

**CIHM  
Microfiche  
Series  
(Monographs)**

**ICMH  
Collection de  
microfiches  
(monographies)**



**Canadian Institute for Historical Microreproductions / Institut canadien de microreproductions historiques**

**© 1997**



The copy filmed here has been reproduced thanks to the generosity of:

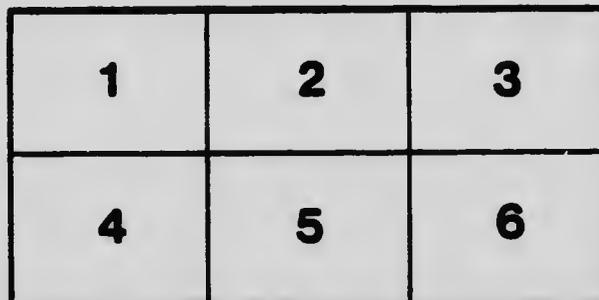
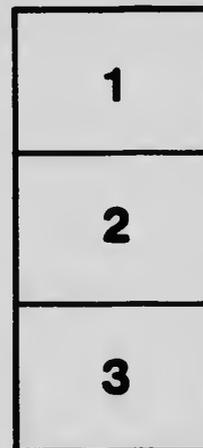
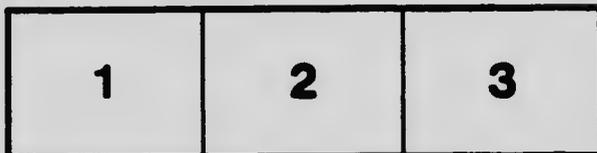
Bibliothèque scientifique,  
Université Laval,  
Québec, Québec.

The images appearing here are the best quality possible considering the condition and legibility of the original copy and in keeping with the filming contract specifications.

Original copies in printed paper covers are filmed beginning with the front cover and ending on the last page with a printed or illustrated impression, or the back cover when appropriate. All other original copies are filmed beginning on the first page with a printed or illustrated impression, and ending on the last page with a printed or illustrated impression.

The last recorded frame on each microfiche shall contain the symbol  $\rightarrow$  (meaning "CONTINUED"), or the symbol  $\nabla$  (meaning "END"), whichever applies.

Maps, plates, charts, etc., may be filmed at different reduction ratios. Those too large to be entirely included in one exposure are filmed beginning in the upper left hand corner, left to right and top to bottom, as many frames as required. The following diagrams illustrate the method:



L'exemplaire filmé fut reproduit grâce à la générosité de:

Bibliothèque scientifique,  
Université Laval,  
Québec, Québec.

Les images suivantes ont été reproduites avec le plus grand soin, compte tenu de la condition et de la netteté de l'exemplaire filmé, et en conformité avec les conditions du contrat de filmage.

Les exemplaires originaux dont la couverture en papier est imprimée sont filmés en commençant par le premier plat et en terminant soit par la dernière page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration, soit par le second plat, selon le cas. Tous les autres exemplaires originaux sont filmés en commençant par la première page qui comporte une empreinte d'impression ou d'illustration et en terminant par la dernière page qui comporte une telle empreinte.

Un des symboles suivants apparaît sur la dernière image de chaque microfiche, selon le cas: le symbole  $\rightarrow$  signifie "À SUIVRE", le symbole  $\nabla$  signifie "FIN".

Les cartes, planches, tableaux, etc., pouvant être filmés à des taux de réduction différents. Lorsque le document est trop grand pour être reproduit en un seul cliché, il est filmé à partir de l'angle supérieur gauche, de gauche à droite, et de haut en bas, en prenant le nombre d'images nécessaire. Les diagrammes suivants illustrent la méthode.

MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART

(ANSI and ISO TEST CHART No. 2)



1.43

1.50

1.56

1.62

1.71

1.80

1.88

1.96

2.05

2.14

2.24

2.33

2.43

2.54

2.65

2.76

2.88

3.00

3.12

3.25

3.38

3.51

3.65



APPLIED IMAGE Inc

1653 East Main Street  
Rochester, New York 14609 USA  
(716) 482 - 0300 - Phone  
(716) 288 - 5999 - Fax

18

## Commission de la Conservation

*Constituée sous l'empire de "La Loi de la Conservation," 8-9 Edouard VII.,  
Chap. 27, 1909, et des lois modificatrices—9-10 Edouard VII., chap. 42,  
1910, et 3-4 George V., chap. 12, 1913.*

### Président:

SIR CLIFFORD SIFTON, K.C.M.G.

### Membres:

L'HON. AUBIN E. ARSENAULT, Summerside, I.P.E.  
LE DR. HOWARD MURRAY, Université de Dalhousie, Halifax, N.E.  
LE DR. CECIL JONES, Chancelier de l'Université du Nouveau-Brunswick,  
Fredericton, N.-B.  
M. WILLIAM B. SNOWBALL, Chatham, N.-B.  
L'HON. DR. HENRI S. BÉLAND, M.P., St. Joseph de Beauce, Qué.  
LE DR. FRANK D. ADAMS, Doyen de la Faculté des Sciences Appliquées, de  
l'Université McGill, Montréal  
MONSIEUR CHARLES P. CHOQUETTE, St. Hyacinthe, Qué., Professeur du  
Séminaire de St. Hyacinthe et Membre de la Faculté de l'Université Laval  
M. EUGÈNE GOHIER, St. Laurent, Qué.  
LE DR. JAMES W. ROBERTSON, C.M.G., Ottawa, Ont.  
L'HON. SÉNATEUR WILLIAM CAMERON EDWARDS, Ottawa, Ont.  
SIR EDMUND B. OSLER, M.P., Toronto, Ont.  
M. CHARLES A. MCCOOL, Pembroke, Ont.  
M. JOHN F. MACKAY, Administrateur Financier "The Globe," Toronto, Ont.  
LE DR. BERNHARD E. FERNOW, Doyen de la Faculté Forestière, Université  
de Toronto, Toronto, Ont.  
LE DR. GEORGE BRYCE, de l'Université du Manitoba, Winnipeg, Man.  
LE DR. W. J. RUTHERFORD, Membre de la Faculté de l'Université de la Sas-  
katchewan, Saskatoon, Sask.  
LE DR. HENRY M. TORY, Président de l'Université de l'Alberta, Edmonton, Alta.  
M. JOHN HENDRY, Vancouver, C.-B.

### Membres, ex-officio:

L'HON. MARTIN BURRELL, Ministre de l'Agriculture, Ottawa  
L'HON. W. J. ROCHE, Ministre de l'Intérieur, Ottawa  
L'HON. P. E. BLONDIN, Ministre des Mines, Ottawa  
L'HON. JOHN A. MATHIESON, C.R., Premier Ministre, Président, et Procureur  
Général, Ile du Prince-Edouard  
L'HON. ORLANDO T. DANIELS, Procureur Général de la Nouvelle-Ecosse  
L'HON. GEORGE J. CLARKE, Premier Ministre et Ministre des Terres, Forêts  
et Mines, Nouveau-Brunswick  
L'HON. JULES ALLARD, Ministre des Terres et des Forêts, Québec  
L'HON. G. H. FERGUSON, Ministre des Terres, Forêts et Mines, Ontario  
L'HON. A. B. HUDSON, Procureur Général, Manitoba  
L'HON. JAMES A. CALDER, Ministre des Chemins de fer et des Voies de Com-  
munication, Saskatchewan  
L'HON. ARTHUR L. SIFTON, Premier Ministre, Ministre des Chemins de fer et  
Téléphones, Alberta  
L'HON. WILLIAM R. ROSS, Ministre des Terres, Colombie-Britannique

### Adjoint du Président et Sous-Chef:

M. JAMES WHITE

TN  
713  
A310

Découverte de Phosphate de Chaux  
dans les  
Montagnes Rocheuses

PAR

**FRANK D. ADAMS, D. Sc., F. R. S.**

*Doyen de la Faculté des Sciences Appliquées, Université McGill ;  
Président du Comité des Minéraux, Commission de la Conservation*

ET

**W. J. DICK, M. Sc.**

*Ingenieur Minier, Commission de la Conservation*



OTTAWA:  
THE OTTAWA PRINTING CO., LIMITED  
1915

## Comité des Minéraux

---

*Président:*

LE DR FRANK D. ADAMS

*Membres:*

MGR C. P. CHOQUETTE

LE DR HOWARD MURRAY

JOHN HENDRY

L'HON. P. E. BLONDIN

et les membres ex-officio de la  
Commission représentant les diffé-  
rentes provinces.

AU FELD-MARÉCHAL SON ALTESSE ROYALE LE PRINCE ARTHUR WILLIAM  
PATRICK ALBERT, DUC DE CONNAUGHT ET STRATHEARN, K.G.,  
K.T., K.P., ETC., ETC., GOUVERNEUR GÉNÉRAL DU CANADA

*Qu'il Plaise à Votre Altesse Royale:*

Le soussigné a l'honneur de présenter à Votre Altesse Royale un rapport sur "La Découverte du Phosphate de Chaux dans les Montagnes Rocheuses", par Frank D. Adams, D.Sc., F.R.S., et W. J. Dick, M.Sc.

Respectueusement soumis

CLIFFORD SIFTON

*Président de la Commission de la Conservation*

OTTAWA, le 1er décembre 1915

OTTAWA, le 30 novembre 1915

*Monsieur,*

J'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint un rapport sur "La Découverte du Phosphate de Chaux dans les Montagnes Rocheuses", par Frank D. Adams, D.Sc., F.R.S., et W. J. Dick, M.Sc. Le rapport contient un exposé des recherches faites par ces deux messieurs, pour la Commission de la Conservation; ils ont découvert des gisements qui, on l'espère, fourniront une précieuse source de matières fertilisantes pour les champs de grain de l'Ouest canadien.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur

Votre obéissant serviteur

JAMES WHITE

*Adjoint du Président*

SIR CLIFFORD SIFTON, K.C.M.G.

Président

Commission de la Conservation

15

## TABLE DES MATIÈRES

	PAGE
Raisons pour entreprendre les recherches—Résultats, découverte de phosphate dans l'Alberta .....	1
L'importance des engrais phosphatés .....	2
Dépôts de phosphate du Montana, de l'Idaho, du Wyoming et de l'Utah .....	5
Description des dépôts de phosphate près de Maiden Rock, Montana .....	8
Les roches carbonifères des montagnes Rocheuses au Canada .....	10
Découverte de la roche de phosphate dans le parc des montagnes Rocheuses à Banff ...	17
Renseignements aux prospecteurs en recherche de dépôts de roches de phosphate dans les montagnes Rocheuses .....	21
Règlements du Dominion concernant la concession des terres à phosphate .....	25
Annexe—Ressources de phosphate du monde .....	27
Principaux auteurs à consulter sur les dépôts de phosphate de l'Ouest .....	33

## PLANCHES

	PAGE
I. Vue vers le bas du ruisseau Forty-mile, d'un point à un mille au nord de la montagne Stoney Squaw.....	<i>Frontispice</i>
II. Vue montrant la succession géologique et la position du dépôt de phosphate près de Maiden Rock, Montana.....	4
III. Sections montrant la géologie des dépôts de phosphate, près de Maiden Rock, Montana.....	5
IV. Sections Géologiques.....	8
Section le long du chemin de fer Canadian Pacific, près de Frank, Alberta	
Section le long de la passe du nord de Kootenay	
Section dans le voisinage du sommet de l'est de la passe du nord de Kootenay	
Section près du ruisseau Oil, versant est de la chaîne de Clarke	
V. Effleurement d'un lit de phosphate près de Maiden Rock, Montana.....	13
VI. Roche phosphatifère trouvée dans le lit du ruisseau Forty-mile, parc des montagnes Rocheuses, Banff, Alberta.....	15
VII. Montagne Stoney Squaw, parc des montagnes Rocheuses, Banff, Alberta.....	17
VIII. Microphotographies de la roche phosphatifère, ruisseau Forty-mile, parc des montagnes Rocheuses, Banff, Alberta.....	20
IX. Microphotographies de la roche phosphatifère, ruisseau Forty-mile, parc des montagnes Rocheuses, Banff, Alberta.....	22

## CARTES

I. Carte des dépôts phosphatifères, Alberta et États-Unis.....	1
II. Champ de phosphate d'Elliston, Montana.....	9
III. Carte géologique de Banff, Alberta.....	16

GE

ice

4

5

8

13

5

7

0

2

1

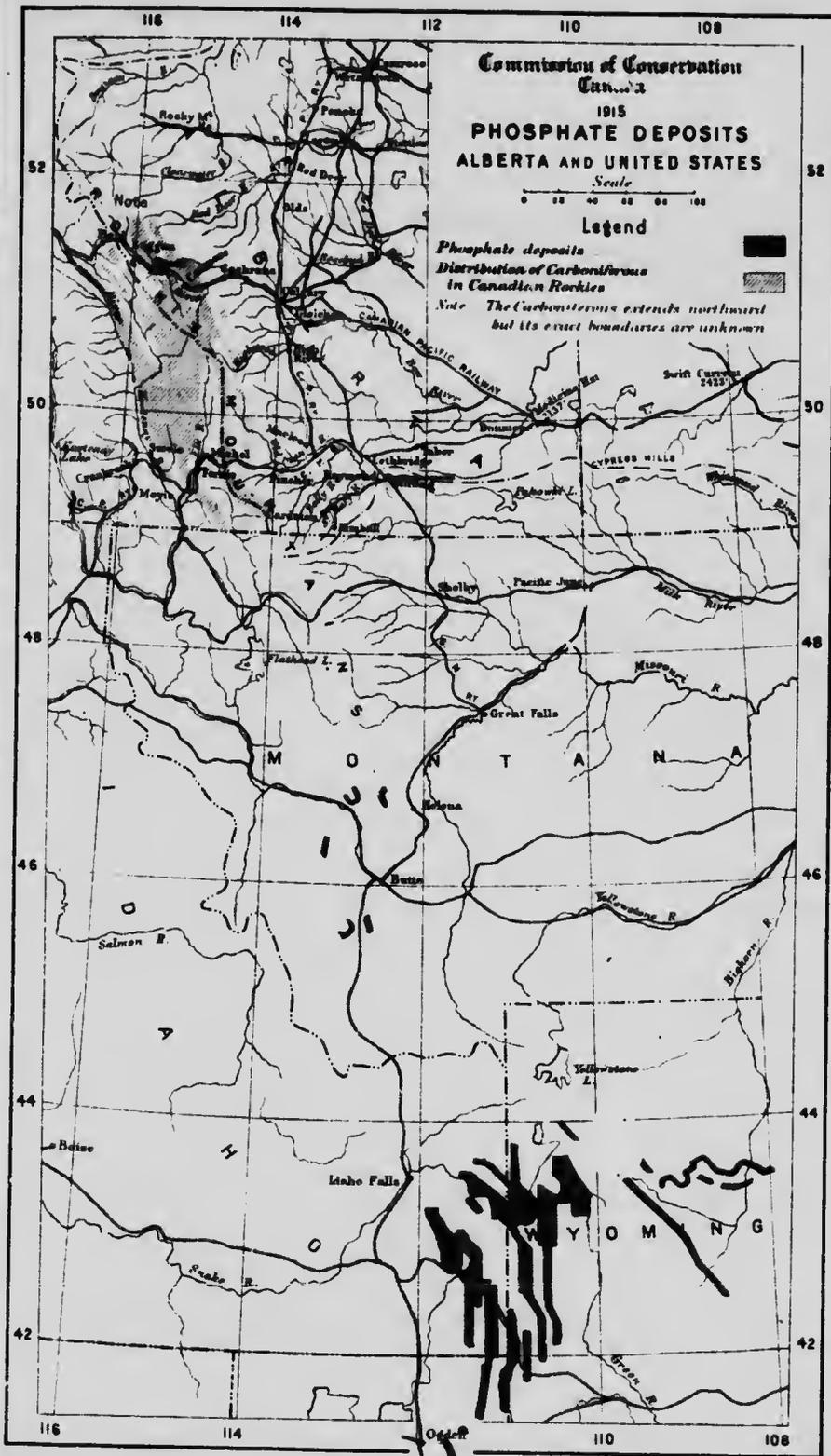
9

6



PLANCHE I—VUE VERS LE BAS DU RUISSEAU FORTY-MILE, D'UN POINT À UN MILLE AU NORD DE LA MONTAGNE STONEY SQUAW.  
La roche phosphatée a été découverte dans le lit du ruisseau à un point indiqué par la flèche.

La roche phosphatée a été découverte dans le lit du ruisseau à un point indiqué par la flèche.





## Découverte de Phosphate de Chaux dans les Montagnes Rocheuses

---

### I.—RAISONS POUR ENTREPRENDRE LES RECHERCHES—RÉSULTATS, DÉCOU- VERTE DE PHOSPHATE DANS L'ALBERTA

**L**E grand développement de l'agriculture, dans l'ouest du Canada, rendra bientôt nécessaire l'usage des engrais chimiques et des fumiers. L'acide phosphorique est l'un des plus importants, sinon le plus précieux des éléments constitutifs de ces matières fertilisantes. On recherche activement et on utilise avec soin toutes les sources de matières brutes, qui servent à la fabrication du phosphate, dans tous les pays où l'on applique à l'agriculture les méthodes modernes, en vue de faire produire au sol un rendement maximum de récoltes. On ne connaît au Canada d'autres sources de phosphate minéral que les gisements d'apatite des environs d'Ottawa, qui n'ont qu'une étendue restreinte et qui ne sont même plus exploités.

Cependant de grandes couches de phosphate minéral ont été récemment découvertes dans quelques-uns des états de l'ouest des États-Unis, principalement dans l'Utah, l'Idaho, le Wyoming et le Montana; elles ont été décrites tout au long par les officiers du Bureau Géologique de ce pays. Ces découvertes ont été accueillies favorablement, puisque ce minéral contient des matières brutes dont dépendra le futur développement de l'agriculture dans les régions de l'ouest des États-Unis.

