

CHARBON PULVÉRISÉ

SON USAGE ET SA VALEUR

Par

WILLIAM J. DICK, M. Sc.

This document was produced
by scanning the original publication.

Ce document est le produit d'une
numérisation par balayage
de la publication originale.

TP
325
D54714
1919
omgre

Commission de la Conservation
Canada

COMMISSION DE LA CONSERVATION
CANADA

CHARBON PULVÉRISÉ
SON USAGE ET SA VALEUR

PAR

William J. Dick, M. Sc.

COMITÉ DES MINÉRAUX

LE DR. FRANK D. ADAMS, *président*

M. J. P. BABCOCK

L'HON. MARTIN BURRELL

MGR. C. P. CHOQUETTE

L'HON. T. A. CRERAR

M. J. F. MACKAY

L'HON. ARTHUR MEIGHEN

LE DR. HOWARD MURRAY

Et les membres ex-officio de la Commission
qui représentent les provinces

BIBLIOTHÈQUE CANMET LIBRARY

OTTAWA, 1919

54165—1

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:

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.
Mr. 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, 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.
Mr. Edouard Gohier, St. Laurent, Qué.
Mr. 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.
Mr. Charles A. McCool, Pembroke, Ont.
Sir Edmund B. Osler, M.P., Gouverneur de l'Université de Toronto, Toronto, Ont.
Mr. 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.
Mr. John Pease Babcock, M.A., D.Sc., Commissaire-Adjoint des Pêcheries, Victoria,
C.-B.

Membres ex-officio:

L'Hon. T. A. Crerar, 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. Aubin E. Arsenault, Premier Ministre, I.P.-E.
L'Hon. Orlando T. Daniels, Procureur Général de la Nouvelle-Ecosse.
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. George W. Brown, Regina, Saskatchewan.
L'Hon. Charles Stewart, Premier Ministre, Ministre des Chemins de fer et des Télé-
phones Alberta.
L'Hon. T. D. Pattullo, Ministre des Terres, Colombie-Britannique.

Sous-chef et Adjoint du Président:

Mr. James White.

USAGE DE CHARBON PULVÉRISÉ

SITUATION GÉNÉRALE DU COMBUSTIBLE AU CANADA

UNE provision suffisante de combustible pour le chauffage, l'éclairage, la force motrice et l'usage dans les industries métallurgiques, est de première importance dans un pays comme le Canada, qui s'étend de l'Atlantique au Pacifique et jusqu'aux régions arctiques, aux rigoureux hivers. L'utilisation de la force des nombreuses chutes d'eau du Canada fournirait une grande partie de l'énergie nécessaire, sous forme de force motrice et d'éclairage. Les études et recherches faites par la Commission de la Conservation établissent que ce pays posséderait des forces hydrauliques équivalentes, approximativement, à 18,953,000 chevaux-vapeur. Si l'on suppose qu'en général trois livres de charbon peuvent produire un cheval-vapeur dans une machine à vapeur, l'utilisation de la moitié des 17,000,000 de chevaux, pendant douze heures par jour, avec un facteur de charge de 50 pour cent, économiserait 24,000,000 de tonnes de charbon par année. L'énergie hydroélectrique remplace, lorsqu'elle existe, le charbon pour l'éclairage, la force motrice et certains travaux métallurgiques; toutefois, le charbon servira toujours à divers emplois.

Les dépôts de charbon au Canada valent ceux des autres pays en qualité, quantité et accessibilité d'exploitation. Le Canada possède environ un sixième des ressources houillères du monde. Toutefois, ces dépôts se trouvent dans les régions de l'Est et de l'Ouest du Dominion, et les grands marchés du centre sont approvisionnés par le charbon importé. Avant la guerre, on faisait usage de houille bitumineuse de la Nouvelle-Ecosse jusqu'à Montréal à l'ouest, et les houilles bitumineuses des Etats-Unis se vendaient dans la zone située entre Montréal, Swift Current et Saskatoon, Sask.; c'étaient surtout les chemins de fer qui s'en servaient. Certaines parties du Manitoba et de la Saskatchewan sont aussi approvisionnées par le charbon des régions de Crowsnest, Lethbridge, Canmore, Drumheller, Edmonton, Yellowhead Pass et Souris.

On ne trouve pas d'anhracite dans l'Est du Canada. Comme ce charbon est celui qui s'adapte le mieux au chauffage domestique, d'énormes quantités en sont importées des Etats-Unis. Il se vendait, avant la guerre, sur une étendue allant de la Nouvelle-Ecosse à Battleford, Sask. En 1913, les importations excédaient 4,640,000 tonnes, plus de deux fois celles de 1906; la demande d'anhracite semble donc s'accroître rapidement, malgré la rapidité de l'augmentation du prix. Les Etats-Unis ne contiennent pas une quantité illimitée de ce combustible, et rien n'en assure l'envoi au Canada. Si l'anhracite des Etats-Unis est exploité en aussi

¹On ne pourra pas utiliser économiquement toutes les forces hydrauliques. C'est M. Arthur V. White, ingénieur consultant de la Commission de la Conservation, qui a fait ce calcul approximatif.

grande quantité qu'à présent, les réserves seront épuisées dans une centaine d'années. Les prix monteront donc de plus en plus, et seuls les riches pourront se le procurer. Par contre, la production diminuera et les mines seront moins vite épuisées. Ainsi la production a baissé de 1913 à 1916; elle est tombée de 91,524,922 tonnes en 1913 à 88,312,000 tonnes en 1916, c'est-à-dire plus de un pour cent par année.

Les usages domestiques en ont consommé 45 pour cent en 1916, et nous avons importé 55 pour cent, ou plus de la moitié du charbon que nous avons extrait de nos mines. On reconnaîtra l'importance de ce fait en sachant que la valeur de notre production de charbon était de \$38,857,557 en 1916, excédant de beaucoup celle de tout autre minéral et égalant presque 22 pour cent de toute la production minérale du Canada en cette année. Bien que notre pays contienne plus de 17 pour cent de la quantité mondiale du charbon, nous en produisons peu et importons plus que la quantité que nous extrayons.

Il faut un changement. En effet, qu'arriverait-il, si les Etats-Unis ne pouvaient fournir de l'anhracite au Québec et à l'Ontario, ou s'ils en arrêtaient l'exportation? Nous avons eu, au printemps de 1918, un exemple des inconvénients qui en résulteraient; quelques-unes de nos écoles ont été fermées, faute de charbon dont le transport fut temporairement bloqué.

Par ce qui précède, il est évident qu'avant longtemps le Canada ne pourra que difficilement se procurer de l'anhracite aux Etats-Unis, et ce qu'il en importera lui coûtera très cher. D'un autre côté, nous serons dans l'impossibilité de remplacer ce combustible, car nous ne possédons pas cette classe de charbon dans aucune partie du pays à l'Est des Montagnes Rocheuses. Donc, pour y trouver un substitut, il faudra recourir à une autre chose, dont nous avons une grande réserve.

Il nous faudra chercher la solution des problèmes suivants:

- (1) Combustible domestique dans l'Ontario et le Québec.
- (2) Charbon bitumineux importé employé comme combustible par les chemins de fer, et comme source de force motrice dans l'Ontario, le Manitoba et la Saskatchewan.
- (3) Combustible domestique dans les provinces des Prairies.
- (4) Force motrice à bas prix dans les provinces des Prairies.

(1) On recommande ce qui suit pour résoudre le problème du combustible domestique dans l'Ontario et le Québec: (a) l'installation de fours à coke, pour utiliser les sous-produits du charbon, à certains endroits sur les bords du Saint-Laurent et les Grands lacs, le coke remplaçant l'anhracite pour les usages domestiques; (b) le développement de l'industrie de la tourbe, dans les endroits où les dépôts de tourbe se trouvent à proximité des marchés pour un tel combustible; (c) l'électricité qui, éventuellement, et d'une façon restreinte, remplacera le charbon pour le chauffage des maisons et la cuisson des aliments.

(2) La distribution de l'énergie électrique, par la Ontario Hydro-Electric Power Commission, a remplacé effectivement dans l'Ontario une grande partie du charbon importé; cette source d'énergie est fournie par nos forces hydrauliques. Grâce à cette Commission, plusieurs des établissements industriels de l'Ontario ont pu continuer leurs opérations.

L'électrification des chemins de fer sera la solution économique du chauffage de ces voies ferrées. Ce mode d'énergie sera graduellement adopté. On remédiera aux difficultés du combustible, dans certaines parties des provinces des Prairies et de l'Ouest du Canada, par l'usage de lignite pulvérisé ou charbon sous-bitumineux, de briquettes de lignite ou de charbon bitumineux, ou par un emploi plus général de notre charbon bitumineux, qui vaut d'emblée celui que nous importons.

Le problème de l'importation de charbon demande d'être discuté sous deux rubriques: «charbon anthracite» et «charbon bitumineux».

Charbon anthracite.—Ce combustible domestique est un *luxé* et non pas une *nécessité*; on peut le remplacer par les meilleures qualités de charbons sous-bitumineux et le lignite, qui possèdent des avantages supérieurs à ceux de l'anthracite. En 1918-19, Winnipeg a fait pour la première fois un grand usage du charbon de l'Ouest. Ce combustible a donné de bons résultats bien que les consommateurs n'y fussent pas habitués.

Charbon bitumineux.—Le charbon bitumineux importé est employé en grande partie par les chemins de fer, mais une certaine quantité est aussi utilisée pour produire de la force motrice ordinaire.

Les importations de charbon aux ports de Fort William, Port Arthur et du Manitoba atteignent annuellement les sommes de \$14,000,000 à \$18,000,000. Ces chiffres représentent l'argent qui sort du pays et qui, sans cela, servirait à développer les industries houillères de l'Ouest canadien.

Ce qui explique le grand usage du charbon américain, surtout par les chemins de fer, c'est que ce combustible est transporté des ports des lacs aux marchés de l'Ouest par les wagons qui ont servi au transport du grain. Ce procédé réduit, naturellement, le nombre des marchés pour les charbons canadiens. Les conditions du transport sur nos chemins de fer canadiens, pendant les mois d'hiver, du 1er septembre au 1er février, ne sont pas favorables, parce que, durant cette période, les chemins de fer sont surchargés par le transport du grain de l'Ouest et celui du charbon des mines canadiennes, qui forment un total de plusieurs millions de tonnes. Il faut donc que les chemins de fer mettent alors en service un matériel roulant et un équipement doubles de ceux qui seraient autrement nécessaires. Chaque année il y a une rareté de wagons pour le transport du grain et du charbon.

Voici donc le problème qu'il s'agit de résoudre: comment remplacer le combustible importé par le charbon canadien, sans en accroître le prix pour les consommateurs, et remédier en même temps aux difficultés du transport? Pour répondre à cette question il faudra employer deux fois

plus d'hommes dans les mines de l'Ouest, afin de retenir au pays la grande somme d'argent susmentionnée.

Les mines de charbon de l'Alberta et de la Saskatchewan peuvent produire 15,000,000 de tonnes par année. Un tel fait est important, si l'on considère que la production de charbon en ces provinces, en 1918, n'a pas excédé le chiffre de 6,319,663 tonnes. Nul doute que, même sous les conditions actuelles, il serait possible d'augmenter cette production d'au moins 4,000,000 de tonnes, si la demande le justifiait.

La multiplication des marchés pour le charbon de l'Ouest aurait aussi pour effet de réduire le prix de ce combustible au consommateur. On sait que presque toutes les mines de l'Alberta, dont on extrait le charbon pour usage domestique sont fermées du 1er mars au 15 août; il s'ensuit que les frais fixés, pendant cette période, doivent être imposés au charbon extrait l'automne et l'hiver.

L'exploitation actuelle montre qu'en extrayant dans le même temps, 50 pour cent au lieu de 85 pour cent, la production par tonne a coûté plus de \$1.10.

Il serait possible d'améliorer cette situation, si le gouvernement donnait suite à la recommandation faite par la Commission de la Conservation*, à l'effet qu'un corps d'ingénieurs, revêtu de pleins pouvoirs, soit nommé, pour empêcher le gaspillage que l'on fait dans la manipulation du charbon, et faire entreposer le charbon extrait pendant les mois d'été.

Actuellement, les marchands ne s'approvisionnent pas pendant ces mois, vu les frais additionnels nécessaires pour couvrir les dépenses d'entreposage. Le marchand qui s'approvisionne de charbon doit rivaliser avec ceux qui le livrent directement des wagons pendant l'hiver. On n'offre donc aucun avantage à ceux qui s'approvisionnent d'avance.

Pour assurer une distribution plus égale toute l'année et remédier ainsi à la rareté des wagons d'hiver, tout en permettant l'exploitation des mines de charbon pendant les mois d'été, il faudrait un tarif de transport spécial pour le charbon expédié vers l'Est pendant cette période; les mines elles-mêmes devraient aussi avoir des prix spéciaux pour le charbon extrait des mines en été. La différence de prix entre le charbon d'été et celui d'hiver devrait être assez marquée pour encourager non seulement les marchands à s'approvisionner, mais même les consommateurs à se procurer la quantité nécessaire pour l'hiver.

Il faut aussi que le gouvernement prescrive des études, pour trouver un procédé quelconque applicable à un usage plus économique du charbon de qualité inférieure, dans l'Alberta et la Saskatchewan.

L'auteur du rapport sur la *Conservation de la houille au Canada**, publié par la Commission de la Conservation, en 1911, a recommandé à cette fin la transformation des lignites en briquettes. La possibilité de convertir en briquettes le lignite carbonisé fut l'un des premiers problèmes que le Conseil aviseur honoraire en recherches scientifiques a cherché à

*Conservation de la houille au Canada, Commission de la Conservation, 1914, pp. 3-5.

résoudre. Il est permis d'espérer que le gouvernement fédéral et ceux de la Saskatchewan et du Manitoba établiront de concert des usines commerciales, pour démontrer qu'un tel procédé est possible. Si les résultats sont satisfaisants, non seulement les cultivateurs auront un combustible acceptable pour remplacer l'antracite importé, mais l'industrie houillère de la Saskatchewan sera grandement activée.

DISTRIBUTION DU CHARBON IMPORTÉ

Comme les dépôts de charbon sont situés dans les régions de l'Est et de l'Ouest du Canada, la partie centrale du pays, de Cornwall, Ont., à l'Est, à Swift Current, Sask., à l'Ouest, est approvisionnée par le charbon des Etats-Unis. La partie du Centre et celle de l'Est, qui comprennent le Centre et l'Est de l'Ontario, sont approvisionnées par les ports du Saint-Laurent, du lac Ontario et de la rivière Niagara; le charbon pour l'Ouest est transporté par chemins de fer à Buffalo et aux ports du lac Erie, d'où il est acheminé à destination par eau et voies ferrées. Le charbon mou est surtout employé par les chemins de fer et le dur par les besoins domestiques.

Le tableau I indique les importations de charbon dans l'Ontario et le Québec. Les tableaux II, III et IV, les importations aux ports de Fort William, Port Arthur, Fort Frances et du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta.

