

E. 174-9

FORCE EN ALBERTA

EAU, CHARBON et GAZ NATUREL

D
TD
26
.A5
C734F0

Commission de la Conservation
Canada

ÉCOLE
DES HAUTES ÉTUDES
COMMERCIALES
DE MONTRÉAL

BIBLIOTHÈQUE

NO 124450

D
COTE TD 26. ASC 734

fo

AGC

Commission de la Conservation
Canada

FORCE EN ALBERTA

EAU, CHARBON

ET

GAZ NATUREL

(Lu au Congrès Industriel, Calgary, Alberta,
du 11 au 16 août 1919)

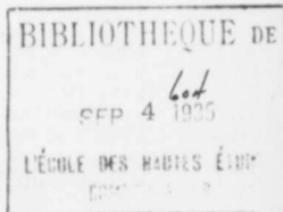
PAR

JAMES WHITE, F.R.G.S., M.E.I.C.

*Adjoint du Président, Sous-Chef
Commission de la Conservation*

OTTAWA, 1919

68047—1



124450

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, Premier Ministre, I.P.-E.

Le Dr. Howard Murray, Doyen de l'Université de Dalhousie, Halifax, N.-E.

Le Dr. Cecil C. Jones, M.A., Ph.D., 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. A. Ams, Doyen de la Faculté des Sciences Appliquées de l'Université McGill, Montréal, Qué.

Mgr. Charles P. Choquette, M.A., St-Hyacinthe, Qué., Professeur au Séminaire de St-Hyacinthe et Membre de la Faculté de l'Université Laval.

M. Edouard Gohier, St-Laurent, Qué.

M. W. F. Tye, Ex-Président de l'Institut du Génie du Canada, Montréal, Qué.

Le Dr. James W. Robertson, C.M.G., Ottawa, Ont.

L'Hon. Sénateur William Cameron Edwards, Ottawa, Ont.

M. Charles A. McCool, Pembroke, Ont.

Sir Edmund B. Osler, M.P., Toronto, Ont.

M. John F. MacKay, Toronto, Ont.

Le Dr. B. 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. William J. Rutherford, Doyen de la Faculté d'Agriculture de l'Université de la Saskatchewan, Saskatoon, Sask.

Le Dr. Henry M. Tory, M.A., D.Sc., Président de l'Université de l'Alberta, Edmonton, Alta.

M. John Pease Babcock, M.A., D.Sc., Commissaire Adjoint des Pêcheries, Victoria, C.-B.

Membres ex-officio:

L'Hon. S. F. Tolmie, Ministre de l'Agriculture, Ottawa.

L'Hon. Arthur Meighen, Ministre de l'Intérieur, Ottawa.

L'Hon. Martin Burrell, Secrétaire d'Etat et Ministre des Mines, Ottawa.

L'Hon. Orlando T. Daniels, Procureur Général de la Nouvelle-Ecosse.

L'Hon. Walter M. Lea, Commissaire de l'Agriculture, Charlottetown, I. P.-E.

L'Hon. E. A. Smith, Ministre des Terres et des 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. Thomas H. Johnson, Procureur Général, Manitoba.

L'Hon. Charles Stewart, Premier Ministre, Ministre des Chemins de fer et des Téléphones, Alberta.

L'Hon. T. D. Pattullo, Ministre des Terres, Colombie-Britannique.

Sous-chef et Adjoint de Président:

M. JAMES WHITE.

La force en Alberta—eau, charbon et gaz naturel*

ON a défini la force: «La substitution de l'énergie mécanique à l'énergie humaine, de l'action mécanique au travail humain.» Par l'utilisation de la force, les nations civilisées développent énormément plus d'énergie que l'ensemble des forces musculaires de leurs habitants et bêtes de somme. Sir Dugald Clerk a calculé que les manufactures du monde, y compris l'éclairage électrique et les tramways, consomment 75,000,000 de chevaux-vapeur; les chemins de fer du globe 21,000,000, et le transport 24,000,000; soit un total de 120,000,000 de chevaux-vapeur. Fairgrieve dit, en sa *Geography and World Power*, que «la force de la Grèce, avec laquelle elle accomplit de si grandes choses dans toutes les sphères du progrès humain, était fournie en majeure partie par les esclaves. Chaque Grec, chaque famille grecque, avait cinq ilotes, auxquels on ne pense pas, lorsqu'on parle des Grecs; c'étaient cependant eux qui fournissaient une grande part de l'énergie grecque.»

Répartition de la force	Le Royaume-Uni dépense environ 13,000,000, les Etats-Unis environ 29,000,000, et les Dominions britanniques et dépendances 6,000,000 des 75,000,000 de chevaux-vapeur, employés dans les manufactures et les activités industrielles générales et municipales du monde.
----------------------------	---

Il s'ensuit que le travail industriel, effectué seulement aux Etats-Unis, équivaut à celui de 580,000,000 d'esclaves; et chaque famille au Royaume-Uni a dans les industries, une trentaine de serfs «qui fournissent de l'énergie et ne demandent pas d'aliments, ne ressentent pas de fatigues, ni le désespoir de la servilité.»

Après avoir démontré la haute importance de la force motrice, je passe à l'examen du problème énoncé, c'est-à-dire, la force existante dans la province de l'Alberta.

*Il convient de se rappeler que cette brochure n'est qu'un aperçu général de cet important sujet. Elle ne traite que de la situation de la force dans l'Alberta. Quelques-unes des conclusions y contenues peuvent ne pas s'appliquer ainsi spécialement aux autres provinces du Canada.

Elle ne touche, par ailleurs, qu'à la production en gros de force motrice.

FORCE HYDRAULIQUE

Facteurs qui régissent la force hydraulique

La priorité d'étude appartient naturellement à la force hydraulique, qui possède tant d'avantages. Les forces hydrauliques excédant 5,000 c.-v. à l'eau basse, pendant vingt-quatre heures, sont indiquées, par un grand point sur la carte de l'Alberta, pages 16 et 17; les chiffres indiquent les minimums en milliers de chevaux-vapeur. En jetant les yeux sur la carte, il se peut, d'une part, que l'on trouve que les quantités d'énergie mentionnées sont trop minimes, surtout si l'on pense aux données exagérées, qui en ont été publiées de temps à autre, et que, d'autre part, on se rappelle, en traversant cette région, l'été, avoir vu, de la voiture d'un train de chemin de fer, de grands volumes d'eau couler dans les belles rivières de l'Alberta. Le voyageur ne sait pas, ou il oublie, que l'étiage n'a pas lieu, en ces rivières de l'Ouest, pendant les plus fortes chaleurs de l'été, car alors les glaciers et les champs de neige accroissent le volume de leurs eaux. C'est au contraire, durant la rigueur de l'hiver, quand le froid congèle les torrents et les champs de neige, que le volume d'eau dépend virtuellement des sources qui alimentent les rivières.

Il ne faut pas non plus perdre de vue la hauteur des chutes que l'on rencontre en ces cours d'eau: ceci est une considération géologique. Les montagnes Rocheuses se composent, en grande partie, de calcaire mélangé de grès et de schiste en quelques vallées de la partie est. L'eau qui coule sur de telles roches tend à niveler le lit des rivières. Donc, peu de hautes chutes. Par ailleurs, la construction de hauts barrages est généralement impossible, vu les prix excessifs des matériaux, et la présence de chemins de fer le long de plusieurs importants cours d'eau.

Avant de passer à l'étude du côté économique du sujet, il convient de donner une liste des principales forces hydrauliques de l'Alberta, d'une puissance supérieure à 5,000 c.-v. au minimum, pendant vingt-quatre heures.

FORCES HYDRAULIQUES DANS L'ALBERTA D'UNE PUISSANCE
MINIMUM ESTIMATIVE DE 5,000 C.-V. OU PLUS

Emplacement	Hau- teur en pieds	Minimum estimatif en c.-v.	Distance du principal marché et données semblables*
<i>Rivière Bow:</i> †			
Radnor.....	44	8,000	25 milles de Calgary.
Ghost.....	50	9,000	30 milles de Calgary.
Mission.....	47	8,000	35 milles de Calgary.
Bow Fort.....	66	11,000	38 milles de Calgary.
Chute Horseshoe.....	70	12,000	42 milles de Calgary.‡
Chute Kananaskis.....	70	12,000	45 milles de Calgary.‡

Emplacement	Hauteur en pieds.	Minimum estimatif en c.v.	Distance du principal marché et données semblables.*
<i>Rivière Elbow:</i>			
Près du ruisseau Cañon.....	225	5,000	30 milles de Calgary. Possibilité de créer une autre chute de 500 pieds.
<i>Rivière Saskatchewan du Nord:†</i>			
Rapide Rocky.....	85	28,000	65 milles d'Edmonton. Il faudrait un barrage de 85 pieds de hauteur.
<i>Rivière Athabaska:</i>			
5m. en amont du rapide Mountain	15	7,000	220 milles d'Edmonton.
Rapide Rock.....	12	5,000	220 milles d'Edmonton.
Rapide Crooked.....	13	6,000	220 milles d'Edmonton.
Rapide Long.....	28	12,000	220 milles d'Edmonton.
Rapide Middle.....	20	9,000	215 milles d'Edmonton.
Rapide Boiler.....	25	11,000	215 milles d'Edmonton.
Rapide Grand.....	54	22,000	200 milles d'Edmonton.
Rapide Pélican et rapide d'amont.....	17	7,000	165 milles d'Edmonton.
Chute Baptiste.....	80	12,000	150 milles d'Edmonton.
7 milles en amont de la rivière Baptiste.....	42	6,000	150 milles d'Edmonton.
<i>Rivière Peace:</i>			
Chute et rapide Vermilion.....	26	20,000	340 milles d'Edmonton.
Rapides Peace Cañon**.....	225	94,000	380 milles d'Edmonton. Demanderait un coursier d'environ 9 milles de long, si développé à un emplacement.
<i>Rivière Slave:</i>			
Rapides Lower Fort Smith....	48	128,000	450 milles d'Edmonton.
Rapides Upper Fort Smith.....	69	184,000	445 milles d'Edmonton

*Les chiffres des parcours figurant en cette colonne sont des distances à vol d'oiseaux et, en général, seulement à cinq milles des plus rapprochés. La ligne de transmission sera d'environ 10 pour cent plus longue.