Les gouverneurs des États, réunis en conférence en 1908, et reconnaissant la grande valeur des dépôts de phosphate pour l'agriculture en ce pays, ont recommandé l'adoption d'une loi à l'effet d'interdire l'exportation des phosphates aux pays étrangers.

La Commission de la Conservation du Canada a donc pensé qu'il importait grandement de découvrir de semblables gisements de phosphate dans le Dominion du Canada.

Ces dépôts de phosphate de l'ouest des États-Unis ne se rencontrent pas irrégulièrement ni au hasard dans la croûte terrestre; ils suivent, au contraire, un horizon géologique bien défini, et sont localisés à proximité du sommet de la couche carbonifère.

La recherche de semblables dépôts, dans l'ouest du Canada, devait donc commencer par localiser les roches du terrain carbonifère supérieur, afin de savoir si les roches du système carbonifère, qui existent dans l'ouest

des États-Unis, pouvaient être retracées en deçà de la frontière, au Canada. Cette première découverte faite, il resterait à trouver si les roches du terrain carbonifère supérieur existent quelque part au Canada, avec développement semblable à celui qu'elles ont dans la région des phosphates de l'ouest des États-Unis.

On a supposé que les roches carbonifères, qui contiennent ces dépôts de phosphate aux États-Unis, se prolongeraient, si elles se rencontrent au Canada, par les montagnes Rocheuses, dans les provinces de la Colombie-Britannique et de l'Alberta.

Le présent rapport est l'exposé des résultats d'un examen géologique des montagnes Rocheuses du Canada, examen effectué suivant trois lignes de section de ces montagnes. Le phosphate a été découvert en ce pays, dans un endroit des montagnes Rocheuses situé dans la province de l'Alberta, à 350 milles au nord du point le plus rapproché où l'on sait que ce minéral existe aux États-Unis.

Il contient aussi une courte description des dépôts de phosphate découverts dans les autres pays, ainsi que des renseignements pour les prospecteurs qui désirent se mettre à la recherche des mines de phosphate.

## II.—L'IMPORTANCE DES ENGRAIS PHOSPHATÉS

Une plante en croissance consomme un certain nombre d'éléments chimiques nécessaires à son parfait développement. Parmi ces substances, trois sont principalement indispensables: l'azote, la potasse et le phosphore. Les plantes que l'on cultive enlèvent au sol une telle quantité de ces trois éléments que, si des précautions spéciales ne sont pas prises, la provision diminue sensiblement dans le sol dont la fertilité baisse graduellement, jusqu'à ce qu'il ne puisse plus être cultivé avec profit. Voilà, en peu de mots, la cause de l'épuisement progressif de la terre, dont les conséquences ont été désastreuses dans un si grand nombre de contrées du monde.

A ne prendre que le blé comme simple index de rendement, on peut constater, par l'extrait suivant d'un bulletin récent,\* publié par le département de l'Agriculture des États-Unis, le résultat de la culture continue de cette céréale en ce pays, sans rendre au sol une quantité adéquate des éléments constituants que cette plante lui a enlevés:

"On a récolté avec succès du blé dans le centre de l'état de New York, pendant une quarantaine d'années. Le rendement diminuait déjà pendant la dernière partie de cette période; il devint si faible, à la fin d'une autre période de 20 années, que la culture du blé n'était plus profitable. L'Ohio, l'Indiana, l'Illinois et l'Iowa ont eu à leur tour le même sort que l'état de New York. Au début, le sol de ces états était fertile; il a fallu 40, 50 ou 60

\*Voir James J. Hill, *Highways of Progress*, p. 77.

années de culture de la même plante pour en réduire sensiblement la production."

On trouve actuellement, dans les états de l'est, plusieurs régions où les fermes ont été abandonnées et dont les bâtiments tombent en ruine.

Le rendement moyen du blé, dans l'état de New York, jusqu'en 1898, était de 21.2 boisseaux par acre; en 1907, il avait baissé à 17.3 boisseaux. Dans le même court espace de temps, le rendement moyen dans l'Indiana tombait de 15.6 à 14.4 boisseaux; au Minnesota, de 15.8 à 13 boisseaux; au Dakota du Nord, de 14.4 à 10 boisseaux; dans l'Oklahoma, de 14.9 à 9 boisseaux.

L'azote, que la plante qui croît enlève au sol, peut lui être rendu en y enfouissant du trèfle par le labourage; cette plante fourragère a la propriété de fixer l'azote de l'air et de l'introduire dans la terre, sous forme de certains composés d'azote. On peut aussi l'introduire directement dans le sol sous forme de sulfate d'ammonium, que l'on produit maintenant en grande quantité comme sous-produit de la conversion du charbon de terre en coke, ou sous forme de composés d'azote extrait de l'air au moyen d'un procédé électrique.

La potasse, d'une égale importance, se trouve dans le sol en quantités relativement plus grandes, bien que dans la culture intensive, par laquelle on obtient de forts rendements du sol, cette substance soit restituée au sol par l'intermédiaire de quelque sorte d'engrais.

Le phosphore, sous forme de quelque phosphate, est également tout à fait utile, et si l'on ne prend des moyens quelconques pour rendre au sol la quantité de cette substance que les récoltes y puisent, la terre s'appauvrit graduellement et finit par ne plus produire un rendement profitable.

Le Dr C. G. Hopkins, dans son livre intitulé: *Soil Fertility and Permanent Agriculture*, page 183, déclare que:

"Le phosphore est le seul élément qu'il faudra acheter et rendre à la plupart des sols des États-Unis. *Le phosphore est la clef de la permanence de l'agriculture sur ces terres.* Le maintien ou l'augmentation de la quantité de phosphore dans la terre rendent possible la culture du trèfle (ou d'autres plantes légumineuses) et conséquemment l'addition d'azote de l'air, dont la source est inépuisable. Par l'addition des matières organiques en décomposition, que renferment les résidus du trèfle et d'autres produits, ainsi que les fumiers composés en grande partie de foin de trèfle et de pâturage, les grandes récoltes de maïs et d'autres grains que le trèfle aide à produire, il est possible de libérer, de l'immense provision contenue dans le sol, une somme suffisante de potassium, de magnésium et d'autres éléments essentiels abondants, auxquels s'ajouteront les quantités provenant du fumier et des résidus des récoltes, pour la production d'abondantes récoltes pendant des milliers d'années. Si, au contraire, le phosphore contenu dans le sol est diminué continuellement à l'avenir, par la continuation des méthodes

d'agriculture suivies dans le passé et de nos jours, les agriculteurs qui cultivent la plupart des terres agricoles aux États-Unis ne récolteront bientôt que la pauvreté.

"Et ce futur n'est pas très éloigné, car les terres en culture sont déjà, pour la plupart, et même plusieurs de celles de la zone de culture du maïs, sur leur déclin. Les sols, qui produisent depuis soixante ans, ont jeté leur bouquet; leur productivité et leur valeur ne peuvent que baisser rapidement, pendant une autre période de soixante années d'une telle méthode de culture d'épuisement."

En 1914, la production du blé au Canada a donné un total de 158,223,000 boisseaux, soit une moyenne d'environ 15.37 boisseaux par acre. Si l'on admet que le sol a produit deux livres de paille par chaque livre de grain, et si l'on fait une analyse moyenne de la paille et du blé, on trouvera que les quantités de substances alimentaires suivantes de la plante ont été enlevées au sol, pendant cette seule année:

Azote .....	300,000,000 de livres.
Acide phosphorique.....	95,000,000 " "
Potasse.....	137,000,000 " "

Il est vrai que les sols vierges des provinces de l'ouest du Canada, et surtout les sols riches et très profonds du Manitoba, continuent depuis des années—et en certains cas depuis de nombreuses années— à produire de fortes récoltes de céréales seulement; mais une telle culture les épuise graduellement, et puisque la quantité d'aliments que demande la plante diminue peu à peu, les rendements des récoltes manifesteront cet épuisement. On ne saurait déjà douter de cette baisse: les recherches faites récemment par la Commission de la Conservation\* en sont une preuve irréfutable.

Pour entretenir la fertilité du sol, il faut lui rendre ces précieux éléments constituants qui lui ont été enlevés, parmi lesquels, comme on l'a déjà dit, le plus important est l'acide phosphorique.

En 1913, il y avait 16,726,400 acres en culture dans les provinces des Prairies, et l'épuisement par acre annuellement peut être équivalent à l'acide phosphorique contenu dans 60 livres de phosphate minéral de qualité supérieure. Il faudrait donc, suivant ce calcul, rendre au sol, chaque année, 501,800 tonnes de phosphate minéral de qualité supérieure, pour contrebalancer l'épuisement de la terre déjà en culture au Manitoba, dans la Saskatchewan et l'Alberta.

\*Voir le cinquième rapport de la Commission de la Conservation, page 179.

rs qui cul-  
ont bientôt

sont déjà,  
e du maïs,  
t jeté leur  
er rapide-  
méthode

de 158,-  
eaux par  
r chaque  
du blé, on  
la plante

es.

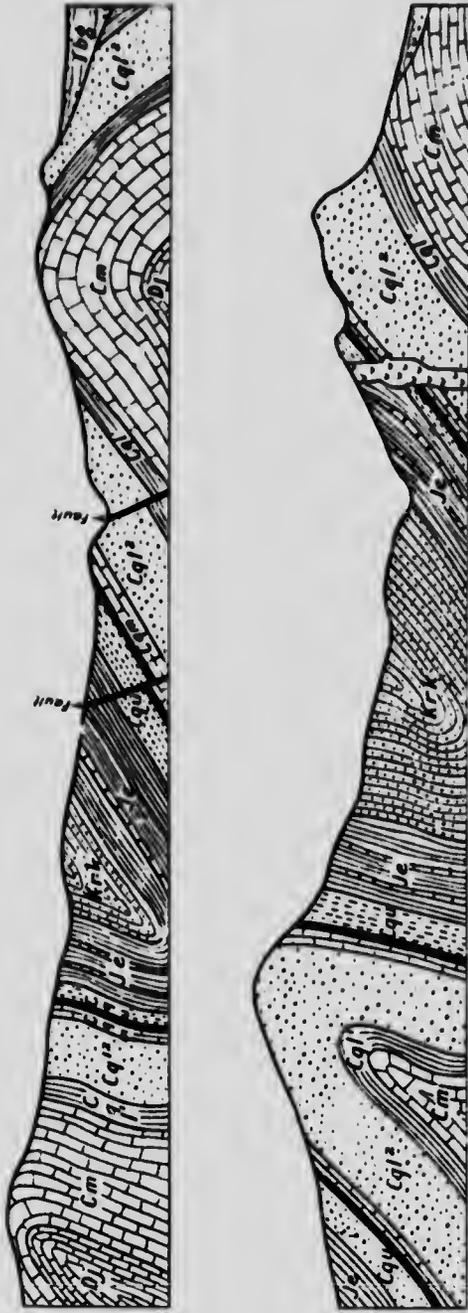
nada, et  
t depuis  
produire  
s épuise  
a plante  
épuise-  
es faites  
preuve

eux élé-  
e on l'a

ces des  
alent à  
le qua-  
chaque  
e, pour  
a, dans



PLANCHE II.—VUE MONTRANT LA SUCCESSION GÉOLOGIQUE ET LA POSITION DU DÉPÔT DE PHOSPHATE PRÈS DE MAIDEN ROCK, MONTANA.



SECTIONS SHOWING GEOLOGY OF PHOSPHATE DEPOSITS NEAR MAIDEN ROCK, MONTANA

After P. Billingsley and M. H. Gidel

2000 feet = 1 inch

LEGEND

- |            |                 |  |                                     |                           |                   |  |
|------------|-----------------|--|-------------------------------------|---------------------------|-------------------|--|
| CRETACEOUS | Keokuk S.S.     |  | UPPER CARBONIFEROUS (PENNSYLVANIAN) | Quadrant upper quartzite  |                   |  |
| JURASSIC   | Ellis formation |  | LOWER CARBONIFEROUS (MISSISSIPPIAN) | Phosphate bed             |                   |  |
|            |                 |  |                                     | Quadrant middle limestone |                   |  |
|            |                 |  |                                     | Quadrant lower quartzite  |                   |  |
|            |                 |  |                                     | Quadrant lower shale      |                   |  |
|            |                 |  |                                     |                           | Madison Limestone |  |



## III.—DÉPÔTS DE PHOSPHATE DU MONTANA, DE L'IDAHO, DU WYOMING ET DE L'UTAH

On a découvert les premiers phosphates en certaines parties du nord-est de l'Utah et du sud-est de l'Idaho, dans la région de rencontre des états d'Utah, de l'Idaho et du Wyoming. A partir de cette localité, les gisements ont été retracés vers le nord jusqu'au voisinage de Helena, Montana, et au sud-est et à l'ouest des états de l'Idaho, de l'Utah et du Wyoming. On sait maintenant qu'ils existent dans une partie du Montana, au sud-est de l'Idaho, au nord-est de l'Utah et au sud-ouest du Wyoming, sur une étendue de 420 milles dans une direction nord et sud, et d'environ 220 milles dans une direction est et ouest. (La carte No 1 indique leur direction).

La roche phosphatifère se rencontre sous forme de couches bien définies enclavées dans des roches du terrain carbonifère supérieur; toutefois quelques-uns l'ont localisée dans le terrain permien. Ces couches constituent ce que l'on appelle la formation des phosphates, caractérisée par une agrégation de schistes, grès et calcaires d'une épaisseur d'environ 100 pieds, contenant un ou plusieurs lits de roches phosphatifères, qui varient en épaisseur de quelques pouces à dix pieds. Ordinairement une et quelquefois deux de ces couches peuvent être minées dans une section ou coupe donnée et probablement quelques-unes des autres à l'occasion.

Les roches de cette série de Phosphoria s'altèrent facilement sous l'action de l'atmosphère et leur affleurement est par conséquent inapparent, mais les strates d'au-dessus et d'au-dessous sont généralement résistantes et forment des arêtes qui sont faciles à suivre. Le phosphate de chaux oscille dans les couches entre une quantité inexploitable et 80 pour cent.

Le tableau qui figure aux pages 6 et 7 montre une comparaison établie entre les sections géologiques du Montana et de l'Idaho.

Cet immense champ de phosphate, découvert très récemment, et loin des moyens de transport, n'a été que faiblement exploité. Il renferme cependant les gisements de phosphate les plus étendus que l'on connaisse au monde; il fournira probablement un jour la plus grande partie des engrais chimiques du monde. Le développement d'une culture intensive sur les terres arides de l'Ouest en fera une consommation qui s'accroîtra de plus en plus aux États-Unis.

TABLEAU MONTRANT LES SECTIONS GÉOLOGIQUES DANS LES RÉGIONS  
PRÈS DE FRANK ET I

ELLISTON, MONTANA	MELROSE, MONTANA	ALBERTA (près de Frank)
<p>FORMATION MÉSOZOÏQUE</p> <p>Grès et schiste couleur marron et calcaire arénacé.</p> <p>Grès quartzeux à couches épaisses, contenant des galets de chert noir.</p> <p>Chert noir (se rencontre communément immédiatement au-dessus du phosphate)</p>	<p>TERRAIN CRÉTACÉ—</p> <p>Schiste, noir, fissile (probablement crétacé supérieur du Colorado)</p> <p>Grès, brun à grain fin effrité, (à base de Colorado).....10 pds.</p> <p>Schiste de couleurs variées en partie .....200 pds.</p> <p>Kootenai, (près du sommet) grès bleu foncé, contenant des gastéropodes .....10 pds.</p> <p>Grès, vert foncé et marron, aussi schistes multicolores (marron, vert, jaune, brun, etc.) avec légères couches de calcaire bleu .....600 pds.</p> <p>Formation de Kootenai (base de) Quartzite, ou grès et arêtes massives à conglomérat de gros galets.....100 pds.</p>	<p>TERRAIN CRÉTACÉ—</p> <p>Allison Creek</p> <p>Benton</p> <p>Roches volcaniques de Crowsnest Dakota</p> <p>Kootenai...650 pds.</p>
<p>TERRAIN PERMIEN—</p> <p>Formation de phosphoria, grès et schiste brun verdâtre .....75 pds.</p> <p>Roche de phosphate indiquée par du quartz poreux blanc bleuâtre en suspens .....5 pds.</p>	<p>TERRAIN TRIASSIQUE (?) JURASSIQUE (?)—</p> <p>Schiste, avec calcaire, à couleurs verte et brune définies à la partie supérieure.....400 pds.</p>	<p>TERRAIN JURASSIQUE</p> <p>Schiste de Fernie 750 pds.</p>
<p>TERRAIN PENNSYLVANIEN—</p> <p>Quadrant (?)—</p> <p>Quartzite, blanc, massif, formant arêtes...50 pds.</p> <p>Quartzite, gris rose et blanc avec schiste intercalé .....210 pds.</p> <p>Grès et schiste...200 pds.</p> <p>Quartzite bigarré gris et rose.....30 pds.</p> <p>Schiste, sableux, rougeâtre par places .....150 pds.</p>	<p>TERRAIN PENNSYLVANIEN—</p> <p>Massif de chert (et de quartzite) bigarré de jaune, brecciolaire .....100 pds.</p> <p>Couche de phosphate.....5 pds.</p> <p>Calcaire, bleu, sableux, avec chert noir en nodules et assises,130 pds.</p> <p>Formation de quadrant—</p> <p>Quartzite massif, vitré blanc .....400 pds.</p> <p>Grès, quartzite et schiste sableux avec stries rouge foncé et pourpre .....300 pds.</p>	<p>TERRAIN DÉVONIEN-CARBONIFÈRE</p>
<p>TERRAIN MISSISSIPPIEN—</p> <p>Calcaire de Madison, bleu, nuance blanche.....1,000 pds. +</p>	<p>TERRAIN MISSISSIPPIEN—</p> <p>Calcaire de Madison, arêtes massives nuance bleue....1,000 pds.</p>	<p>Massif de calcaire gris clair, 4,000 pds. +</p>

RÉGIONS DU  
BANK ET DE

MONTANA ET DE L'IDAHO, COMPARÉES AVEC LES SECTIONS GÉOLOGIQUES  
BANK HEAD, ALBERTA

TA (près de  
Frank)  
CRÉTACÉ—  
Creek  
volcaniques  
rowsnest  
mai... 650 pds.