TABLEAU I—IMPORTATIONS

	Charbon bitumineux en tonnes					
	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Ontario.....	10,021,334	11,874,793	7,938,042	8,696,181	10,196,990	12,091,932
Québec.....	796,401	1,558,792	1,558,792	1,025,220	2,571,806	3,860,721

	Charbon anthracite en tonnes					
	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Ontario.....	2,861,073	2,946,468	2,912,187	2,945,358	3,086,662	3,362,322
Québec.....	1,151,634	1,167,660	1,217,459	1,224,534	1,251,283	1,719,870

TABLEAU II—IMPORTATION D'ANTHRACITE

	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Fort William.....	294,162	376,835	316,744	194,225	378,189	386,109
Port Arthur.....	167,705	205,380	146,207	86,390	121,654	170,315
Manitoba.....	17,321	29,719	22,274	37,409	21,503	12,290
Saskatchewan....	43	111	105	40	32	1
Alberta.....	21	119	.....	.....	.....	.....
Totaux.....	479,252	612,164	485,330	318,064	.....	.....

TABLEAU III—CHARBON IMPORTÉ—POUSSIER BITUMINEUX POUVANT PASSER PAR UNE TOILE MÉTALLIQUE À MAILLES DE $\frac{3}{4}$ DE POUCE

	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Fort William.....	41,630	91,758	136,435	152,873	179,815	214,380
Fort Arthur.....	3,641	16,954	29,347	12,884	8,101	43,715
Fort Frances.....				15,440	20,680	22,477
¹ Manitoba.....	46,092	36,785	56,587	45,296	50,911	25,856
Saskatchewan.....	340	298	174	697	91	562
Alberta.....	691	165	224	254	144	815
Totaux.....	92,394	145,960	222,767	227,444	259,742	307,805

TABLEAU IV—CHARBON IMPORTÉ—BITUMINEUX ROND, NON TRIÉ ET CHARBON N.O.P.

	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Fort William.....	1,568,936	1,966,458	897,470	915,471	1,095,128	1,500,034
Port Arthur.....	961,722	1,002,368	641,293	697,239	860,149	779,314
Fort Frances.....				46,638	50,345	83,812
¹ Manitoba.....	69,011	23,434	46,898	65,351	47,737	378,199
Saskatchewan.....	1,823	2,803	460	334	223	298
Alberta.....	59	118	499	567	67	115
Totaux.....	2,601,551	2,995,183	1,586,620	1,725,600	2,053,649	2,742,772

Le charbon apporté aux Grands lacs est transporté comme cargaison en retour par les bateaux qui expédient les minerais. Comme les gages des mineurs sont plus élevés, et que les frais de transport ont été augmentés, les industries du Canada, qui dépendent du charbon des Etats-Unis, éprouvent des difficultés. La hausse des prix aura pour effet d'étendre la distribution du charbon canadien plus loin vers l'est, et de rendre possible le développement des emplois du charbon de qualité intérieure.

Les chemins de fer et les compagnies de transport sont ceux qui font le plus d'usage des charbons importés.

COMBUSTIBLE POUR CHEMINS DE FER

Un combustible approprié et économique est l'un des plus importants facteurs pour les locomotives. Le tableau suivant montre jusqu'à quel point le charbon est ainsi employé au Canada.²

Année	Tonnes de charbon	Coût
1912.....	7,783,736	\$24,160,823
1913.....	9,263,984	28,426,355
1914.....	8,547,675	26,710,758
1915.....	6,903,418	20,889,055
1916.....	8,995,123	27,961,186
1917.....	10,130,799	36,784,642
1918.....	10,173,344	52,630,430

¹Probablement une grande partie était du charbon transporté par voies ferrées via Emerson et Gretna, Man.

²Statistiques des chemins de fer, département des Chemins de fer et Canaux, 1918, p. xxx.

Le tonnage de charbon, employé chaque année par les chemins de fer au Canada, équivaut à 68 pour cent de notre production totale de charbon, pendant la même période. En 1918, la production de charbon au Canada était de 14,977,926 tonnes, et la même année les chemins de fer ont consommé 10,173,344 tonnes. En outre, 52,507,528 gallons de pétrole combustible ont été brûlés par des locomotives. Le pétrole avait été importé des Etats-Unis et représentait l'équivalent de 312,545 tonnes de charbon.

La découverte de grandes sources de pétrole, en Californie, a eu pour résultat l'emploi de ce combustible par les chemins de fer et les bateaux à vapeur. Le pétrole a des avantages supérieurs à ceux du charbon, mais son emploi dépendra beaucoup de ses qualités économiques, suivant les circonstances. Les compagnies de chemins de fer l'ont adopté, non par contrainte de la part du gouvernement, mais en considération de certains avantages pécuniaires. Comme ce combustible peut être placé facilement à bord des navires, et que son allumage ne présente aucune difficulté, qu'il occupe moins d'espace que le charbon et permet de disposer de plus de place dans les navires, il sera employé en cette classe de trafic, même lorsque son prix de vente sera plus élevé que celui de son équivalent de chaleur en charbon.

Les chemins de fer des Etats-Unis ont fait un grand usage de pétrole combustible, depuis son introduction en 1900. L'épuisement partiel des sources de pétrole adjacentes a forcé quelques voies ferrées de revenir au charbon. Ces retours seront plus nombreux, à mesure que l'augmentation des prix du pétrole luttera contre ses avantages. L'emploi du pétrole combustible, dans l'Ouest du Canada, dépendra du bas prix des pétroles bruts du Mexique, de la Californie et d'autres états qui touchent au Pacifique. David T. Day a écrit ce qui suit à ce sujet dans *The Production of Petroleum in 1913*¹ «Les chemins de fer de Californie ont absorbé les premiers de grandes quantités de pétrole. Cet usage légitime est devenu permanent par le manque d'autres combustibles; il a été appliqué à d'autres genres de production de force motrice, y compris le cabotage et le transport à l'étranger. Le changement récent du caractère des pétroles bruts de Californie menace la continuation de l'emploi du pétrole combustible². Plusieurs des sources fournissent des pétroles bons pour le raffinage et la production de grandes quantités de gazoline et de kérosène. On raffinait jusqu'au commencement de 1913 environ 30 pour cent des pétroles de Californie, le reste était vendu pour combustible, à l'état brut, ou après une légère distillation des éléments volatiles. Un tel procédé subit un tel changement en 1913, que la proportion de pétrole brut, employé pour chauffage, fut renversée, et, quoique l'on ne possède pas de chiffres exacts, on peut dire que le raffinage du pétrole brut atteignit environ 70 pour cent en cette année, avant que les plus lourds éléments furent vendus pour combustible. Mais un tel changement ne diminuera pas l'usage du pétrole

¹Mineral Resources of the United States, p. 592.

²Les mots en italique sont de l'auteur.

combustible, ce n'est qu'un autre mode de son application, surtout aux machines à combustion interne, qui consomment du kérosène et des matières plus lourdes de la distillation». Il est vrai que le nombre des puits a été accru en 1915, mais la production moyenne par jour est tombée de 47 barriques en 1914 à 39 en 1915. La guerre entrava jusqu'à un certain point le commerce du pétrole en Californie en 1915, et le prix baissa d'un cent et demi par barrique. Mais les prix s'élèveront cependant pour les raisons susmentionnées, et les navires en feront un plus grand usage, dès que le canal de Panama sera ouvert au trafic. L'auteur pense que l'usage du pétrole offre maintenant plus d'avantage que le charbon canadien au chauffage des locomotives, avantages qui seront moindres plus tard. Si de telles prévisions se réalisent, il est évident que les chemins de fer reprendront le charbon.

Le Canada possède d'immenses réserves de charbon, mais une grande partie ne peut servir à l'état naturel pour combustible à locomotives. Les charbons du Manitoba, de la Saskatchewan et de certaines parties de l'Alberta sont des lignites et des sous-bitumineux, renfermant beaucoup d'humidité et ne peuvent être employés pour chauffer les locomotives, parce qu'ils émettent de nombreuses étincelles qui peuvent causer des incendies.

En 1913, la Commission des chemins de fer publia une ordonnance¹ qui oblige les chemins de fer à placer des pare-étincelles, à discontinuer l'usage de certaines classes de lignites et à prévenir des commencements d'incendies le long du passage de leurs voies ferrées.

La partie est de la Saskatchewan forme une région de concurrence entre le charbon des Etats-Unis, d'une part, et les charbons mous de bonne qualité des montagnes Rocheuses et régions adjacentes, d'autre part. Il est donc évident que le charbon coûte cher en cette section de la province. Puisque nous importons une grande quantité de charbon et de pétrole combustible, qui coûte cher, il faudra recourir à une méthode quelconque, propre à accroître l'efficacité de production de force motrice avec du charbon, ou à réduire économiquement l'emploi du pétrole combustible par la substitution de charbon ou des combustibles de qualité inférieure, qu'il fallait mettre autrefois de côté, parce qu'ils étaient des causes d'incendies.

CHARBON PULVÉRISÉ

SON HISTOIRE

Les premières expériences d'utilisation de charbon pulvérisé remontent à un siècle environ, mais l'application à l'industrie date de 1895, lorsqu'on s'en servait pour le brûlage du ciment. Comme on ne reconnaissait pas les avantages d'un desséchage complet et d'une pulvérisation aussi fine que possible, les progrès de l'utilisation furent lents. On trouva néanmoins ce genre de combustible d'une grande importance, lorsque les nécessités de

¹Ordonnance générale n° 107, Commission des Chemins de fer, le 14 juillet 1913.

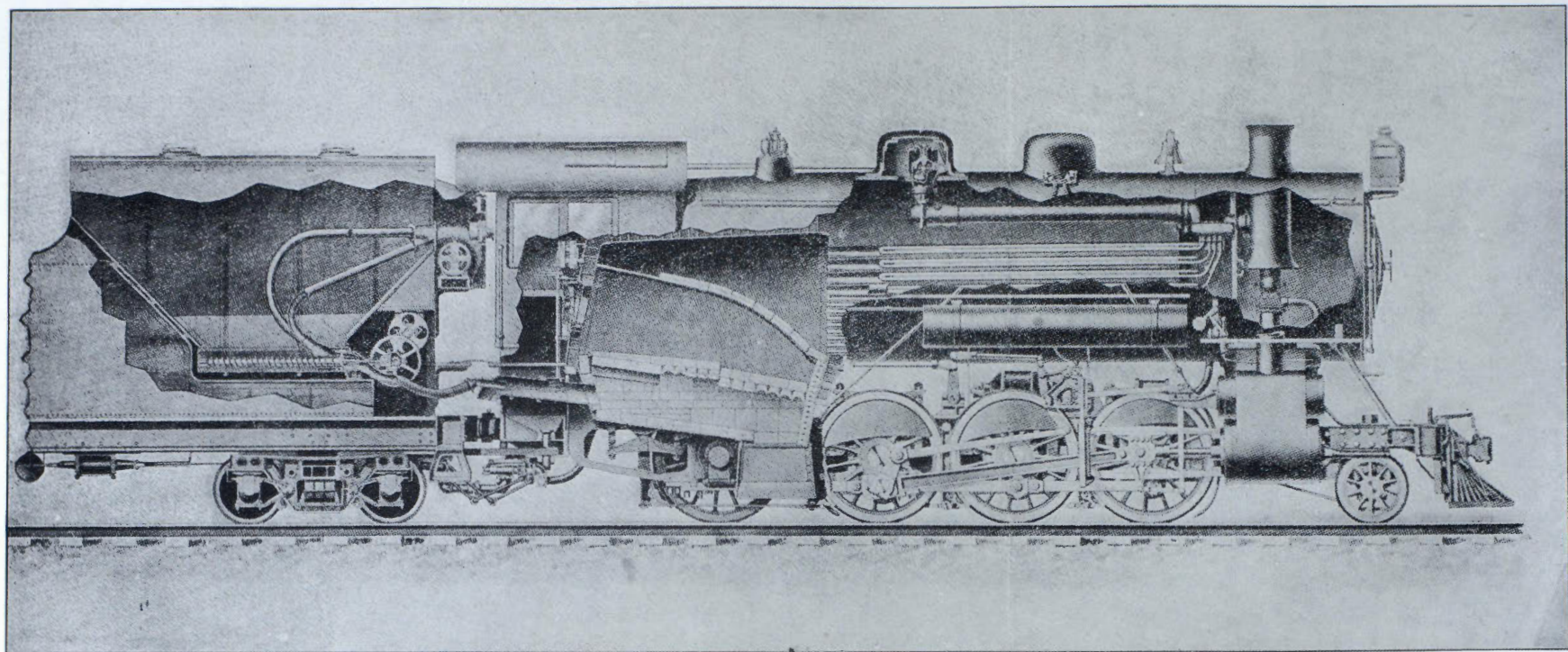


DIAGRAMME MONTRANT LE DISPOSITIF POUR BRÛLER DU CHARBON PULVÉRISÉ DANS LE FOYER DES LOCOMOTIVES À VAPEUR

l'industrie du ciment réclamèrent un combustible effectif à bas prix. L'industrie du ciment exige que l'on pulvérise économiquement et finement les matières qui composent le ciment, la pulvérisation du charbon fut donc entreprise par des hommes qui disposaient des machines et procédés voulus pour cette opération, et pouvaient donner un égal degré de consistance à une matière moins résistable que la pierre à ciment ou le mâchefer. L'application générale suivante de ce combustible, en certains procédés métallurgiques, était une source de chaleur pour fournaies simples, n'exigeant pas des températures très élevées, et où les cendres étaient ou continuellement enlevées, ou tombaient facilement dans un cendrier et sorties.

Le chemin de fer aérien de Manhattan essaya, il y a une quinzaine d'années, le charbon pulvérisé sur une de ses locomotives. L'équipement consistait en un pulvérisateur, un souffleur et une turbine à vapeur installés sur la locomotive. Cette méthode de brûlage ne donna pas de bons résultats parce que le charbon n'était pas suffisamment pulvérisé, et parce que certains détails mécaniques manquaient.

Le gouvernement suédois et la Société des chaudières suédoises ont fait des expériences depuis quelques années et ont employé la tourbe pulvérisée pour chauffer des locomotives et des chaudières stationnaires; les résultats ont été satisfaisants.

En 1914, le chemin de fer New-York Central mit en service une locomotive à dix roues, d'une puissance de traction de 31,000 livres. Ce fut la première de cette dimension, équipée pour brûler avantageusement du charbon pulvérisé. On a fait depuis une pareille application à une locomotive du type ancien, appartenant au chemin de fer Chicago and Northwestern. Au commencement de 1917, le chemin de fer Delaware and Hudson installa le premier pulvérisateur complet, pour fournir du charbon pulvérisé à l'une de ses locomotives en service régulier.

