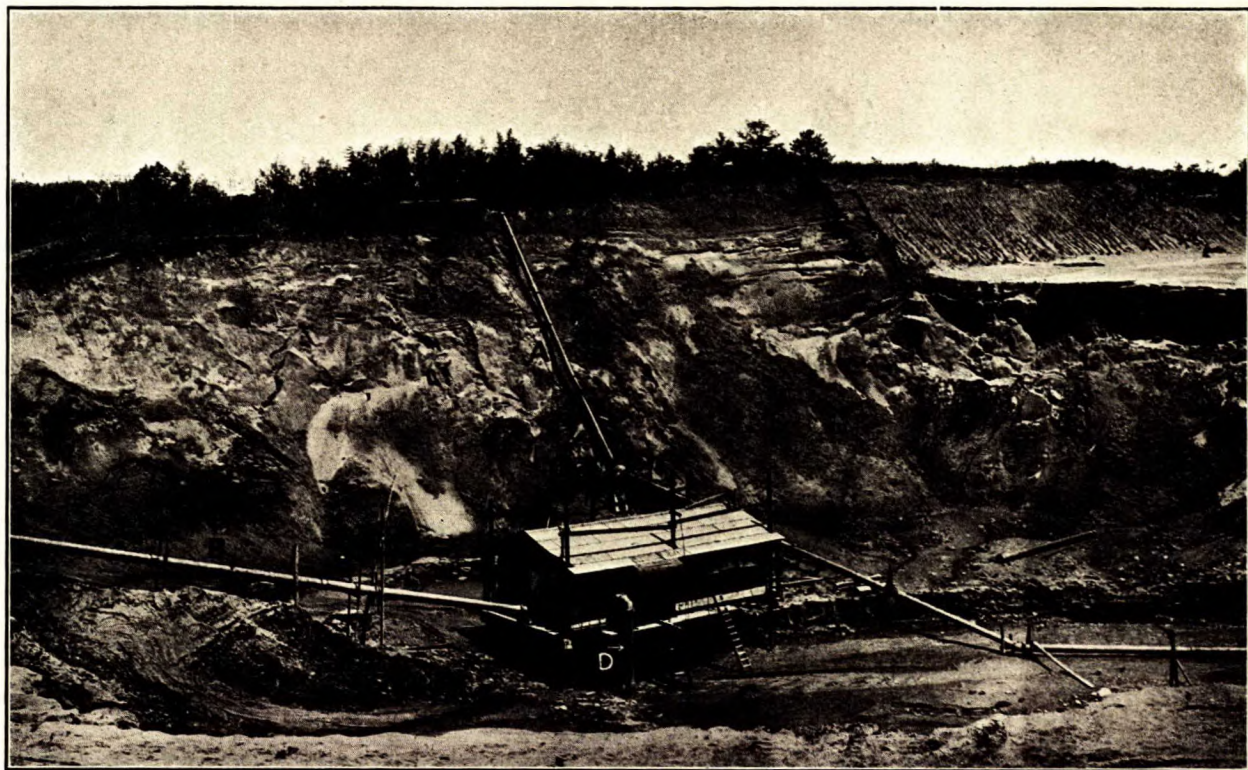
Affleurement à l'ouest du Horse Creek, 4 milles de sa source, montrant un reste de dépôt de sable bitumineux massif sous un léger manteau stérile.



Mine Rowe, Minnesota. Vue générale, montrant l'enlèvement hydraulique du manteau stérile, tuyau d'alimentation d'eau, tuyau de décharge, et canon hydraulique.



Mine Rowe, Minnesota. Vue de la disposition générale du matériel pour l'enlèvement du manteau stérile par le déblaiement hydraulique. (A) Tuyau d'alimentation d'eau pour le canon hydraulique. (B) Puisard. (C) Tuyau de décharge venant de la pompe centrifuge. (D) Maison sur plateforme suspendue à des colonnes enfoncées jusqu' à la roche de fond et portant la pompe centrifuge et le moteur.



Déblaiement hydraulique à la Mine Rowe, Minnesota. (A) Tuyau d'alimentation d'eau pour le canon hydraulique. (B) Tuyau de décharge venant de la pompe centrifuge. (C) Puisard. (D) Tuyau d'aspiration communiquant avec la pompe centrifuge.



Carrière—type de grès bitumineux, exploitée par la Compagnie Wadsworth Stone & Paving, à Asphalt, Ky., E.U.A.
Épaisseur moyenne de la roche bitumineuse, 12 à 14 pieds. Manteau stérile composé de terre, roche et grès mouvants, d'épaisseur moyenne de 10 pieds.