†Les chiffres pour les rivières Saskatchewan du Nord et Bow concernent le débit régularisé. Pour la rivière Bow, le minimum, avec débit régularisé, est inférieur à la moitié des chiffres donnés.

‡Usine hydro-électrique de la Calgary Power Co.

**En Colombie-Britannique.

La potentialité totale des forces hydrauliques de l'Alberta, au temps de l'étiage, est approximativement de 450,000 c.-v. L'ensemble des forces utilisées produit 33,000 c.-v.

Il faut noter ici que les chiffres donnés pour les forces produites sur les rivières Athabaska, Peace et Slave, et mentionnés en notre rapport sur *les Forces Hydrauliques du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta*, sont ceux obtenus pendant que les rivières sont libres de glace, de mai à novembre. On ne possède pas de données précises sur le débit minimum de ces rivières; mais les renseignements disponibles montrent que le débit minimum, en hiver, serait d'environ le tiers de celui du minimum de la saison ouverte, et les chiffres cités plus haut sont basés sur cette supposition.

Ressources de forces hydrauliques restreintes

La succincte revue qui précède, des grandes forces hydrauliques de l'Alberta, ne mentionne pas de fortes ressources à proximité des parties bien habitées de la province, étant donné que la demande d'énergie soit uniforme pendant les douze mois de l'année. Il faut donc étudier les moyens propres à suppléer ou à remplacer la force de l'eau.

Les rivières Saskatchewan du Nord, Saskatchewan du Sud et Bow atteignent leurs plus hauts niveaux pendant la dernière partie de juin, et leurs plus bas vers la fin de décembre. Le temps des bas niveaux va, généralement, du commencement de décembre à la fin d'avril. Il s'ensuit que si l'on veut utiliser les forces hydrauliques de l'Alberta, aussi complètement que possible, on devra prendre les moyens voulus pour suppléer à l'insuffisance pendant le temps des bas niveaux.

De 1911 à 1916, le débit maximum de la rivière Saskatchewan du Nord, à Edmonton, fut de 186,560 pieds cubes par seconde, le 28 juin 1915, et le débit minimum 650 p.c.s., le 25 décembre 1913; autrement dit, le débit à l'eau haute excéda de 286 fois celui de l'eau basse. Pendant le même intervalle, le débit, à l'eau haute, de la rivière Saskatchewan du Sud, à Medicine Hat, le 28 juin 1915, fut de 84,700 p.c.s., c'est-à-dire, 110 fois celui de l'eau basse, 772 p.c.s., le 27 décembre 1911. Pendant la période de 1910-16, le débit, à l'eau haute, de la rivière Bow, à Calgary, le 26 juin 1915, fut de 28,130 p.c.s., ou 48 fois celui de l'eau basse, 580 p.c.s., le 27 décembre 1912.

Si nous exceptons le Niagara et le Saint-Laurent, nous pouvons dire qu'il n'y a probablement pas de rivières au Canada, dont le débit n'est pas sensiblement affecté quelquefois par des niveaux extrêmement bas. Si nous voulons donc développer nos cours d'eau, pour en utiliser leur valeur potentielle et créer des forces hydrauliques, il nous sera impossible d'atteindre leur complète utilisation sans recourir à des usines génératrices auxiliaires à vapeur, à gaz ou autres.

Réservoirs

Les réservoirs sont naturellement le moyen le plus approprié pour suppléer à l'insuffisance du débit à l'étiage. Malheureusement, les cours d'eau de l'Alberta ne traversent pas de grands lacs; il est même impossible, sans d'énormes dépenses, de construire de grands réservoirs artificiels, dans la plupart. Le lac Minnewanka, sur la rivière Bow, est le plus grand des montagnes Rocheuses. Sa superficie est de six milles carrés, et le barrage actuel y retient un volume d'eau de 58,080 pieds-acre. Les lacs Bow et Spray peuvent aussi fournir un volume supplémentaire total de 198,400 pieds-acre.

Toutefois, grâce aux énormes quantités de charbon que possède l'Alberta, il serait possible de suppléer à l'insuffisance des forces

hydrauliques, pendant la durée de l'eau basse, au moyen d'usines génératrices auxiliaires à vapeur. De telles usines pourraient aussi être utilisées au moment des plus fortes dépenses d'énergie électrique.

Si de telles usines auxiliaires n'étaient nécessaires que pendant quelques mois de l'année, il serait préférable de les construire à peu de frais, même au sacrifice de l'économie. Mais si elles sont utilisées pour aider à la production des usines hydrauliques, au moment des plus grandes dépenses d'énergie, ou pour empêcher des interruptions de service, l'économie d'opération devient une question plus importante.

FORCE DE LA VAPEUR vs. FORCE DE L'EAU

Ce qui précède traite seulement des forces hydrauliques et de leur utilisation.

On est généralement porté à supposer que la force hydraulique est, *par inhérence*, moins coûteuse que la force de la vapeur. En réalité, leurs prix de revient relatifs dépendent de certaines conditions; il arrive souvent que la force de la vapeur coûte moins que celle de l'eau, surtout depuis 1914, vu les perturbations causées par la guerre.

Mise en parallèle avec la force de la vapeur, la force de l'eau possède les avantages suivants:

- (1) Ses frais d'opération sont ordinairement beaucoup moindres.
- (2) L'usine ne demande que très peu de main-d'œuvre, ni d'autre combustible que ce qui est nécessaire au chauffage du bâtiment.

Les désavantages sont:

- (1) Les dépenses de développement et d'installation sont usuellement beaucoup plus élevées que celles des usines à vapeur.
- (2) La situation d'une usine hydraulique est fixée par la nature. Cette absence d'élasticité nécessite, en général, une plus longue ligne de transmission pour rendre l'énergie électrique chez le consommateur.
- (3) Le service est moins stable, vu la possibilité d'un manque de force provenant d'une baisse d'eau exceptionnelle.

Effet de la turbine à vapeur sur le développement Au cours des dernières années, des dépenses de capital que nécessitaient les installations d'usines à vapeur modernes à haute puissance, et celles de plusieurs développements hydro-électriques, étaient presque les mêmes, grâce à l'introduction de l'usage de la turbine à vapeur. Plusieurs ingénieurs prédisent même que bientôt l'énergie électrique sera produite par la vapeur à meilleur compte, toute chose égale, que l'énergie hydro-électrique. Les usines à vapeur dépensaient autrefois de 30 à 35 livres de ~~charbon~~ par cheval-vapeur-heure; aujourd'hui, les usines

vapeur

modernes produisent le même effet avec 9 à 9½ livres. En 1915, on pouvait construire une turbine à vapeur moderne de grande dimension pour actionner des groupes électrogènes de 10,000 à 20,000 kilowatts (13,300 à 26,600 chevaux-vapeur), à raison de \$50 à \$60 par kilowatt (\$37 à \$45 par cheval-vapeur) de capacité maximum), tandis que les dépenses d'installation d'usines hydro-électriques étaient de \$200 à \$250 le kilowatt (\$150 à \$187 par cheval-vapeur).

Capital et coût d'opération d'une usine à vapeur M. Lewis B. Stillwell dit qu'en 1916 on pouvait construire une usine à vapeur, pour produire 50,000 kilowatts (66,700 c.-v.), au prix de \$3,185,000, soit environ \$64 le kilowatt-an (\$48 par cheval-vapeur). En allouant 42 pour cent pour intérêt, amortissement et taxes, un kilowatt-heure aurait coûté 53 cents, étant donné que le facteur de charge fût de 50 pour cent et le prix de la tonne de charbon \$3. Il calcule que, pour concurrencer avec une telle usine à vapeur, étant donné que les frais de capital soient de 15 pour cent par année, un placement dans une usine hydro-électrique au coût de \$130 par kilowatt (\$98 par cheval-vapeur) serait justifiable.

Pour ce qui précède, on se base, naturellement, lorsqu'il s'agit d'une usine hydro-électrique, sur la supposition que le débit du cours d'eau permettra de produire, toute l'année, la totalité de l'énergie. S'il faut ajouter à cette usine un auxiliaire à vapeur, pendant le temps de l'eau basse, le placement justifiable dans une usine hydro-électrique, dont il a été fait mention, sera réduit par le coût de l'usine à vapeur. Il faut soustraire, en outre, la valeur capitalisée des frais d'entretien et d'opération de l'usine à vapeur.

La forte somme de capital déboursée, pour installer une usine hydro-électrique, occasionne un montant d'intérêt très élevé. M. Gano Dunn a fait une analyse* des dépenses brutes d'opération que nécessitent une usine électrique type et une usine hydro-électrique type de 20,000 chevaux-vapeur chacune. D'après ses déductions, il appert que parmi les frais d'opération d'une usine électrique à vapeur, le coût du charbon était de 48 pour cent et ceux de l'intérêt des obligations 19 pour cent; et que, parmi les dépenses d'opération d'une usine hydro-électrique, les intérêts des obligations y figuraient pour 77·4 pour cent.