En 1906, on fit usage de poussier de houille dans la fonderie de cuivre avec fours à réverbère à Highland Bay. Bien que ces expériences ne fussent pas de nature à faire adopter ce combustible en cette fonderie, les résultats obtenus montrèrent très clairement qu'il était possible d'accroître le tonnage avec une consommation moindre de combustible, et que les difficultés éprouvées provenaient surtout de l'imperfection des appareils. En 1909, MM. David H. Browne et Geo. E. Silvester, de la Canadian Copper Co., firent des études sur l'usage du charbon pulvérisé comme combustible, à la suite desquelles ils installèrent des brûleurs de poussier et des tuyaux à poussier à leur fonderie de minerai de cuivre et nickel à Copper Cliff, Ont. L'usine fut commencée en 1910 et terminée en 1911. Après avoir examiné le travail des fours à réverbère, chauffés avec du poussier, de la Canadian Copper Co., les administrateurs des usines de réduction Washoe, à Anaconda, Mont., voulurent se rendre compte des avantages du poussier et en firent usage dans leurs fours à réverbère. En 1914, fut remodelé un four à réverbère pour brûler du charbon pulvérisé, les résultats obtenus indiquent une économie sensible sur les dépenses de

fusion, comparativement au coût du même travail avec du charbon ordinaire.

En 1912, l'American Iron and Steel Manufacturing Co. avait fait des essais si satisfaisants qu'elle fut tentée de publier les résultats de l'usage de ce combustible. Elle employa, pour son usine de Lebanon, Pa., du charbon pulvérisé dans les fours à puddler et les petits fours de réchauffe pour écrous, boulons et barres à clous, ainsi que dans les grands fours de chauffage des loupes et la fusion à foyer ouvert.

On a réussi, depuis quelques années, à employer avantageusement le charbon pulvérisé au chauffage des chaudières stationnaires. En 1913, la Dominion Coal Co. installa des chaudières Bettington en son usine de force motrice à New Waterford, N.-E., qui étaient chauffées avec du charbon pulvérisé. C'était la première installation du genre dans l'Amérique du Nord.

CHARBON PULVÉRISÉ POUR CHAUFFER LES CHAUDIÈRES

Le développement et l'usage du combustible pulvérisé, pour le chauffage des chaudières stationnaires sont de date plus récente que l'emploi de ce combustible par la métallurgie. Les premiers expérimentateurs n'apprécièrent pas la nécessité d'un broyage fin, ni l'effet d'un dessin de four spécial sur la température des gaz qui en provenaient, et en conséquence la flamme à haute température détériorait les parois en brique. Le jet de flamme à haute vitesse des tuyères avait une tendance à fondre la brique. Une couche de scories, formée par un mélange de cendre et de brique fondues, se déposait sur le fond du foyer et décourageait ceux qui pensaient que ce combustible donnerait un service continu. Les particules de scories liquides se déposaient aussi sur les chemises des tubes ou les tuyaux d'eau des chaudières, et causaient des difficultés.

La connaissance récemment acquise, par l'expérimentation et l'expérience dans les usines ainsi équipées, ont démontré qu'il était possible de vaincre ces difficultés et qu'elles ont été vaincues. L'économie résultant de l'usage de combustible pulvérisé par les chaudières stationnaires, au lieu du charbon pour chauffage direct, n'est pas comparativement aussi accentuée que celle de son emploi par les locomotives. La différence s'explique par le fait qu'il est possible d'équiper les appareils stationnaires avec les meilleurs chauffeurs mécaniques. Le charbon pulvérisé fournit deux ou trois pour cent plus de calories que le charbon ordinaire, mais cet avantage est contrebalancé par le coût de la préparation. La comparaison qui précède vise surtout à l'efficacité de brûlage, lorsqu'il s'agit de charbons de qualité presque égale; mais il y a plusieurs localités, surtout au nord de l'Ontario et en certaines parties du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta, où la tourbe et le charbon pulvérisé remplaceraient économiquement le charbon à haut prix importé.

CHAUDIÈRE BETTINGTON

Chaudières à vapeur—L'usine à chaudières et pulvérisateurs réunis est le résultat d'une longue et coûteuse série d'expérimentations commencées dans l'Afrique du Sud, continuées et brevetées d'abord aux Etats-Unis, finalement complétées et commercialement exploitées en Grande-Bretagne. Un catalogue, publié pour annoncer cette classe de chaudières, décrit sommairement les difficultés que présentait l'application du combustible pulvérisé aux chaudières à vapeur :

- (1) La difficulté de maintenir une ignition égale et continue, à laquelle on remédie par une température uniforme et élevée dans le foyer.
- (2) L'impossibilité de trouver des matériaux économiques pour obvier à l'usure par la température qu'il faut tenir dans le foyer tel que disposé jusqu'à présent pour chauffer les chaudières.
- (3) La difficulté de produire constamment un mélange homogène avec des charbons de qualité différente, quelquefois très humides et contenant peu de cendre.
- (4) La difficulté de maintenir un mélange homogène de poussier et d'air, pendant toute la période nécessaire à une combustion complète; la tendance des plus grandes particules de se concentrer en certaines directions; difficulté qui est en partie résolue par une pulvérisation très fine du combustible.
- (5) La difficulté de disposer des cendres fondues qui, par suite du genre de foyer et de température nécessaires, forment habituellement des dépôts solides de scories.

Les appareils essentiels de ce genre de chaudière sont :

- (1) Un pulvérisateur et un souffleur.
- (2) Une chambre de séparation du poussier.
- (3) Une tuyère.
- (4) Une chaudière multitubulaire verticale.
- (5) Un appareil pour chauffer l'air.

Le charbon se rend automatiquement au pulvérisateur qui fait aussi l'office de souffleur. Avant d'entrer dans le pulvérisateur, l'air est chauffé par un appareil placé sur le passage des gaz qui s'échappent de la chaudière. Grâce à l'air chaud, les charbons, contenant jusqu'à 15 pour cent d'humidité, se désagrègent et brûlent facilement.

Une fois désintégré, le charbon passe dans l'espace entre les tubes d'eau; les parties fines se rendent directement à la tuyère et les autres retournent par gravité au pulvérisateur, où elles sont moulues à nouveau.

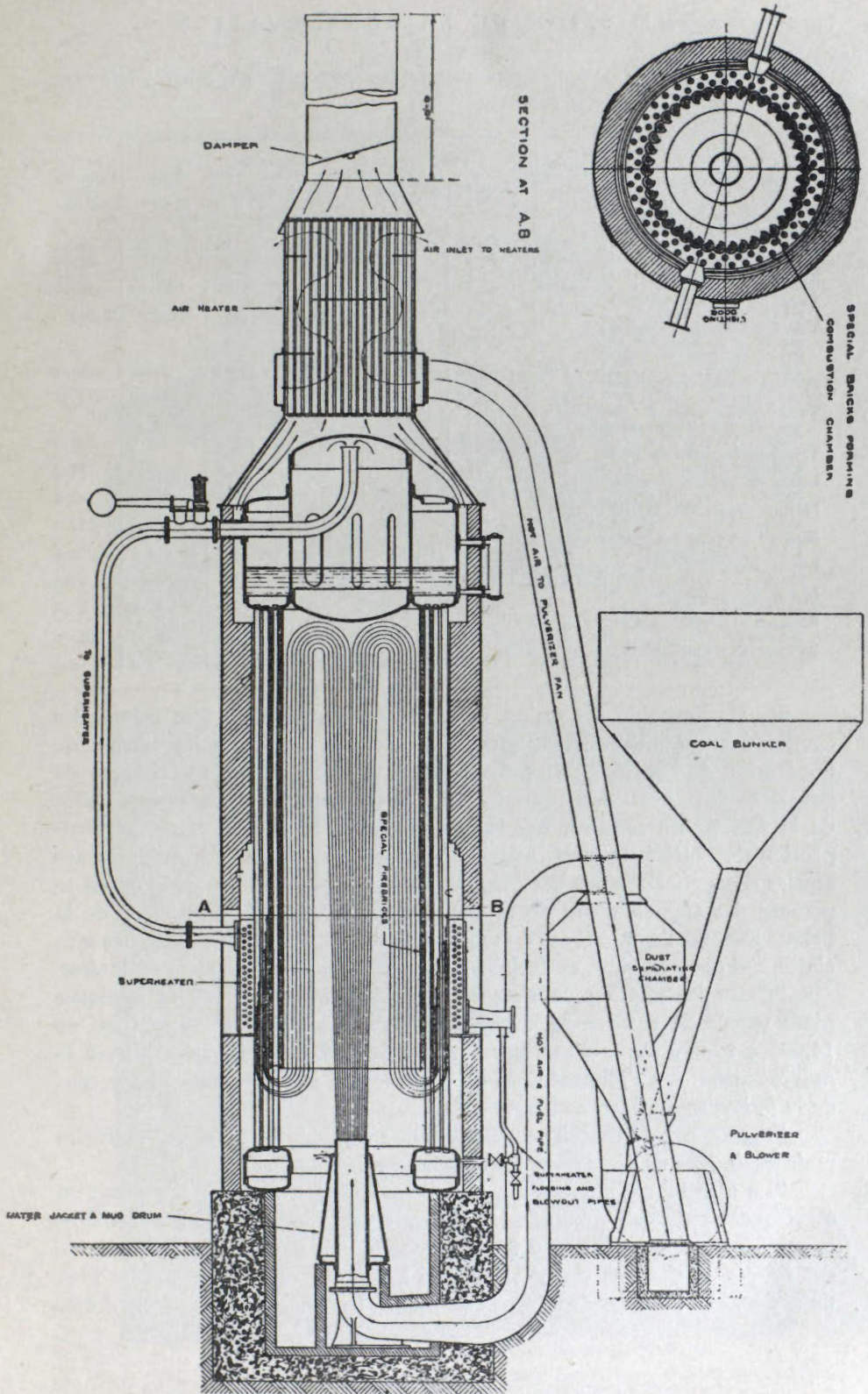
Le charbon fin passant par la tuyère, qui est plutôt un gaz, s'allume et brûle dans la chambre à combustion de la chaudière. Les gaz chauffés passent de la chambre de combustion le long de tubes d'eau, par l'économiseur et l'appareil chauffeur d'air et sortent par la cheminée. La tête et le fond de la chaudière sont reliés par de solides tubes d'acier laminés. Des briques spéciales, appliquées le long des tubes intérieurs, forment la paroi de la chambre de combustion. Ces briques ne sont jointes par aucun agglutinant. Les matières combustibles se consomment, et leurs résidus sont des scories vitreuses irréductibles. Les scories se solidifient à une température relativement élevée et bouchent bientôt hermétiquement toutes les interstices. Les scories tombent dans le cendrier sous forme de petites globules faciles à enlever; la quantité est beaucoup moindre que celle du charbon ordinaire. La vapeur, avant de passer dans les turbines, est surchauffée par des tuyaux en spirale, roulés autour des tubes de la chaudière.

Les fabricants attribuent les avantages suivants à cette chaudière:

- (1) Elle est plus effective que toute autre connue.
- (2) Elle se chauffe au degré voulu par le réglage du combustible provenant du pulvérisateur.
- (3) Elle est facile à nettoyer.
- (4) En la fermant quelques instants, on obtient promptement une grande quantité de vapeur.

En 1913, la Dominion Coal Co. installa en son usine de New Waterford, N.-E., trois chaudières Bettington ayant chacune une évaporation normale, à 212° Fahr. et plus, 20,000 livres par heure. Elles sont chauffées avec du poussier de charbon, que l'on ne pourrait pas employer économiquement pour produire de la force motrice dans une chaudière ordinaire. Ce fut la première du genre installée en Amérique. Font usage de cette chaudière, l'Amirauté anglaise, la station de force motrice municipale de Johannesburg, la Clifton and Kersey Coal Co., la British Oil and Coke Mills, de Londres, Hull et Manchester, le Conseil du district urbain d'Erith, les mines de diamant de DeBeers, la Donisthorpe and Co., la Jupiter Gold Mining Co., le Warren Hill Syndicate, Ltd., la Crown Mines Ltd., la Bantzes Consolidated Gold Mines, Ltd.; tous déclarent qu'ils en obtiennent de bons résultats.

Voir ci-après une coupe de cette chaudière. Les chaudières se construisent suivant cinq modèles, avec évaporation de 6,000 à 40,000 livres par heure à l'évaporation normale et à 212° Fahr. et plus : N° 1, 6,000; N° 1a, 8,000; N° 2, 12,000; N° 2a, 20,000; N° 3, 40,000 livres par heure.



Coupe de la chaudière étalon Bettington montrant la marche des gaz.

Voici les résultats des expériences faites avec cette chaudière, tels que décrits dans le catalogue susmentionné :

Charbon employé	C.R.C. menu	Dant		Sud-Africain		Pâte	Pâte d'antra- cite gallois
		Clifton et Kersley	Ellesmere	Bri- sures	Triures		
Analyse (charbon sec)—							
Cendre.....	22.18	23.00	21.12	22.58	21.30	19.92	12.64
Matières volatiles.....	25.97	20.00	26.46	27.38	27.68	22.94	11.66
Soufre.....			3.13	0.85	0.95	0.76	0.99
Carbone fixe.....	51.85	57.00	52.42	50.04	51.02	57.14	75.70
Valeur calorifique sur charbon sec (B. t. u.).....	8,710	10,700	11,250	10,098	10,494	11,088	12,276
Valeur calorifique sur charbon sec (B. t. u. exprimée en livres d'eau évaporées à 212° Fahr. et plus.....	9.01	11.08	11.65	10.45	10.86	11.48	12.71
Pression absolue d'eau, livres par pouce carré.....	140	164.5	164.8	152.3	152.15	130.45	151.1
Température moyenne des gaz sortant de la chaudière, Fahr.....	514	592.7	658.8	558.3	587.5	603.7	560.3
Température moy. de l'eau d'aliment. °Fahr.....	76.6		56.6	56.0	56.0	56.0	57.2
Livres de charbon sec. par heure.....	1,084	1,020	1,179.2	1183.3	1,347.8	1,183.5	1,242.2
Livres d'eau fournie par heure.....	6,380	6,550	7,984	7348.1	8,803.6	8,471.4	9,217
Equiv. d'eau évap. par heure. à 212° Fahr. et plus.....	8,495	8,476.8	10,290.4	9437.2	11,321.4	10,909.5	11,776.4
Livres d'eau par livre de charbon.....	5.37	6.418	6.635	6.111	6.401	6.986	7.36
Livres d'eau par livre de charbon à 252° Fahr. et plus	7.15	8.309	8.726	7.975	8.40	9.218	9.48
Efficacité thermique, basée sur le charbon.....	79.3	75.0	74.9	76.31	77.35	80.30	74.59
Pourcentage d'humidité dans le charbon à l'essai.....	8.66	15.6	2.00	1.6	2.00	2.4	0.8

R. H. Fernalde dit qu'un examen de l'installation, aux usines des agents des chaudières Bettington, "donna une excellente impression de l'opération de l'outillage de pulvérisation, qui ne laissait pas échapper de poussière flottante. Malheureusement, il fut impossible d'examiner l'effet de la fusion des cendres, car la chaudière était sous épreuve, et l'inspection de l'intérieur était interdite. La compagnie déclara qu'après des années d'expérience avec des briques spéciales, elle trouva que l'enveloppement des tuyaux d'eau de la chaudière valait le refroidissement de la brique avec de l'eau. Il est donc possible de se dispenser de briques spéciales, qui coûtent cher, et de faire usage de briques réfractaires ordinaires.