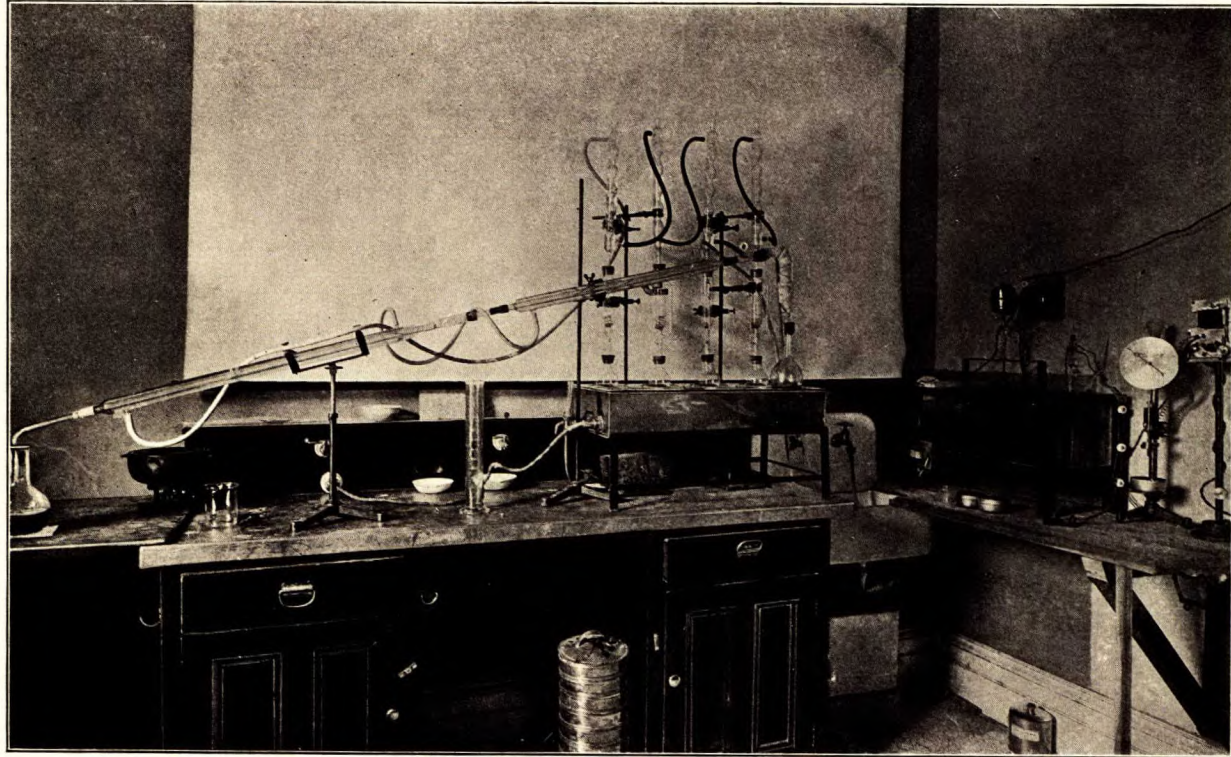
Carrière—type de pierre à sable bitumineuse, exploitée par la City Street Improvement Co., près de Santa Cruz, Cal., E.U.A. Épaisseur moyenne de la roche bitumineuse, environ 60 pieds. Manteau stérile consiste d'argiles Monterey, dures, et de 40-60 pieds d'épaisseur.