Il va de soi que ce lourd fardeau, qui absorbe plus que les trois quarts des dépenses d'opération, subsiste, à quelque degré de puissance de production—entière ou demie—que fonctionne l'usine,

*Voici l'analyse de M. Dunn:

Analyse des dépenses brutes d'opération d'une usine électrique à vapeur type et de celles d'une usine hydro-électrique type de la même puissance, 20,000 c.-v., avec facteur de charge annuel de 50 pour cent, et produisant de l'énergie au même prix; le charbon livré étant de \$3.25 la tonne et les intérêts sur le capital 7%.

même si elle est au repos. L'ignorance, ou l'omission de ce fait, est l'une des plus ordinaires causes d'insuccès des usines hydrauliques.

	Pourcentage des dépenses brutes d'opé- ration d'une usine à vapeur	Pourcentage des dépenses brutes d'opé- ration d'une usine hydro- électrique
Administration.....	4.0	4.0
Dépenses ordinaires d'opération (excepté le charbon).....	10.6	4.8
Charbon.....	48.9
Taxes et assurance.....	6.7	2.8
Usure.....	10.8	11.0
Intérêts sur obligations.....	19.0	77.4
Total.....	100.0	100.0

Obstacles
aux forces
hydrauliques

M. Julien Smith, ingénieur en chef et vice-président de la Shawinigan and Water Power Co., Shawinigan, Qué., dit que le coût capital d'une usine hydraulique est le double de celui d'une usine à vapeur, et que, si le prix de la main-d'œuvre en est l'une des principales causes, l'usine hydraulique sera pour toujours paralysée. Il est sous l'impression que, d'ici à plusieurs années, les usines à vapeur seront de première importance, et les usines hydrauliques d'importance secondaire; mais il fait exception pour les grandes forces hydrauliques du Niagara et du Saint-Laurent, qui jouissent d'avantages spéciaux.

Il faut reconnaître que l'usine à vapeur, comparée à l'hydro-électrique, occupe aujourd'hui une position beaucoup plus avantageuse que celle qu'elle avait il y a une quinzaine d'années. L'usine hydro-électrique avait un rendement initial élevé, et n'avait cependant progressé durant cette période que de dix pour cent. D'un autre côté, elle a maintenant atteint une telle efficacité qu'elle n'est plus susceptible d'une grande amélioration. Ses dépenses initiales ont augmenté par suite de l'accroissement de la main-d'œuvre et des matériaux. En outre, la faible effectivité initiale de l'usine à vapeur donnait lieu à une suite d'améliorations, et l'introduction de la turbine à vapeur a contribué à réduire les premiers déboursés. Cette effectivité peut encore être perfectionnée, et l'on s'y attend en toute confiance. Les dépenses initiales d'une usine à vapeur ne sont plus qu'environ la moitié de ce qu'elles étaient, il y a quinze ans, et l'on a réduit sa consommation de charbon d'un tiers à une demie.



CHARBON

L'Alberta possède 87 pour cent du charbon du Canada; mais les calculs estimatifs, contenus dans la publication *Coal Resources of the World*, portent que les lignites ou sous-bitumineux forment 82 pour cent du charbon de cette province. On peut dire que la plus grande partie de la section colonisée est favorisée par la présence de ce précieux combustible; et les données qui précèdent, sur les dépenses relatives de la production de l'énergie électrique par la vapeur et par l'eau, montrent qu'il importe d'étudier le moyen de réaliser des économies en production d'énergie électrique par la vapeur, dans des stations très puissantes, et en transmission à des municipalités situées dans un rayon de 100 milles ou plus.

Lignes de
transmission des
stations centrales

On a tracé des cercles à rayons de 100 milles sur la carte (pages 16 et 17). Les centres de ces cercles sont seulement suppositifs et l'on a choisi Lethbridge, Drumheller et Edmonton (ou Clover Boar) comme points centraux de production maximum de charbon. Les cercles de Lethbridge et d'Edmonton, ne touchent pas à la frontière est de la province, mais cela importe peu, car la transmission n'est pas limitée à 100 milles: la ligne de transmission de la Ontario Hydro-Electric se rend de Niagara à Windsor, une distance de 230 milles.

On a choisi les grands centres d'exploitation minière, parce que ces stations de très grande puissance offrent des occasions spéciales pour réaliser des économies. Ainsi, elles consomment du charbon qui, sans cela, serait laissé dans la mine, car il ne vaudrait pas la peine de le monter à la surface. L'Alliance Power Company a réalisé ainsi de grandes économies; elle dit qu'en «brûlant du poussier de lignite elle a réduit ses dépenses de charbon à l'usine d'Edmonton de \$165,000 à \$75,000 par année»; elle ajoute que s'il était possible d'inventer des appareils de chauffe automatiques, capables de «répondre et d'évaporer l'eau nécessaire dans les chaudières pour le temps des surcroûts de dépenses d'énergie», les résultats seraient beaucoup plus avantageux. Ce n'est pas exagérer que de dire que le charbon gaspillé maintenant par l'exploitation des 240 ou 250 mines dans l'Alberta, suffirait, s'il était convenablement utilisé, à produire toute l'énergie employée à présent dans la province.

On cherche aussi à effectuer d'autres économies par la récupération des sous-produits marchands, à la manière des grandes compagnies de production de gaz municipal.

La capacité totale *moyenne* des usines hydro-électriques installées dans l'Alberta est de 7,995 c.-v.; celle des usines électriques à vapeur

de 1,233 c.-v., et celle des machines à combustion interne pour produire de l'électricité de 222 c.-v.

Un turbo-générateur de 80,000 chevaux-vapeur est maintenant en opération à New-York. Nul doute que l'on réaliserait de fortes économies par l'installation de pareils générateurs dans des stations de production de très grande puissance aux mines de charbon, comparativement à ce que produisent actuellement les nombreuses petites mines isolées qui disparaîtraient; il s'agit surtout de gagner sur la consommation, le transport du charbon, la main-d'œuvre, etc.

Développement Le service de la statistique et du recensement calcule
actuel de force à 100,000 c.-v. l'énergie employée par les «principales
motrice industries» de l'Alberta. On voit par là qu'un *seul*
groupe électrogène géant de 80,000 c.-v., comme celui maintenant en
opération dans une station génératrice d'énergie pour les tramways à
New-York, suffirait pour la presque totalité de la consommation d'éner-
gie par les principales industries de la province de l'Alberta.

La réunion des systèmes de génération d'énergie aurait aussi pour résultat d'économiser du combustible, surtout si l'on y ajoutait les systèmes hydro-électriques qui ont un excédent de production pendant la saison des hautes eaux. De tels assemblages permettraient aussi d'augmenter le facteur de charge et réduiraient les dépenses maximums, vu que les charges des différents systèmes ne coïncident pas. Ainsi, la réunion permettrait un usage maximum des forces hydrauliques et l'augmentation du facteur moyen de charge. De plus, s'il y a des stations centrales inéconomiques dans le système, elles seront laissées en réserve et mises en service lorsqu'il faudra fournir une forte charge. On a calculé, en 1918, que la réunion de systèmes et la fermeture d'usines inéconomiques aux Etats-Unis ont fait économiser 540,000 tonnes de charbon.

Comme on l'a déjà dit, il ne suffit pas de se contenter d'accroître l'effectivité des appareils générateurs, mais il faut s'appliquer à augmenter le rendement de tout le système.

Il convient de noter que, tout en faisant ressortir les nombreux avantages des stations très puissantes, on ne demande pas que les organisations actuelles soient maltraitées, mais qu'il faut au contraire en tirer le meilleur parti possible, en les incorporant dans un système qui leur permettra de produire un rendement maximum et économique. L'étude de l'assemblage de pareils systèmes donnera l'avantage de les utiliser de façon à réduire au minimum les pertes provenant de leur manque relatif d'effectivité.

Marché pour la
force motrice

On a déjà dit que les dépenses de production d'énergie hydro-électrique diminuent au fur et à mesure que le facteur de charge augmente; il s'ensuit qu'il est très

désirable de trouver un marché qui réclame un fort facteur de charge. Les travaux électrochimiques donnent un facteur de charge qui atteint souvent 90 pour cent. Sous ce titre sont compris l'industrie des alcalis caustiques électrolytiques dont les produits sont: la soude caustique, employée dans la fabrication du savon, du coton à mercerie, etc.; le sodium métallique, servant de base au cyanure; les hypochlorites servant au blanchissage et à la stérilisation de l'eau; le chlore, qui sert à stériliser et à blanchir; les chlorates, employés pour fabriquer des allumettes, des explosifs, etc. Les principaux produits d'un four électrique sont: les abrasifs, le graphite, le silicium, les ferro-alliages, tels que le ferro-chrome, le ferro-silicium, le ferrotungsten, etc., employés dans l'industrie de l'acier; le carbure de calcium, employé dans la fabrication de la cyanamide et de l'acétylène.