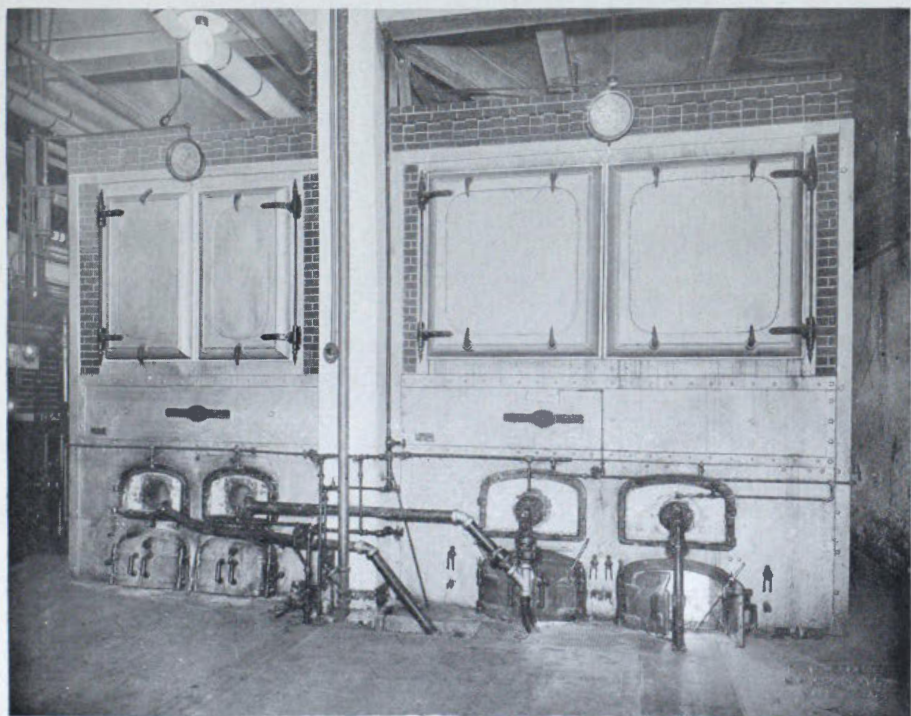
"Cette installation consiste en une chaudière de 2,600 et quelques pieds carrés de surface de chauffe, et d'une puissance d'évaporation de 14,000 à 22,000 livres d'eau par heure. La force motrice nécessaire à la pulvérisation et à l'alimentation de combustible est d'environ 3 pour cent de la puissance de la chaudière.

"On n'a pas de renseignements précis sur la dépréciation et l'entretien mais quelques-uns disent que les frais sont excessifs.

"Le directeur d'une aciérie, au pays de Galles, a dit qu'il mettait en service deux de ces chaudières. Il avait fait installer deux chaudières capables d'évaporer chacune 20,000 livres d'eau par heure; il employait des rebuts de charbon contenant de 25 à 27 pour cent de cendre—c'était un mélange de poussière de mines et de coke. Les chaudières venaient d'être



LIVRAISON DE CHARBON PULVÉRISÉ PAR CAMION AUTOMOBILE
The Crystal Pool, ou un établissement de bains à Seattle, Wash.



CHAUDIÈRES CHAUFFÉES AU CHARBON PULVÉRISÉ
Installation d'une puissance de 500 chevaux-vapeur dans l'édifice L. C. Smith, Seattle, Wash.
Coût du dispositif pour charbon pulvérisé, \$3,500.

mises en place, et n'avaient pas encore été suffisamment essayées. Les épreuves qui avaient été faites montraient que les chaudières avaient une efficacité de 75 pour cent et l'on conclut qu'elles seraient un succès".¹

Les données suivantes sont le résultat d'une épreuve comparative² entre une grande chaudière Babcox et Wilcox pour la marine et une chaudière Bettington de même dimension. La Bettington était la première de sa classe, elle pourra sans doute être perfectionnée après les essais qui en seront faits. On peut, néanmoins, constater qu'elle figure bien à côté de sa rivale. Voici les chiffres:

Sujets	Bettington	Babcock et Wilcox
Date de l'épreuve.....	26 juin 1913	27 juin 1913
Durée de l'épreuve.....	9·8 heures	10 heures
Pression.....	173·7 liv. par pc. car.	161·9 liv. par pc. car.
Température du combustible.....	65·5° Fahr	64·7° Fahr
Température de la vapeur.....	610·3° Fahr	546° Fahr
Eau évaporée par heure.....	31,561 liv.	29,370 liv.
Charbon dépensé par heure (nulle mention de la valeur en carbone des cendres).....	4,477 liv.	4,183 liv.
Livre d'eau évaporée par livre de charbon.	7,050 liv.	7,014 liv.
Equivalent en évaporation à 212° Fahr et plus.....	9,049 liv.	9,140 liv.
Equivalent en évaporation à 212° Fahr et plus (à sec).....	9,464 liv.	9,868 liv.
Efficacité en valeur calorifique totale.....	78·6 p.c.	77·4 p.c.
Pourcentage de force auxiliaire.....	3·8 p.c.	1·0 p.c.
Efficacité nette en valeur calorifique totale.	75·6 p.c.	76·6 p.c.
Efficacité en valeur calorifique.....	81·4 p.c.	80·0 p.c.
Efficacité nette en valeur calorifique nette..	78·3 p.c.	79·1 p.c.

PACIFIC COAST COAL COMPANY, SEATTLE, WASH.

Cette compagnie fut la première à employer le combustible pulvérisé sur la côte du Pacifique; aujourd'hui cette industrie a fait de grands progrès; le charbon pulvérisé est utilisé pour le chauffage des chaudières à vapeur, la production de la force motrice et le chauffage des maisons.

Cette compagnie possède et exploite les usines suivantes dans l'état de Washington: Black Diamond, Newcastle et Burnett ou South Prairie, toutes dans le voisinage de Seattle.

Voici les analyses de ces charbons:

(Charbon sec)

Matières volatiles.....	39·64 pour cent.
Carbone fixe.....	32·45 "
Cendres.....	27·40 "
Soufre.....	·62 "
B.T.U.....	9,540

¹Notes on the Use of Low-Grade Fuel in Europe. Bureau des Mines des Etats-Unis. Document technique 3, p. 35.

²Article par J. H. Dobson, South African Institution of Engineers.

BURNETT—

(Au naturel—Veine n° 4)

Humidité.....	·96	pour cent.
Matières volatiles.....	39·24	“
Carbone fixe.....	46·33	“
Cendres.....	13·47	“
Soufre.....	1·28	“
B.T.U.....	12,052	

(Charbon sec)

Matières volatiles.....	39·62	pour cent.
Carbone fixe.....	46·77	“
Cendres.....	13·60	“
Soufre.....	1·29	“
B.T.U.....	12,169	

MINE BLACK DIAMOND—

(Au naturel)

Humidité.....	·2·5	pour cent.
Matières volatiles.....	47·25	“
Carbone fixe.....	46·70	“
Cendres.....	3·55	“
Soufre.....	·40	“
B.T.U.....	12,651	

(Charbon sec)

Matières volatiles.....	48·46	pour cent.
Carbone fixe.....	47·89	“
Cendres.....	3·64	“
Soufre.....	·41	“
B.T.U.....	12,976	

NEWCASTLE—

(Au naturel)

Humidité.....	7·8	pour cent.
Matières volatiles.....	36·55	“
Carbone fixe.....	29·92	“
Cendres.....	25·73	“
Soufre.....	·57	“
B.T.U.....	8,842	

Cette compagnie possède et met en service deux usines qui pulvérisent le charbon—une à la mine Newcastle et l'autre à la mine Black Diamond.

Usine Newcastle—Cette usine produit cinq tonnes par heure; elle est pourvue d'un séchoir Ruggles-Coles et d'un pulvérisateur Fuller de 46 pouces. Le charbon pulvérisé est employé par l'usine de force motrice installée à la mine et par le transport à Seattle.

Usine Black Diamond—Cette usine produit cinq tonnes par heure; elle est pourvue d'un séchoir Ruggles-Coles et d'un pulvérisateur Raymond. Le charbon pulvérisé est employé par l'usine de force motrice installée à la mine et par le transport à Seattle.

Le charbon pulvérisé est expédié à Seattle en wagons-réservoirs et distribué par des camions-réservoirs automobiles. Cette compagnie peut

produire environ 30 tonnes par jour, et les édifices suivants ont remplacé les chaudières chauffées au pétrole par celles chauffées au charbon pulvérisé: l'édifice de L. C. Smith (42 étages), l'édifice Pacific, l'école supérieure de la rue Broadway, l'hôtel New Richmond, l'établissement de natation de Seattle (Crystal Pool) et la buanderie Independent. Le charbon pulvérisé se vend à domicile \$7.75, il coûte moins cher que le pétrole qui se vendait autrefois \$2 la barrique de 42 gallons.

LA PUGET SOUND TRACTION, LIGHT AND POWER CO.

M. Henry Hull décrit de la manière suivante les résultats des expériences faites à l'usine de la Puget Sound, Light and Power Co.:

La Puget Sound Traction, Light and Power Company voyant que l'on entassait une grande quantité de poussier de charbon non vendable, à proximité des mines, s'est appliquée à trouver un moyen de brûler du charbon pulvérisé. Le charbon de la région est une espèce de lignite qui brûle sans difficulté une fois pulvérisé, car il renferme une forte proportion de matières volatiles et les cendres se fondent facilement. Pour en faire un combustible, il faut d'abord le dessécher autant que possible et en réduire l'humidité à 1 pour cent, avant d'en entreprendre la pulvérisation. Il faut ensuite le moudre jusqu'à ce qu'il soit possible de passer 85 pour cent de la masse par un tamis de 200 mailles au pouce linéaire et 95 pour cent par un tamis de 100 mailles, si l'on veut arriver au meilleur résultat. La pulvérisation terminée, le charbon doit être passé directement au foyer, ou mis à l'abri de l'air, pour le garantir de l'humidité, s'il faut le transporter à distance.

Le charbon, examiné par la Puget Sound Company, est desséché et pulvérisé par la Pacific Coast Coal Company, à son usine à briquettes, près de Renton, pourvue d'un pulvérisateur Raymond. Il est ensuite chargé dans un wagon-trémie métallique. Le wagon est placé à l'usine à vapeur au-dessus d'une chute reliée au wagon au moyen d'un tube flexible. La chute alimente un petit transporteur couvert, qui monte et verse le charbon dans une soute contiguë à l'usine de force motrice. Du fond de cette soute le charbon est amené, par deux vis de 3 pouces (7.62 cm.) actionnées par un moteur, dans un tuyau alimentateur, par lequel il est soufflé vers le devant du foyer. Le combustible est déchargé à ce point sur le côté d'un injecteur, tambour de 16 pouces (38.1 cm.) entourant une tuyère à l'extrémité d'un tuyau d'air de 10 pouces (25.4 cm.). Des registres sont placés dans le tambour et le tuyau d'air, pour régler la quantité d'air nécessaire au foyer. Pour commencer le brûlage, on laisse tomber le poussier sur une flamme de pétrole; cependant un petit feu allumé sous le tuyau d'amenée aurait le même effet. Un four hollandais allongé, à grand arc, est employé pour aider à l'ignition, car il faut un foyer d'une grande dimension pour donner de bons résultats, la forme parabolique est la plus appropriée. La flamme ne peut revenir dans le tuyau alimentateur aussi longtemps que la quantité d'air est plus forte que celle qui amène le combustible.

On trouvera ci-après le résultat d'une expérimentation de 12.8 heures. La durée des épreuves était limitée par le volume d'emmagasinage et la manipulation du combustible. Le charbon fut pesé dans le wagon au moment de sa livraison à l'usine, et le poids net était ensuite déduit par la soustraction du poids du wagon après le déchargement. L'expérience se

continua jusqu'à ce que tout le charbon fût consumé. L'eau fut mesurée par un hydromètre Venturi, installé dans un tuyau d'alimentation de la chaudière, et tous les instruments furent essayés avant l'opération pour s'assurer de leur précision.

Pendant l'expérimentation on constata que la chaudière pouvait être poussée jusqu'à 200 pour cent de sa puissance sans endommager la brique ou les tubes. La cheminée resta libre de suie et il ne se produisit pas de fusion de cendre. On trouva qu'environ un tiers de la cendre s'était déposé dans le second et le troisième passages de la chaudière, mais il ne s'en déposa pas sur les tuyaux.

Epreuve d'une chaudière B. & W. de 300 h. p. brûlant du charbon pulvérisé

(Analyse du charbon)

Humidité.....	5.4	Cendre.....	10.4
Matières volatiles.....	37.2	Soufre.....	0.56
Carbone fixe.....	47	B.T.U.....	11.760

(Analyse de la cendre)

SiO ₂	44	CaO.....	7.75
FeO.....	10.45	MgO.....	2.40
Al ₂ O ₃	32.88		

(Epreuve du charbon au tamis)

Pourcentage de charbon passant sur un tamis de 100 mailles (mesure linéaire)....	5.8
Pourcentage de charbon passant par tamis de 100 sur un de 200 mailles.....	34.6
Pourcentage de charbon passant par un tamis de 200 mailles.....	59.6
Durée de l'épreuve (heures).....	12.8
Nombre moyen de chevaux-vapeur produits.....	357
Total de livres d'eau évaporée.....	143,231
Température moyenne de l'eau (degré Fahr).....	185
Pression moyenne de la vapeur (en livres au manomètre).....	106.5
Température moyenne de la vapeur (deg. Fahr).....	399
Température moyenne du gaz des tuyaux (deg. Fahr).....	528
Tirage moyen de l'eau à la prise.....	0.17
Analyse moyenne du gaz des tuyaux, en pour cent:	
CO ₂	17
Oxygène.....	2
CO.....	0
Total du charbon brûlé (livres).....	18,389
Evaporation actuelle par liv. de charbon (liv.).....	7.8
Evaporation équivalente à 212 deg. Fahr et plus (liv.).....	8.6
Efficacité de la chaudière (pour cent).....	71

Le résultat de l'expérimentation tend à réfuter la plus hostile critique de cette méthode de brûler du charbon. Il ne s'est pas formé de scories dans le foyer ou dans les tubes; aucun échappement d'escarbilles ou de cendre par la cheminée; aucun dommage causé à la chaudière par une forte surcharge.

On a trouvé, en brûlant ces divers combustibles, que—en supposant le prix du même charbon à \$1.60 la tonne brute et (\$1.76 la tonne nette)—les prix à payer pour d'autres combustibles à valeur calorifique égale seraient les suivants: menu charbon sur grilles à chaîne, \$1.60 par tonne brute, livré; pétrole, 56 cents par barrique, livré, et charbon pulvérisé, livré, \$2.20 la tonne brute.

L'usine temporaire fut dessinée par E. B. Powell, de la Stone and Webster Engineering Corporation, Boston, Mass.

La Puget Sound Traction, Light and Power Company a récemment installé une usine de pulvérisation et changé toutes ses chaudières pour l'usage de charbon pulvérisé.

LA AMERICAN LOCOMOTIVE COMPANY, SCHENECTADY, N.-Y.