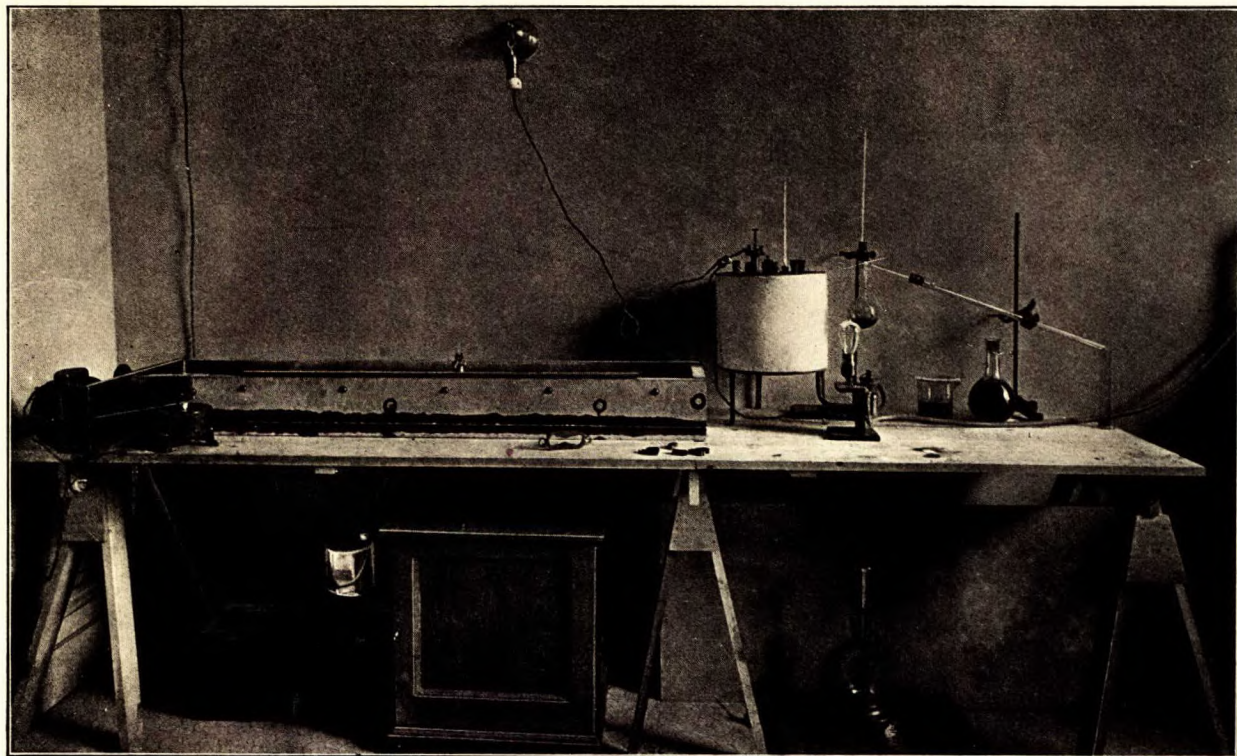
Carrière de sable bitumineux mou près de Carpinteria, Cal., E.U.A. Le sable bitumineux a 10 à 15 pieds d'épaisseur et est recouvert de 8 à 10 pieds de terre. Il faut une série d'opérations pour creuser le sable bitumineux et on emploie à cette fin des bèches chauffées.



Vue générale d'une carrière de pierre à sable bitumineux, exploitée par la City Street Improvement Co., près de Santa Cruz, Cal. Epaisseur moyenne de la roche bitumineuse, 60 pieds. Manteau stérile, schistes argileux durs de 40-60 pieds d'épaisseur. Production de cette carrière pour l'année finissant le 31 avril, 32, 853 tonnes.



Appareil à extraction: condensateur pour récupérer le dissolvant: pénétromètre et chronomètre contrôlés par l'électricité.



Machine à ductilité mûe par l'électricité: type de four du laboratoire de New-York, flacon et condenseur pour distillation.

INDEX ALPHABÉTIQUE.

A		PAGE
Analyses des sables bitumineux.....		81
Annes Creek.....		37
Appendice I. Classification des substances bitumineuses.....		39
“ II. Sables et grès bitumineux comme matériaux de pavage.....		41
“ III. Extraction du bitume des sables et des grès bitumineux.....		49
“ IV. Grès bitumineux.....		53
“ V. Prospection des grès bitumineux.....		63
“ VI. Navigation, transport, et communication.....		73
“ VII. Analyses et conclusions.....		77
Argile, affleurements sur les rivières Moose et Muskeg.....		89
“ résumé concernant l'.....		91
Asphalte, production aux Etats-Unis.....		53
Athabaska, rivière, sables bitumineux sur la.....		13
“ “ dimensions et caractère, etc.....		73
B		
Bell, Dr Robert, géologie de l'Alberta-Nord.....		1
Bibliographie.....		2
Bitume associé aux calcaires dévoniens.....		36
“ composition et propriétés.....		79
“ méthode d'extraction.....		49
“ nature du contenu.....		85
“ pourcentage du contenu.....		85
“ divers usages du.....		49
Bitumineuse roche, caractère de la.....		59
“ “ composition des dépôts aux E.-U.....	55,	56
“ “ méthode d'extraction.....		59
“ “ production aux E.-U.....		53
Bitumineux, sable, analyses du.....		77
“ “ superficie, subdivisions de la.....		11
“ “ comme matériaux pour routes et pavés.....	3,	41
“ “ formation stratifiée parfois visible.....		71
“ “ caractère des dépôts.....		6
“ “ comparaison avec les asphaltes bien connus.....		82
“ “ source du bitume dans le.....		5
“ “ tonnage estimatif sur le Horse Creek.....		20
“ “ affleurements sur la rivière Athabaska.....	15,	17
“ “ “ “ “ Christina.....		27
“ “ “ “ “ Creek Hangingstone.....		24
“ “ “ “ “ Horse.....		18
“ “ “ “ “ rivière McKay.....		38
“ “ “ “ “ Moose.....		35
“ “ “ “ “ Steepbank.....		29
“ “ “ sur les affluents de la Rivière Athabaska.....		16