Augmentation du coût de la force hydraulique du Niagara Pour attirer les industries à une usine électrolytique, certains avantages sont nécessaires, tels que la force motrice à bas prix, les facilités de transport, les grands marchés, etc. On se demande, naturellement, ce qu'il faut entendre par la force motrice à bas prix. Il y a une quinzaine d'années, la Hydro-Electric Commission d'Ontario fit un contrat de 10 ans, par lequel elle achetait une quantité globale de 100,000 chevaux-vapeur, à \$9 le cheval-vapeur-an. On dit que le prix d'un cheval-vapeur-an est maintenant d'environ \$20; cela veut dire que l'énergie du Niagara n'est plus une affaire «à bon marché». En plus des \$20, l'acquéreur de courant alternatif à haute tension du Niagara est tenu de fournir les transformateurs, etc., ce qui porte les frais à un chiffre voisin de celui du coût de la force de la vapeur dans la ville de New-York, produite avec du poussier de charbon à bas prix.

Fixation de l'azote

On a demandé qu'une très grande usine génératrice d'électricité à bas prix entreprît la fixation de l'azote atmosphérique, pour servir d'engrais. Deux procédés sont suivis, savoir: l'oxydation de l'azote par l'arc électrique, et la conservation du carbure de calcium en cyanamide. On a déjà établi à Niagara Falls, Ont., une grande usine qui fabrique de la cyanamide. Quelques ingénieurs pensent qu'il serait possible d'établir, dans l'Est du Canada, une grande industrie de fixation d'azote, si l'on y disposait de force motrice à bas prix, par exemple, à \$12* le cheval-vapeur-an. Cependant, d'autres ingénieurs disent que cette

*L'usine de l'American Nitrogen Products Company est située près de l'usine hydro-électrique de la British Columbia Electric Co., au lac Buntzen, sur le bras nord de l'anse Inlet, et près de Vancouver, C.-B. L'American Nitrogen Products Company fabrique du nitrate de sodium, du nitrite ammoniacal et de l'acide nitrique. Le nitrite ammoniacal est employé à la fabrication de teintures et l'acide azotique a été vendu au gouvernement anglais pour les explosifs. On dit que l'American Nitrogen Products Company paye \$12 le cheval-vapeur-an l'énergie électrique qu'elle consomme. Actuellement, la B.C. Electric dispose d'un grand surplus d'énergie qu'elle vendrait à très bas prix. Dans l'usine de la Nitrogen Products Co., l'azote est oxydé dans l'arc électrique.

force ne devrait pas coûter plus de \$5 ou \$6. La partie de l'Alberta, où ce produit serait fabriqué, jouirait d'avantages spéciaux sur les marchés de l'Ouest du Canada, mais les frais de transport, pour l'Est du Canada ou les états de l'Est des Etats-Unis, seront plus élevés que ceux des points plus rapprochés de ces marchés.

M. Lawrence Addicks est d'opinion qu'une usine à vapeur géante, établie à proximité d'une mine de charbon, et pourvue d'une quantité d'eau suffisante pour l'alimentation des chaudières et la condensation, «pourrait produire de l'énergie électrique à plus bas prix que celle provenant maintenant du Niagara»*.

Bref, la discussion qui précède démontre que le développement moderne des arts mécaniques et industriels a prouvé que le charbon est maintenant un puissant rival pour toutes les autres sortes d'énergies, y compris l'énergie hydro-électrique. Il s'ensuit donc que l'Alberta, qui possède d'énormes quantités de charbon, devrait s'appliquer à utiliser ce combustible conformément aux méthodes déjà décrites.

ÉLECTRISATION DES CHEMINS DE FER

Vu l'importance de l'électrification des chemins de fer, un aperçu du sujet ne sera pas hors de place ici.

Il est probable que les chemins de fer à vapeur seront bientôt électrisés; il y a cependant plusieurs facteurs dans le problème qui s'opposent sans doute à cette entreprise pour de très longs parcours.

M. W. F. Tye, ex-ingénieur en chef du chemin de fer Pacifique Canadien, a établi une comparaison entre les avantages de la locomotive électrique et ceux de la locomotive à vapeur. Il fait remarquer que les avantages de traction par la locomotive électrique, mis en comparaison avec ceux de la locomotive à vapeur, sont nombreux. Les frais d'entretien d'une locomotive électrique sont moindres que ceux de l'autre; il n'est pas nécessaire de l'envoyer à l'atelier, à la fin de chaque course, pour y être nettoyée, etc.; deux unités ou plus peuvent être accouplées, sans perte de force; la locomotive électrique retient toute sa force de traction en arrivant au sommet d'une longue rampe; sur les longues rampes descendantes, l'emploi des freins développe de l'énergie électrique, qui retourne à la ligne du trolley ou troisième rail, et en hiver, malgré la rigueur du froid, il n'est pas nécessaire de réduire le chargement du convoi.

Coût capital de
l'électrification
des chemins
de fer

D'un autre côté, l'électrification nécessite de grands capitaux; les chemins de fer trouvent que ce n'est pas une opération facile, et les taux de l'intérêt sont

*Pour données sur le coût des lignes de transmission, voir page 24.

beaucoup plus élevés qu'avant la guerre. L'électrification de toutes les voies ferrées exigera la construction d'usines hydro-électriques et d'usine électrique à vapeur. Les chargements des chemins de fer varient beaucoup d'heure en heure et de jour en jour, et les facteurs de charge des nombreuses usines, qui n'auront pas d'autres consommateurs que les chemins de fer, seront bas, ce qui, comme on l'a déjà dit, rendra l'énergie coûteuse. En outre, une interruption sur certaines parties de l'installation électrique pourra paralyser les opérations sur un long parcours.

M. W. F. Tye a dit que nul chemin de fer canadien, sauf peut-être le Pacifique Canadien, n'est dans une situation financière assez avantageuse pour entreprendre des déboursés aussi considérables; il ajoute qu'il ne pense pas que le «Pacifique Canadien ait déjà trouvé une place où le trafic serait suffisant pour justifier le coût de l'installation de la traction électrique.*

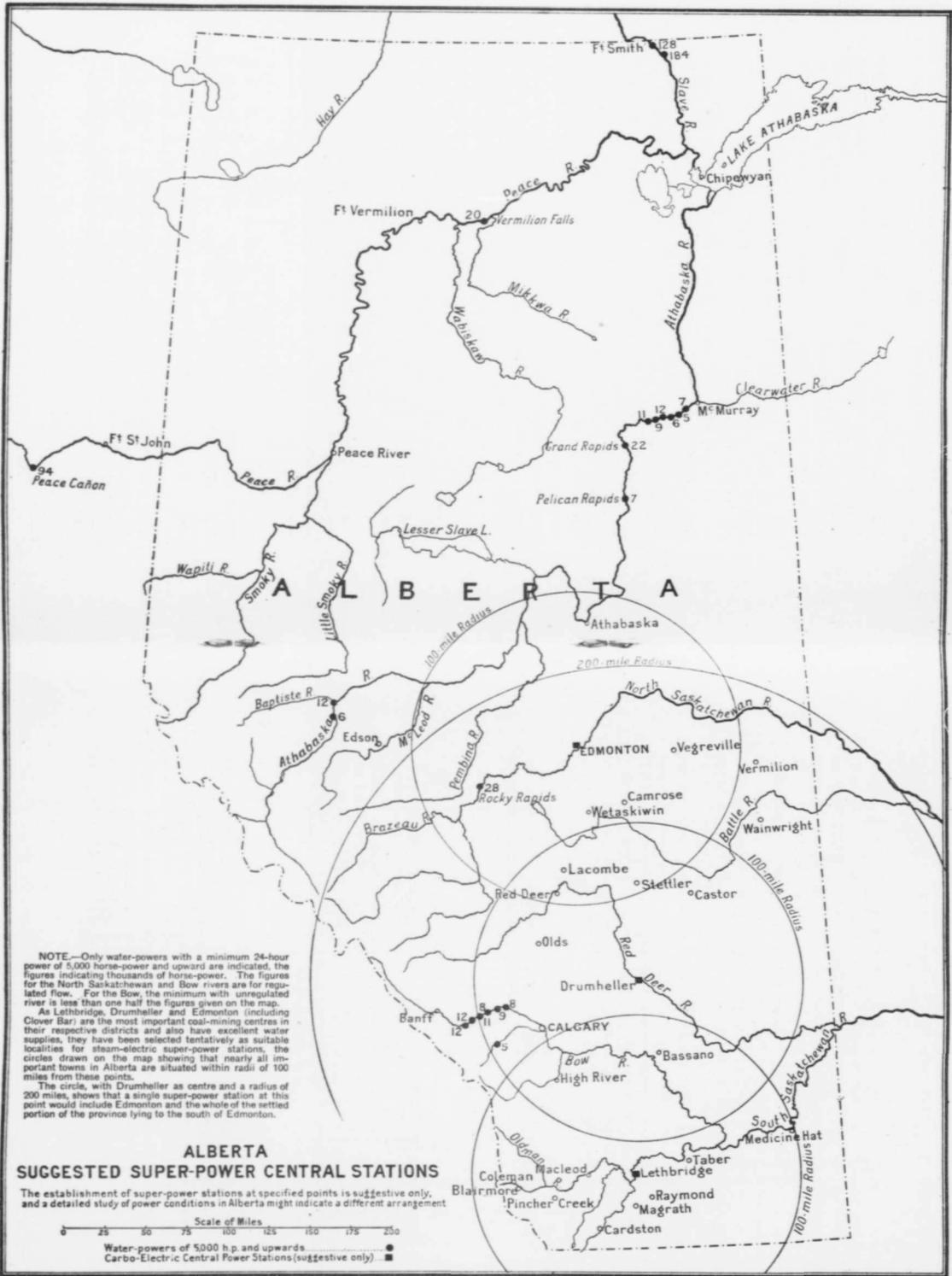
On a démontré que les locomotives électriques peuvent atteindre une grande force de traction; mais, si je suis bien renseigné, ce système occasionne maintenant de graves difficultés: les assises d'une voie ferrée ordinaire ne résisteront pas aux pressions exercées par l'application des freins à des convois à poids énormes, ni aux exigences de l'opération physique.