La American Locomotive Company a répondu ce qui suit le 7 novembre 1917, à une demande de renseignements :

« En réponse à votre lettre du 24 octobre, au sujet de l'usage de charbon pulvérisé, j'ai le plaisir de vous donner les renseignements suivants :

- « (a) Les avantages qui résultent de l'emploi de charbon pulvérisé à la place de charbon ordinaire que l'on introduit dans le foyer, soit à la main, soit au moyen d'un chauffeur mécanique, sont : l'économie, la régularité du feu et l'allumage instantané. Nous chauffons depuis environ quatre ans, avec du charbon pulvérisé, une chaudière, modèle Franklin, de 300 h.p., et nous obtenons des résultats supérieurs à ceux que nous ont donnés les chaudières semblables, chauffées à l'aide d'appareils mécaniques. Le séchage et la pulvérisation du charbon sont les seuls désavantages que nous ayons éprouvés, ils varient naturellement, suivant les lieux et les conditions.
- « (b) Nous n'avons jamais fait usage de gaz pauvre ou de pétrole en nos chaudières stationnaires à cette usine, et nous ne pouvons vous donner de renseignements comparatifs sur la production de vapeur. Nous avons employé cependant du pétrole en nos établissements industriels, mais nous transformons aussi rapidement que possible nos chaudières, afin de pouvoir y brûler du charbon pulvérisé. Les principaux avantages qui résultent de ce combustible sont : l'économie et la rapidité de l'allumage. Le coût de l'installation est plus élevé que celui des chaudières à pétrole ; mais la différence est contrebalancée par l'économie réalisée dans le brûlage de charbon.
- « (c) Les expériences faites avec nos chaudières à charbon pulvérisé montrent que nous obtenons une efficacité de 70 pour cent au lieu de 60 pour cent avec les chaudières chauffées par des appareils mécaniques. Les expériences faites avec nos chaudières industrielles ne sont pas encore définitives. Nous les continuons et vous fournirons des renseignements plus tard, si vous le désirez.
- « (d) Une analyse du charbon que nous employions à l'état pulvérisé a donné les résultats suivants : cendre, 10% ; matières volatiles, 30% ; soufre, 2% ; B. t. u., 13,900 ; humidité, 350 ; carbone fixe, 58%.
- « (e) Le charbon est livré à notre usine par wagons qui le versent dans une trémie installée sur la voie ; les wagons sont à fonds mobiles, et le charbon descend par gravité dans un broyeur, où il est trituré jusqu'à $\frac{3}{4}$ " cube ; il est pris ensuite par un élévateur à godets, qui le verse dans un réservoir aérien, d'où il passe par gravité et par un tuyau d'amenée, et se rend uniformément dans un séchoir. En sortant du séchoir il est emporté par l'élévateur et versé dans un autre réservoir, d'où il tombe par gravité dans le pulvérisateur.

Un transporteur à vis le verse ensuite dans un réservoir, d'où il passe dans les trémies des ateliers. Cet arrangement n'est pas idéal; nous y ferions des changements, si nous construisions une nouvelle usine. Nous avons aussi installé un nouveau système de transport de charbon qui se passe du transporteur à vis.»

Industrie du ciment

Les fabriques de ciment emploient le charbon pulvérisé depuis 1895. On calcule que cette industrie consomme annuellement environ 10,000,000 de tonnes de charbon pulvérisé aux Etats-Unis. Les lettres suivantes reçues des fabriques de ciment au Canada attestent les avantages de ce genre de combustible sur les anciennes méthodes de chauffage au charbon:

LA CANADA CEMENT COMPANY, LIMITED

«Nous accusons la réception de votre lettre du 7 courant, nous demandant des renseignements sur l'usage du charbon pulvérisé pour brûler le ciment en nos fours rotatifs, et répondons ainsi à vos questions:

«(a) Les fours rotatifs et les usines à gaz sont les seuls qui puissent faire usage de charbon pulvérisé.

Le four rotatif a remplacé l'ancien four stationnaire; ce changement est dû en grande partie au fait qu'il y a économie de main-d'œuvre. Nous n'avons pas de fours stationnaires, mais on admet généralement que leur chauffage exige moins de charbon; cependant cet avantage est plus que contrebalancé par la forte augmentation du coût de la main-d'œuvre et la difficulté d'obtenir un ciment d'aussi bonne qualité que celui produit par le four rotatif.

Les producteurs de gaz ou gazogènes ont été essayés en plusieurs fabriques de ciment, mais n'ont pas été adoptés d'une manière générale, car leur opération n'effectue pas une économie de combustible, mais présente, au contraire, plus de difficultés.

«(b) Le charbon que nous trouvons le plus avantageux pour les fours rotatifs contient les éléments suivants:

Matières volatiles.....	35 à 40%
Carbone fixe.....	50 à 60%
Cendre.....	moins de 10%
Soufre.....	très peu.

«(c) La quantité de charbon nécessaire par barrique de ciment varie selon la qualité, la quantité d'humidité et la longueur du four. Dans le procédé à sec, c'est-à-dire, quand les matières brutes sont mises à sec dans le four, on dépense environ 100 livres par barrique de ciment. Les longs fours en exigent un peu moins et les fours courts beaucoup plus.

«Pour comparaison entre les fours rotatifs et les stationnaires voir la réponse à la question «a».

«(d) Nous ne disposons pas de photographies de nos usines, mais ces établissements varient beaucoup. Voici le procédé généralement suivi:

«Il faut d'abord broyer le charbon, s'il est reçu en gros morceaux ou comme il vient de la mine, le dessécher—généralement en séchoirs rotatifs—le pulvériser ensuite, pour cette opération on emploie une des diverses machines connues. On pulvérise le charbon jusqu'à ce que 95% passent par

un tamis à 100 mailles mesure linéaire (10,000 mailles au pouce carré); il est ensuite soufflé dans les fours par un tuyau y entrant sur le devant.

«Vous trouverez les gravures et une description générale des appareils alimentateurs aux pages 487 à 490 de l'*Eckle's Cements, Limes and Plasters*, aussi aux pages 220 à 222 de l'*West's Manufacture of Portland Cement*. On trouve aussi en ces livres les gravures et descriptions des machines employées ordinairement à broyer le charbon.

«Nous croyons que les réponses susmentionnées vous seront utiles.

Bien à vous,

(Signé) «A. C. Trapp, administrateur-adjoint.

Montréal, le 17 mai 1917.»

LA HANOVER PORTLAND CEMENT COMPANY, LIMITED, HANOVER, ONT.

«Nous avons votre lettre du 8 courant, au sujet de l'usage du charbon pulvérisé pour combustible. Nous essayerons de répondre à vos questions au meilleur de notre connaissance.

«(a) Nous trouvons que les désavantages suivants résultent de l'usage du charbon pulvérisé pour combustible: premièrement, les frais de broyage et de séchage; en nos usines ces frais sont d'environ 25 cents par tonne. Deuxièmement, le charbon pulvérisé peut s'allumer spontanément. Jusqu'à présent nous n'avons eu aucun accident semblable, mais il faut prendre certaines précautions pour éviter ce danger. Les avantages sont: premièrement, contrôle absolu de la température; deuxièmement, pas d'escarbilles à enlever, absence de fumée, et utilisation de presque tous les éléments de chaleur du charbon.

«(b) Pour le brûlage du ciment nous avons essayé quatre différentes qualités de poussier, c'est-à-dire des sassures de charbons appelés Youghiogheny, West Virginia, Hocking Valley et anthracite. Nous trouvons que les deux premiers charbons ou, en réalité, tout charbon à gaz, donnent de bons résultats. Le charbon Hocking Valley, qui est plutôt du lignite, a de bonnes qualités, mais son prix, en temps ordinaire, est un obstacle à son emploi. Les sassures d'anthracite ne nous ont pas donné satisfaction.

«(c) Nous n'avons pas établi de comparaison entre le combustible pulvérisé employé au brûlage du ciment et la variété ordinaire, car il nous a toujours fallu pulvériser notre charbon pour l'employer en nos fours rotatifs. Nous avons employé à cette usine un combustible contenant 55 pour cent d'eau, et dépensons environ 175 livres de charbon par barrique de 350 livres.

«(d) La manipulation du charbon en notre usine s'opère ainsi: le charbon arrive en wagons à fond mobile et en forme de trémie, d'une contenance de 45 à 65 tonnes, il est déchargé dans une trémie sous la voie ferrée et versé en tas ou dans des soutes. Il est ensuite pris et passé par un séchoir rotatif de 4 pieds de diamètre sur 40 pieds de longueur, chauffé avec du poussier sur les grilles du foyer des chaudières. Il est de nouveau enlevé du séchoir et passé par un pulvérisateur Bonnot, où il est broyé de façon à ce que 95 pour cent passent par un tamis de 100 mailles, mesure linéaire; il est encore enlevé de là et amené par un transporteur à vis dans des réservoirs sur le devant des fours. Il est finalement amené dans les fours par un transporteur à vis au fond du réservoir, dont on règle la vitesse pour fournir la quantité désirable.

«Le charbon arrivé à l'extrémité du transporteur à vis est soufflé par un éventail de 30 pouces de diamètre, 2,400 révolutions, et poussé dans le four par des tubes de fer galvanisé de 5 pouces de diamètre.

(Signé) «S. R. FROST, surintendant.

«Hanover, Ont., le 10 mai 1917.»

LA NATIONAL PORTLAND CEMENT CO., LIMITED, DURHAM, ONT.

«Nous avons reçu votre lettre du 8 mai, nous demandant des renseignements sur l'usage du charbon pulvérisé par les fabriques de ciment, et répondons ainsi à vos questions:

«(a) L'usage du charbon pulvérisé dans les fours rotatifs a remplacé toutes les autres méthodes de brûler du ciment, parce qu'il est facile de contrôler la température et la quantité requise.

«(b) Le charbon bitumineux est le seul employé. Il s'agit d'obtenir autant de matières volatiles que possible et de réduire au minimum la quantité des cendres.

«(c) On dépense de 50 à 100 pour cent de plus de charbon dans les fours rotatifs que dans les fours verticaux, mais l'économie de main-d'œuvre est une épargne supérieure à cette dépense.

«(d) Le poussier est déchargé directement des wagons dans les séchoirs rotatifs et broyé dans des pulvérisateurs Fuller Lehigh—95 pour cent passent par un tamis de 100 mailles, mesure linéaire.

«La National Portland Cement Company, Ltd.,

(Signé) «R. H. McWILLIAMS, gérant.

«Durham, Ont., le 10 mai 1917.»

Industries métallurgiques

L'application du combustible pulvérisé à divers travaux métallurgiques s'est considérablement développée.

On en dépense annuellement dans l'industrie du fer et de l'acier environ 2,000,000 de tonnes, pour chauffer les divers genres de fours et fournaies, tel que foyers ouverts, chauffage, recuite, forges, et fours de tous genres, où il faut de la chaleur.

Il est évident que les grandes aciéries reconnaissent que la valeur future du charbon pulvérisé est un sujet qui mérite de minutieuse recherches.

La Manitoba Bridge Company installe une usine de pulvérisation pour alimenter avec ce combustible ses fours à foyer ouvert, à Selkirk, Man. La Armstrong-Whitworth Company, de Longueuil, Qué., a installé des appareils de chauffe.

L'application de cette classe de combustible se généralise dans l'industrie du cuivre—fours à griller les minerais, fours à réverbère et à fusion du cuivre de tous genres. Cette industrie consomme annuellement à elle seule de 1,000,000 à 2,000,000 de tonnes.

LA INTERNATIONAL NICKEL CO., COPPER CLIFF, ONT.

L'usine avec fours à réverbère de Copper Cliff, construite en 1911, a été disposée de manière à faire usage de charbon pulvérisé avec machines et appareils nécessaires à la préparation du charbon.

Les premiers fours ont été mis en service en décembre 1911, et la nouvelle méthode fut un succès presque dès le commencement. Il y eut un peu d'accumulation de cendre, mais lorsque les fours furent mis en état de produire une bonne fusion, cet inconvénient disparut. La cendre a toujours une tendance à se déposer à la gorge des fours, et il faut l'enlever chaque jour. C'est un enduit semi-fondu une fois déposé, et tend à s'accumuler rapidement, s'il n'est pas enlevé à intervalles réguliers. On a toujours employé du charbon pulvérisé en cette usine depuis son installation, et l'on n'a pas raison de le regretter. Depuis quelques années, l'usage de charbon pulvérisé, dans les fours à réverbère, a presque totalement remplacé le chauffage sur grille, il a même supplanté le pétrole en un certain nombre de cas.

Lorsque les hommes en charge des fours connurent mieux cette méthode, un certain nombre de changements se recommandèrent d'eux-mêmes. Ils ont été effectués de temps à autre, au moment des réparations. Il se fait maintenant un excellent travail, supérieur à tout ce qui fut obtenu avec les premières méthodes de chauffage dans des foyers à grille.

Il y avait au commencement deux fours à réverbère à Copper Cliff, mais il n'y en a plus qu'un en opération, l'autre a été démoli. L'usine avec fours à réverbère renferme les départements suivants: les broyeurs à rouleaux, les soutes ou compartiments à charbon, les fours à coins, les pulvérisateurs de charbon, et le four à réverbère proprement dit.

Il y a quatre broyeurs à rouleaux, chacun pouvant écraser environ 125 tonnes par jour et le réduire à une diminution propre à la calcination dans les quatre fours à coins. Les compartiments à charbon ont une contenance de 1,000 à 3,000 tonnes de fin poussier, y compris de petites quantités d'autres matériaux qui constituent la charge du four à réverbère. Ce dernier four a 112 pieds de longueur et 19 pieds de largeur. Des fours de cette dimension sont ordinairement employés dans les plus grandes fonderies de cuivre. On a cependant construit d'autres fours d'une plus grande dimension.

Le charbon en usage est un poussier bitumineux, qui, d'après l'analyse, contient les éléments suivants: matières volatiles, 35 pour cent; carbone fixe, 52 pour cent; cendre, 13 pour cent; soufre, 1.50 pour cent.

L'humidité varie, suivant les saisons, de 5 à 9 pour cent. Elle était d'environ 8 pour cent en avril. Le charbon est apporté aux soutes en wagons qui se vidant par le côté et le déchargent directement dans les soutes. De ces compartiments le combustible est transporté par chacune des deux courroies qui circulent en lignes parallèles sous les soutes. Elles amènent le charbon aux broyeurs Jeffrey, qui le réduisent à 1". Une autre courroie

disposée à angle droit avec les deux autres, emporte le combustible des broyeurs au bâtiment des pulvérisateurs proprement dits. Ici il est passé par un séchoir rotatif Ruggles-Cole, de 33 pieds de long. Il y en a deux de ces séchoirs, mais un seul suffit, si le charbon n'est pas surchargé d'humidité. Le charbon doit être aussi sec que possible, mais il ne serait pas nécessaire de réduire l'humidité au-dessous de 1.5 pour cent.

Le charbon tombe du séchoir dans un transporteur à vis, d'où il est enlevé par un élévateur et versé dans les soutes, situées en arrière et au-dessus de trois pulvérisateurs Raymond à 4 rouleaux. Chaque pulvérisateur est actionné par un moteur de 75 h.p., lequel met aussi en mouvement un éventail qui enlève le poussier du pulvérisateur, lorsqu'il est assez fin et le dépose dans un réservoir installé sur le haut de l'usine. Le poussier fin est amené de ce réservoir par un transporteur en spirale à une autre soute, installée en arrière du four à réverbère, d'une contenance de 60 tonnes.