	PAGE
Bitumineux, sable, géologie du	4
“ “ lits de couches impurs, effets des	9
“ “ aucun exploité au Canada	53
“ “ présence connue depuis longtemps	1
“ “ prospection du	63
“ “ soixante-deux dépôts connus aux E.-U	53
“ “ tonnage, base des calculs	20
“ “ teneur uniforme désirable	9
“ “ variation en épaisseur et en qualité	68
“ “ divers dépôts mentionnés	3
“ “ roche, emploi limité au pavage	88
Bitumineux, grès	53
Bitumineuses, Substances, classification des	39

C

Calcaire, affleurement sur la rivière Moose	33
Calumet, rivière, sables bitumineux sur la	31
Chadwick Creek	37
Christina, rivière, sables bitumineux sur la	16, 24
“ “ éboulements sur les rives, aspect remarquable	12
Clearwater rivière, sables bitumineux sur la	21
Compagnies employées à l'extraction du bitume	51
Données comparées sur les asphaltes connus	82
Conclusions	83

D

Dawson, Dr, Egg Lake, dépôt	4
“ géologie de l'Alberta-Nord	1
Dévonienne strate, relation des sables bitumineux à la	6
Distillation, Essai de. Voir distillation fractionnelle	
Dowling, D. B., allusion aux sables de goudron, rivière Firebag	30

E

Egg Lake, gisement de	4
-----------------------------	---

F

Firebag, rivière, sables bitumineux sur la	30
Fractionnelle, essai de distillation	79
Frickstad, W. N., lettre sur l'emploi du sable bitumineux pour pavés	42

G

Garland, E. A., lettre sur l'emploi du sable bitum. pour pavés	45
Géologie des dépôts	4
“ “ aux Etats-Unis	54

H

Hangingstone Creeek, sables bitumineux sur le	16, 22
Horse Creek, sables bitumineux sur la	16, 18
“ “ caractère de la vallée	71

	PAGE
I	
Introduction.....	1
K	
Keele, Joseph, résultat d'examen des argiles.....	89
L	
Legal, gisement. Voir Egg Lake	
M	
Manteau stérile, épaisseur et caractère.....	7, 14, 63
McConnell, R. G., géologie de l'Alberta-Nord.....	1
McKay, rivière, sables bitumineux sur la.....	16, 34
McMurray, affleurements près de.....	3
" district, définition.....	2
" " aucune exploitation entreprise.....	5
" " résumé des affleurements.....	87
Machine, pour exploitation.....	63
Malles, système de.....	76
Minéral, Agrégat.....	83
Mine de grès bitumineux, méthode employée.....	59
Moose rivière, sables bitumineux sur la.....	33
Muskeg " sables bitumineux sur la.....	16, 28
O	
O'Shaughnessy, M. M., lettre sur l'usage des pavés de sable bitumin..	44
Oakland, Cal., expérience sur l'usage des pavés de sable bitumineux..	42
P	
Pavés, importance de la manipulation convenable des matériaux.....	47
Pavage, matériaux de, sables et grès bitumineux comme.....	41
" " comparaison des spécifications normales.....	83
" " vieux, employés une seconde fois.....	84
" " préparation pour usage.....	62
" " Procédé St. John, pour mélange de surface.....	86
" " combinaison satisfaisante pour.....	59
Pierre au Calumet, Creek, sables bitumineux sur le.....	30
Price, J. R., dépôt de Santa Cruz décrit.....	58
R	
Richardson, Clifford, "The Modern Asphalt Pavement" extrait de....	46
S	
St.-John, A.D., procédé pour faire mélange de surface.....	86
Source salines, rivière Christina.....	24
Sables de goudron. Voir sables bitumineux	
Sable, propriétés du.....	77
" usage et teneur dans les matériaux de pavage.....	61

PUBLICATIONS EN FRANÇAIS DU MINISTÈRE DES MINES
PARUES DEPUIS LE CATALOGUE DE JUILLET 1914.