JURASSIQUE—  
de Fernie  
750 pds.

ssif de cal-  
e gris clair,  
4,000 pds +

ALBERTA (près de Bankhead)	SECTION GÉNÉRALE DU TERRAIN PHOSPHATIFÈRE DANS L'IDAHO
<b>TERRAIN CRÉTACÉ—</b> Grès rubané supérieur 550 pds +	<b>TERRAIN CRÉTACÉ (?)—</b> Agglomérat (provenant d'une faille [?]) composé de fragments et de masses de cendre volcanique (tuf blanc) et de roches triassiques et carbonifères.
Gisements de houille de Kootenai..... 2,800 pds. +	
Grès rubané inférieur 1,000 pds. +	<b>TERRAIN TRIASSIQUE OU CARBONIFÈRE</b> (y compris le triassique moyen ou inférieur de Hyatt et Smith)— Schiste d'Ankareh, composé essentiellement de schiste rouge et de marne verdâtre et rougeâtre bigarré et de schistes, avec du grès et du calcaire..... 770 pds. Calcaire de Thaynes, la plus grande partie de la formation se compose de calcaire bleu foncé, fossilifère en plusieurs places, se changeant en couleur de boue brune, contenant aussi du schiste sableux et calcaire..... 2,000 pds. Calcaire de Woodside, calcaire à couche mince, plate, un peu sableux et schisteux..... 1,000 pds.
<b>TERRAIN JURASSIQUE—</b> Schiste de Fernie, 1,500 pds. +	
<b>TERRAIN PERMIEN—</b> Schiste de Banff supérieur ..... 1,400 pds. + (schiste brun foncé arénacé.)	
<b>TERRAIN PENNSYLVANIEN—</b> Quartzite des montagnes Rocheuses..... 800 pds + (quartzite blanc à gris et calcaire arénacé siliceux.) Calcaire de Banff supérieur 2,300 pds. + (calcaire gris foncé en couches épaisses avec nombreux rangs de chert mince et reposant sur de minces dépôts de calcaire et de schiste tournant au gris sous l'action de l'air.)	<b>TERRAIN PENNSYLVANIEN—</b> Formation de Park City..... 600-800 pds. (a) Une ou plusieurs strates massives de calcaire chertueux ou de chert, formant des arêtes, se convertissant en partie en un chert pourpré ou en schiste siliceux. (b) Phosphate de roche, schiste phosphatique et des bandes de calcaire. (c) Calcaire massif, blanc à bleuâtre, grenu, s'effritant avec fragments de fossile apparent, associé ordinairement à des bandes de chert bleuâtre et en quelques localités avec du chert noir en nodules arrondis à la partie inférieure. Formation de Weber (?) (grès et quartzite blanc grès, calcaires et marnes légèrement colorés, avec des quantités variables de quartzite intercalé) 1,000 pds. Formation de Morgan (?) (calcaire légèrement coloré avec grès intercalé)..... 500 pds.
<b>TERRAIN MISSISSIPIEN—</b> Schiste de Banff inférieur ..... 1,200 pds. (schiste noir à gris foncé, argileux et calcaire tournant au bleu clair à l'action de l'air.) Calcaire de Banff inférieur ..... 1,500 pds. (calcaire gris à couche épaisse avec nombreuses ségrégations dolomitiques.)	<b>TERRAIN MISSISSIPIEN SUPÉRIEUR—</b> Calcaire gris bleuâtre avec nodules sphériques de chert noir; calcaire gris sableux strié de calcite et bigarré de sidérite; marqué çà et là de raies de corail et de crinoïdes..... 1,200 pds.
	<b>TERRAIN MISSISSIPIEN INFÉRIEUR—</b> Calcaire de Madison, calcaire gris bleu massif, formation épaisse constituant des pays à hautes montagnes, quand il est poussé à la surface en masse.

#### IV.—DESCRIPTION DES DÉPÔTS DE PHOSPHATE PRÈS DE MAIDEN ROCK, MONTANA\*

Ces dépôts sont d'un intérêt tout particulier, par rapport à l'existence possible de roches semblables au Canada, car, parmi ceux actuellement connus aux États-Unis, ce sont les plus rapprochés de la frontière du Canada. Il se peut donc que leur caractère, leur situation et leurs rapports géologiques soient ceux que posséderont les phosphates qui existent dans le Dominion. C'est pourquoi les auteurs de ce rapport ont examiné cette région, en compagnie du Dr Lindforth, du personnel du service géologique de la Anaconda Copper and Mining Co., de Butte, Montana, laquelle a déjà commencé les travaux préliminaires d'exploitation de ces gisements.

Maiden Rock est le nom d'une station sur le chemin de fer appelé Oregon Short Line, à environ 25 milles au sud de Butte, Montana.

Les formations suivantes sont exposées en cette localité:

##### TERRAIN CRÉTACÉ

Formation de Kootenai

##### TERRAIN JURASSIQUE

Formation d'Ellis

##### TERRAIN CARBONIFÈRE

###### (a) PENNSYLVANIEN

Quartzite du quadrant supérieur

Couche de phosphate

Calcaire du quadrant moyen

Calcaire du quadrant inférieur

Schiste et grès du quadrant inférieur

###### (b) TERRAIN MISSISSIPPIEN

Calcaire de Madison

#### DESCRIPTION DES FORMATIONS

##### TERRAIN CRÉTACÉ

*Formation de Kootenai*—Cette formation représente probablement la base du Kootenai et elle est composée de quartzite ou de grès, avec arêtes massives de conglomérats de gros galets. Le grès est uniformément enclavé, de couleur verdâtre et bleuâtre et composé de matières fines et sableuses.

\*Stone, R.-W., et Bonnie, C.-A., *The Ellison Phosphate Field, Montana*; Bureau Géologique des États-Unis, Bulletin 580N.

## MAIDEN

l'existence  
uellement  
ontière du  
s rapports  
nt dans le  
iné cette  
géologique  
aquelle a  
isements.  
er appelé  
.

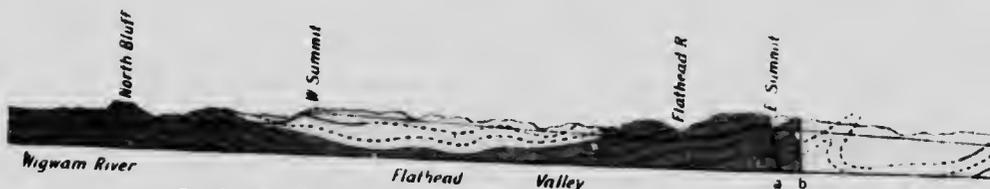
ment la  
ec arêtes  
ment en-  
fines et

---

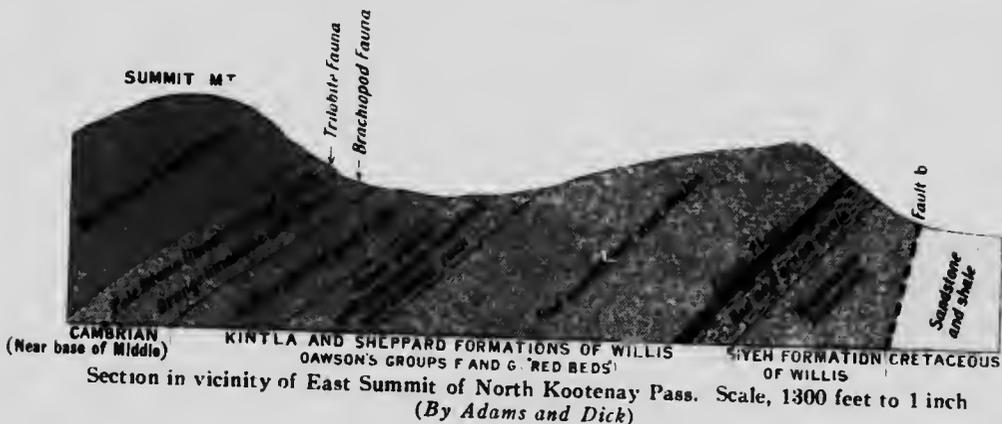
; Bureau



Section along Canadian Pacific Railway near Frank, Alberta. Scale, 2 miles to 1 inch  
(After W. W. Leach)



Section along North Kootenay Pass. Scale, 6 miles to 1 inch  
(After Geo. M. Dawson)



Section in vicinity of East Summit of North Kootenay Pass. Scale, 1300 feet to 1 inch  
(By Adams and Dick)



Section near Oil Creek, eastern slope of Clarke Range. Scale, 1.8 miles to 1 inch  
(After R. A. Daly)

LEGEND

- |            |  |                            |  |              |  |
|------------|--|----------------------------|--|--------------|--|
| CRETACEOUS |  | JURASSIC                   |  | CAMBRIAN     |  |
| TRIASSIC   |  | CARBONIFEROUS AND DEVONIAN |  | PRE CAMBRIAN |  |



1 inch



Fault b



CRETACEOUS

1 inch

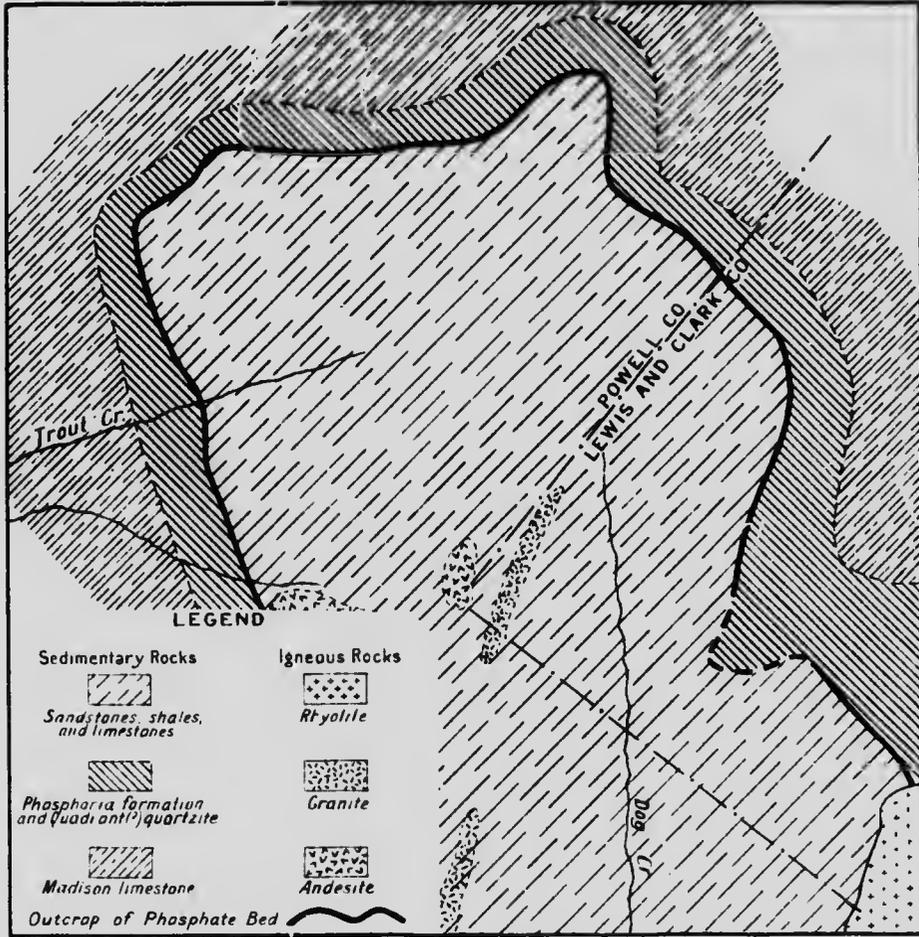
Minor Thrusts



1 inch

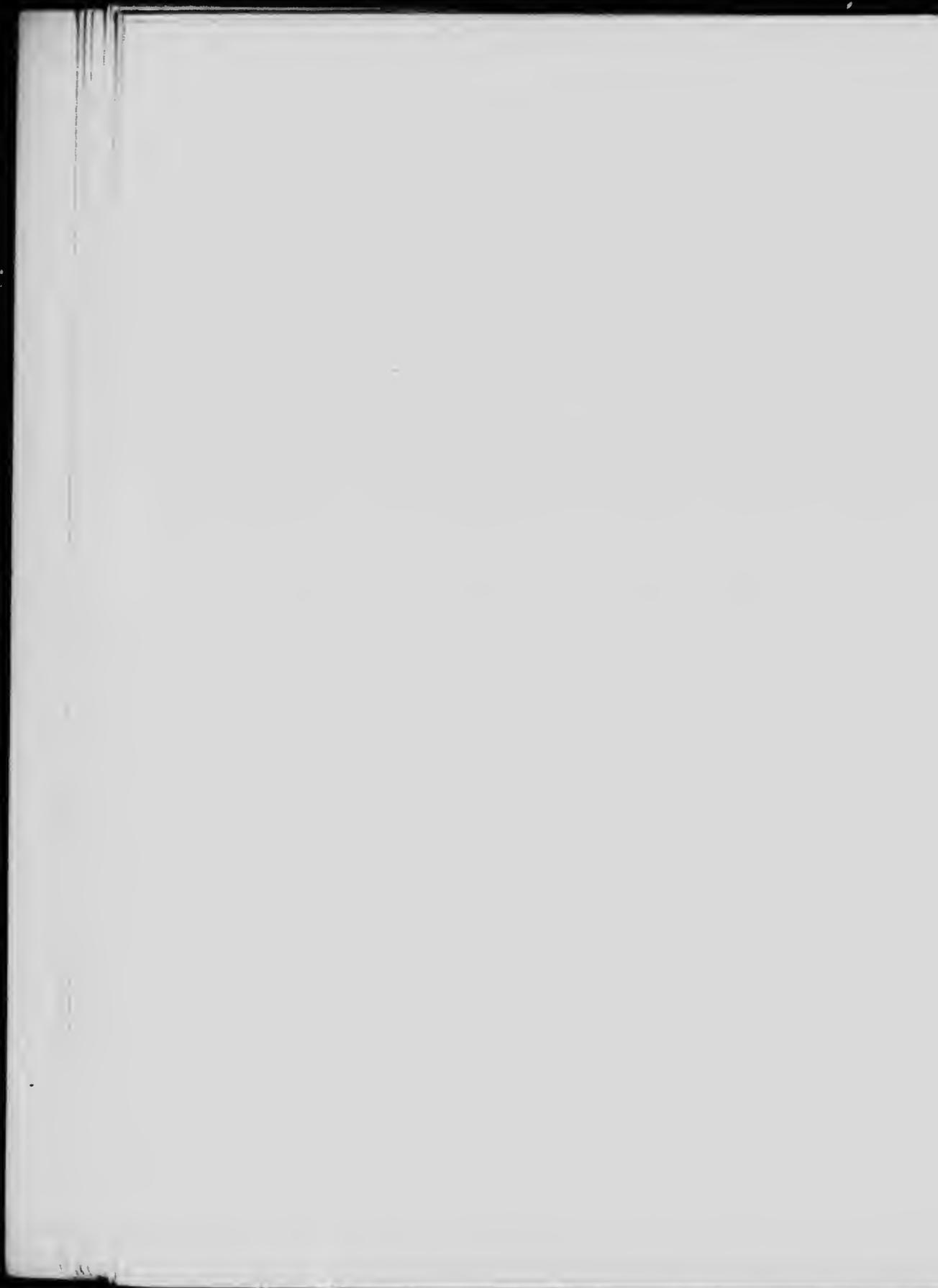
Map II

Commission of Conservation



ELLISTON PHOSPHATE FIELD, MONTANA





## TERRAIN JURASSIQUE

*Formation d'Ellis*—La formation d'Ellis, qui est de l'âge triassique ou jurassique, a une épaisseur d'environ 900 pieds et repose conformément sur le quartzite du quadrant supérieur. Elle se compose de schiste vert, brun ou pourpre avec une certaine portion de calcaire.

## TERRAIN CARBONIFÈRE—(a) Pennsylvanien

*Formation de quadrant*—La formation de quadrant est composée d'une partie supérieure et plus massive qui consiste principalement en quartzite, d'une épaisseur de 200 pieds, formant des affleurements en arêtes dures et saillantes; elle contient aussi quelques couches schisteuses.

Elle repose sur du calcaire de l'étage moyen, d'une épaisseur d'environ 180 pieds. Ce calcaire contient beaucoup de chert noir. Le lit de phosphate, d'une épaisseur moyenne d'environ quatre pieds, se rencontre entre le calcaire de l'étage moyen et le quartzite de l'étage supérieur, et, par suite de son peu de dureté et de sa position entre deux formations plus résistantes, l'affleurement occupe généralement une dépression.

Le calcaire de l'étage moyen repose sur du quartzite blanc massif, d'une épaisseur de 750 pieds, qui à son tour repose sur une couche de grès et de schiste sableux d'environ 300 pieds et renferme des bandes d'un rouge foncé et pourpre.

## (b) Mississippien

*Calcaire de Madison*—Le calcaire de Madison consiste en couches massives de calcaire légèrement coloré, qui, en résistant à l'érosion, donne naissance à des conformations topographiques fortement rugueuses. Son épaisseur, à Maiden Rock, est d'environ 1,500 pieds.

La faune de cette formation correspond à celle de la partie de la base du "Wasatch Limestone" des montagnes de Wasatch dans l'Utah.

Les planches II, III et V indiquent la conformation de cette région et montrent la position de la couche de phosphate du district de Maiden Rock.

En plusieurs districts le calcaire bleu massif de Madison, qui est d'environ 1,000 pieds d'épaisseur et visiblement exposé, est un guide pour la recherche de la couche de phosphate qui se trouve de 400 à 700 pieds au-dessus, avec schiste sableux et quartzite intercalés.

## DESCRIPTION DE LA ROCHE PHOSPHATIFÈRE

La roche de phosphate nouvellement extraite de la terre est d'un gris foncé presque noir, et sur la surface effritée elle est d'un blanc bleuâtre; on l'appelle fleur de phosphate.