L'électrification du chemin de fer Chicago, Milwaukee and St. Paul est souvent cité pour démontrer qu'il est économiquement possible d'électrifier une voie ferrée. Rappelons-nous, cependant, qu'à proximité de ce chemin de fer il existe deux forces hydrauliques d'une grande hauteur de chute et sur une rivière à volume d'eau considérable, le Missouri; que ces forces étaient déjà développées et qu'elles soutenaient tout le fardeau de l'intérêt du capital engagé dans le développement. Un consommateur qui prendrait une quantité de 60,000 c.-v. pourrait, sans doute, changer une entreprise en faillite en une opération rémunératrice, même si la compagnie productrice lui cède cette énergie à bas prix. Je sais, par ailleurs, que la compagnie du Pacifique Canadien, voulant améliorer l'état de la forte rampe, entre Hector et Field, C-B., crut qu'il valait mieux dépenser \$2,000,000 à construire une nouvelle voie de 7 ou 8 milles que d'électrifier l'ancienne.

INDUSTRIES DANS L'ALBERTA

On compte à présent, dans l'Alberta, quatre stations centrales avec usines hydro-électriques, d'une puissance totale de 31,980 c.-v.; 42 usines électriques à vapeur, d'une production globale de 51, 805 c.v.,

*The Times, Londres, dit qu'un calcul suppositif, basé sur les chiffres d'avant-guerre, porte à \$100,000 par mille les dépenses d'électrification des 24,000 milles de voies ferrées en Grande-Bretagne.



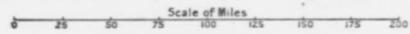
NOTE.—Only water-powers with a minimum 24-hour power of 5,000 horse-power and upward are indicated, the figures indicating thousands of horse-power. The figures for the North Saskatchewan and Bow rivers are for regulated flow. For the Bow, the minimum with unregulated river is less than one half the figures given on the map.

As Lethbridge, Drumheller and Edmonton (including Clover Bar) are the most important coal-mining centres in their respective districts and also have excellent water supplies, they have been selected tentatively as suitable localities for steam-electric super-power stations, the circles drawn on the map showing that nearly all important towns in Alberta are situated within radii of 100 miles from these points.

The circle, with Drumheller as centre and a radius of 200 miles, shows that a single super-power station at this point would include Edmonton and the whole of the settled portion of the province lying to the south of Edmonton.

ALBERTA SUGGESTED SUPER-POWER CENTRAL STATIONS

The establishment of super-power stations at specified points is suggestive only, and a detailed study of power conditions in Alberta might indicate a different arrangement.



Water-powers of 5000 h.p. and upwards ●
Carbo-Electric Central Power Stations (suggestive only) ■

RECENSEMENT DE L'INDUSTRIE, 1917. FORCE MOTRICE POUR LES PRINCIPALES INDUSTRIES DE L'ALBERTA

Nom de l'industrie	Force possédée												Force louée						Force totale									
	Nombre d'établissements			Machines à vapeur			Machine à gaz			Machine à gazoline			Roues hydrauliques			Moteurs hydrauliques				Moteurs électriques mus par courant produit par un établissement			Autres forces		Moteurs électriques mus par force louée		Autres forces	
	nom- bre	nom- bre	c.-v.	nom- bre.	c.-v.	nom- bre	c.-v.	nom- bre	c.-v.	nom- bre	c.-v.	nom- bre	c.-v.	nom- bre	c.-v.	nom- bre	c.-v.	nom- bre		c.-v.	nom- bre	c.-v.	nom- bre	c.-v.	nom- bre	c.-v.		
Brique, tuile et poterie.	10	15	1,338			2	21																				2,494	
Beurre et fromage...	73	51	565			10	78							1	3	17	277	69	652								1,575	
Eclairage et énergie électrique.....	45	57	51,862							14	32,850																84,712	
Farine et mouture.....	61	29	3,385	7	480	47	426							18	291			39	1,794	4	105						6,481	
Liqueur, drêche.....	5	15	870											41	300			146	691								1,861	
Bois ouvré (scieries)...	52	49	2,371			2	28	2	30					6	120	2	100										2,649	
Produits forestiers.....	20	9	910	2	47	2	31											5	285	44	731						2,004	
Abattoirs et conserves de viande.....	6	13	1,910							1	40			48	678			80	780								3,408	
Totaux.....	272	238	63,211	9	527	63	584	17	32,920					114	1,392	24	662	404	5,783	4	105						105,184	
Moins "force louée".....																											5,888	
																											99,296	

et six usines avec machines à combustion interne, qui produisent ensemble 1,332 c.-v. Le tableau sur la page 18, fourni par le service du recensement et de la statistique, énumère 272 usines génératrices pour les principales industries de l'Alberta. Ces usines utilisent 238 machines à vapeur, d'une puissance totale de 63,211 c.-v.; 9 machines à gaz de 527 c.-v.; 63 machines à gazoline de 584 c.-v.; 17 roues hydrauliques de 32,920 c.-v.; 114 moteurs électriques de 1,392 c.-v., et d'autres sources de force d'un total de 662 c.-v. Le grand total de force motrice en usage dans l'Alberta est donc de 99,296 c.-v., non compris les moteurs actionnés par des usines qui figurent sous leurs propres agents moteurs premiers tels que vapeur, roues hydrauliques, etc., et d'autres forces motrices louées. Ce chiffre, virtuellement de 100,000 chevaux-vapeur, est seulement une statistique des *principales* industries. Il montre, néanmoins, que deux turbo-générateurs géants de 80,000 c.-v. chacun, comme celui qui fonctionne à présent à New-York, produiraient plus d'énergie qu'il ne s'en dépense actuellement dans toute la province de l'Alberta.

Le tableau, page 18, préparé par le service du recensement et de la statistique, énumère les plus importantes industries qui font usage de force motrice dans l'Alberta.

GAZ NATUREL

L'Alberta possède les plus grandes ressources de gaz naturel développées au Canada; mais on ne saurait trop répéter ni déclarer trop fortement qu'un réservoir de cette ressource naturelle si précieuse, une fois épuisé, ne peut plus être remplacé. C'est très difficile, même presque impossible, de convaincre la plupart des gens que le rendement d'un puits à gaz dure quelques années tout au plus, quelle qu'en soit l'abondance initiale. Il faut donc que le gaz naturel soit utilisé, aux endroits et au temps où il sera le plus avantageux pour les nécessités de la population. La récente diminution des écoulements du fameux champ à gaz de l'île Bow, desservant Calgary, Lethbridge, Macleod et les villes intermédiaires en sont la preuve la plus tangible.

M. T. T. Gray dit qu'une laminière peut consommer 5,000,000 de pieds de gaz par jour, et que cette quantité suffirait aux besoins de 9,000 habitations, ou d'environ 45,000 personnes. Il ajoute: «Il semble donc raisonnable d'interdire légalement la vente de gaz naturel à un consommateur pour un prix moitié moindre que celui exigé d'un autre consommateur, et d'empêcher l'usage de toute la capacité du puits à l'origine».

Valeurs
comparatives
des gaz

Je me hasarde à dire que si le gaz est indispensable à certains usages, et si, par suite des frais de production, il faut le vendre 75 cents le mille pieds au consommateur, le gaz naturel d'Alberta vaut ce prix, sinon plus, car, une fois épuisé, il pourra être remplacé seulement au prix qu'il est fabriqué ailleurs.

Le gaz se vendait, jusque dernièrement, 75 cents le mille pieds à Toronto, le plus bas prix de gaz de charbon vendu en une grande ville quelconque de l'Amérique du Nord. Vu l'augmentation générale des prix, le prix de vente actuel, \$1.00 le mille, est probablement aussi bas qu'avant, comparativement parlant. Le prix *moyen* du gaz naturel dans l'Alberta, en 1918, tel que vendu par les compagnies productrices, n'était que de 19 cents le mille.

Toutefois, la différence de prix du gaz naturel de l'Alberta est plus forte que celle donnée ci-dessus, car, d'après les études comparatives au point de vue calorique, par le Dr. D. B. Dowling, le gaz fourni à Calgary a une valeur calorique de 895 t.b.u. (unités thermales britanniques) par pied cube, et le gaz de charbon 500 t.b.u. Donc, par comparaison au point de vue calorique, le gaz provenant de l'île Bow et consommé à Calgary vaudrait \$1.78 le mille pieds à Toronto.

Le gaz du puits n° 2 de Dingman, à 32 milles au sud-ouest de Calgary, a une valeur calorique encore plus élevée; le Dr. Dowling dit qu'elle atteint 1,015 t.b.u. La valeur de ce gaz, comparée aux prix actuels à Toronto, vaudrait \$2.03 le mille pieds.

D'un autre côté, si, par suite de pressions excessivement fortes, ou d'autres raisons, il est impossible de mettre le gaz en dépôt, il est évident qu'il vaut mieux l'employer économiquement à toutes sortes de fins pour en éviter la perte.