COMMISSION GÉOLOGIQUE.

Rapports.

1098. Reconnaissance à travers les montagnes MacKenzie sur les rivières Pelly, Ross et Gravel, Yukon et Territoires du Nord-Ouest. Joseph Keele.
1108. Rapport conjoint sur les Schistes bitumineux ou pétrolifères du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse ainsi que sur l'Industrie des Schistes pétrolifères de l'Écosse. Première partie: Industrie; Seconde partie: Géologie. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C. (Division des Mines No. 56).
1306. Rapport sommaire de la Commission géologique du Ministère des Mines pour l'année civile 1912.
1328. Rapport sur l'île Graham, C. B. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C.
1329. Rapport d'une exploration de la rivière Ekwan, des lacs Sutton Mill et d'une partie de la Côte occidentale de la baie James. D. B. Dowling, B. Ap. Sc.
1330. Rapport sur les Terrains aurifères du Klondike. R. G. McConnell, B.A.
1360. Rapport sommaire de la Commission géologique du Ministère des Mines pour l'année civile 1913.
1362. La région de Moose Mountain dans l'Alberta sud. D. D. Cairnes.
1369. Notes sur les minéraux contenant du Radium. Wyatt Malcolm.
1393. La Telkwa et ses environs en Colombie Britannique. W. Leach.
1394. Rapport sur la géologie d'une partie de l'Est d'Ontario. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C.
1395. Rapport sur le terrain houiller de Pictou, N.E. Henry S. Poole, F.R.S.C.
1411. Rapport préliminaire sur une partie du district de Similkameen, C.B. Charles Camsell.
1475. Treizième Rapport de la Commission de Géographie du Canada. *Annexe:* Traits généraux sur la Géographie physique du Canada. D. W. Dowling.
1481. Musée de la Commission géologique du Canada. Collection des Fossiles invertébrés. Guide pour les visiteurs.
1513. Rapport sur une partie des districts miniers de Conrad et Whitehorse, Yukon. D. D. Cairnes.
1519. Comment collectionner les spécimens zoologiques pour le Musée commémoratif Victoria: Zoologie. P. A. Taverner.
1556. Rapport préliminaire sur une partie de la Côte principale de la Colombie Britannique et des Îles voisines comprises dans les districts de New Westminster et Nanaimo. E. O. LeRoy.
1571. Les Chutes du Niagara, leur évolution, les variations de relations avec les grands lacs; caractéristiques et effets du détournement. J. W. Spencer.

Mémoires.

- | | | | | | |
|---------|----|---------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Mémoire | 1. | Rapport | 1092. | Géologie du Bassin de Nipigon. | A. W. Wilson. |
| " | 2. | " | 1094. | Géologie et gisement minéraux de la région minière d'Hedley. | C. Camsell. |
| " | 4. | " | 1111. | Reconnaissance géologique de long de la ligne du chemin de fer Transcontinental National dans l'Ouest de Québec. | W. J. Wilson. |
| " | 5. | " | 1102. | Rapport préliminaire sur les dépôts houillers des rivières Lewes et Nordenskiöld, dans le Territoire du Yukon. | D. D. Cairnes. |