Elle est ordinairement un peu molle et d'une apparence terreuse, et ressemble à du basalte à grain fin.

Son poids spécifique est distinctement plus fort que le quartzite, le chert, le schiste et les autres roches avec lesquelles elle est associée, les riches variétés ont un poids spécifique de 2.9, en comparaison de celui du quartz qui est de 2.65. On s'aperçoit à la main qu'un fragment de cette roche, à volume égal, est sensiblement plus lourd que les autres roches.

En outre, elle laisse échapper une sorte d'odeur fétide, quand on la brise au marteau. Cependant on ne la sent pas toujours.

L'un des caractères les plus distinctifs de la roche de phosphate est une composition solithique, qui s'y trouve invariablement. La roche ainsi formée semble, quand on l'examine à la loupe, être faite de sphères minuscules, ressemblant aux pilules homéopathiques, et qui varient habituellement de .01 à .1 pouce de diamètre. Elles sont solidement cimentées entre elles; examinées en tranches minces, à l'aide d'un microscope, elles laissent voir une forme concentrique et quelquefois radiale. Cette structure s'observe parfaitement dans le phosphate de Maiden Rock.

Sous l'analyse, la roche de phosphate contient de 20 à 35 pour cent d'acide phosphorique, soit l'équivalent de 43.7 à 76.2 pour cent de phosphate tricalcique.

La roche de phosphate, sous forme de couche, a naturellement la même continuité et la même régularité que possède un gisement de houille ou tout autre minéral en cette forme. Son affleurement est bien indiqué sur la carte II, qui montre la grande étendue sous laquelle se prolonge le lit de phosphate.

On calcule que le champ d'Elliston, auquel appartient la couche de Maiden Rock, contient plus de 86,000,000 de tonnes de roche.

Le gisement de phosphate de Maiden Rock a été ouvert par un tunnel transversal percé près du niveau de la vallée, et on a expédié récemment environ 100 tonnes de cette roche à l'usine de la Anaconda Copper and Mining Co., en vue de lui faire subir un traitement expérimental.

#### V.—LES ROCHES CARBONIFÈRES DES MONTAGNES ROCHEUSES AU CANADA

Puisque, comme on l'a dit, les dépôts de phosphate de la partie ouest des États-Unis se rencontrent suivant un horizon géologique défini qui est situé à proximité du sommet du terrain carbonifère, il devenait évident qu'au Canada les recherches de cette roche devraient être restreintes aux terrains sur lesquels reposent les roches de l'ère carbonifère, et dans lesquels la roche carbonifère a un développement semblable à celui de la même roche dans les états de l'ouest, et que dans ce système les recherches devraient être restreintes à la partie supérieure.

On n'a pas découvert de gisements de phosphate, en cette partie des États-Unis, au nord de Helena, Montana, car il ne se rencontre pas de roches de l'ère carbonifère entre cette place et la frontière du Canada, située à 200 milles de distance. Le terrain interposé repose principalement sur des roches de l'ère précambrienne qui ont été transportées sur des strates plus récentes par la grande faille superposée de Lewis. Cependant, à proximité de la frontière, le carbonifère réapparaît, et sa distribution au Canada est indiquée sur la carte des "gisements de phosphate, dans l'Alberta et les États-Unis." Comme on le verra, les roches de cette ère sont confinées aux montagnes Rocheuses.

En conséquence, trois lignes de sections ont été choisies à travers les montagnes Rocheuses et soigneusement examinées, en vue de savoir si les conditions géologiques, le long de ces lignes, étaient favorables à la découverte du phosphate.

Ces lignes étaient:

- (a) La passe du nord de Kootenay.
- (b) la ligne de Crowstest près de l'embranchement du chemin de fer Canadian Pacific—dans la région de la montagne de la Tortue.
- (c) La ligne principale du chemin de fer Canadian Pacific, à l'est du sommet du parc des montagnes Rocheuses à Banff, Alberta.

(a) *La Passe du Nord de Kootenay*: Cette ligne traverse les montagnes Rocheuses à environ 20 milles au nord de la frontière internationale. Une reconnaissance géologique a été faite le long de la ligne de cette passe par le Dr G. M. Dawson, quand il était géologue pour la Commission de la Frontière, nommée pour arpenter le 49ème parallèle, en 1886.

Dans la section géologique accompagnant le rapport du Dr Dawson, et qui est reproduite sur la planche IV, les roches carbonifères et dévoniennes sont représentées comme se trouvant dans le district des environs du sommet est de la passe de Kootenay et, inclinant vers l'ouest, au-dessous des roches crétacées de la vallée Flathead, comme reparaisant près du sommet ouest de la passe où elle surmonte la roche cambrienne. Immédiatement à l'est de ce sommet de l'est de la passe, Dawson montre un bloc de ces strates dévono-carbonifères intercalé entre deux failles (*a* et *b*, planche IV) et reposant sur une série de "lits rouges" qu'il supposait être de l'ère permienne ou triassique, par suite de sa ressemblance à une série de cet âge, trouvée par Meek dans l'Utah. Une de ces failles transporte les roches dévono-carbonifères supposées contre la roche crétacée à l'est, tandis que l'autre pousse ces roches avec les "lits rouges" superposés contre la masse

principale de la série dévono-carbonifère à l'ouest. Si l'interprétation de l'âge des "lits rouges" est exacte, l'horizon du phosphate devrait se trouver dans la série carbonifère, entre les failles et une courte distance au-dessous de la base des lits en question.

Bailey Willis a examiné les chaînes Lewis et Livingston au Montana, immédiatement au sud de la ligne frontière en cette région, en l'année 1902, et comme le résultat d'une étude plus minutieuse de la succession que c'était possible dans le cas de Dawson, il est arrivé à la conclusion que ces "lits rouges" (sa formation Kintla) sont plus anciens que ne l'avait supposé Dawson, et peuvent être probablement attribuables à l'ère précambrienne ("algonkienne"), bien que les formations calcaires reposant au-dessous ne soient pas carbonifères, mais sont encore des membres plus anciens de l'ère précambrienne. Daly\* considère que les "lits rouges" appartiennent à l'ère prédévonienne. Sa section structurale de la chaîne Clarke est indiquée dans la planche IV.

A la page 13 se trouve un tableau comparatif de la succession stratigraphique telle que interprétée respectivement par Dawson et Willis†.

---

\**La Cordillère de l'Amérique du Nord, quarante-neuvième parallèle*, Commission Géologique du Canada, mémoire No 38, partie I, 1912, p. 88.

†Voir Willis—*Lewis and Livingston Ranges, Montana*.—Bull. Géol. Soc. Am, 1902, p. 318

de  
er  
us  
a,  
2,  
ait  
u-  
n,  
n-  
nt  
é-  
re  
ée  
ti-



PLANCHE V—EFFLEUREMENT D'UN LIT DE PHOSPHATE PRÈS DE MAIDEN ROCK,  
MONTANA



DAWSON		WILLIS
TERRAINS CRÉTACÉS.		TERRAINS CRÉTACÉS
		TERRAINS CARBONIFÈRES
Terrain triassique ou permotriassique	Série H. Couches de mollasse couleur marron, vues à distance, mais probablement composées de grès et de calcaire magnésiens. 100 pieds.	
	Série G. Couches caractérisées par une couleur rouge prédominante, et principalement de grès rouge, mais comprenant quelques gîtes grisâtres, et des grès magnésiens, le tout généralement en couches minces, mais quelquefois massives. Marques ondulées, etc. Ces roches se décomposent et forment des talus escarpés quand elles sont exposées à l'air, et descendent graduellement dans l'autre série. 300 pieds.	Argillite de Kintla
	Série F. Couches de mollasse couleur marron, composées de grès et de calcaire magnésiens. Des grès rouges s'y trouvent partout, mais ils abondent surtout près du sommet. C'est probablement la continuation vers le haut du calcaire D, dont ils ne sont séparés que par une couche de lave. 200 pieds.	Quartzite de Shepherd
	Série E. Lave amygdaloïde; de couleur noire et dure. 50 à 100 pieds.	
Terrain carbonifère ou dévonien	Série D. Calcaire bleuâtre compact, quelque peu magnésien, qui tourne au brun sous l'action de l'air. Cette sorte de roche forme les plus hauts sommets et pics escarpés des montagnes, et repose sous diverses formes sur la série C. 1,000 pieds.	Calcaire de Siyeh
Terrain cambrien	Série C. Grès, quartzites, et roches ardoisées de diverses nuances, mais principalement rougeâtres et grises verdâtres; les couches simples ne sont pas souvent d'une grande épaisseur, et la couleur et la texture des couches voisines alternent rapidement. Dans cette série se rencontre une bande de roches d'un rouge vif, d'épaisseur inégale; aussi deux ou plusieurs zones de meulière magnésienne à gros grain. 2,000 pieds ou plus.	Formations de Grinnell et d'Appekunny
	Série B. Calcaire, gris pâle, cherteux et fortement magnésien; dur, très inégal et tournant au blanc sous l'action de l'air. Il renferme au moins une bande de meulière à gros grain magnésienne, comme celle trouvée dans la dernière série, qui se change en brun sous l'action de l'air. 200 pieds.	Couches les plus élevées du calcaire d'Altyn
	Série A. Dolomite impur et quartzites dolomitiques fins; pourpre foncé et gris; mais sous l'action de l'air il se change en brun vif de diverses nuances. 700 pieds ou plus.	Calcaire d'Altyn, partie supérieure

Terrain "Algonkien"

Dawson rapporte que "la division entre les séries F et G et celle entre G et H ne sont probablement pas de grande importance. Il n'existe pas de divergences, et des conditions de dépôt très semblables paraissent avoir prévalu partout. . . . Les divisions ne sont en conséquence qu'une question de commodité et sont basées sur les différentes couleurs des formations telles qu'elles apparaissent sur les côtés de la montagne."

Au cours de l'examen de la région, au mois d'août dernier, on a trouvé une magnifique section qui passe par la moitié supérieure de cette succession, le long de l'arête nue qui se continue en ligne parallèle à la passe du nord de Kootenay et à environ trois milles au nord du sommet est. On a découvert ici, en une série de calcaires jaunes brunâtres et oranges, qui occupent la position de la série H de Dawson, une abondante faune trilobite et brachiopode. Les spécimens recueillis ont été examinés par le Dr Kindle et M. Burling, de la Commission Géologique du Canada. Parmi eux il y a des types des genres *Agraulos*, *Albertella* et *Ptychoparia*, qui fixent définitivement l'horizon qui appartiendrait à la partie inférieure de l'ère cambrienne moyenne. Les "lits rouges" d'en dessous qui reposent sur les calcaires et que Dawson a supposés être de l'âge carbonifère, sont de l'ère cambrienne ou précambrienne.\*

On a retiré également un grand nombre de fossiles de la grande série des calcaires qui forment la montagne Summit, qui surgit du sommet est de la passe du nord de Kootenay. Ils ont été recueillis à divers horizons de la base au sommet de la montagne et ont été examinés par le Dr Kindle. Ils prouvent que toute la succession des calcaires excellemment stratifiés, qui constituent la montagne Summit, est de l'ère dévonienne supérieure. On n'a trouvé aucune trace de l'existence de la faille (a) de Dawson, et la succession à l'ouest de la faille (b) est apparemment continue et conformée. Cette succession est indiquée sur la planche IV.

Les calcaires cambriens qui renferment la faune des trilobites et des brachiopodes ne sont pas exposés sur la ligne de la passe du nord de Kootenay, bien qu'ils se trouvent actuellement sous la passe du sommet est. Ils sont recouverts ici par l'épais manteau du talus formé de matériaux qui sont tombés des flancs de la montagne Summit.

Vu que les "lits rouges" ne sont pas de l'ère permienne mais de l'ère cambrienne inférieure ou précambrienne, il est évident que les calcaires, sur lesquels repose la formation de Siyeh, ne sont pas de l'âge carbonifère comme l'a supposé Dawson, mais de l'ère cambrienne inférieure ou précambrienne.

En conséquence, le carbonifère ne se montre pas en cette section et l'horizon phosphatifère n'est pas représenté dans cette région.

\*Schofield, S.-J. (loc. cit. p. 52) montre qu'il y a raison de croire que la formation de Siyeh dans la région de Cranbrook soit précambrienne.



PLANCHE VI.—ROCHE PHOSPHATÉE TROUVÉE DANS LE LIT DU RUISSEAU FORTY-MILE, PARC DES MONTAGNES ROCHÉUSES, BANFF, ALBERTA.  
Poids 31 livres.



Les calcaires de l'âge carbonifère (mississippiens) se rencontrent cependant sur le côté ouest de la vallée Flathead. Ils superposent de semblables calcaires de l'âge dévonien, les deux, quoique indistincts dans le champ, sont reconnaissables par évidence paléontologique.

Ce calcaire carbonifère constitue ce que l'on appelle la formation de Wardner.\* Ces formations calcaires ont été abaissées par une grande faille, de sorte qu'elles se trouvent en contact avec des séries d'un âge beaucoup plus ancien. Cette faille, d'après Daly†, aurait un déplacement de 15,000 à 20,000 pieds. Dowling‡ fait mention "d'un bloc carbonifère incliné vers le bas, avec couches supérieures à teintes rougeâtres, qui peuvent être permienues ou triassiques."

La structure géologique de cette région n'a pas cependant été fouillée. Il serait donc bon d'examiner cette section à la passe du nord de Kootenay, à l'ouest de la rivière Flathead, afin de savoir s'il y a des couches carbonifères supérieures superposant les calcaires mississippiens. Si la supposition de Dowling que les couches rougeâtres, auxquelles il fait mention, se rapportent à l'ère permienne, les strates de leur base forment un horizon probable dans lequel il y aurait du phosphate de chaux. Cependant il se peut qu'elles soient les mêmes que celles dont Dawson fait mention.

(b) *La Passe de Crowsnest à la Montagne de la Tortue, Alberta:* On trouve en cette région un grand développement de roches dévono-carbonifères sur la ligne du chemin de fer Canadian Pacific. Ces roches sont entourées des deux côtés par les schistes de Fernie, qui sont de l'âge jurassique. A l'ouest, selon Leach, ces schistes superposent la série dévono-carbonifère en succession régulière, et montrent que le développement supérieur ou pennsylvanien de l'âge carbonifère ne se présente pas ici. A l'est, Leach montre que les schistes de Fernie ont été accolés au dévono-carbonifère par une faille. La section de M. Leach est reproduite sur la planche IV.

La succession dévono-carbonifère sur la montagne de la Tortue est assez uniforme dans toute son étendue; elle se compose de calcaires gris bleuâtres fortement enclavés et alternant avec des couches qui sont semblables en apparence, mais qui se composent de calcaires magnésiens. Comme on l'a dit plus haut, la succession est apparemment de l'âge dévonien ou carbonifère inférieur et, conséquemment, trop bas dans la série pour contenir des couches de phosphate de chaux de l'âge de ceux trouvés au Montana et dans les états adjacents.

\*Schofield, S.-J.—*The Cranbrook Map Sheet*, mémoire 76, Commission Géologique du Canada, 1915.

†Daly, R.-A.—*The North American Cordillera*, Pt. I, Commission Géologique du Canada, 1912, pp. 113 et 117.

‡Dowling, D.-B.—*The Coal Fields of British Columbia*, mémoire 69, Commission Géologique du Canada, 1915, p. 52.

(c) *Le Parc des montagnes Rocheuses à Banff, Alberta*: En cette section le terrain carbonifère a un développement tout à fait différent de celui qu'il présente sur l'une et l'autre des deux lignes de la section examinée et qui sont décrites plus haut.

Bien que plus éloignée que l'une ou l'autre des autres sections, et pas moins de 350 milles au nord de la partie la plus rapprochée des États-Unis où l'on a découvert du phosphate, la section carbonifère dans le parc des montagnes Rocheuses, près de Banff, ressemble sous plusieurs rapports à celle que l'on trouve au Montana.

La succession géologique du parc des montagnes Rocheuses a été représentée sur une carte et décrite par MM. Dowling et Allan de la Commission Géologique du Canada.

On trouvera la carte et la description du Dr Allan dans le *Guide No 8, partie II*; cette carte a été préparée pour l'excursion transcontinentale du Congrès Géologique International en 1913, et publiée par la Commission Géologique du Canada. Le guide est fourni sur demande par le directeur de la Commission Géologique à Ottawa.

La succession carbonifère, d'après le Dr Allan, est ainsi qu'il suit:

CARBONIFÈRE	PENNSYLVANIEN	Quartzite des Montagnes Rocheuses.	800 pds.	Quartzite blanc, grisâtre et calcaire arénacé siliceux.
		Calcaire de Banff supérieur.	2,300 pds. +	Calcaires gris foncés à couches épaisses, entrecoupés de chert reposant sur de légères couches de calcaire et de schiste; tournant au gris sous l'action de l'air.
DÉVONIEN	MISSISSIPPIEN	Schiste de Banff inférieur.	1,200 pds.	Schiste gris foncé, argileux et calcaireux, se change en brun clair, sous l'action de l'air.
		Calcaire de Banff inférieur.	1,500 pds. +	Calcaires gris à couches épaisses, avec nombreuses ségrégations dolomitiques.
		Calcaire intermédiaire.	1,800 pds. +	Calcaires à couches épaisses avec alternance de couches plus massives de calcaire dolomitique gris et siliceux.

Cette succession, mise en forme de tableau en comparaison avec les carbonifères tels que développés dans le Montana et l'Idaho, est indiquée à la page 7 et 8.

ction  
celui  
ée et

pas  
Unis  
c des  
rts à

é re-  
Com-

No 8,  
le du  
ssion  
cteur

:

tre et  
iceux.