SOURCES DE GAZ NATUREL EN ALBERTA

On a découvert quatre champs importants de gaz naturel dans l'Alberta, savoir: les champs de Medicine Hat, de l'île Bow, des rapides Viking et Pélican. Le gaz est retiré du sommet du Colorado, dans le champ de Medicine Hat, et de sables gazéifères dans le Colorado inférieur, dans les champs de l'île Bow et Viking.

Trois arcs anticlinaux ont été découverts. Cependant, ils sont si bas et si peu accentués que, vu la rareté des affleurements naturels rocheux, il est difficile de les retracer.

La première ligne anticlinale part des collines Sweet Grass, au Montana, et se dirige vers le nord-ouest, jusqu'à la rivière Bow. Le champ de gaz de l'île Bow se trouve à proximité de l'axe de cette ligne. La seconde ligne anticlinale part de la délimitation de la Saskatchewan et de l'Alberta, près de la 52ème latitude et se dirige vers le nord-ouest,

jusqu'à Viking. La troisième traverse la rivière Athabaska à environ 20 milles en amont de McMurray et, comme la première et la seconde, se dirige vers nord-ouest et sud-est.

Champ de gaz de Medicine Hat Dans le champ de gaz de Medicine Hat, il y a 33 puits, d'un débit ouvert d'environ 90 à 92 millions de pieds cubes par jour, soit l'équivalent d'environ 53 millions de pieds de rendement actif; le rendement actif d'un puits est calculé à 60 pour cent du débit ouvert. On dit que le plus grand puits donne 6 millions de pieds cubes de gaz par jour. La superficie gazéifère de ce champ, qui a été sondée, est d'environ 30 milles carrés. La pression initiale rocheuse est d'environ 600 livres par pouce carré. On trouve le sable gazéifère à une profondeur de 1,000 à 1,200 pieds, et à une altitude d'environ 900 pieds au-dessus des grès du Dakota. Ce champ alimente Medicine Hat, Redcliffe et le voisinage.

Champ de gaz de l'île Bow Le superficie sondée du champ de gaz de l'île Bow est d'environ 25 milles carrés; la pression initiale rocheuse est de 790 livres, et l'on a trouvé le sable gazéifère à une profondeur de 1,850 à 2,150 pieds. Ce champ alimente Macleod, Lethbridge et Calgary, et les villes intermédiaires, par un tuyau de 16 pouces de diamètre et de 175 milles de longueur. On a foré 21 puits en ce champ; leur production totale, à débit ouvert, est d'environ 186 millions de pieds cubes. Le puits n° 4 donne 29 millions de pieds cubes par jour. Le puits de Foremost, à 36 milles au sud de l'île Bow, sur la même ligne anticlinale, a un débit ouvert estimatif de 13 millions de pieds cubes par jour. Un sable très imprégné d'huile trouvé à Foremost, à 920 pieds au-dessous du sable gazéifère, indique une source de gaz possible.

Vaste étendue des champs de gaz On a trouvé aussi du gaz à Langevin, Cassils, Brooks, Sheep-Creek, Vegreville, Wetaskiwin, Three-Creeks et sur la rivière Peace, et aux rapides du Pélican dans l'Athabaska.

A Viking, on a trouvé du gaz dans le grès de Dakota, à une profondeur d'environ 2,350 pieds et dans le grès de Grand Rapids à environ 2,200 pieds. La superficie sondée est d'environ 12 milles carrés. Il y a huit puits dans le champ de Viking; leur production totale quotidienne est d'environ 36 millions de pieds cubes en 24 heures. La pression moyenne rocheuse est d'environ 710 livres. C'est un gaz éthane; il diffère de ceux de l'île Bow et de Medicine Hat, qui sont très secs. Ceci permettra sans doute la production de gazoline, par absorption, dès qu'il aura été amené par un tuyau et mis en usage à Edmonton.

En 1918, la production du gaz naturel dans l'Alberta était de 6,744 millions de pieds cubes, évaluée à \$1,299,976, au prix vendu par les compagnies productrices—19 cents, *en moyenne*, le mille pieds.

PÉTROLE

On n'a pas découvert, jusqu'à présent, une grande quantité de pétrole dans l'Alberta, mais il y a lieu de s'attendre à mieux.

La grande guerre a démontré l'énorme valeur du pétrole et de ses dérivés, surtout de la gazoline. Les produits du pétrole entrent en notre vie quotidienne sous forme d'au moins 250 différents articles marchands. Son usage s'est énormément développé, et, en plusieurs cas, il a révolutionné le transport par terre, par air, sur et sous la mer.

Le pétrole combustible économise l'espace de cargaison

Nul doute que son emploi par les navires de passagers à grande vitesse sera beaucoup augmenté sous peu. En remplaçant le charbon par le pétrole, le *Mauretania* économiserait par voyage, aller et retour, de Liverpool à New-York, 5,000 tonnes de charbon, réduirait le personnel des chauffeurs de 300 à 30, et rendrait disponible, pour cargaison et passagers, un espace d'environ 100,000 pieds cubes, ce qui représenterait un bénéfice de \$50,000 par tournée. Il est très probable que, dans quelques années, tous les navires transatlantiques à grande vitesse seront aménagés pour brûler du pétrole.

REVUE DES FORCES DE L'ALBERTA

Nécessité de conserver le gaz naturel pétrole.

Ce qui précède n'est qu'un aperçu général des ressources de l'Alberta en forces hydrauliques, charbon, gaz naturel, et une allusion succincte à la valeur du

Vu ses propriétés uniques et son adaptabilité spéciale à diverses fins, et la possibilité de son rapide épuisement, on devrait réserver religieusement le gaz naturel aux usages pour lesquels il est le plus effectif. Pour moi, je ne pense pas qu'il devrait être dépensé à produire de la force motrice à *profusion*.

Les forces hydrauliques de l'Alberta, quelle qu'en soit la valeur, sont néanmoins limitées quant au volume et à la situation. Pour parer à l'insuffisance, au temps de l'eau basse, il faudrait recourir à d'autres sources d'énergie.

La principale source de force

C'est donc sur son charbon que l'Alberta devra compter. Au cours des dernières années, l'art de produire de l'énergie par la vapeur a fait d'immenses progrès. Cet avancement a donné au charbon, comparé aux autres sources premières, presque partout la première place. Ceux qui

s'occupent de fournir de la force motrice, pour consommation générale dans l'Alberta, devront étudier et utiliser les résultats obtenus, au cours des années dernières, par la force produite par le charbon.

Nécessité d'études spéciales Un mot d'avertissement. La production et la vente de force motrice ne sont pas la mine d'or que les initiés ont trop souvent prétendu. Il faut tenir compte d'un grand nombre de facteurs, financiers, économiques et physiques et les coordonner. Par exemple, de 1914 à 1915, les usines hydro-électriques des Etats-Unis, d'une puissance totale de 600,000 c.-v., ont été un insuccès financier absolu.

Disons donc qu'il serait préférable de ne pas entreprendre la production de force motrice dans l'Alberta que de s'y aventurer et d'en courir de lourdes pertes financières. Il vaut mieux procéder prudemment; examiner soigneusement ce qui a été fait ailleurs; tirer parti des succès et insuccès; étudier les conditions économiques ou autres d'une localité, pour savoir si elles justifient une provision de force, avant d'entreprendre aucun projet de développement.

Je ne tiens pas à poser en pessimiste; mais, sachant les insuccès de beaucoup d'entreprises de développement de force motrice, je crois qu'un mot d'avertissement n'est pas hors de place. L'Alberta possède d'immenses sources de production de force motrice, leur développement d'une manière intelligente aura pour résultat leur meilleure conservation et leur usage le plus économique. Mais, on ne saurait trop répéter que le problème de la force motrice demande une grande largeur de vue, une étude raisonnée des conditions, présentes et potentielles, et le meilleur jugement possible. Les perspectives de cette province, grâce aux sources énormes de charbon qu'elle possède et à leur développement intelligent, sont aussi, sinon plus, avantageuses que celles des autres provinces du Dominion.

COÛT DES LIGNES DE TRANSMISSION

La grande hausse du prix de la main-d'œuvre et des matériaux a, naturellement, contribué à augmenter notablement les dépenses des lignes de transmission. Voici, approximativement, le coût actuel de quelques lignes de transmission dans Ontario:

Une ligne principale de transmission, pour forte consommation, sur pylônes d'acier supportant deux fils de 110,000 volts, comme le dernier type de ligne employé par la Hydro-Electric Power Commission d'Ontario, entre Niagara Falls et Toronto, avec l'emplacement de passage de 66 pieds de largeur, l'équivalent de conducteurs en cuivre 4-0, le service de téléphone, et tous les items de frais, coûterait environ \$17,000 par mille.

Une ligne de 110,000 volts, à circuit simple, supportée par des poteaux en bois, avec largeur de l'emplacement du passage de 66 pieds, l'équivalent de conducteurs en cuivre 1-0 et le service de téléphone, coûterait environ \$8,500. Mais, si l'emplacement du passage est réduit à la place nécessaire aux poteaux seulement, les dépenses par mille seront alors d'environ \$5,500.

Une ligne de 44,000 volts, sur poteaux en bois, avec conducteurs en acier et fils téléphoniques sur les mêmes poteaux, coûterait environ \$3,000 par mille, mais s'il faut creuser dans le roc les places des poteaux, ce chiffre sera au moins doublé.

Une ligne de 22,000 volts, avec un circuit équivalant approximativement un conducteur en cuivre n° 1, plus les fils téléphoniques, coûtera environ \$3,500 par mille.