- Mémoire 17E Rapport 1161. Géologie et ressources économiques du district de lac Larder, Ont., et des parties adjacentes du comté de Pontiac, Qué. Morley F. Wilson.
- " 18E " 1171. District de Bathurst dans le Nouveau-Brunswick. G. A. Young.
- " 19. " 1172. Mines de Mother Lode et Sunset, district Boundary, C. B. O. E. LeRoy.
- " 21. " 1331. La géologie et les dépôts de minerai de Phoenix district Boundary, C. B. O. E. LeRoy.
- " 22. " 1209. Rapport préliminaire sur la Serpentine et les Roches connexes de la partie méridionale de Québec. J. A. Dresser.
- " 23. " 1189. Géologie de la Côte et des Iles entre les détroits de Géorgie et de la Reine Charlotte. J. A. Bancroft.
- " 25. " 1281. Les dépôts d'Argile et de Schistes des Provinces de l'Ouest, partie II. H. Ries.
- " 28. " 1214. Géologie du lac Steeprock, Ontario, A. C. Lawson. Notes sur les Fossils du Calcaire du lac Steeprock, Ont. C. B. Walcott.
- " 29E " 1224. Gisement de pétrole et de gaz dans les provinces du Nord-Ouest du Canada. Wyatt Malcolm.
- " 30. " 1227. Les Bassins des rivières Nelson et Churchill. W. McInnes.
- " 31. " 1229. District de Wheaton, territoire du Yukon. D. D. Cairnes.
- " 33. " 1243. La géologie, de la division minière de Gowganda. W. H. Collins.
- " 35. " 1361. Reconnaissance le long du chemin de fer Transcontinental National dans le Sud de Québec. John A. Dresser.
- " 37. " 1256. Parties du district d'Atlin, C.B., avec description spéciale de l'exploitation minière des filons. D. D. Cairnes.
- " 39. " 1292. Région de la carte du lac Kewagama. M. E. Wilson.
- " 42. " 1596. Thème décoratif de la Double Courbe dans l'Art des Algonquins du Nord-Est. F. G. Speck.
- " 43. " 1312. Montagnes de St. Hilaire (Belœil) et de Rougemont, Québec. J. J. O'Neill.
- " 44. " 1316. Les dépôts d'Argile et de Schistes du Nouveau-Brunswick. J. Keele.
- " 45. " 1318. La Fête des Invités des Esquimaux d'Alaska. Hawkes.
- " 47. " 1325. Les dépôts d'Argile et de Schistes des Provinces de l'Ouest. Partie III. H. Ries et J. Keele.
- " 52. " 1358. Notes géologiques pour la Carte du Bassin de Gaz et de Pétrole de la rivière Sheep, Alberta. D. B. Dowling.

Bulletin du Musée Commémoratif Victoria.

- Bulletin 1. Rapport 1545. Paléontologie, Paléobotanique, Minéralogie, Histoire Naturelle et Anthropologie.

DIVISION DES MINES.

Rapports et Bulletins.

271. (26a) Rapport annuel sur les industries minérales du Canada, pour l'année 1905.
56. Rapport sur les Schistes bitumineux ou pétrolifères du Nouveau-Brunswick et de la Nouvelle-Écosse, ainsi que sur l'Industrie des Schistes pétrolifères de l'Écosse. Première partie: Industrie; Seconde partie: Géologie. R. W. Ells, LL.D., F.R.S.C. (Commission géologique no 1108.)
149. Sables ferrugineux magnétiques de Natashkwan, comté de Saguenay, province de Québec. Geo. G. Mackenzie, B.Sc.
169. Pyrites au Canada: gisements, exploitation, préparation, usages. Alfred W. G. Wilson, Ph.D.
179. L'industrie du Nickel particulièrement dans la région de Sudbury, Ontario. A. P. Coleman, Ph.D.
180. Bulletin No. 6: Recherches sur les Tourbières et l'Industrie de la Tourbe au Canada, 1910-1911. A. Anrep.
195. Gisements de Magnétite le long de la ligne du Central Ontario Railway. E. Lindeman, I.M.
219. Les gisements de Fer d'Austin Brook au Nouveau-Brunswick. E. Lindeman, I.M.
- (26a) Rapport sommaire de la Division des Mines, du Ministère des Mines, pour l'année civile 1911.
224. (26a) Rapport sommaire de la Division des Mines, du Ministère des Mines, pour l'année civile terminée le 31 décembre 1912.
263. Bulletin No. 3: Progrès récents dans la Construction des Fours électriques pour la production de la Fonte, de l'Acier, et du Zinc. Eugène Haanel, Ph.D.
264. Mica: gisements, exploitation et emplois. Deuxième édition. Hugh S. de Schmid, I.M.
265. Rapport annuel sur la production minérale du Canada durant l'année civile 1911. J. McLeish, B.A.
282. Rapport préliminaire sur les Sables bitumineux de l'Alberta Nord. S. C. Ells.
286. (26a) Rapport sommaire de la Division des Mines, du Ministère des Mines, pour l'année civile 1913.
287. La production du Fer et de l'Acier au Canada pendant l'année civile 1912. J. McLeish.
288. La production de Charbon et de Coke au Canada pendant l'année civile 1912. K. McLeish.
289. La production du Ciment, de la Chaux, des Produits d'argile, de la Pierre et d'autres matériaux de construction au Canada pendant l'année civile 1912. J. McLeish.
290. La production de Cuivre, Or, Plomb, Nickel, Argent, Zinc et autres métaux au Canada pendant l'année civile 1912. C. T. Cartwright, B.Sc.
308. Recherches sur les Charbons du Canada au point de vue de leurs qualités économiques. J. D. Porter, E.M., D.Sc., et R. J. Durley, Ma.E., et autres. Faites à l'université McGill de Montréal sous le patronage du Gouvernement du Dominion.
Volume I. Recherches sur les Charbons du Canada.
Volume II. Essais au générateur; Essais au gazogène: Travail du Laboratoire chimique.
Volume III. Appendice I. Résultats détaillés des essais de Lavage de Charbons.
Volume IV. Appendice IV. Essais de chaudières et graphiques.
314. Bulletin No. 2: Gisements de minerais de Fer de la mine Bristol, comté de Pontiac, Québec. Levé magnétométrique, etc., E. Lindeman, I.M.; Concentration magnétique de minerais, Geo. C. MacKenzie, B.Sc.