és à  
entre-  
posant  
nes de  
chiste;  
sous

gileux  
nge en  
action

ouches  
brequi-  
olomi-

baisses  
e cou-  
es de  
e gris

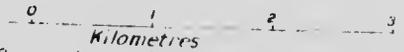
ec les  
iquée

Map III

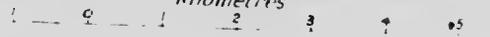


**Banff**

Miles



Kilometres





Courtesy of Dept. of Mines

**Legend**

- Cretaceous**
  - K3 Upper Ribbed sandstone
  - K2 Kootenai Coal Measures
  - K1 Lower Ribbed sandstone
- J** Jurassic Fernie shale
- Permian** Upper Banff shale
- Rocky Mountain quartzite**
- Upper Carboniferous**
  - C3 Upper Banff limestone
- Lower Carboniferous**
  - C2 Lower Banff shale
  - C1 Lower Banff limestone
- Devonian**
  - D Intermediate limestone
  - Ds Devonian(?) Sawback formation
- Geological boundary** (solid line)
- Geological boundary (assumed)** (dashed line)
- Fault** (dashed line with 30°)
- 30°** Dip and strike

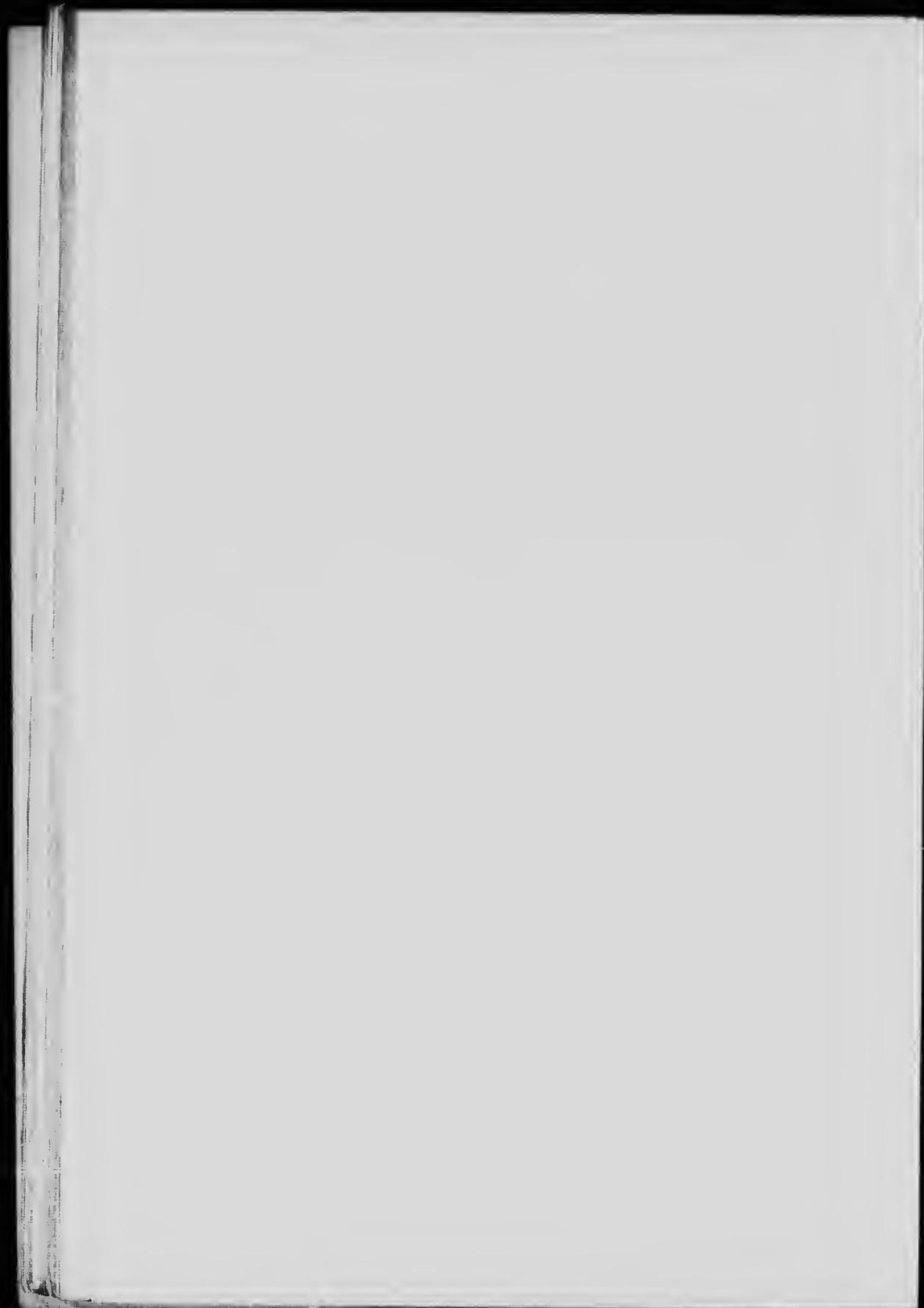
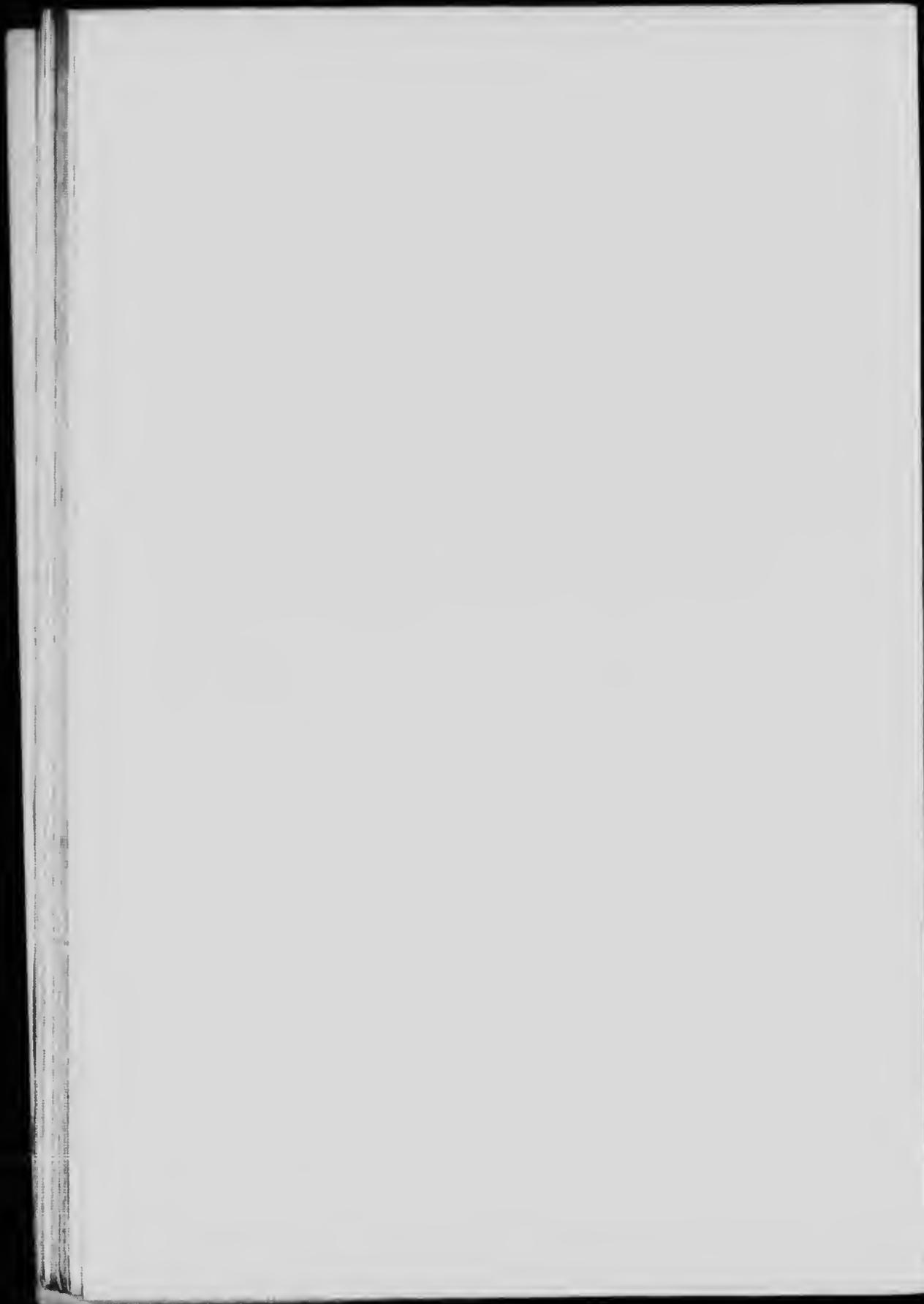




PLANCHE VII—MONTAGNE STONEY SQUAW, PARC DES MONTAGNES ROCHÉUSES, BANFF, ALBERTA.  
La croix montre approximativement l'endroit où a été découverte la roche phosphatée en contact avec le quartz des montagnes Rocheuses  
et du calcaire Banff supérieur.



Comme on peut le remarquer, elle présente la quadruple subdivision déjà notée dans le terrain carbonifère à Maiden Rock, Montana.

Les lits de phosphate dans la région de Georgetown, Idaho, se rencontrent juste au-dessus de la formation de Wells, qui est de l'âge pennsylvanien (carbonifère supérieur); les roches qui les recouvrent sont composées d'une ou plusieurs strates massives de calcaire cherteux ou de chert. Il importe de noter d'une manière spéciale que près de la base de la formation de Wells il y a une abondante variété de *Spirifer rockymontanus*. Dans le guide mentionné plus haut, Allan a dit, au sujet du calcaire de Banff supérieur:

"Il est schisteux au fond, mais plus massif vers le haut. Les lentilles cherteuses et les schistes intercalés avec le calcaire schisteux inférieur aident à distinguer cette formation du schiste d'en dessous. Les fossiles, e. g. *Spirifer rockymontanus*, sont très abondants dans toutes les couches inférieures de cette série."

#### VI.—DÉCOUVERTE DE ROCHE DE PHOSPHATE DANS LE PARC DES MONTAGNES ROCHEUSES À BANFF

Grâce à la découverte du fossile, qui vient d'être mentionnée, et après un examen de la succession stratigraphique comme l'indique le tableau comparatif sur les pages 8 et 9, il a paru probable que si le phosphate existait dans la région de Banff et se rencontrait au même horizon qu'au Montana et dans l'Idaho, il devrait se trouver quelque part à proximité du quartzite des montagnes Rocheuses et du calcaire de Banff supérieur.

La distribution de ces deux formations est bien indiquée dans la carte géologique de cette région, qui est contenue dans le guide du Congrès Géologique International. Cette carte, moins quelques détails, est reproduite dans la carte III. On pourra voir, en la consultant, que les formations sont répétées par rejettement et ressemblent à des bandes parallèles qui traversent quatre fois cette région dans une direction générale nord-ouest et sud-est.

Comme on pourra le voir, le ruisseau Forty-mile, un petit cours d'eau qui se jette dans la rivière Bow, près de Banff, traverse trois fois le quartzite des montagnes Rocheuses et le calcaire de Banff supérieur, et une recherche a d'abord été faite parmi les galets et les roches erratiques que charrie le courant, en vue de découvrir une pièce de roche phosphatifère détachée.

L'examen du cours d'eau a été attentivement fait le long de cette partie où il passe entre les montagnes Cascade et Stoney Squaw, et finalement les recherches ont été couronnées de succès par la découverte d'une grande masse de roche de phosphate compacte, au bord du ruisseau, à un point situé en face de l'extrémité sud-est de la montagne de Stoney Squaw,

près du tuyau qui conduit l'eau du ruisseau Forty-mile à Banff, à l'endroit où ce tuyau se rapproche du ruisseau du côté du sud, et où le bord du côté opposé forme un talus escarpé qui descend jusqu'au bord de l'eau. (Voir la planche I.)

Cette pièce de roche phosphatifère était partiellement arrondie et pesait 31 livres. Elle mesurait dix pouces, sur huit pouces, sur six pouces, et laissait supposer qu'elle avait été détachée d'une couche d'une grande épaisseur.

Elle appartient à l'une des plus dures et des plus compactes variétés de roches que l'on trouve dans le champ du Montana, et dont on a fait allusion, dans la description des gisements de phosphate de cet état, comme ayant une certaine ressemblance avec le basalte, lorsqu'une fracture fraîche y est faite. C'est seulement une variété de phosphate dur, qui pourrait résister à la violente attrition, à laquelle le talus de roche est soumis, dans un cours d'eau si rapide et si impétueux; toute variété plus molle qui eût été enclavée en cette roche n'aurait pu résister, car la rapidité et le frottement du courant l'auraient désintégrée. (Voir la planche VI.)

La roche de phosphate trouvée dans le lit du ruisseau Forty-mile a le grain très fin; elle est très compacte, de couleur noire, et ressemble au basalte. Examinée attentivement avec une forte loupe, sur l'une des surfaces nouvellement brisées, elle laisse voir une structure oolithique—déjà mentionnée comme caractérisant cette roche—très distincte, avec présence çà et là d'objets filiformes décrits plus loin, et qui apparaissent dans les pièces minces. En certains points la roche présente aussi de minuscules cavités de formes irrégulières, dont les parois sont revêtues d'une couche d'un minéral secondaire quelconque. On a observé en ces cavités, dans un ou deux endroits, de petits agrégats de cristaux vitreux, minuscules, transparents, sans couleur, avec pourtant une légère nuance purpurine. Ce sont probablement des fluorites.

Si l'on examine au microscope des particules minces de la roche, on découvre qu'elle est composée de grains angulaires et subangulaires de quartz brillant et sans couleur, enclavés dans une matrice de phosphate de chaux. Cette matrice est de couleur brune et turbide en apparence; elle est translucide plutôt que transparente. Elle est isotropique, mais laisse voir par places une très faible réfraction double. En ce phosphate sont répartis çà et là quelques points de forme irrégulière, mal définis et plus foncés; ils doivent probablement leur couleur plus foncée à la présence de matières organiques. Le phosphate de chaux présente une structure oolithique ou concrétionnaire très frappante. (Voir la planche VII.) Cette structure, marquée par la présence de bandes minces concentriques, alternativement plus claires ou plus obscures, se voit quelquefois autour des grains de quartz, comme si du phosphate y avait été déposé. (Voir la

planche VIII, No 1.) Mais on le voit d'une façon très apparente dans les espaces de phosphate entre les grains de quartz. Le minéral prend souvent ici la forme de petites sphères formées de zones successives, variant en degrés de couleur. Elles sont quelquefois, et de fait habituellement, de contour très sphérique; plusieurs sont réparties dans l'espace entre un certain nombre de grains de quartz adjacents, l'intervalle entre les sphères étant occupé par du phosphate sans conformation définie. Parfois cependant on voit, au lieu de formes sphériques, des formes allongées, comme celles que l'on pourrait faire en coupant des rondelles de gros câbles ou de cylindres. Ces formes montrent des sections croisées circulaires ou elliptiques, laissant supposer que plusieurs des concrétions sphériques pourraient bien être des sections transversales de ces câbles. Cependant on peut dire que les deux sont présentes. (Voir la planche VIII, No 2.)

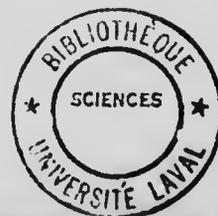
On voit aussi, quelquefois, des formes ressemblant à des sections par de minuscules fragments de coquilles d'ostracodes ou d'autres formes organiques. (Voir la planche IX, No 1.)

En quelques-unes des sections minces, quelques-unes de ces formes arrondies, elliptiques et allongées semblent composées ou remplies d'un minéral isotropique de couleur pourpre foncée, parfois si intense que le minéral semble être presque opaque. Ce minéral se trouve aussi à l'état disséminé dans le phosphate. Il ressemble au fluorite par la couleur, mais à cause de son opacité, il est douteux qu'il puisse être réellement classé en cette espèce. Les formes noires arrondies indiquées dans la planche microphotographique IX, No 2, sont composées de ce minéral. On voit quelques grains de tourmaline brune et de zircon (?) dans les sections minces.

M. M. F. Connor, du ministère des Mines, a analysé, à la demande du sous-ministre des Mines, un spécimen de roche de phosphate. Il a trouvé qu'il renfermait la composition suivante:

Chaux .....	33.70	pour cent
Acide phosphorique (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	24.71	" "
Silice .....	38.41	" "
Oxyde ferrique et alumine .....	.57	" "
Magnésie .....	.21	" "
Oxyde de manganèse .....	des traces.	
Fluorine .....	1.50	" "
Alcalis .....	.40	" "
Eau et matières organiques .....	1.10	" "
	100.60	" "
Moins l'oxygène .....	.63	" "
Total .....	99.97	" "

Il y a du phosphate de chaux (3 CaO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)—53.95 pour cent.



La découverte d'un morceau détaché de roche de phosphate dans le ruisseau Forty-mile a démontré que des gisements de cette roche doivent exister quelque part le long de son cours. Cependant le temps a manqué pour faire un examen minutieux des nombreuses zones de strates mentionnées ci-haut dans lesquelles la roche de phosphate doit probablement se rencontrer, et qui traverse souvent le ruisseau. Toutefois on a fait des recherches sur la montagne Stoney Squaw, qui est traversée par le contact du quartzite des montagnes Rocheuses et par le calcaire de Banff supérieur, et qui semblait ainsi présenter une localité où il existe probablement du phosphate. Cette montagne, d'une altitude de 6,160 pieds, est située immédiatement au sud de la montagne Cascade, qui atteint une hauteur de 9,825 pieds. La vallée étroite située entre les deux renferme la rivière Forty-mile, qui se jette dans la rivière Bow, près de Banff. Sur la carte du Dr Allan, dont il a été fait mention, la géologie de la montagne Stoney Squaw n'est pas exactement indiquée, car le contact du quartzite avec le calcaire de Banff supérieur, au lieu de traverser près du pied de la montagne sur le côté est, passe en réalité sur le versant ouest, la montagne étant ainsi composée presque entièrement de la formation de calcaire de Banff supérieur.