Des lignes moins importantes, d'environ 4,000 volts avec l'équivalent de conducteurs en cuivre n° 4, ont été construites sous les conditions actuelles, pour environ \$2,000 par mille.

On construit maintenant une ligne de transmission de Winnipeg à Portage la Prairie. Sa longueur sera de 60 milles; les conducteurs seront supportés par des pylônes en acier et la tension finale sera de 20,000 k.w. L'installation immédiate comprend un seul circuit par fil d'aluminium n° 0, qui transmettra 5,000 k.w. à 66,000 volts, avec réduction de 3 pour cent à Portage la Prairie: ou 10,000 k.w. avec 15 pour cent de perte de voltage. Le second circuit sera installé dès qu'il sera nécessaire. Les frais de construction sont fixés à \$4,600 par mille; ce chiffre comprend l'érection des sous-stations à Winnipeg et à Portage la Prairie. Comme cette ligne suit la grande route, aucun emplacement de passage n'a été acheté, excepté à certains endroits, où elle traverse des propriétés particulières.

DONNÉES SUR LE COÛT DES LIGNES DE TRANSMISSION

Ligne	Année construite	Longueur, milles	Voltage	Coût par mille	Remarques
Canadian Light and Power Company, Montréal.	1911	27	44,000	\$ 11,000	2 circuits en cuivre 2-0, pylônes en acier.
Laurentian Power Company, Québec.	1916	24	50,000	6,875	2 circuits en cuivre 1-0, pylônes en acier.
Shawinigan Water & Power Company.	1902-10	550	50,000	1,500	Simple circuit en aluminium sur poteaux en bois.
" " ..	1910	94	100,000	3,500	2 circuits en aluminium, pylônes en acier.
Sherbrooke, ligne municipale.	1917	30	45,000	7,500	2 circuits en aluminium, pylônes en acier.
Hydro-Electric Power Commission. Système de Niagara.	1907-13	325	110,000	2,334	Circuit en cuivre n° 4, poteaux en bois.
" " ..	1907-13	765	26,400 et moins.	14,000	2 circuits en cuivre 4-0 et 3-0 et en aluminium équivalent, pylônes en acier.
Système de Muskoka.	1915	26	22,000	2,200	Circuit simple en aluminium et en cuivre, poteaux en bois.
Système du Saint-Laurent.	1913-15	60	26,400	3,000	2 circuits en aluminium et en cuivre, poteaux en bois.
Kamloops, ligne municipale.	1916	42	44,000	2,025	Circuit en aluminium n° 2, poteaux en bois.
West Kootenay Power and Light Company, Rossland.	1897-1905	170	60,000	2,458	Circuit en aluminium n° 2, poteaux en bois.
" "	32	20,000	1,667	Circuit en cuivre 92,000 c.m., poteaux en bois.
				2,000	2 circuits en cuivre n° 2, poteaux en bois.

PERTES SUR LES LIGNES

Nom de la compagnie	Terminus	Voltage au point de production	Distance	Perte pour cent
			milles	
Shawinigan Co.	Grand'mère à Montréal....	100,000	94	10
Can. Light & Power Co.	St-Timothée à Montréal....	44,000	27	8
Laurentian Power Co.	St-Féréol à Montmorency..	50,000	24	5
Sherbrooke Municipal	Weedon à Sherbrooke	45,000	30	13
Hydro-Electric Power Co.	Napanee à Kingston.	44,000	30	10
Toronto Power Co. . . .	Niagara Falls à Toronto...	60,000	80	20
Dom. Power & Trac- tion Co.	Power Glen à Hamilton...	44,000	33	6
Winnipeg Municipal..	Pte. du Bois à Winnipeg...	66,000	78	20
Calgary Power Co. . . .	Kananaskis à Calgary.	50,000	50	7½
West Kootenay Power and Light Co.	Bonnington à Greenwood..	60,000	82	10
B.C. Electric Ry. Co.	Usine Jordon à Victoria....	60,000	43	16

NOTE SUR LA FIXATION DE L'AZOTE ET L'UTILISATION DES FORCES HYDRAULIQUES A CETTE FIN

PAR L. G. DENIS, I.E.

Notions générales

Ce qui caractérise la fabrication des nitrates de l'air, c'est la multitude des procédés dans l'usage commercial actuel. Donc, avant de se lancer dans une pareille entreprise, il importe de choisir la méthode la plus avantageuse. Disons, à ce sujet, que les journaux, les publications techniques et les comptes rendus de sociétés, ont traité le sujet à divers points de vue. Mais il faut admettre que chaque auteur, tout en dissertant d'une manière apparemment générale, penche, naturellement, vers la méthode qu'il suit lui-même ou celle qu'il voudrait faire suivre par d'autres. Peu d'articles, s'il y en a, traitent impartialement des mérites des diverses méthodes. L'avantage d'une méthode sur une autre dépend, en réalité, des conditions locales ou d'autres du même genre.

On peut grouper sous trois méthodes générales les procédés connus: (1) celle de l'*arc* ou de l'*oxydation* directe, dont le principal agent en usage est l'énergie électrique; (2) celle qui emploie la réunion de l'énergie électrique à la réaction chimique pour la fabrication du produit final, et dans laquelle ces agents sont d'une importance presque égale. Un des procédés compris dans cette méthode, est celui bien connu de la cyanamide, et employé dans la grande usine de Niagara Falls, Ontario; (3) celle que l'on appelle le procédé de la synthèse ammoniacale, qui est presque totalement chimique, et où l'énergie électrique ne joue qu'un rôle secondaire.

On peut donc voir, par ce qui précède, que la méthode qui convient le mieux de suivre, dépend du coût de l'énergie électrique, comparativement à celui des divers matériaux, tels que la chaux, le coke, etc., et la main-d'œuvre expérimentée que demande le procédé partiellement ou totalement chimique.

L. L. Summers, dans un article lu devant l'American Institute of Electrical Engineers, établit la comparaison suivante entre les énergies nécessaires aux diverses méthodes:

L'oxydation directe de l'azote atmosphérique, à 5 pour cent d'effectivité, avec production de 550 kg. par kilowatt-an, exige par kg. d'azote, 65 kilowatts-heure.

Le procédé de la cyanamide, à 66 pour cent d'effectivité en carbure, 1 pour cent de perte en chaleur pour combinaison avec l'azote (aussi préparation d'azote), demande par kg. d'azote, 16.6 k.w.-h.

Le nitrite d'aluminium, où l'on emploie le charbon pour chauffer les produits à la température de réaction, demande par kg. d'azote, 12 k.w.-h.

La méthode catalytique de combiner l'azote et l'hydrogène pour former de l'ammoniaque (aussi préparation de l'azote et de l'hydrogène, réfrigération et compression à 200 atmosphères) demande par kg. d'azote 1.5 k.w.-h.*

M. Summers dit, dans le même article, que «l'un des principaux points dans l'utilisation chimique de l'énergie électrique repose sur la possibilité de tirer parti des charges disponibles entre les sommets de courbes ou des charges hors saison; car les usines américaines ont généralement une certaine quantité d'énergie, dont elles pourraient tirer un meilleur usage qu'en vendant toute la production à bas prix aux industries chimiques. Cette énergie intermédiaire disponible est difficile à utiliser dans un four, où le refroidissement de ce four et de son contenu joue un rôle important, tant au point de vue du coût que de la production; et en outre, les ajustements peuvent être si bouleversés par l'interruption de production que son emploi est absolument impraticable».

Il suggère pour l'utilisation de cette énergie intermédiaire l'adoption d'un système où l'on fait aussi usage de combustible et dans lequel les pertes de radiation ne sont pas excessives, lorsque le feu est couvert et que la partie électrique de la chaleur n'est pas en usage. Il pense que «quelques-uns de ces procédés de combinaison peuvent promettre une solution plus pratique de cette énergie intermédiaire que celui du four électrique pur et simple».

En parlant du procédé de l'arc pour produire de l'acide nitrique, M. Summers fait le calcul estimatif ci-après, étant donné que l'acide nitrique se vende \$60 la tonne. Si la production est de 550 kilogrammes d'acide par kilowatt-an, il compte que le manufacturier ne peut pas payer plus de \$15 par k.w.-an (\$11.25 par cheval-vapeur-an) pour son énergie électrique. Il compte que la main-d'œuvre et les réparations coûteront \$10 par tonne d'acide; que les dépenses d'intérêts seront de \$8 par kilowatt-an et les frais généraux de \$5 le k.w.-an.

M. E. K. Scott†, étudiant «adéquatement et par sympathie» les mérites du procédé de la chaleur de l'arc pour la fabrication de l'acide nitrique, compare ce procédé à celui de la cyanamide. Il fournit des données tabulaires, où il montre que la méthode de la chaleur de l'arc n'exige qu'une usine, alors que le procédé de la cyanamide en demande trois; deux opérations au lieu de dix-sept; deux sortes de mains-d'œuvre expérimentées au lieu de huit pour la cyanamide. Les notions premières et les renouvellements sont ainsi spécifiés:

*Proceedings, American Institute of Electrical Engineers, mars 1915, pp. 609-610.
†Ibid., juin 1918, pp. 957-962.

Cyanamide

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. Chaux | 1. Air |
| 2. Coke | 2. Eau |
| 3. Electrodes à carbone en fours à carbure | 3. Electrodes métalliques |
| 4. Résistants à carbone en cornues à cyanamide | |
| 5. Azote pur | |
| 6. Vapeur surchauffée | |
| 7. Air | |
| 8. Eau | |

Etincelle de l'arc

M. C. P. Steinmetz a dit que:

«La solution finale du problème du nitrate est dans l'étincelle de l'arc ou le procédé direct.....»