Le charbon est amené de cette soute par cinq transporteurs à vis, de faible longueur, placés à 3 pieds les uns des autres, qui le versent devant un souffleur, lequel à son tour le fait passer par cinq tuyaux de 5 pouces dont les extrémités ont accès au foyer par les parois en arc. Le combustible est poussé par deux souffleurs Sturtevant N° 8 d'une pression de 5 à 6 onces. Ce souffleur fournit seulement une partie de l'air nécessaire à la combustion. Le reste est amené par un tirage naturel passant à travers les ouvertures pratiquées dans le mur en arc du foyer.

Le tirage est réglé par un registre placé dans le tuyau de la cheminée, à une certaine distance du foyer. Il est équivalent à environ $\frac{3}{4}$ " à 1" d'eau.

Grâce au registre et aux vis d'alimentation, qui ont une vitesse variable de 15 à 40 r.p.m., il est possible de brûler toute quantité quelconque de charbon et de produire des longueurs de flamme nécessaires à l'opération voulue du foyer. Si l'on veut brûler plus de charbon, tout en gardant la même longueur de flamme, on accélère la vitesse des vis d'alimentation et l'on ouvre quelque peu le registre. Lorsque l'usine fonctionne à pleine puissance, environ 100 tonnes de charbon sont brûlées en 24 heures.

On brûle à présent environ 70 tonnes par jour et il se fait une fusion de 450 à 500 tonnes de minerai. Pendant le mois d'avril 1919, 2,094 tonnes de charbon ont été brûlées et 13,547 tonnes de minerai fondues. Chaque tonne de charbon brûlé produit la fusion d'environ 6.5 tonnes de minerai. Le maximum de fusion produite par une tonne de charbon avec l'ancien foyer à grille variait de 4 à 4.5 tonnes; ce résultat n'était obtenu que par les usines les plus perfectionnées, et après une longue période d'évolution. L'usine de Copper Cliff fond plus de 7 tonnes de minerai par tonne de charbon, pendant un jour ou deux à la fois.

Le brûlage du charbon à l'état pulvérisé permet l'usage de charbon d'une qualité inférieure à celui qui pourrait être consommé dans des fours à grilles. A l'usine de Copper Cliff on a fait usage de charbon contenant jusqu'à 17 pour cent d'humidité, sans difficulté spéciale. A Anaconda on

a fait usage de charbon contenant 22 pour cent de cendre, et L. V. Bender dit qu'il est plus facile de maintenir proprement les tuyaux à fumée qu'avec un autre combustible ayant 9 pour cent de cendre. Le poussier a donné de bons résultats et coûte moins cher que le charbon en morceaux.

La dimension à laquelle est réduite le charbon est de la plus haute importance

Il faut qu'environ 95 pour cent du charbon passent pour un tamis de 100 mailles mesure linéaire, et 75 à 80 pour cent par un tamis de 200. Si le charbon a ce degré de finesse et qu'il est convenablement mélangé d'air, la combustion est rapide et complète. Les matières volatiles ont aussi une certaine importance, et quoique l'on ait employé en cette fabrique de ciment du charbon n'en contenant pas plus de 22 pour cent, il ne serait pas bon de se servir d'un combustible qui aurait moins de 33 pour cent de ces matières, lorsqu'il s'agit des fours à réverbère.

La température habituelle du foyer est d'environ 2,800° à 2,900° Fahr. à la partie la plus chaude, baissant graduellement jusqu'à environ 2,000° Fahr, près de la cheminée.

Il serait facile d'atteindre une plus forte température, mais elle endommagerait inutilement le plafond du foyer. La température se règle parfaitement à volonté, au moyen de la quantité de charbon brûlé et de la quantité de minerai à fondre.

L'usage de charbon pulvérisé a fait apporter de grandes modifications à la méthode d'amener le minerai. Lorsqu'on se servait de foyers à grilles, de grandes quantités étaient apportées à certains intervalles, par des ouvertures pratiquées dans le toit du four, près du devant du foyer. Toute la charge est maintenant introduite par les côtés. Une trémie longitudinale est installée le long de chaque côté du four, un peu au-dessus du toit. De cette trémie, des tuyaux de 6 pouces de diamètre, distancés de 2 pieds, se rendent à des trous ménagés dans le toit, à proximité du côté des murs. On maintient la trémie pleine de minerai, qui coule par les tuyaux et s'entasse contre le côté mural du four. A mesure que la charge est fondue et qu'elle quitte le four, elle est remplacée par une quantité équivalente de minerai. L'alimentation est ainsi continue, et, à l'exception du plafond, une petite surface seulement des briques est exposée au feu. Il s'ensuit que les murs peuvent durer indéfiniment, il suffit de réparer le plafond lorsqu'il y a nécessité. Certaines parties doivent être remplacées tous les six ou huit mois et un nouveau plafond tous les deux ans.

Les principaux avantages du chauffage au charbon pulvérisé sur ceux des foyers à grilles ont été énumérés par M. Sorensen dans un article publié par l'*Engineering and Mining Journal*, le 10 février 1906, en la manière suivante:

- (1) Le travail est continu; aucun arrêt pour changer les grilles.
- (2) La chaleur produite est uniforme et constante.
- (3) La combustion est complète en tout temps.
- (4) La combustion est rapide et concentrée et produit une température élevée.

(5) La combustion se fait où la chaleur est le plus nécessaire.

Les lettres suivantes décrivent brièvement les résultats obtenus en certaines usines métallurgiques aux Etats-Unis.

LA MILTON MANUFACTURING COMPANY, MILTON, PA.

«En réponse à votre lettre du 26 du mois dernier, au sujet de l'usage de combustible pulvérisé pour produire de la vapeur dans les usines à chaudières stationnaires et les locomotives, je dois vous dire que depuis une dizaine d'années nous avons en service un pulvérisateur. Nous employons le charbon pulvérisé au chauffage des fours et des fours à puddler.

«Nous ne l'avons jamais essayé pour chauffer des chaudières en séries. Nous savons que ce système économise de 30 à 35 pour cent de combustible et nous donne une production d'environ 20 pour cent de plus, vu le délai causé par le nettoyage des foyers à grilles, travail éliminé en ce nouveau genre de chauffage. Nous faisons usage d'un charbon contenant une forte proportion de matières volatiles et peu de cendre.

«Nous espérons que ces renseignements vous seront utiles.

«Milton, Pa., le 1er octobre 1917.»

LA FORT WAYNE ROLLING MILL CORPORATION, FORT WAYNE, IND.

«Nous avons reçu votre lettre du 26 septembre et y répondons ainsi:

«(a) Les avantages obtenus par l'emploi du charbon pulvérisé au lieu du système de chauffage ordinaire sont:

1. L'économie de combustible.
2. L'économie sur les frais de la manipulation du charbon et sa livraison aux fours ou chaudières.
3. L'économie en enlèvement des cendres. La combustion s'opère plus parfaitement dans les foyers à charbon pulvérisé que dans ceux à grilles, conséquemment moins de cendres à enlever.

«(b) Nous n'avons jamais brûlé du pétrole et ne pouvons vous donner de renseignements comparatifs sur les avantages ou désavantages des deux différents combustibles.

«Nous avons en service une vieille machine à gaz pauvre et brûlons encore du gaz pauvre en quelques-uns de nos foyers. Les avantages du charbon pulvérisé sur le gaz pauvre provient de ce que la manipulation du charbon et des cendres coûte moins cher dans le premier cas. Nous croyons que la valeur calorifique est approximativement la même dans les deux modes de combustion.

«(c) Nous avons employé le chauffage direct, pendant plusieurs années pour nos fours à puddler. En 1914, la consommation de charbon par tonne d'engrais fini et des barres de ferraille dans les fours chauffés à la main, était de 1,796 livres de charbon. En 1916, la consommation dans les mêmes foyers, avec du charbon pulvérisé, la consommation par tonne d'engrais fini et de barres de ferraille était de 1,034 livres. Nous tenons à vous dire cependant que la différence réelle n'était pas aussi accentuée que ces chiffres semblent l'indiquer. En 1914, notre travail était très irrégulier, et la consommation de charbon naturellement très forte. En 1916, nos usines fonctionnaient à leur pleine puissance toute l'année et nous avons naturellement obtenu les meilleurs résultats en fait de consommation de charbon.

«Un autre facteur qu'il faut soigneusement examiner est l'usage de chaudières à chaleur de rebut dans tous nos établissements de fours à

puddler, et selon notre expérience avec du charbon pulvérisé dans tous nos foyers à charbon pulvérisé, nous pouvons dire que nos chaudières produisent moins de vapeur en faisant usage de charbon pulvérisé.

«Avant l'installation d'un système de brûlage de charbon pulvérisé, nos fours à puddler étaient tous chauffés directement à la main; notre laminoir finisseur de 8 pouces et tous ces fours étaient pourvus de chaudières à chaleur perdue. Nos laminoirs finisseurs de 9 et 18 pouces étaient alimentés avec du gaz pauvre sans être pourvus de chaudières à chaleur perdue. Pour prévenir l'insuffisance de vapeur causée par l'installation des appareils à charbon pulvérisé, il nous a fallu placer un équipement à charbon pulvérisé à notre laminoir à barres de 18 pouces et pourvoir les deux fournaies de ce laminoir de chaudières à chaleur perdue. Nous espérons équiper tout notre établissement avec des foyers à charbon pulvérisé, mais nous ne pouvons pas arrêter les opérations pour faire maintenant ces installations.

«(d) Analyse des combustibles employés à notre usine: nous trouvons que les meilleurs charbons sont ceux qui donnent le plus de satisfaction, et qu'il est impossible d'arriver à de bons résultats avec du charbon de qualité inférieure. Les charbons bitumineux de l'Indiana et de l'Illinois sont de pauvres combustibles; quelques-uns de ceux de l'Ohio sont assez bons, mais ceux de l'Est du Kentucky et du Nord de Tennessee sont les meilleurs. Nous savons par expérience que tout charbon, qui contient plus de 33 pour cent de matières volatiles et pas moins de 13,000 B. t. u. donnera de bons résultats, pourvu qu'il ne renferme pas trop d'humidité. S'il y a plus de six ou sept pour cent d'eau, nous éprouvons de grandes difficultés à le dessécher assez pour le pulvériser à point. Ci-après une analyse du charbon venant du comté de Harlan, Ky., que nous trouvons le plus approprié pour usage en notre usine: humidité, 3.96 pour cent; matières volatiles, 37.60 pour cent; carbone fixe, 55.30 pour cent; soufre, 0.75 pour cent; cendre, 5.63 pour cent; B. t. u., 14,047.

«(e) Voici un résumé succinct de notre usine: le charbon nous est apporté de la mine en wagons à trémies ou à fonds mobiles; il est monté sur une voie aérienne d'où il tombe automatiquement dans une trémie; de là il passe automatiquement par un broyeur et est emporté ensuite par un élévateur et versé dans un réservoir installé sur le haut de notre usine. De cet endroit il peut être dirigé soit dans une soute, soit directement sur les différents points de notre établissement, au moyen de distributeurs placés sur le parcours du transporteur. S'il est destiné à la soute, il est emporté automatiquement par un transporteur hélicoïde, qui circule sur toute la longueur de notre entrepôt et revient à l'installation. S'il est versé directement des wagons dans l'établissement, il est dirigé sur un compartiment d'où il est apporté automatiquement dans un séchoir Coles-Ruggles, versé ensuite dans un autre compartiment, d'où il passe automatiquement en deux pulvérisateurs Raymond. Une fois suffisamment pulvérisé pour être employé, il est emporté par une pression d'air à un réservoir sur le haut de l'établissement, d'où il se rend dans un compartiment réservoir, et est apporté aux différents fours par des transporteurs hélicoïdes.

«Une balance automatique est installée sur la ligne principale de ce transporteur, qui pèse et enregistre le tonnage du charbon passant par le transporteur. Il y a un compartiment d'une contenance de 3 tonnes à proximité des fours à ferraille ou à puddler, d'où le charbon est emporté automatiquement par un transporteur et soufflé dans les foyers par l'air comprimé. L'air chaud auxiliaire est aussi dirigé en même temps sur

l'entrée du foyer des fours. Les fours sont pourvus de chambres de combustion séparées par une cloison du compartiment qui renferme le métal. Une combustion initiale s'opère dans la chambre de combustion. La chaleur passe sur le métal et de là aux chaudières de chaleur perdue et finalement à la cheminée.

«Notre installation a été faite par la Quigley Furnace and Foundry Co. (maintenant la Metals Production Equipment Co.), de Springfield, Mass.

«Les appareils de commande installés à l'entrée des foyers sont du type Cullaney, mais nous en avons enlevé un pour le remplacer par un appareil que nous avons fabriqué nous-mêmes et fait breveter; il fonctionne mieux que l'autre. Nous installerons ces appareils sur tous nos foyers, à moins que nous en trouvions qui leur soient supérieurs.

«FORT WAYNE, IND., le 11 octobre 1917.»

LA BETHLEHEM STEEL COMPANY

(Usine de Steelton, Steelton, Pa.)

«En réponse aux questions contenues en votre lettre du 26 septembre, et répétées en votre lettre du 2 courant, adressée à M. Quincy Bent, gérant général de la Bethlehem Steel Company, usine de Steelton, je vous transmets, avec celle-ci, une copie des renseignements généraux concernant notre expérience avec l'emploi du charbon pulvérisé. J'espère que ces renseignements vous seront utiles. J'ajoute d'autres données qui compléteront les renseignements généraux:

«(a) Les avantages ou désavantages du charbon pulvérisé sur la manière directe de chauffer avec du charbon ordinaire dépendent beaucoup du caractère du service. Nous croyons qu'en chauffage des chaudières on obtient généralement d'aussi bons résultats et à moins de frais par le chauffage direct. Le chauffage des fours à métaux n'est pas toujours possible par le chauffage direct, et alors le chauffage au charbon pulvérisé possède plusieurs des avantages du pétrole ou du gaz, tels qu'une flamme à plus haute température et un contrôle plus effectif du feu. Ses désavantages sont les frais de pulvérisation du charbon et les inconvénients des cendres fines dans les foyers et les tuyaux; ils ne sont cependant pas graves en plusieurs genres de service.

«(b) Le charbon pulvérisé a plus d'avantages que le gaz pauvre, parce qu'il donne une flamme à température plus élevée, et dispense de recourir aux régénérateurs. Le charbon pulvérisé est plus effectif dans les gazogènes ou producteurs de gaz que le même charbon à l'état naturel, à moins que la chaleur produite puisse être employée directement dans les foyers. Nous ne croyons pas qu'il soit avantageux d'employer le gaz pauvre au chauffage des chaudières. Quant à la comparaison avec du gaz ayant une plus forte valeur thermique que le gaz pauvre ou le pétrole, l'usage du charbon pulvérisé dépend entièrement du coût, y compris les frais de pulvérisation du charbon. Toutefois, en ce cas, le désavantage provenant de la cendre fine, en certaines classes de travail, peut donner lieu de préférer l'usage du gaz ou du pétrole, même si les dépenses relatives sont légèrement plus élevées.