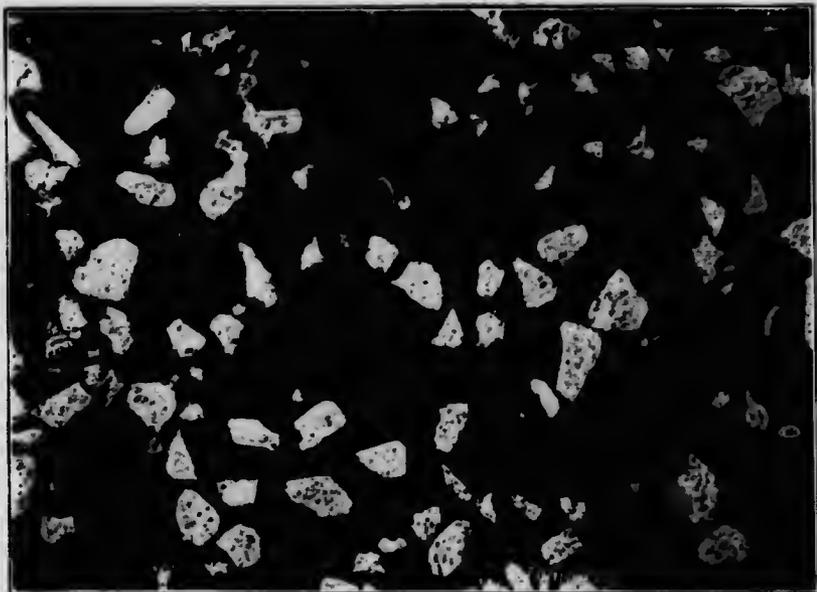
Le calcaire de Banff supérieur forme ici les couches de calcaire pur interstratifié de bandes de calcaire fortement magnésien, le tout s'incline vers l'ouest. Les calcaires, surtout les magnésiens, contiennent souvent beaucoup de chert sous forme de nodules et de masses irrégulières, alors que d'épaisses couches de chert marquent le contact de cette formation avec le quartzite des montagnes Rocheuses sous lequel elle repose.

A un point du versant ouest de la montagne, dans une dépression qui marque le contact du quartzite de la montagne Rocheuse et du calcaire de Banff supérieur (Voir la planche VII), on a trouvé une masse de quartzite angulaire à l'état libre, qui provient évidemment de la strate d'au-dessous; un examen qui en a été fait a prouvé qu'elle contenait un pourcentage élevé de phosphate de chaux. Bien qu'elle ne contienne pas suffisamment d'acide phosphorique pour être exploitée pour cet élément, sa découverte à ce point, qui est l'horizon exact dans lequel, comme on l'a indiqué, la roche de phosphate se rencontre probablement, sert d'indication aux recherches le long de cette ligne de contact, en vue de découvrir des masses plus riches de cette précieuse roche.

La roche dans laquelle on a trouvé du phosphate est un quartzite à grain fin d'une couleur grise foncée, les parties phosphatées ne se distinguent pas facilement de la roche normale.

Étudiée au microscope, elle paraît composée de grains de quartz angulaires, semi-angulaires et arrondis, séparés par une petite quantité de feldspath et d'un élément organique minuscule de couleur foncée. Il s'y

No. 1



No. 2

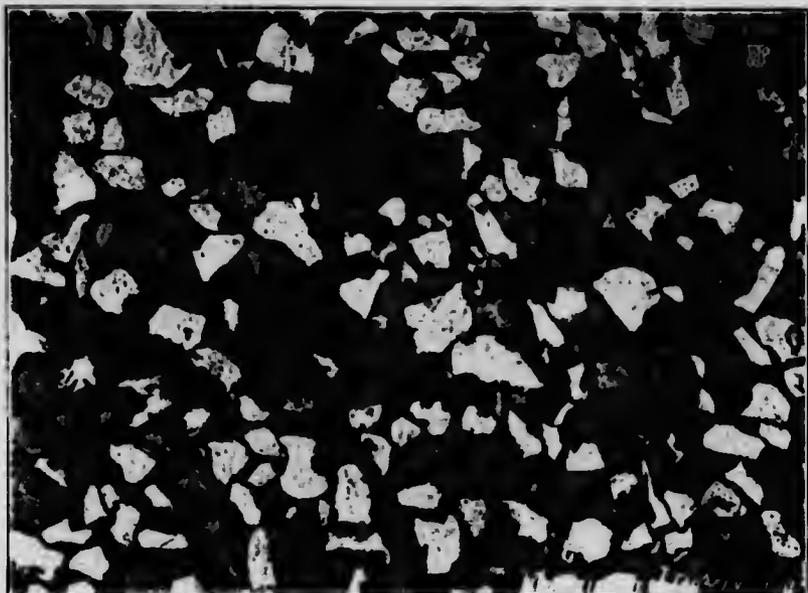
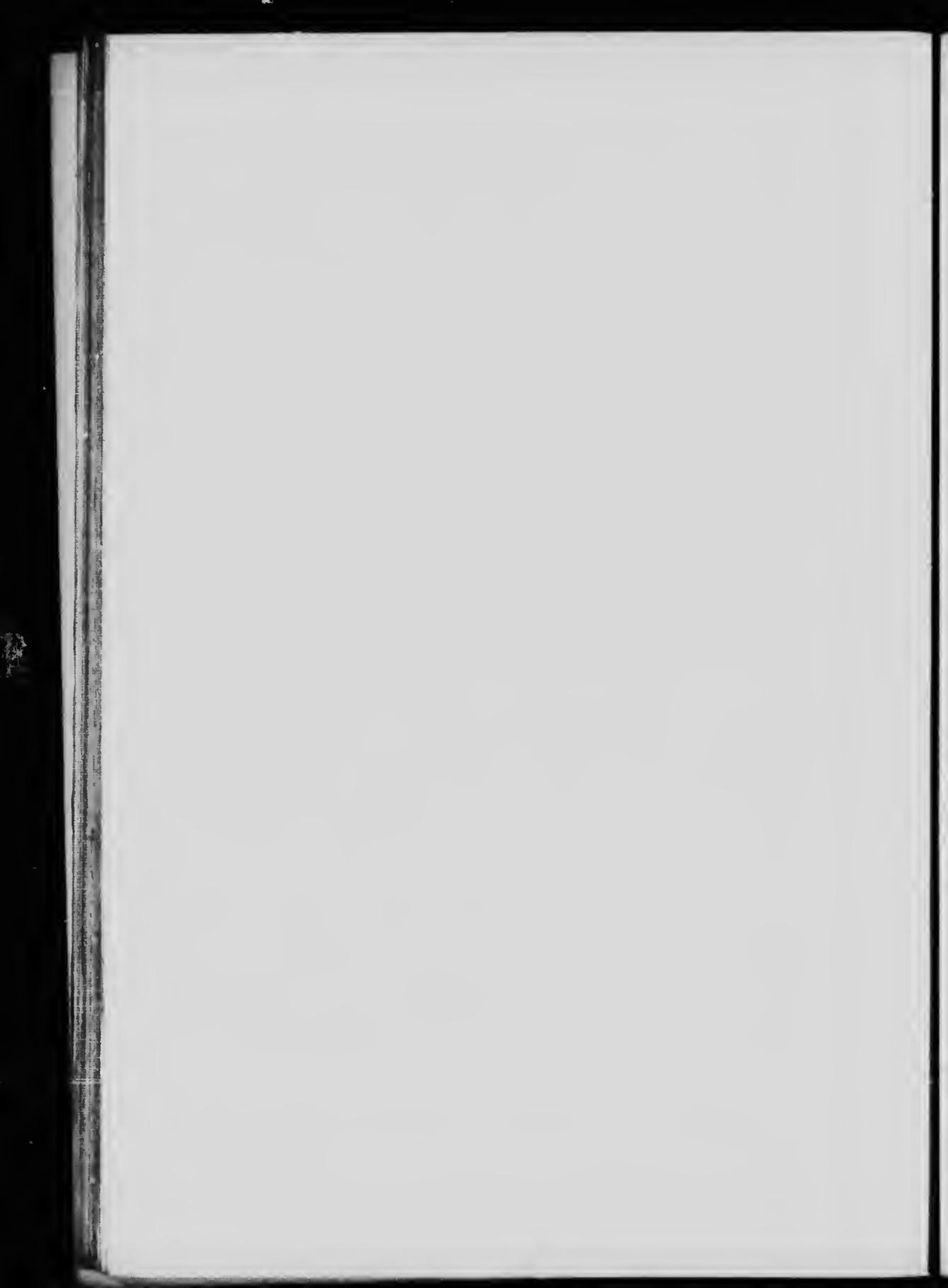


PLANCHE VIII—MICROPHOTOGRAPHIES DE LA ROCHE PHOSPHATÉE, RUISSEAU  
FORTY-MILE, PARC DES MONTAGNES ROCHÉUSES, BANFF, ALBERTA.  
Diamètres agrandis 56 fois.



trouve aussi quelques grains minuscules de monazite ou de zircon, à forte réfraction et à double réfraction, mais sans forme cristallographique définie —telles que fréquemment vues dans les grès dérivant de la désintégration des roches granitiques.

Le phosphate est de couleur foncée, isotropique, et, en ces parties de la roche où elle se trouve, il est enclavé entre des grains de quartz qu'il accole et cimente ensemble. Il a la même structure oolithique que l'on voit dans la roche de phosphate du ruisseau Forty-mile, mais cette structure n'a pas une apparence aussi distincte.

Un examen chimique de cette roche montre que le contenu d'acide phosphorique est le suivant: acide phosphorique ( $P_2O_5$ )...7.6 pour cent. Ceci équivaut à 16.6 pour cent de phosphate tricalcique.

Il importe de remarquer à ce sujet que, bien que les spécimens de calcaires magnésiens des calcaires de Banff supérieur soient privés d'acide phosphorique, les cherts qui se trouvent dans la formation et le long de son contact avec le quartzite des montagnes Rocheuses sous lequel ils reposent, renferment uniformément de petites quantités de cet acide. Les essais qualificatifs de ces cherts ayant démontré que telle est cette composition, on a recueilli quatre spécimens typiques de chert des différentes parties de la montagne Stoney Squaw, et la somme d'acide phosphorique qu'ils contenaient a été déterminée quantitativement au laboratoire du ministère des Mines, avec le résultat suivant:

Acide phosphorique $P_2O_5$	—No 1	.....	.15	pour cent
“ “ “	—No 2	.....	.10	“ “
“ “ “	—No 3	.....	.06	“ “
“ “ “	—No 4	.....	.30	“ “

La présence presque invariable de chert, dans les couches de phosphate des états de l'ouest, qui a été précédemment citée, et la présence d'acide phosphorique dans le chert de cette région de Banff, sont une indication qu'il y a une relation génétique entre le chert et la roche de phosphate, et que la présence de cherts, contenant de l'acide phosphorique, peut être un indice de la proximité de gisements de phosphate.

#### VII.—RENSEIGNEMENTS AUX PROSPECTEURS EN CHERCHE DE DÉPÔTS DE ROCHES DE PHOSPHATE DANS LES MONTAGNES ROCHEUSES

1. Tel que dit précédemment, cette roche de phosphate peut se rencontrer à un certain horizon géologique défini, près du sommet du système carbonifère. Donc, ceux qui font des recherches pour découvrir du phosphate dans les montagnes Rocheuses devraient s'arrêter particulièrement aux roches de cet horizon.

On reconnaît facilement les formations, qui renferment probablement du phosphate, dans la partie centrale du parc des montagnes Rocheuses; elles sont indiquées dans la carte du Dr Allan, insérée dans ce rapport.

2. Toutefois ces formations se prolongent au-delà des bornes du parc, dans *ne* direction sud et nord. Il serait donc peut-être possible de les suivre selon ces indications. La Commission Géologique publiera bientôt un rapport volumineux, par le Dr Allan, sur la géologie des montagnes Rocheuses; il donne plus de renseignements sur la géologie de cette région que ne saurait le faire le présent rapport.

3. Une des principales difficultés qui se présentent, lorsqu'on cherche la roche de phosphate dans les montagnes Rocheuses du Canada, c'est de la reconnaître une fois trouvée. Elle a une grande similitude extérieure avec les calcaires et les calcaires magnésiens, ainsi qu'avec certains cherts que l'on trouve en abondance dans les strates des terrains carbonifères supérieurs. Le prospecteur devra se pourvoir d'une grande bouteille d'acide et s'en servir libéralement. Un excellent récipient à cette fin est un grand flacon dans lequel on vend de l'encre pour alimenter les plumes-fontaines. Ces flacons sont munis d'un bouchon de liège percé par un tube en verre dont une des extrémités se termine en pointe et l'autre par une boule de caoutchouc réversible; le tout est enfermé dans un étui en bois avec bouchon à vis. Il faut enlever l'encre, laver le flacon et le remplir d'acide hydrochlorique délayé dans une égale quantité d'eau.

En examinant un spécimen de roche noire, qui ressemble à la roche de phosphate, il faut y verser quelques gouttes de cet acide délayé. S'il en résulte une effervescence, la roche est un calcaire. Si non, il faut frapper la roche avec un marteau pour en sortir de la poussière qui devra être soumise à l'action de l'acide. S'il y a maintenant effervescence, c'est un calcaire magnésien. Mais, s'il n'y a pas encore d'effervescence, il faudra essayer de gratter la roche avec un marteau ou un couteau. Si l'on a réussi à tracer une rainure d'une apparence métallique sur la surface de la roche, elle est plus dure que l'acier, et c'est un chert ou un quartzite à grain fin.

Quand on a réussi à prouver que le spécimen n'appartient ni à l'une ni à l'autre des diverses classes de roches, il faudrait l'examiner attentivement avec une loupe; si c'est une roche de phosphate, elle présentera probablement une surface garnie de sphères minuscules, de couleur noire, ou de petits cercles qui représentent ces sphères en coupes croisées. C'est la structure oolithique dont on a fait mention en décrivant cette roche. Si la roche est massive, elle sera plus lourde, à volume égal, que les roches ordinaires de la région. Quelquefois il s'en échappera une odeur fétide en la brisant.

4. Cependant, pour s'assurer qu'une telle pierre contient de l'acide phosphorique, il est nécessaire de la soumettre à une épreuve chimique. Cette opération peut être effectuée de la manière suivante:

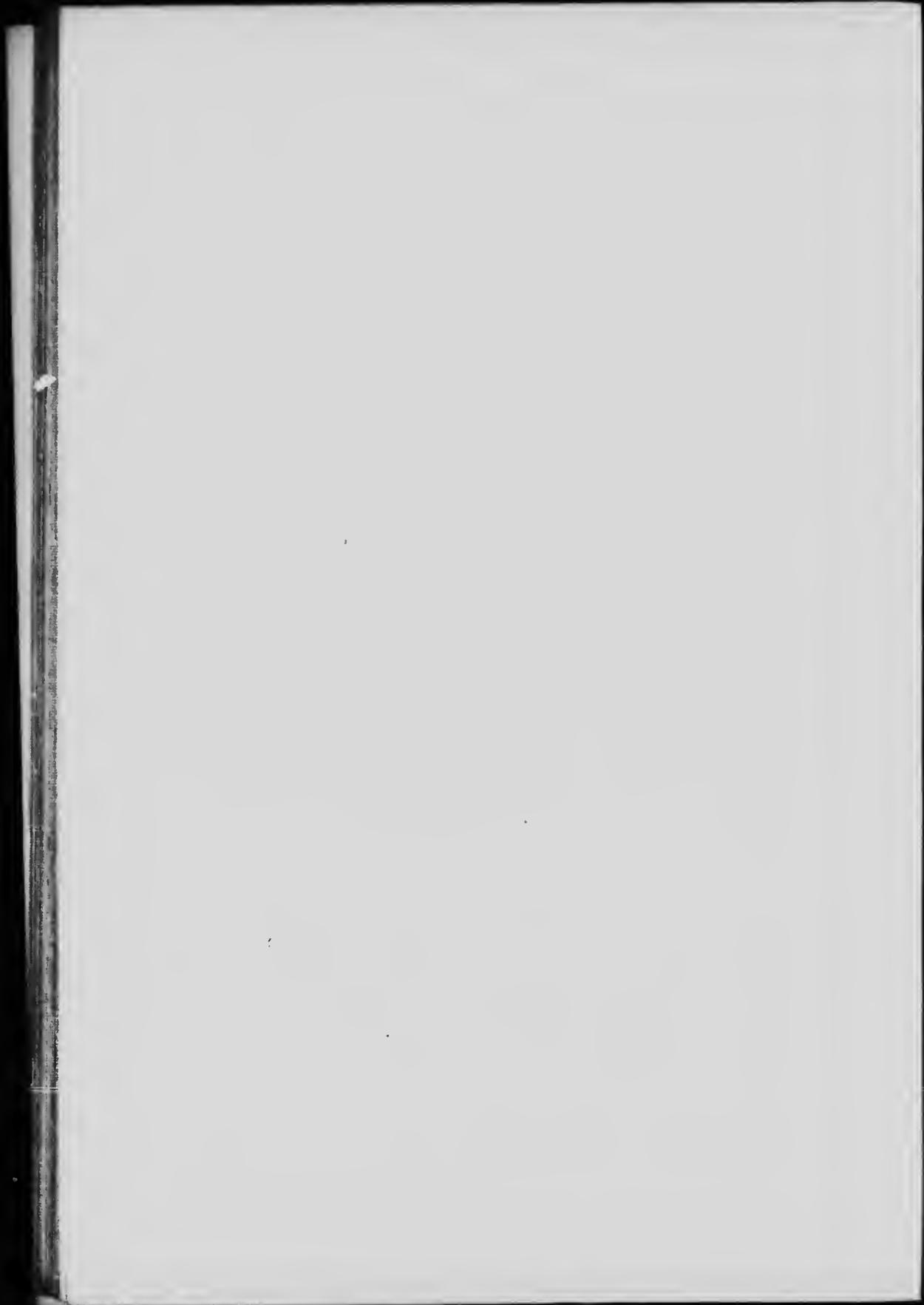
No. 1



No. 2



PLANCHE IX—MICROPHOTOGRAPHIES DE LA ROCHE PHOSPHATÉE, RUISSEAU  
FORTY-MILE, PARC DES MONTAGNES ROCHÉUSES, BANFF, ALBERTA.  
Diamètres agrandis 56 fois.