«J'admets que le procédé direct demande plus d'énergie électrique que le procédé de la cyanamide, par exemple, mais il y a, par ailleurs, d'autres procédés, tel que celui de l'ammoniaque, qui ne demande pas d'énergie électrique. Le procédé de la cyanamide exige moins d'énergie, parce que le premier quart seulement des nombreuses opérations emploie l'électricité. Autrement dit, le procédé direct n'emploie que l'énergie électrique: tout le travail s'effectue à l'électricité; mais cette énergie ne joue qu'un rôle secondaire ou n'entre même pas dans d'autres procédés.....»

«La situation actuelle, comme nous la comprenons, est d'un caractère particulier, vu que nous sommes en face d'un besoin urgent. Il ne s'agit pas de savoir si un procédé est meilleur ou plus économique qu'un autre, mais il faut connaître celui qui pourra être suivi le premier sur une grande échelle.

«De toutes les méthodes de nitrification, la seule qui permette une opération intermittente est celle de l'arc ou procédé direct. L'arc est aussi effectif une seconde ou un millième de seconde après la mise en opération qu'après des jours de service. Mais le procédé de la cyanamide ne jouit pas de ces avantages, car le moindre arrêt suffit à la congélation du four à carbure, ce qui entraîne une lourde perte et une interruption de travail.....»

«Nous savons que les usines de Norvège réussissent à fabriquer l'azote commercialement et avec profit par le procédé direct; mais nous savons aussi que ce pays se trouve dans des conditions spéciales, qui n'existent pas ailleurs, c'est-à-dire, qu'il dispose d'énergie à bas prix. Toutefois, il y aurait à cela une restriction, car il est possible de se procurer ici à meilleur compte l'énergie disponible entre les sommets des courbes ou énergie intermédiaire.»

M. Steinmetz, faisant allusion aux possibilités futures du procédé direct, grâce à de nouvelles découvertes, pour en accroître le rendement, dit:†

*Proceedings, American Institute of Electrical Engineers, 27 juin 1918, pp. 975-976.
†Ibid, p. 978.

«L'effectivité ou le rendement actuel est de 60 à 80 grammes par kilowatt-heure. L'effectivité théorique de la production d'oxyde nitrique est de 2,500 grammes de NO_2H par kilowatt-heure, de sorte que les meilleurs résultats actuels donnent une effectivité de 3 pour cent.

«Vous pouvez donc comprendre les énormes avantages qui résulteront de l'augmentation du rendement, et si, même avec un rendement de 3 pour cent, le procédé est une entreprise commerciale avantageuse, on peut prédire du succès à cette méthode.»

M. E. K. Scott,* parlant des dimensions économiques de l'usine, dit qu'un bâtiment à nitrate de l'air devrait être conditionné pour produire environ 10,000 k.w.; mais plus une usine est grande, moins élevés sont naturellement les frais d'installation par kilowatt, et moindres sont les frais de main-d'œuvre d'opération par unité du produit fini.

Les voltages étalons ordinaires de 5,500 et 6,600, et des périodicités de 25 et 60 par seconde, sont suffisants. Il n'est donc pas nécessaire d'installer des machines spéciales de génération. On peut prendre l'énergie sur une ligne quelconque de transmission générale; mais il est naturellement plus avantageux d'installer l'usine à proximité d'une station génératrice.

F. S. Washburn, président de l'American Cyanamide Company, de Niagara Falls, Ont., dit ce qui suit dans un article sur le *procédé de la cyanamide*:†

«La cyanamide est le seul produit azoteux artificiel qui puisse être employé directement en agriculture; elle se prête bien à la production à bas prix du phosphate d'ammoniaque, qui rend encore plus de service en agriculture. Les emplois agricoles prendront le dessus sur les usages industriels, puisque ceux-ci peuvent utiliser les produits des procédés par l'acide nitrique et l'ammoniaque. Le phosphate minéral est extrait seulement des mines de la Floride et du Tennessee, et les frais de transport aux usines d'azote seront les facteurs déterminants de la localisation de celles-ci. Il faut que l'usine soit installée sur un cours d'eau navigable, près d'une station hydro-électrique fournissant l'énergie à bas prix. Une grande partie du produit fini sera distribuée par les bateaux vides, et les frais de transport seront presque réduits aux dépenses de main-d'œuvre».

M. Washburn a dit‡ que la fixation annuelle mondiale de l'azote par le procédé direct, en 1916, était de 32,000 tonnes nettes, et celle du procédé de la cyanamide de 200,000 tonnes. Le premier n'est guère suivi en dehors de la Norvège; le second, au contraire, a été appliqué en Norvège, Suède, Allemagne, Autriche, France, Japon et Canada.

*Canadian Chemical Journal, novembre 1918, p. 279.

†Engineering News, 18 mars 1915, p. 557.

‡General Electric Review, février 1917, p. 159.

L'industrie mondiale de l'azote consomme 1,000,000 de chevaux-vapeur continus, ainsi répartis:

Canada.....	30,000 c.-v.
Allemagne.....	350,000 c.-v.
Norvège.....	450,000 c.-v.
Dalmatie, Italie, Suisse, Japon, France....	150,000 c.-v.

Total..... 980,000 c.-v.

M. Washburn dit que l'on emploie dans le procédé par la cyanamide les plus forts degrés de chaleur et de froid. Par la chaleur intense de la fournaise électrique (6,000°F.) la chaux et le coke se fusionnent et produisent du carbure de calcium. Ce produit est moulu et placé en grands fourneaux à forme de tambour et porté ensuite à une chaleur blanche par l'électricité. En même temps de merveilleuses machines liquifient l'air par compression et refroidissements successifs d'air pur, jusqu'à 380°F *au-dessous* de zéro, température à laquelle l'air se liquéfie. L'air se compose de quatre cinquièmes d'azote et d'un cinquième d'oxygène. En le réchauffant légèrement il ne s'en dégage qu'une faible quantité d'azote pur. Ce gaz est pompé dans les fourneaux à forme de tambour, qui contiennent le carbure chauffé à blanc, par lequel il est absorbé et fixé définitivement. Le produit, la cyanamide, une fois refroidi, moulu et fini par des machines spéciales, est propre à servir d'engrais.»*

H. Freeman, de l'American Cyanamide Company, de Niagara Falls, Ont., a dit ce qui suit sur l'azote et ses composés:†

«Le procédé de la cyanamide et celui de l'arc demandent une grande quantité d'énergie pour leur opération commerciale; celui de l'arc exige cinq fois plus que celui de la cyanamide pour produire la même quantité d'azote fixe.....»

«Le premier est le mieux adopté aux conditions et nécessités de l'Amérique du Nord.»

Usine du gouvernement des Etats-Unis

En 1917, le gouvernement des Etats-Unis, pour faire face aux nécessités de guerre, entreprit la fabrication de l'ammoniaque et de l'acide nitrique, et, à cette fin, adopta la méthode synthétique ammoniacale qui n'exige pas l'usage de la force hydraulique. Ce choix, comme le dit M. Steinmetz, fut adopté comme étant le procédé le plus rapide sur une grande échelle. On peut noter ce qui suit, parmi les recommandations du Nitrate Committee, approuvées par le secrétaire de la Guerre, au sujet de l'usine du gouvernement:‡

«(1) Que le gouvernement s'entende avec la General Chemical Co., pour utiliser son procédé; (2) que \$3,000,000 soient employés à construire une usine pour produire 60,000 livres d'ammoniaque par jour et qu'elle soit placée, de préférence, au sud-ouest de la Virginie; (3) que l'on consacre au

*Canadian Chemical Journal, mars 1918, p. 75.

†Canadian Chemical Journal, avril 1918, pp. 88-89.

‡Engineering News-Record, 16 septembre 1917 pp. 475-476.

moins \$600,000 pour construire une usine d'oxydation de l'ammoniaque, d'une production de 24,000 livres de 100% d'acide nitrique par jour.....(8) que l'on retarde l'installation de procédés de fixation ou de développement de force hydraulique jusqu'à ce que les usines recommandées soient mises en opération, ou que d'autres nécessités deviennent urgentes.»

Conclusions D'après ce qui précède, on peut tirer les conclusions suivantes en ce qui regarde les divers procédés de l'industrie de l'azote atmosphérique:

(1) Le procédé *direct* ou par *l'arc* est le plus avantageux, lorsqu'on dispose d'énergie hydro-électrique à très bas prix. Vu son élasticité pour interruptions intentionnelles, il s'adapte très bien à l'usage de l'énergie disponible entre les sommets de charge. En ce qui regarde la quantité d'énergie nécessaire, ce procédé est encore très inefficace, mais on espère que, grâce aux découvertes futures, il sera possible de combler ce vide, avant que l'on puisse atteindre la perfection théorique.

(2) Le procédé *indirect* ou de la *cyanamide* possède les plus grands avantages, lorsque le prix de l'énergie est modérément bas, par exemple, de \$10 à \$12 le cheval-vapeur-an. La grande usine de Niagara Falls, Ont., qui consomme environ 30,000 c.-v., suit ce procédé depuis quelques années.

(3) Faute d'énergie à bas prix, les procédés purement chimiques tel que celui de la synthèse ammoniacale, présentent les plus grands avantages.



HEC: 124450-8

HEC GEN TD26.A5C734FO
COMM DE LA CONSERV
FORCE EN ALBERTA.EAU.CHARBO



3 2828 012445082

124450