«(c) Le rapport général mentionné au premier paragraphe de cette lettre fournit tous les renseignements concernant les expériences faites avec du charbon pulvérisé, dont nous disposons.

«(d) Le rapport contient une analyse typique du charbon employé en notre pulvérisateur. En général, les charbons dont fait usage l'usine

de Steelton appartenant à la Bethlehem Steel Company, représentent tous ceux que l'on peut se procurer sur les marchés de l'Est de la Pennsylvanie.

«(e) Les pulvérisateurs qui ont fourni les renseignements contenus dans le rapport ont été manufacturés par la Bonnet Company, Canton, Ohio, combinés avec le système Holbeck de distribution d'air aux brûleurs fabriqués par la même compagnie, qui pourra vous donner une description complète de l'usine installée pour nous. La plus grande partie du charbon est brûlée en fours à feu continu pour le chauffage des loupes d'acier et des lingots à laminoir. Les résultats ont été très satisfaisants pour ce service. Une partie du charbon a servi à chauffer les fours à grandes loupes et lingots destinés aux travaux de forge. Les résultats n'ont pas été aussi satisfaisants en ce genre de service que ceux obtenus dans le chauffage direct par l'emploi des alimentateurs du type Jones. Quelques-unes des difficultés provenant de l'usage du charbon pulvérisé sont énumérées dans le rapport général ci-joint.

«(STEELTON, PA., le 6 octobre 1917.)»

Rapport général sur l'usage du charbon pulvérisé pour le chauffage des fours, de la Bethlehem Steel Company, usine de Steelton.

«(a) Analyse du charbon—Matières volatiles, 32.50 pour cent; carbone fixe, 56.10 pour cent; cendre, 11.40 pour cent; soufre, 0.75 pour cent.

«(b) Il faut 15.41 chevaux-vapeur heure pour pulvériser une tonne brute de charbon. La force motrice utilisée dans l'usine par les différents moteurs se décompose ainsi:

Travail des moteurs	Nombre de chevaux	Nombre actuel employé
Moteur pour amener le charbon brut à la soute.	8	2.01
Moteur pour amener le charbon brut de la soute au four.....	5	1.34
Moteur pour actionner le four.....	10	6.94
Moteur pour actionner le pulvérisateur.....	35	29.62
Moteur amenant le charbon pulvérisé à la soute.	10	8.99
Moteur amenant le charbon du réservoir aux éventails souffleurs.....	5	2.01
Moteur actionnant l'éventail souffleur.....	35	26.55

«(c) En réponse aux questions contenues au troisième paragraphe, nous prenons comme base de renseignements notre foyer de 14 et 16 pouces à feu continu. L'éventail ou le souffleur amène le mélange par un tuyau de 12 pouces, il est actionné par un moteur à vitesse constante, dont la force est calculée à 35 chevaux et qui consomme une force actuelle de 26.55 chevaux. Cet éventail décharge 3,826 pieds cubes de mélange contenant 29.68 livres de charbon par minute contre une pression d'eau de 10.16 pouces; 19.43 pour cent de ce volume de mélange sont renvoyés, de sorte que la consommation actuelle de charbon est de 23.91 livre par minute en 3,082 pieds cubes d'air. La consommation de charbon par heure est de 1,435 livres. Le four a été construit pour charbon pulvérisé, et l'on n'y a jamais brûlé d'autre combustible. Le poids de l'acier chauffé par tonne de charbon ne peut être fourni, mais notre foyer de 26 pouces à feu continu, celui que vous avez visité à Steelton, consomme de 100 à 125 livres de charbon par tonne, lorsqu'on introduit de l'acier froid.

«(d) Il faut réparer les foyers à charbon pulvérisé plus souvent que les foyers à feu direct. On doit attribuer l'usure aux gaz, qui contiennent plus

de cendre et circulent plus rapidement; ils rongent la brique avec rapidité, à moins que les brûleurs ne soient parfaitement alignés, ce qui est presque impossible.

“(e) Le charbon pulvérisé donne de très bons résultats pour le chauffage des foyers à feu continu, dans lesquels on chauffe des lopins et des lingots; nous avons cependant éprouvé quelques difficultés à fournir une quantité constante de charbon aux éventails transporteurs.

“Nous ne pouvons vous donner de renseignements sur l'économie de main-d'œuvre, l'économie de charbon et l'accroissement de production, car ces foyers à feu continu ont été dessinés et construits pour du charbon pulvérisé et n'ont jamais fonctionné autrement.

“Les foyers de forge, disposés de manière à brûler du charbon pulvérisé, n'ont pas donné d'aussi bons résultats que les foyers à feu continu. Les inconvénients de l'usage de ce combustible sont dus au fait que les gaz passent si rapidement par le foyer que l'on n'obtient pas une chaleur collante, si le registre n'est pas fermé, mais cette fermeture a pour effet de répandre des gaz dans l'usine, et comme ils emportent beaucoup de cendre, les grues et les presses de l'établissement en souffrent. Les employés se plaignent de cette poussière et ne portent peut-être pas aux foyers toute l'attention voulue. Le maître chauffeur et les autres employés disent que les lingots de 4 à 5 pieds de diamètre, placés en ces foyers, doivent être tournés plus souvent que dans les foyers à feu direct, pour arriver à un chauffage uniforme, et que les gaz ont une tendance à ronger le côté supérieur du lingot. Les cendres qui ne s'échappent pas par la cheminée tombent dans les tuyaux et la cheminée de la forge et les foyers à feu continu, d'où il faut les enlever fréquemment.

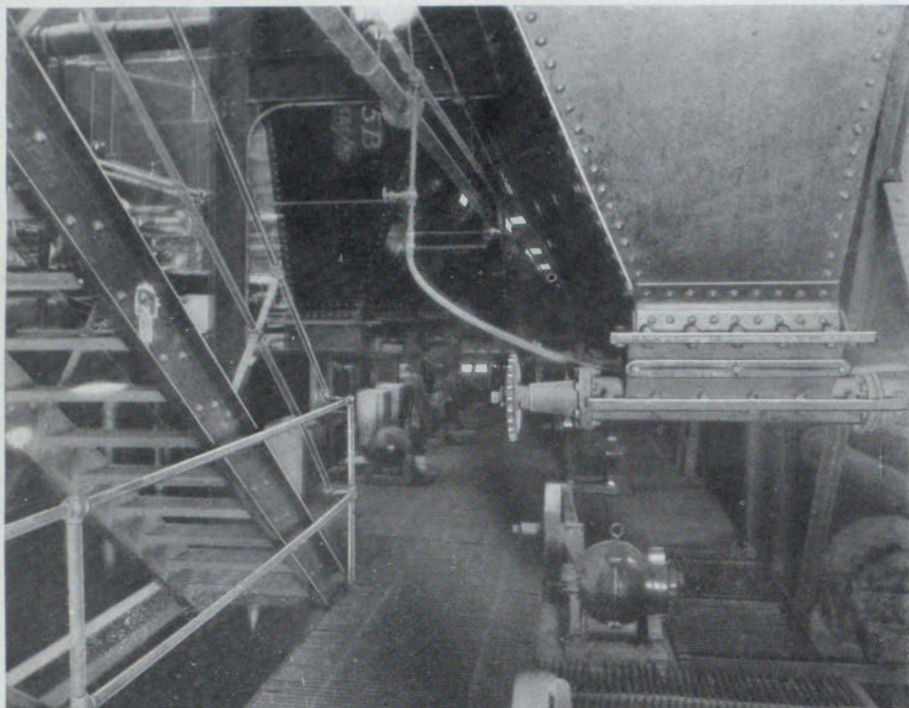
“L'irrégularité de l'alimentation des foyers a pour cause la défectuosité de la trémie installée au réservoir à charbon. L'ouverture pour le passage du charbon du réservoir, dans la boîte du transporteur vermiforme, n'a que 12 pouces de largeur; il s'ensuit que le charbon s'embâcle et empêche l'alimentation des foyers. Le chauffeur augmente alors la vitesse de l'appareil alimentateur, afin d'amener plus de charbon, et les foyers reçoivent un mélange trop riche en charbon, lorsque l'embâcle se brise. Le chauffeur arrête alors l'arrivée du charbon jusqu'à ce que tout soit revenu à l'état normal. Impossible donc d'obtenir des conditions uniformes. La trémie a été agrandie, et l'on a éliminé ainsi une grande partie des difficultés.”

LA NATIONAL MALLEABLE CASTINGS COMPANY

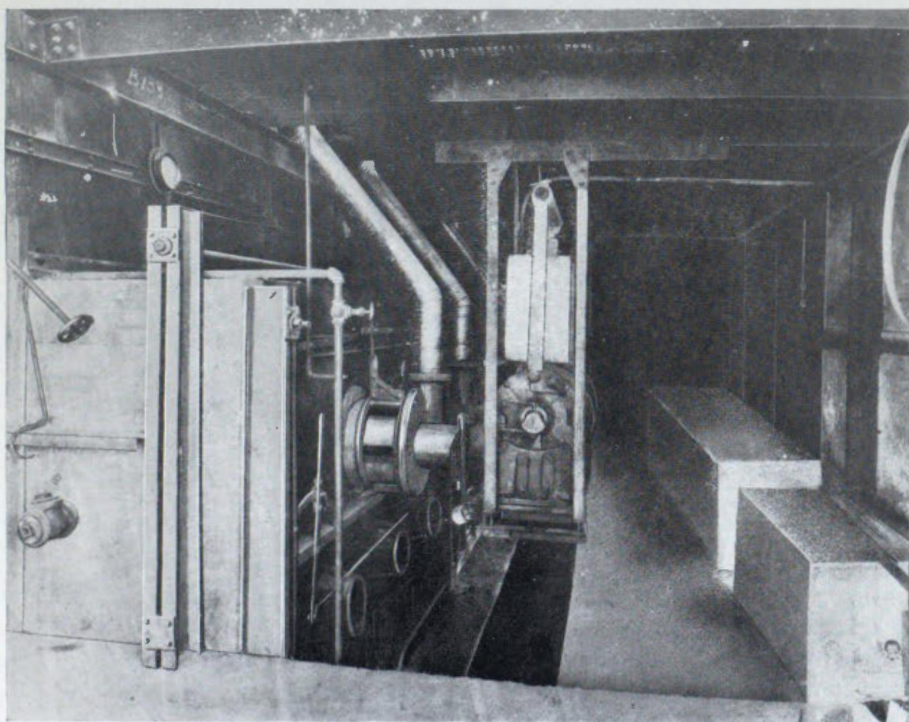
(Usine de Sharon, Sharon, Pa.)

«En réponse à votre lettre du 26 septembre, demandant renseignements sur l'usage du charbon pulvérisé pour la production de vapeur dans les chaudières stationnaires et les locomotives, et dans les usines métallurgiques, je vous dirai que nous ne possédons pas de données sur l'application d'un tel combustible aux chaudières stationnaires ou aux locomotives, car nous n'avons pas cru avantageux d'en faire l'expérience, vu les conditions actuelles de notre établissement.

«Nous nous occupons seulement de travaux métallurgiques. Nous avons commencé par employer le charbon pulvérisé aux fours à foyers ouverts, et nous avons continué depuis cinq ans ce système avec succès. Le charbon pulvérisé a remplacé le pétrole, sans diminuer aucunement le tonnage ou la qualité du produit, et nous avons ainsi réalisé de notables économies.



BRITISH COLUMBIA SUGAR REFINING CO., VANCOUVER, C.B.
Dispositif pour brûler du charbon pulvérisé, installé par la Fuller Engineering Company.



BRITISH COLUMBIA SUGAR REFINING CO., VANCOUVER, B.C.
Chambre des chaudières, vue du système pour brûlage de charbon pulvérisé.



«Nous avons dessiné et installé nous-mêmes notre outillage, pour faire face aux conditions de notre établissement, et je craindrais de vous fournir des renseignements qui ne fussent pas exacts sous d'autres circonstances, car quelques aciéries en ont fait l'essai avec plus ou moins de succès.

«Je vous prierais de vous adresser à la Powdered Coal Engineering and Equipment Co., 2401 Boulevard Washington, Chicago, Ill. Cette compagnie fait de nombreuses expériences et je suppose qu'elle a compilé des données complètes sur l'application d'un tel combustible à une grande variété d'emplois.

«SHARON, PA., le 10 octobre 1917.»

LA SCRANTON BOLT AND NUT COMPANY, SCRANTON, PA.

«Nous avons reçu votre lettre du 26 courant demandant renseignements sur l'usage du charbon pulvérisé pour produire de la vapeur dans les chaudières stationnaires et les locomotives, et nous fournissons volontiers les connaissances que nous possédons sur le sujet.

«Nous ne pourrions pas vous donner maintenant des renseignements généraux qui vous seraient d'une grande valeur. Nous pouvons cependant vous dire que, depuis plusieurs années, nous avons employé du charbon pulvérisé en nos fours à puddler, à ferraille, à recuite, à finition; mais nous pouvons dire maintenant que l'économie en dollars et cents, considérant les proportions de notre établissement, n'est pas aussi forte que nous l'avions supposé, car les frais de main-d'œuvre sont trop élevés. Par contre, si l'on se place au point de vue du service ininterrompu, nous admettons que l'on y gagne car, avec l'ancien système on perdait du temps à nettoyer les grilles, après chaque opération et à préparer les foyers pour une nouvelle opération, et, comme vous le savez ceci se répète deux fois en vingt-quatre heures. Mais avec le charbon pulvérisé, les foyers fonctionnent sans arrêt du lundi au samedi soir.

«Pour une réponse intelligente aux questions A, B et C, nous vous prions de vous adresser à la Locomotive Pulverized Fuel Company, 30 rue Church, New-York, dont M. John E. Muhlfeld est le président et un ingénieur américain de renom; il a beaucoup étudié le sujet et a fait connaître le résultat de ses recherches. Il possède aussi des tableaux qui indiquent les améliorations qu'il a apportées au chauffage des locomotives, sous ce rapport et celui du chauffage direct des chaudières stationnaires.

«M. Muhlfeld a installé plusieurs des usines de la Delaware and Hudson Company, à proximité de ses mines pour la production de vapeur; il a contribué aussi à la construction des principales voies ferrées de la compagnie, qui sont constamment en service actif. Vous avez peut-être connaissance de ses travaux.

«L'analyse du charbon que nous employons en notre usine à combustible pulvérisé a donné les résultats suivants: matières volatiles, 30 pour cent; soufre, moins de 2 pour cent; cendre, de 8 à 9 pour cent; humidité, de 5 à 6 pour cent; B.T.U., 13,000 à 14,000 pour cent.

«L'un des points importants pour ce travail est un charbon à forte proportion de matières volatiles, de peu d'humidité et de cendre. D'un autre côté, M. Muhlfeld a démontré clairement qu'il est possible de pulvériser du charbon de qualité inférieure et de le faire brûler avec succès.