Pulvériser quelques parcelles de la roche dans un mortier, jusqu'à ce que les particules passent à travers un tamis de 100 mailles. Placer autant de la poudre que l'on peut mettre sur une pièce d'argent de 25 cents, dans une petite tasse de porcelaine ordinaire, ajouter environ 30 cc. d'eau et 10 cc. d'acide nitrique concentré. Couvrir la tasse d'une vitre d'observation et chauffer à petit feu, pendant environ dix minutes. Filtrer ou verser le fluide, s'il est clair, dans un gobelet en verre, et y ajouter 100 cc. d'eau, ensuite quelques centimètres cubes d'une solution saturée de carbonate d'ammoniaque. Ce mélange aura probablement pour effet d'assombrir la solution claire. Ajouter alors de l'acide nitrique goutte à goutte, jusqu'à ce que la solution se clarifie de nouveau et donne une faible mais distincte réaction avec du papier tournesol bleu. Chauffer de nouveau la solution à une température de 70° à 80° C. et ajouter 50 cc. d'une solution concentrée de molybdate d'ammoniaque, goutte par goutte, en agitant le tout. Laisser la solution dans un endroit chaud pendant 15 minutes; s'il y a de l'acide phosphorique, il se formera un précipité brillant granulé de phospho-molybdate d'ammoniaque.

5. Si l'on veut déterminer sur place le pourcentage approximatif d'acide phosphorique présent dans la roche, on peut employer le procédé suivant qui est celui dont se sert le Bureau des Terres des États-Unis, dans l'examen des gîtes de phosphate des états de l'ouest:

On écrase l'échantillon dans un mortier en fer, on le pulvérise ensuite dans un mortier en porcelaine, et finalement on le passe à travers un tamis de 100 mailles; on pèse deux grammes de la poussière et on les dépose dans une tasse en porcelaine; 25 à 30 cc. d'eau sont ajoutés et ensuite 10 cc. d'acide nitrique concentré. On couvre la tasse d'une vitre d'observation, puis on la met sur une plaque en fer au-dessus de la flamme d'une lampe à pétrole, pendant sept ou huit minutes. Filtrer les matériaux insolubles après que le mélange aura refroidi, les laver sur le filtre et porter le filtrage à 200 cc. avec de l'eau. Mélanger parfaitement la solution, et en prendre ensuite 20 cc. pour en faire l'analyse. Ce composé est délayé dans 30 cc. d'eau avec addition de quelques centimètres cubes d'une solution saturée de carbonate d'ammonium. Ajouter ensuite une quantité suffisante d'acide nitrique pour dissoudre tout le précipité et rendre l'acide de la solution au papier tournesol. Placer ensuite le gobelet sur une plaque brûlante chauffée de 70° à 80° C. et ajouter 100 cc. d'une solution de molybdate d'ammonium concentré, goutte par goutte, et agiter constamment le mélange. Après que la solution aura reposé dix minutes, le précipité de phospho-molybdate d'ammonium est décanté et filtré, et lavé autant que possible par décantation, jusqu'à ce que le lavage ne donne plus de réaction d'acide. Le filtre et son contenu sont alors retournés au gobelet, avec addition d'un peu d'eau, et l'on y verse quelques gouttes d'une solution d'hydroxyde de po-

tassium avec une burette, jusqu'à ce que le précipité jaune se dissolve. On ajoute quelques gouttes de phénolphthalein, et l'acide nitrique (assorti contre la solution de potasse) est versé d'une burette, goutte à goutte, jusqu'à disparition de la couleur rose de l'indicateur—le phénolphthalein. La quantité d'acide employée, soustraite du montant d'hydroxyde de potassium, donne le nombre de centimètres cubes de la dernière solution nécessaire à la dissolution du précipité jaune. L'hydroxyde de potassium employé devrait être d'une telle force qu'un cc. égale un milligramme d'acide phosphorique.

Pour savoir si tout l'acide phosphorique a été précipité, il est bon d'ajouter une autre quantité de 22 cc. de molybdate d'ammonium au clair filtrage du précipité jaune, et de laisser le gobelet sur une plaque chaude pendant une autre demi-heure.

La solution d'hydroxyde de potassium et l'acide nitrique devraient être soigneusement préparés dans un laboratoire et emportés en campagne dans d'épaisses bouteilles de verre bouchées.

Le comité des recherches et des méthodes analytiques, division des chimistes de l'engrais, de l'"American Chemical Society,"\* recommande le procédé suivant pour déterminer exactement l'acide phosphorique, lorsqu'il est possible de disposer d'un laboratoire.:

"Ajouter aux 5 grammes de l'échantillon 30 cc. de l'acide hydrochlorique concentré (gr. sp. 1.20) et 10 cc. d'acide nitrique concentré (gr. sp. 1.42) et faire bouillir jusqu'à épaisseur d'un sirop. Ajouter ensuite au résidu, qui devrait être presque solide après refroidissement, 5 cc. d'acide nitrique concentré et 50 cc. d'eau. Chauffer jusqu'à l'ébullition, refroidir, filtrer et porter la solution à 500 cc. par le filtre. Ce procédé élimine virtuellement toute la silice; il faut filtrer aussi rapidement que possible, afin d'éviter la nouvelle dissolution de la silice.

"En retirer une partie aliquote de 50 cc. correspondant à 0.5 gramme, neutraliser avec l'ammoniaque et clarifier juste avec de l'acide nitrique. Ajouter 15 grammes de nitrate d'ammonium (libre de phosphates), faire chauffer la solution à 50° C. et ajouter 150 cc. de la solution de molybdate. Cuire à petit feu à 50° C., pendant quinze minutes, en agitant fréquemment. Ecumer le liquide qui surnage et éprouver le filtrage avec une solution de molybdate, pour savoir si le précipité a été complété. (Si non, ajouter plus de molybdate au filtrage et faire cuire à petit feu pendant quinze minutes plus longtemps.) Laver avec solution de nitrate d'ammonium par décantation, et retenir autant que possible du précipité dans le gobelet. Dissoudre le précipité dans la moindre quantité possible d'hydroxyde d'ammonium (gr. sp. 0.90) et délayer cette solution dans plusieurs fois son volume d'eau chaude. Dissoudre le reste du précipité sur le filtre avec cette solution, laver le gobelet et le filtre avec de l'eau chaude et garder le volume du filtrage entre 75 cc. et 100 cc. Neutraliser avec l'acide hydrochlorique, refroidir à la température de la salle et ajouter 25 cc. d'un mé-

\**The American Fertilizer*, le 24 juillet 1915, p. 60.

lange de magnésium d'une burette, goutte à goutte, et agiter fortement avec une baguette dont le bout sera recouvert en caoutchouc, ensuite ajouter 15 cc. d'hydroxyde d'ammonium (gr. sp. 0.90) et laisser reposer pendant quatre heures ou toute une nuit, à la température de l'appartement. On peut réduire le temps de repos à deux heures, si la solution est placée dans une glacière ou de préférence dans un bain d'eau glacée. Filtrer par un creuset de platine ou de porcelaine, pourvu d'une natte d'amiante ou de platine soigneusement faite et chauffée à température constante. Laver avec 2.5 pour cent d'hydroxyde d'ammonium jusqu'à épuisement des chlorides, faire sécher, chauffer, refroidir et peser comme pyrophosphate de magnésium. Si l'on veut, on peut se servir d'un filtre à papier sans cendres, en chauffant en la manière ordinaire. Calculer à  $P_2O_5$ , en multipliant par 0.6378 (log. (80468))."

#### VIII.—RÈGLEMENTS DU DOMINION CONCERNANT LA CONCESSION DES TERRES À PHOSPHATE

Les dépôts de minéraux dans les terres du Dominion dans les provinces du Manitoba, Saskatchewan, Alberta, Territoires du Nord-Ouest et du Yukon sont concédés conformément aux règlements de la concession des claims miniers quartzeux.\*

Ces règlements stipulent que: "Par minéraux on entend tous les dépôts précieux d'or, d'argent.....de phosphore.....etc."

Suivant les règlements ci-haut, on peut voir que la concession de dépôts de phosphate en ces provinces tombe sous les règlements de l'exploitation des mines de quartz. Une modification† apportée à la loi des terres du Dominion stipule que les terres du Dominion ne seront pas vendues et nulles concessions de la Couronne ne seront faites pour des claims miniers délimités en vertu des règlements de l'exploitation des mines de quartz, après la date de la mise en vigueur des modifications; des baux de location seront émis à leur place, mais comme personne n'a gagné une concession de la Couronne depuis cette date, cette méthode de concession n'a pas encore été déterminée.

Les dimensions d'un claim localisé en conformité de ces règlements sont de 1,500 pieds par 1,500, et personne n'aura le droit de posséder en son propre nom ou au nom d'aucune autre personne plus d'un claim sur la même veine ou filon, ou en deçà d'une distance d'un demi-mille, excepté par achat, mais une telle personne peut affermer un claim sur toute autre veine ou filon.

Si les dépôts de phosphate se rencontrent dans les montagnes Rocheuses d'une étendue et d'une quantité comparables à ceux des états de l'ouest, le gouvernement du Dominion sera tenu de faire de nouveaux règlements concernant l'exploitation des terres à phosphate en ces régions.

\*Approuvés par un arrêté du Conseil, le 13 août 1908 et modifiés ultérieurement par des arrêtés du Conseil.

†4-5 George V, chap. 27, sanctionnée le 12 juin 1914.



**Annexe**

**RESSOURCES DE PHOSPHATE DU MONDE**

**TABLEAU I.—Production de phosphate du monde de 1908 à 1913, en tonnes de 2,000 livres.**

PAYS	1908	1909	1910	1911	1912	1913
Algérie.....	497,200	386,200	453,200	351,000	427,300	507,100
Angaur Palan Iseln.....		9,900	49,500	45,100	55,000	
Antilles Hollandaises						
Aruba.....	22,000	29,700	29,800 (a)	29,700		
Curaçao.....			3,800 (a)	1,900		
Australie.....			5,700	6,500		
Belgique.....	217,800	225,500	223,000	216,400		(a) 195,800
Canada.....	1,596	998	1,478	621	164	385
Christmas Ile.....	286,000	217,800	341,600	275,000	330,000	165,000
Egypte.....	800	1,100	2,600	7,000	77,000	70,000
Espagne.....	4,900	1,500	3,100	3,900		
États-Unis.....	2,654,300	2,753,400	2,997,200	3,586,000	3,537,600	3,374,800
France.....	533,600	437,800	366,400	343,200		
Guyanne Française.....	9,900	9,900	7,400			
Makatea.....				13,200	44,000	
Norvège.....	1,940	1,450	1,000			
Ocean et Naurn Iles.....	330,000	217,800	341,000	275,000	330,000	
Russie.....	16,200	14,200	16,800	11,000		
Suède.....					3,600	
Tunis.....	1,430,000	1,345,300	1,414,800	1,591,200	2,115,300	1,983,300
<b>Totaux.....</b>	<b>6,006,236</b>	<b>5,652,548</b>	<b>6,258,378</b>	<b>6,756,721</b>	<b>6,919,964</b>	<b>6,296,385</b>

(a) Exportations

TABLEAU II.—Importation de phosphate dans les principaux pays du monde de 1911-1913 en tonnes de 2,000 livres.

PAYS	1911	1912	1913
Allemagne (b).....	916,600	993,100	883,300
Angleterre (a).....	.....	567,600	602,400
Espagne.....	.....	477,700	506,400
France.....	814,300	993,800	1,028,000
Japon (c).....	.....	.....	.....
Russie (d).....	364,900	378,800	.....

(a) Comprend les scories basiques et le guano.

(b) En 1913 plus de 50 pour cent des importations de phosphate allemandes provenaient des États-Unis.

(c) On ne possède pas de statistiques, mais on sait que le Japon importe 90 pour cent de la production de l'Égypte, en plus d'un grand tonnage d'Algérie, de Tunisie et des îles du Pacifique.

(d) Comprend tous les engrais qui contiennent du phosphate.

*Etats-Unis:* Les États-Unis ne sont pas seulement les plus grands producteurs de roches de phosphate, mais ils ont une réserve connue plus considérable que tout autre pays.

Vu l'irrégularité de quelques dépôts américains les calculs estimatifs ne peuvent être faits qu'après un travail attentif. Les chiffres suivants ont été pris dans le département de l'Agriculture des États-Unis. Ces chiffres représentent des roches qui contiennent de 60 à 70 pour cent de phosphate de chaux. Dans le cas des phosphates de qualité inférieure dans l'Ouest et des amas de rebuts de la Floride, les matériaux sont représentés en leur équivalent de roche à haut pourcentage de phosphate.

TABLEAU III.—Réserve de roche de phosphate aux États-Unis.

<i>Utah, Idaho, Wyoming et Montana:</i>	Tonnes
Qualité supérieure.....	2,500,000,000
Équivalent à la qualité supérieure de toutes les qualités.....	7,500,000,000
<i>Floride:</i>	
Roches à haut pourcentage.....	354,000,000
Roches de tout pourcentage équivalent à celles de haut pourcentage.....	20,000,000

*Tennessee:*

Roches de tout pourcentage équivalant à celles de haut pourcentage..... 115,075,000

*Caroline du Sud:*

Roches de tout pourcentage équivalant à celles de haut pourcentage..... 10,000,000

*Arkansas:*

Roches de tout pourcentage équivalant à celles de haut pourcentage..... 20,000,000

*Kentucky:*

Roches de tout pourcentage équivalant à celles de haut pourcentage..... 500,000

Total..... 10,519,875,000

Les dépôts de phosphate des États-Unis sont répartis principalement entre quatre localités: (1) Le long de la côte ouest de la Floride; (2) le long de la côte de la Caroline du Sud; (3) dans le centre du Tennessee; et (4) dans une région comprenant le sud-est de l'Idaho, le sud-ouest du Wyoming, le nord-est de l'Utah et le centre-ouest du Montana. En outre, on trouve quelques gisements dans l'Arkansas, la Caroline du Nord, l'Alabama et le Mississippi.

La production du Tennessee se développe, celle de la Floride semble avoir atteint son maximum, le rendement de la Caroline du Sud diminue et les dépôts de l'Arkansas sont d'une qualité inférieure. Pour cette raison la plus grande production future devra venir des dépôts de l'ouest.

A la conférence des Gouverneurs, en 1908, on a attiré l'attention sur l'idée que les capitalistes étrangers pourraient prendre possession des dépôts de phosphate que l'on croit les plus riches des États-Unis;\* on a également fait remarquer que plusieurs autorités avaient déjà établi des parallèles entre la quantité connue et les besoins futurs de la nation. C'est en partie aux craintes exprimées en cette conférence que le secrétaire de l'Intérieur retira de la vente, en 1908, 7,000 milles carrés de terres publiques dans l'Idaho, l'Utah et le Wyoming, en attendant un examen de leurs ressources. Depuis ce temps, le Bureau Géologique des États-Unis a examiné sommairement 4,000 milles carrés et arpenté en détail quelque 2,500 milles carrés.

\*Voir *Classification of Public Lands*, Bureau Géologique des États-Unis, Bull. 537, page 127.

*Afrique:* Les phosphates de l'Afrique du Nord, y compris ceux de Tunis, de l'Algérie et de l'Égypte, viennent ensuite dans l'ordre d'importance. La production totale, en 1913, a donné 2,328,800 tonnes.

Les dépôts de phosphate de Tunis et de l'Algérie se rencontrent en couches d'une très grande épaisseur et atteignent de 58 à 68 pour cent de phosphate de chaux.

Les gîtes égyptiens ont été découverts dans diverses parties du désert et dans la vallée du Nil. On les trouve dans les roches des terrains crétacés. La contenance de ces roches est de 50 à 68 pour cent de phosphate de chaux.

*Iles des Océans Pacifique et Indien:* Les plus riches dépôts de phosphate amorphe, qui aient été découverts, sont ceux des océans Pacifique et Indien. Parmi les plus importants gîtes sont l'île Océan, appartenant à l'Angleterre, Tahiti et Makatea, possessions françaises, et l'île de Naru, possession allemande. En outre, les îles Christmas de l'océan Indien produisent un grand tonnage de phosphate d'une qualité supérieure.

Les phosphates proviennent d'excréments d'oiseaux, qui ont été lessivés, et dont l'acide phosphorique a été fixé par les roches de corail sur lesquelles ils reposent; une grande quantité de ces dépôts contiennent jusqu'à 87 pour cent de phosphate de chaux.

*Russie:* On trouve en Russie de grandes régions où il y a des phosphorites, mais au sud, près de la frontière de l'Autriche, sont les seuls dépôts qui aient été exploités. Ces gisements se rencontrent dans les roches jurassiques et crétacées, et la proportion est d'environ 75 pour cent de phosphate de chaux. On en expédie une grande quantité en Pologne où on en fabrique de l'acide de phosphate. On importe en Russie beaucoup d'engrais d'Allemagne, de Belgique et d'Angleterre.

*France et Belgique:* Les phosphates de France et de Belgique se rencontrent dans les roches des terrains tertiaires et dans les crétacés; le contenu de la roche est d'environ 50 à 55 pour cent. Vu la découverte de roches d'un plus fort pourcentage en d'autres pays, l'exploitation a baissé, bien que de grandes quantités de matière première soient importées et converties en phosphates solubles.

*Allemagne:* L'Allemagne ne possède pas de dépôts de phosphate d'une valeur commerciale, mais elle en importe une très grande quantité des États-Unis, de Tunis, de l'Algérie et de la Belgique. Les importations en 1912 se sont élevées à 1,000,000 de tonnes, évaluées à \$10,743,800. On convertit presque toute la provision en acide de phosphate, pour les usages domestiques.

*Angleterre:* On n'a pas découvert de phosphate en quantités suffisantes dans les Iles Britanniques pour en faire un article de commerce.