321. Rapport annuel de la Production minérale du Canada durant l'année civile 1913, J. McLeish.

ACTUELLEMENT SOUS PRESSE.

COMMISSION GÉOLOGIQUE.

Rapports.

1291. Archéologie: La collection archéologique du sud de l'intérieur de la Colombie Britannique. H. I. Smith.
 1504. Rapport sommaire de la Commission géologique du Ministère des Mines pour l'année civile 1914.
 1529. Catalogue des Oiseaux canadiens. Macoun.

Mémoires.

- Mémoire 20. Rapport 1174. Terrains aurifères de la Nouvelle-Écosse. W. Malcolm.
 " 53. " 1364. Terrains houillers du Manitoba, Saskatchewan, Alberta et de l'est de la Colombie Britannique. D. B. Dowling.
 " 59. " 1389. Bassins houillers et Ressources en charbon du Canada. D. B. Dowling.
 " 60. " 1399. La région d'Arisaig-Antigonish, N. E. M. Y. Williams.
 " 64. " 1452. Rapport préliminaire sur les dépôts d'Argile et de Schistes de la province de Québec. J. Keele.

CONGRÈS GÉOLOGIQUE 1913.

Liste des Livrets guides.

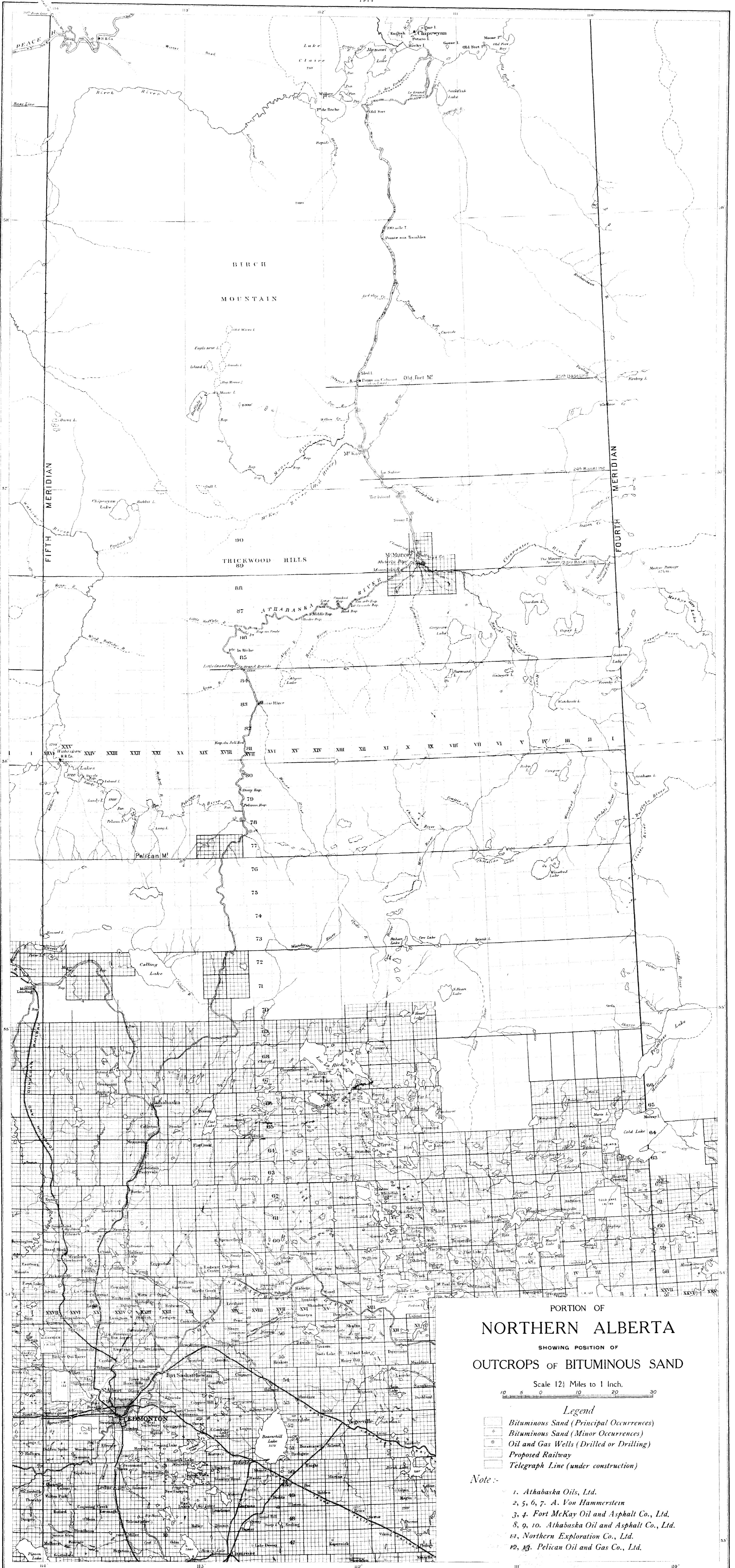
- | Livret-
Guide | Volume | |
|------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | I. | Excursion dans l'est de la Province de Québec et des Provinces Maritimes. Première partie. |
| 1 | II. | Excursion dans l'est de la Province de Québec et des Provinces Maritimes. Deuxième Partie. |
| 2 | III. | Excursion dans les cantons de l'Est de Québec et dans la partie est d'Ontario. |
| 3 | IV. | Excursion aux environs de Montréal et d'Ottawa. |
| 4 | V. | Excursion dans le sud-ouest d'Ontario. |
| 5 | VI. | Excursion dans la presqu'île occidentale de l'Ontario et de l'île Manitoulin. |
| 6 | VII. | Excursion dans les environs de Toronto, de Muskoka et Madoc. |
| 7 | VIII. | Excursion à Sudbury, à Cobalt et Porcupine. |
| 8 | IX. | Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour, par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Première partie. |
| 8 | X. | Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour, par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Deuxième partie. |
| 8 | XI. | Excursion transcontinentale C 1, de Toronto à Victoria et retour, par les chemins de fer Canadian Pacific et Canadian Northern. Troisième partie. |
| 9 | XII. | Excursion transcontinentale C 2, de Toronto à Victoria et retour par les chemins de fer Canadian Pacific et Transcontinental National. |

Livret- Guide	Volume	
10	XIII.	Excursion dans le Nord de la Colombie Britannique, dans le territoire du Yukon et le long de la Côte nord du Pacifique

DIVISION DES MINES.

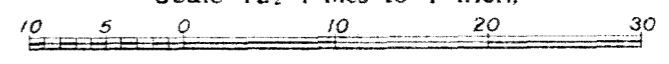
Rapports.

- 204. Pierres de Construction et d'Ornement du Canada. Volume II: Provinces Maritimes. W. A. Parks.
- 280. Pierres de Construction et d'Ornement du Canada. Volume III, Province de Québec. Parks.
- 223. L'exploitation filonienne au Yukon. Une investigation des gisements de Quartz dans la rivière du Klondike. H. A. MacLean.
- 246. Le Gypse au Canada; gisement, exploitation et technologie. L. H. Cole.
- 260. Préparation du Cobalt Métallique par la réduction de l'oxyde. Kalmus.
- 306. Rapport sur les Minéraux non-métalliques employés dans les industries manufacturières du Canada. H. Frechette.



PORTION OF
NORTHERN ALBERTA
SHOWING POSITION OF
OUTCROPS OF BITUMINOUS SAND

Scale 12 1/2 Miles to 1 Inch.



Legend

- Bituminous Sand (Principal Occurrences)
- Bituminous Sand (Minor Occurrences)
- Oil and Gas Wells (Drilled or Drilling)
- Proposed Railway
- Telegraph Line (under construction)

Note :-

1. Athabaska Oils, Ltd.
- 2, 5, 6, 7. A. Von Hammerstein
- 3, 4. Fort McKay Oil and Asphalt Co., Ltd.
- 8, 9, 10. Athabaska Oil and Asphalt Co., Ltd.
11. Northern Exploration Co., Ltd.
- 12, 13. Pelican Oil and Gas Co., Ltd.