*Pérou:* Les dépôts de guano péruviens ont été et sont encore des sources importantes d'acide phosphorique et d'azote.

*Canada:* Quant à l'industrie du phosphate au Canada, M. McLeish dit ce qui suit dans le rapport annuel du service des Mines, département des Mines:

"Le rendement minime de phosphate ou apatite, qui a été obtenu au Canada depuis 1896, est pour presque la totalité le produit secondaire résultant de l'exploitation minière du mica. Les expéditions durant 1913, 385 tonnes, évaluées à \$3,643, provenaient principalement de la mine de Little Rapids, canton de Portland-Est, et une légère quantité de Davidson Corners, Qué.

"On emploie le phosphate à Buckingham, Qué., dans la fabrication du ferro-phosphore, du phosphore et des engrais phosphatés, et le principal approvisionnement est actuellement importé de la Floride.

"Pendant plusieurs années avant 1892, il s'est fait une production considérable d'apatite, tirée du district au nord de Buckingham, le rendement annuel variant de 20,000 tonnes à 30,000 tonnes. L'introduction des phosphates extraits à bon marché, provenant des États du Sud, a eu toutefois pour conséquence la faillite de l'industrie canadienne, malgré qu'on ait constaté, lors de la clôture de l'industrie, qu'il n'y avait aucune diminution dans la quantité du minerai exploitable.

Les statistiques de la production et des exportations sont données dans les tableaux suivants:—

TABLEAU IV.—PRODUCTION ANNUELLE DE PHOSPHATE AU CANADA

Année civile	Tonnes	Valeur	Valeur moyenne par tonne	Année civile	Tonnes	Valeur	Valeur moyenne par tonne
		\$	\$ cts.			\$	\$ cts.
1886	20,495	304,338	14.85	1900	1,415	7,105	5.02
1887	23,690	319,815	13.50	1901	1,033	6,280	6.07
1888	22,485	242,285	10.77	1902	856	4,953	5.79
1889	30,988	316,662	10.21	1903	1,329	8,214	6.18
1890	31,753	361,045	11.37	1904	817	4,590	5.62
1891	23,588	241,603	10.24	1905	1,300	8,425	6.48
1892	11,932	157,424	13.20	1906	850	6,375	7.50
1893	8,198	70,942	8.65	1907	824	6,018	7.30
1894	6,861	41,166	6.00	1908	1,596	14,794	9.26
1895	1,822	9,565	5.25	1909	998	8,054	8.07
1896	570	3,420	6.00	1910	1,478	12,578	8.51
1897	908	3,984	4.39	1911	621	5,206	8.38
1898	733	3,665	5.00	1912	164	1,640	10.00
1899	3,000	18,000	6.00	1913	385	3,643	9.46

TABLEAU V.—EXPORTATIONS DE PHOSPHATE DU CANADA

Année civile	ONTARIO		QUÉBEC		TOTAL	
	Tonnes	*Valeur	Tonnes	*Valeur	Tonnes	*Valeur
		\$		\$		\$
1878.....	824	12,278	9,919	195,831	10,743	208,109
1879.....	1,842	20,565	6,604	101,470	8,446	122,035
1880.....	1,387	14,422	11,673	175,664	13,060	190,086
1881.....	2,471	36,117	9,497	182,339	11,968	218,456
1882.....	568	6,338	16,585	302,019	17,153	308,357
1883.....	50	500	19,666	427,168	19,716	427,668
1884.....	763	8,890	20,946	415,350	21,709	424,240
1885.....	434	5,962	28,535	490,331	28,969	496,293
1886.....	644	5,816	19,796	337,191	20,440	343,007
1887.....	705	8,277	22,447	424,940	23,152	433,217
1888.....	2,643	30,247	16,133	268,362	18,776	298,609
1889.....	3,547	38,833	26,440	355,935	29,987	394,768
1890.....	1,866	21,329	26,591	478,040	28,457	499,369
1891.....	1,551	16,646	15,720	368,015	17,271	384,661
1892.....	1,501	12,544	9,981	141,221	11,482	153,765
1893.....	1,990	11,550	5,748	56,402	7,738	67,952
1894.....	1,980	10,560	3,470	29,610	5,450	40,170
1895.....	.....	.....	250	2,500	250	2,500
1896.....	1	5	299	2,990	300	2,995
1897.....	70	450	165	400	235	850
1898.....	21	240	702	8,000	723	8,240
1899.....	215	1,850	93	1,725	308	3,575
1900.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1901.....	.....	.....	.....	.....	6	120
1902.....	.....	.....	.....	.....	70	1,880
1903.....	.....	.....	.....	.....	1	20
1904.....	.....	.....	.....	.....	191	5,348
1905.....	.....	.....	.....	.....	40	1,253
1906.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1907.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1908.....	.....	.....	.....	.....	1	30
1909.....	.....	.....	.....	.....	895	15,735
1910.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1911.....	.....	.....	.....	.....	3	100
1912.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
1913.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

\*Ces valeurs ne concordent pas avec celles du tableau 1; la valeur sur le carreau est adoptée pour la production, tandis que les exportations sont estimées sur une base toute différente.

"Les importations de phosphate à engrais pour 1913 ont été estimées à \$16,070; phosphore, 17,600 livres, évaluées à \$5,856; engrais phosphatés manufacturés, estimés à \$505,904. Les importations en 1912 comprenaient: phosphate de roc à engrais estimé à \$24,586; 13,807 livres de phosphore évaluées à \$4,012; et des engrais phosphatés manufacturés estimés à \$580,351.

"La Electric Reduction Company fabrique du phosphore à Buckingham. Les exportations de phosphore, durant les douze mois finissant le

31 décembre 1913, ont été 534, 340 livres, évaluées à \$73,395, contre 543,620 livres, en 1912, évaluées à \$66,806, et 524,370 livres, évaluées à \$76,608, en 1911."

*Autres pays:* On a découvert du phosphate dans l'île Rasa, à l'extrémité des îles Loochoo. Les matériaux donnent environ 77 pour cent de phosphate d'ossements, et on a calculé que l'île contient 2,800,000 tonnes, mais ils n'ont pas encore été beaucoup exploités. Il y a également du phosphate dans les îles Pratas, à 170 milles au sud de Hong Kong, Chine. On calcule que la quantité contenue en ces dépôts est de 960,000 tonnes. Il existe aussi du phosphate de bonne qualité dans l'île de Curaçao, une des Antilles danoises.

#### PRINCIPAUX AUTEURS A CONSULTER SUR LES DÉPÔTS DE PHOSPHATE DE L'OUEST

Le Bureau Géologique des États-Unis a publié les études suivantes sur les phosphates des états de l'ouest:

BLACKWELDER, ELIOT, *Phosphate deposits east of Ogden, Utah*; Bull. 430, 1910, pp. 536-551.

*A reconnaissance of the phosphate deposits in western Wyoming*; Bull. 470, 1911, pp. 452-481.

DARTON, N. H., and SIEBENTHAL, C. E., *Geology and mineral resources of the Laramie Basin, Wyoming; a preliminary report*; Bull. 364, 1909, 81 pp.

GALE, H. S., *Rock phosphate near Melrose, Mont.*; Bull. 470, 1911, pp. 440-451.

GALE, H. S., and RICHARDS, R. W., *Preliminary report on the phosphate deposits in south-eastern Idaho and adjacent parts of Wyoming and Utah*; Bull. 430, 1910, pp. 457-535.

GIRTY, G. H., *The fauna of the phosphate beds of the Park City formation of Idaho, Utah, and Wyoming*; Bull. 436, 1910, 82 pp.

PARDEE, J. T., *Some further discoveries of rock phosphate in Montana*; Bull. 530, 1913, pp. 285-291.

RICHARDS, R. W., and MANSFIELD, G. R., *Preliminary report on a portion of the Idaho phosphate reserve*, Bull. 470, 1911, pp. 371-439.

*Geology of the phosphate deposits northeast of Georgetown, Idaho; Bull. 577, 1914.*

SMITH, GEORGE OTIS AND OTHERS, *Classification of Public Lands; Bull. 537, 1913.*

STONE, R. W., and BONNIE, C. A., *The Elliston phosphate field, Montana; Bull. 580, 1914, pp. 373-383.*

VAN HORN, F. B., *The phosphate deposits of the United States; Bull. 394, 1909, pp. 157-171.*

WEEKS, F. B., *Phosphate deposits in the Western United States; Bull. 340, 1908, pp. 441-447.*

WEEKS, F. B., and FERRIER, W. F., *Phosphate deposits in Western United States; Bull. 315, 1907, pp. 449-462.*

## INDEX

	PAGE
Afrique, ressources de phosphate en .....	29
Alabama, existence de phosphate en .....	28
Alberta—	
épuisement du sol en .....	4
existence de roches carbonifères en .....	2
Alcalis, pourcentage d', dans la roche de phosphate .....	19
Algérie, dépôts de phosphate en .....	28
"Algonkienne," formation .....	13
Allan, le Dr. ....	16, 20, 22
Allemagne, importation de phosphate en .....	28
Altyn, calcaire d' .....	13
Alumine, pourcentage dans la roche de phosphate .....	19
American Chemical Society, méthode d'analyse recommandée par la .....	24
Anaconda Copper and Mining Co. ....	8, 10
Analyse de la roche de phosphate, méthode d' .....	23, 24
Angleterre, absence de dépôts de phosphate en .....	30
Apatite .....	1, 30
Appekunny, formation d' .....	13
Arkansas, ressources de phosphate dans l' .....	28
Azote, sources d' .....	3
Banff, Alberta .....	11, 16, 20
Bankhead, Alberta, section géologique près de .....	7
Basalte, ressemblance du phosphate au .....	10, 18
Belgique, ressources de phosphate de la .....	28
Bonnie, C. A. ....	8
Bow, rivière .....	20
Brachiopode, faune, près de la passe du nord de Kootenay .....	14
Buckingham, Qué. ....	30
Burling, M. ....	14
Butte, Montana .....	8
Calcaire de Banff supérieur .....	20
Cambrien .....	13, 14
Canada—	
exportations et importations de phosphate du .....	29
industrie du phosphate au .....	30
production annuelle de phosphate au .....	30
production du blé au .....	4
Carbonifère, système .....	6, 7, 8, 9, 17
horizon de phosphate dans le .....	1, 4, 21
Caroline du Nord, existence de phosphate dans la .....	28
Caroline du Sud, ressources en phosphate de la .....	28
Cascade, montagne .....	17
Chaux, pourcentage de, dans la roche de phosphate .....	19
Chert, analyse du .....	22
Christmas, île, existence de phosphate dans l' .....	29
Clarke, chaîne de, section de la structure de la .....	12

	PAGE
Colombie-Britannique, existence de roches carbonifères en.....	2
Commission de la Conservation, examens agricoles de la.....	4
Commission Géologique des États-Unis.....	1, 28
Congrès Géologique International, guide du.....	17
Connor, M. F., analyse de la roche de phosphate par.....	19
Crétacé, terrain.....	6, 7, 8, 9, 13
Crownest, passe de.....	15
Curaçao, existence de phosphate à.....	32
Dakota du Nord, rendements du blé au.....	3
Daly, R. A.....	12, 15
Davidson Corners, Qué., phosphate de.....	30
Dawson, le Dr G. M.....	11, 12, 13
Dévonien, terrain.....	13, 16
Dévono-carbonifère, terrain.....	7, 15
Dowling, D. B.....	15
Egypte, dépôts de phosphate en.....	27
Electric Reduction Co.....	31
Ellis, formation d'.....	8, 9
Elliston, Montana, section géologique d'.....	6
Engrais, augmentation de la demande d'.....	1
États-Unis—	
distribution des dépôts de phosphate aux.....	28
ressources de phosphate aux.....	27
Feldspath.....	20
Fernie, schistes de.....	15
Ferrique, oxyde, pourcentage dans la roche de phosphate.....	19
Flathead, valley.....	11, 15
Floride, ressources en phosphate de la.....	27
Fluorine, pourcentage de, dans la roche de phosphate.....	19
Fluorite dans la roche de phosphate.....	18
Forty-mile, ruisseau, découverte de phosphate dans le.....	17, 19, 20
France, ressources en phosphate de la.....	29
Frank, Alberta, section géologique près de.....	6
Georgetown, région de, Idaho.....	17
Gouverneurs, conférence des.....	1, 28
Grinnell, formation de.....	13
Guano, dépôts de, au Pérou.....	30
Helena, Montana.....	11
Hill, James J.....	2
Hopkins, le Dr C. G.....	3
Idaho—dépôts de phosphate dans l'.....	1, 5
ressources en phosphore de l'.....	26
section de la région de phosphate de l'.....	7
Illinois, diminution du rendement du blé dans l'.....	2
Indiana, diminution du rendement du blé dans.....	2, 3
Iowa, diminution du rendement du blé dans l'.....	2
Jurassique, formation.....	5, 6, 7, 8
Kentucky, ressources en phosphate du.....	28
Kindle, le Dr.....	14

INDEX

37

	PAGE
Kintla, ardoise de .....	13
Kootenai, formation de .....	6, 8
Kootenay, passe du nord de .....	11, 14
Leach, M .....	15
Lewis, faille renversée de .....	11
Lewis, chaîne de .....	12
Lindforth, le Dr .....	8
Little Rapids, mine de .....	30
"Lits Rouges" .....	11, 13
Livingston, chaîne de .....	12
Loochoo, îles, existence de phosphate aux .....	32
Madison, calcaire de .....	7, 8
Magnésie, pourcentage de, dans la roche de phosphate de .....	19
Maiden Rock, Montana .....	8, 9, 10, 17
Makatea, existence de phosphate à .....	29
Manganèse, oxyde de, pourcentage de, dans la roche de phosphate .....	19
Manitoba, épuisement du sol au .....	4
McLeish, Mr .....	30
Melrose, Montana, section géologique de .....	6
Mésozoïque, formations .....	6
Mines, ministère des .....	19, 21, 30
Minnesota, rendements du blé au .....	3
Mississippi, existence de phosphate au .....	28
Mississippienne, formation .....	6, 7, 8, 15, 16
Monazite dans la roche de phosphate .....	21
Montagnes Rocheuses, examen géologique des .....	2
Montagnes Rocheuses, parc des .....	11, 16, 21
Montagnes Rocheuses, quartzite des .....	16, 17, 20, 21
Montana—	
dépôts de phosphate au .....	1, 4
ressources en phosphate au .....	27
Naru, existence de phosphate à .....	29
New York, état de—	
récoltes continues de céréales dans l' .....	2
rendement du blé dans l' .....	3
Océan, île, existence de phosphate dans l' .....	29
Ohio, diminution du rendement du blé dans l' .....	2
Oklahoma, diminution du rendement du blé dans l' .....	3
Oolithique, structure, dans la roche de phosphate .....	10, 18
Ostracodes, coquilles d', dans la roche de phosphate .....	18
Ottawa, district d', dépôt d'apatite dans le .....	1
Pennsylvanienne, formation .....	6, 7, 8, 9, 16
Permienne, formation .....	6, 7
Permo-triassique, formation .....	13
Pérou, dépôts de Guano, dans le .....	30
Phosphate d'ossements .....	29, 30, 22
Phosphate—	
exportation et importation du Canada .....	31
importation dans les principaux pays .....	27
Phosphate, dépôts, principaux auteurs à consulter .....	32

	PAGE
Phosphate de chaux, découverte de, au Canada . . . . .	2, 17
Phosphate, production de, dans le monde . . . . .	26
Phosphate, roche de—	
analyse quantitative de, sur place . . . . .	22
comment la reconnaître . . . . .	22
composition chimique d'un spécimen de . . . . .	19
quantité pour contrebalancer l'épuisement dans les provinces des Prairies . . . . .	4
structure de la . . . . .	10, 18, 20
Phosphoria, séries de . . . . .	5
Phosphore—	
importance comme constituant d'engrais . . . . .	3
manufacture de, au Canada . . . . .	31
Phosphorique, acide—	
épreuves chimiques pour reconnaître l' . . . . .	23
importance de l', comme engrais . . . . .	1, 4
méthode exacte pour le déterminer . . . . .	24
méthode de détermination quantitative sur place . . . . .	23
pourcentage dans diverses roches de phosphate . . . . .	10, 19, 20, 21
Potasse, importance comme engrais . . . . .	3
Prairies, provinces des, épuisement du sol dans les . . . . .	4
Prataa, îles, existence de phosphate aux . . . . .	32
Précambrien, terrain . . . . .	14
Quadrant, formation . . . . .	6, 9
Quartz, règlements de l'exploitation du . . . . .	25
Rasa, île . . . . .	31
Règlements miniers sur les terres du Dominion . . . . .	25
Russie, ressources en phosphate dans la . . . . .	29
Saskatchewan, épuisement du sol en . . . . .	4
Schofield, S. J. . . . .	14, 15
Shepherd, quartzite de . . . . .	13
Silice, pourcentage dans la roche de phosphate . . . . .	19
Siyeh, calcaire de . . . . .	13, 14
Sols, méthode d'analyse par le Bureau des États-Unis . . . . .	23
<i>Spirifer rockymontanus</i> . . . . .	16, 17
Stoney Squaw, montagne de . . . . .	17, 19, 20
Summit, montagne . . . . .	14
Tahiti, existence de phosphate à . . . . .	29
Tennessee, ressources en phosphate de . . . . .	28
Tortue, montagne de la, Alberta, section examinée à la . . . . .	11, 15
Tourmaline, existence de phosphate dans la . . . . .	19
Triassique, formation . . . . .	6, 7, 13
Tricalcium, phosphate de . . . . .	10, 20
Trilobite, faune, près de la passe du nord de Kootenay . . . . .	14
Tunis, dépôts de phosphate à . . . . .	31
Utah, ressources en phosphate dans l' . . . . .	1, 4, 27
Wardner, formation de . . . . .	15
Wasatch, calcaire de . . . . .	9
Wells, formation de . . . . .	16
Willis, Bailey . . . . .	12, 13
Wyoming, ressources en phosphate dans le . . . . .	1, 4, 28
Zircon, dans la roche de phosphate . . . . .	19, 20