«Pour répondre à votre question e, je vous dirai que notre établissement est pourvu d'un broyeur pour pulvériser le charbon tel qu'il sort de la mine, un séchoir ordinaire à charbon Ruggles et une fabrique de tuyaux comme autour des manufactures de ciment. Toutefois, nous installons à

présent un moulin Fuller, car nous pensons que celui-ci, après plusieurs années de service, est de beaucoup supérieur à l'autre, et le plus effectif qui existe aujourd'hui. Nous l'avons adopté après mûre réflexion.

«SCRANTON, PA., le 29 septembre 1917.»

RAPPORT SUR L'USAGE DE CHARBON PULVÉRISÉ PAR L'USINE À FOYER OUVERT DE SHARON DE LA CARNEGIE STEEL COMPANY, SHARON, PA.

«En réponse à la demande de renseignements sur l'usage de charbon pulvérisé pour combustible, je vous dirai que ce combustible a été employé avantageusement depuis deux ans et demi à l'usine de Sharon, pour chauffer des fours à foyers ouverts; cependant, il est encore à l'épreuve, car il a des désavantages, tels que l'obstruction, par la cendre, des compartiments et tuyaux régénérateurs.

«Je réponds autant que possible aux questions dans l'ordre qu'elles ont été posées:

«(a) Les avantages du charbon pulvérisé sur le chauffage direct au charbon sont:

- (1) Une manipulation plus facile et une alimentation plus uniforme.
- (2) Un contrôle plus facile de la chaleur et, en conséquence, une économie de chaleur même et une plus grande efficacité d'opération. Ses seuls désavantages en ce cas, que l'on connaisse, est l'obstruction excessive des compartiments régénérateurs susmentionnés.

«(c) On peut déduire les conclusions suivantes des résultats qu'ont donnés les expériences faites à l'usine de Sharon:

«Le mieux qu'on puisse obtenir avec le brûlage de charbon pulvérisé pour fours à foyers ouverts est la production d'une tonne d'acier avec 500 livres de charbon. On produit autant d'acier par heure qu'avec les autres combustibles étalons. Un foyer du genre de ceux en usage à Sharon, qui n'a que l'épaisseur d'une brique au-dessus du parquet de chargement, a une durée d'environ 125 feux. Pour obtenir les meilleurs résultats, il faut un fort tirage, un bon système régénérateur et l'air d'impulsion et de suspension devra être chaud. Il faut toujours faire un compromis à ce point entre l'efficacité thermique et l'efficacité d'opération, jusqu'à ce qu'il soit possible d'éliminer les difficultés d'obstruction. L'expérience a démontré que l'on n'arrivera aux meilleurs résultats qu'en mélangeant aussi parfaitement que possible le charbon et l'air, avant leur entrée dans le foyer, afin que toute la masse s'enflamme uniformément; on élimine ainsi le passage du charbon non brûlé par le foyer. Inutile d'expliquer ce principe qui s'appliquera au brûlage de tout combustible pour quelque objet que ce soit.

«(d) L'analyse du charbon utilisé à Sharon révèle que le soufre varie de 0.80 à 1.25 pour cent, et la cendre de 5.5 à 9.0 pour cent; les matières volatiles atteignent de 30 à 35 pour cent.

«(e) L'usine de Sharon comprend: un réservoir sur tréteau, un réservoir à charbon humide; un séchoir Ruggles, capable de dessécher par heure 12 tonnes de charbon à humidité de 10 à moins de 1 pour cent, un transporteur à courroie et un séchoir actionnés par le même moteur; un élévateur à godets, d'une capacité de 12 tonnes, qui verse le charbon séché dans un réservoir, et qui est actionné par un moteur de 7½ h.p.; un compartiment à charbon desséché, d'une contenance de 25 tonnes; un pulvérisateur Raymond Bros., d'une capacité de 3 tonnes par heure, un tamis à 200

mailles, mesure linéaire, actionné par un moteur de 100 h.p.; 1 éventail pour le pulvérisateur, relié au même moteur; un transporteur à vis de 340 pieds et 12 pouces de long, d'une capacité de 2,500 livres par heure, mû à demi-charge par un moteur de 10 h.p.; 6 réservoirs de charbon fin au-dessus des foyers, d'une contenance de 9 tonnes; 6 brûleurs, modèle Works; un compresseur (éventail) centrifuge de la General Electric Company, fournissant 3,200 pieds cubes d'air par minute, à pression de 16 onces, actionné par un moteur de 20 h.p., c.d.; 1 compresseur Ingersoll-Rand, du modèle Impérial 10—14 x 16 x 12 x 16 et 22—16 x 19 x 16, 170 rév. max. par minute, 888 pieds cubes d'air par minute.

“On se propose d'employer la tête statique d'air comprimé pour remplacer le transporteur à vis de 12 pouces, vu que le charbon à l'état pulvérisé est très mobile et a le caractère d'un liquide qui peut être amené par des tuyaux. Un volume d'air à pression de 16 onces est employé pour mélanger le charbon avec un jet d'air comprimé à 80 livres de pression pour pousser le charbon dans le foyer en passant par le brûleur. Bien qu'il y ait plusieurs systèmes régularisateurs de charbon pulvérisé, on ne doute guère de la supériorité du transporteur à vis de vitesse variable à cette fin.

“On peut remarquer que les réponses aux questions ci-dessus se rapportent aux fours à foyer ouvert, car on n'a pas fait d'autres expériences à Sharon avec ce combustible.

“USINE DE LA CARNEGIE STEEL CO., SHARON, le 9 novembre 1917.”

Charbon pulvérisé pour force motrice

LA BRITISH COLUMBIA SUGAR REFINING CO., LTD., VANCOUVER

M. Blythe D. Rogers, président de la British Columbia Sugar Refining Co., Ltd., de Vancouver, C.B., écrit ce qui suit le 16 mai 1919, en réponse à une demande de renseignements:

“J'ai votre lettre du 9 courant, au sujet de notre usine à charbon pulvérisé. Je vous communique les renseignements suivants qui peuvent vous être utiles:

“Il nous faut assez de combustible pour maintenir une production de 2,500 chevaux vapeur par nos chaudières fonctionnant à environ 175 pour cent de leur puissance, soit plus de 4,000 chevaux actuels. Nous employons un poussier de charbon non lavé, qui contient environ 33 pour cent de cendre, et donne une valeur calorifique de 9,300 B. t. u. Pour produire le chiffre de chevaux spécifié, nous devons pulvériser environ 125 tonnes de charbon par jour pendant 24 heures. Nous avons installé à cette fin un séchoir, chauffé par du charbon pulvérisé, et trois pulvérisateurs Fuller, chacun pouvant pulvériser de cinq à sept tonnes par heure. Un outillage additionnel se compose d'une poulie magnétique pour séparer du charbon les particules de fer, les clous, les boulons, etc., un broyeur pour briser les

gros morceaux, et les compartiments réservoirs nécessaires, les transporteurs, etc., Toute l'usine nécessite un bâtiment séparé d'environ 120 x 40 x 40 pieds.

"Le charbon est amené par un mécanisme alimentateur à vis jusqu'à un point où il est soufflé dans le foyer par un courant d'air. Il a fallu faire seulement quelques modifications aux chaudières tubulaires à retour de flamme, car les chambres à combustion sont spacieuses, mais nous avons construit des fourneaux hollandais pour les chaudières multitubulaires (Badenhausen, Babcock & Wilcox), car le charbon pulvérisé exige un foyer beaucoup plus grand que le pétrole, pour production d'un nombre égal de chevaux-vapeur.

"Nous avons réalisé jusqu'ici une économie de combustible. Fonctionnant à 160 pour cent de leur puissance spécifique la chaudière et le foyer donnent un travail effectif de 76 pour cent à l'état d'épreuve.

"Reste encore à vaincre les difficultés causées par les cendres que renferme naturellement en grande quantité un tel charbon. Les tubes des chaudières tubulaires à retour de flamme se bouchent de cendre en peu de temps. En outre, les cheminées répandent beaucoup de cendre en l'air, ce qui est un autre désavantage; nous espérons pouvoir remédier à cet inconvénient. Je crois que les installations à charbon pulvérisé seront un succès, lorsque cet inconvénient des cendres aura été enlevé."

BONS RÉSULTATS AVEC LE CHARBON PULVÉRISÉ À MILWAUKEE, WIS.*

Une chaudière multitubulaire, d'une puissance de 465 h.p. a fourni un travail mécanique brut de 85.22 pour cent et un travail net de 81 pour cent. Les scories ou les cendres n'ont causé aucun inconvénient. Les avantages sont: la facilité de régler la chaleur, de fournir promptement un surplus de vapeur, l'uniformité du fonctionnement, une modulation de feu idéale et un faible tirage.

La Milwaukee Electric Railway and Light Co., voulant perfectionner l'effectivité de ses chaudières à vapeur, a fait des recherches récentes sur la valeur du charbon pulvérisé. Les expériences ont été faites à l'usine de la rue Oneida, usine où sont installées une machine verticale et à deux cylindres transversaux et des chaudières multitubulaires de Edge Moor, d'une puissance de 500 h.p. Pendant la saison de chauffage, la station fonctionne sans effectuer de condensation, afin de fournir de la vapeur d'échappement au système de chauffage du district central opéré par la compagnie. Cette compagnie a installé, au commencement de cette année, l'outillage nécessaire pour préparer et fournir le charbon; elle a aussi équipé une chaudière pour brûler du charbon pulvérisé. La chaudière a été mise en service du commencement de mai au mois d'août, lorsque l'installation finale fut un succès, il fallut faire de nombreux changements, pour éliminer des défauts qui se présentèrent pendant les opérations préliminaires.

*Power, 15 oct. 1918, p. 556.

On a installé près de l'usine des compartiments à charbon, un séchoir à feu indirect d'une production de 15 tonnes par heure et deux pulvérisateurs, un d'une production de quatre tonnes par heure et un autre de huit tonnes. Cet équipement était destiné à une installation de cinq chaudières. Les autres quatre seront bientôt pourvus de brûleurs et d'alimentateurs. A mesure que le charbon d'un des compartiments fut amené à l'usine, il était passé au compartiment alimentateur du séchoir par un transporteur à vis et un élévateur à godets. Le charbon était apporté dans le cylindre à séchage par un autre transporteur à vis, passait au séchoir par gravité et se déchargeait dans un élévateur, qui transportait le combustible sec au compartiment d'alimentation du pulvérisateur. L'humidité est réduite dans le séchoir de 11 à 1 pour cent, et la production est d'environ 10 tonnes par heure. Entre le séchoir et le compartiment d'alimentation du pulvérisateur le combustible passe sur une poulie séparatrice magnétique, qui enlève les morceaux de fer et d'acier emportés jusque là. Du dernier compartiment d'alimentation mentionné le charbon est amené au pulvérisateur par un petit transporteur à vis, placé sur le haut du bâtiment; il est amené du puits du moulin par une petite courroie, dont la vitesse peut être variée par l'action d'une poulie en forme de cône. Un tel outillage permet de varier la vitesse de l'alimentation, selon le genre de charbon à pulvériser.

Le combustible pulvérisé est amené par un autre transporteur à vis dans un compartiment réservoir placé devant les chaudières. Les appareils pulvérisateurs et les divers transporteurs sont actionnés par un moteur et arrangés de façon à ce que seules les machines requises soient en usage.

Un souffleur et deux vis, actionnés par des moteurs à vitesse variable font passer le combustible dans le foyer. Les vis, qui sont au fond du compartiment du charbon pulvérisé, apportent le charbon à une vitesse uniforme aux tuyaux alimenteurs, où il est mélangé à l'air par des roues à palettes fixées à l'extrémité du tube de la vis. Le combustible est ensuite poussé dans le foyer par l'air du souffleur. Ce souffleur est comparativement de faible dimension et ne fournit qu'une petite quantité d'air, les registres placés dans des ouvertures sur le devant du foyer fournissent 95 pour cent de ce qui est nécessaire à la combustion. Il y a douze ouvertures de 10 pouces et demi dans l'installation actuelle, qui toutes ou en partie effectuent ce qui est nécessaire.

La chaudière de Edge Moor est à trois passages et verticale, munie de trois tambours. Le foyer fut installé en 1898 pour brûler du charbon bitumineux et avait une grille d'environ 70 pieds carrés de surface, avec chauffeur mécanique alimenté par dessous. La chaudière a une surface de production de vapeur de 4,685 pieds carrés et est pourvue d'un appareil de surchauffe. On n'y a fait que de légers changements. Un fourneau de mélange, qui s'avance jusqu'à une petite distance du devant de la chaudière, a été ajouté, et le coin interne formé par le cendrier et la paroi arquée a été arrondi, le cendrier est ainsi utilisé pour agrandir le foyer. Le brûleur est placé en haut du foyer et décharge le combustible vers le bas. Sa hauteur est telle que les flammes se projettent jusqu'à une distance de 5 à 6 pieds du parquet du cendrier, de cette manière les cendres en tombant passent par une zone relativement plus froide et forment une poudre légère qui, avec le mâchefer et les scories, est enlevée par une ouverture et vidée dans un transporteur à baquets.

Le volume du foyer est d'environ 1,700 pieds cubes, et lorsque la chaudière fonctionne à puissance normale, il se brûle moins d'un pied cube du volume par livre de charbon par heure. Toutefois, le foyer donne d'aussi bons résultats de 200 à 300 pour cent de la puissance, de sorte que

la proportion serait mieux décrite en disant que 4 pieds cubes de volume du foyer correspondent à 100 pieds carrés de surface de production de vapeur. Les alimentateurs et brûleurs sont du modèle «Lopulco».

Pour ce qui regarde l'opération de ce système et les résultats obtenus aux épreuves officielles, voici la description qu'en donne John Anderson, ingénieur en chef des mines de force motrice de la Milwaukee Electric Railway and Light Co., devant une assemblée de mécaniciens pour les usines de force motrice stationnaires de chemins de fer, convoquée par la section de conservation de l'Administration des chemins de fer des Etats-Unis. Un certain nombre de difficultés se présentèrent quand la chaudière fut mise en service la première fois. Une provision insuffisante d'air occasionna une haute température dans le foyer, ce qui causa la fusion de particules de cendre et une accumulation conséquente de scories entre les tubes, sur les parois du foyer et dans le cendrier, dont l'enlèvement n'était pas chose facile. On trouva aussi que la chambre de combustion était trop petite, de sorte que la vélocité du gaz, résultant de l'insuffisance d'air, avait une tendance à endommager les surfaces réfractaires du foyer. L'espace fut donc agrandi et l'on y introduit une somme d'air au moyen d'ouvertures auxiliaires pourvues de registres. On empêcha l'accumulation des scories dans le cendrier en élevant le point d'arrivée du combustible dans le foyer pour obliger les flammes à rester à 5 ou 6 pieds du parquet du cendrier. On évita ainsi la fusion des particules de cendre tombant des flammes, ce qui permit de les enlever facilement du cendrier sous forme de mâchefer ou de scories. Les analyses ultérieures montrèrent que les cendres ne contenaient presque pas de carbone.

Le foyer ayant été mis en bonnes conditions, on fit une série d'expériences en vue de démontrer l'efficacité et la puissance de chauffe. On soumit à l'épreuve la résistance de la brique, en portant la chaudière à 180 pour cent de sa puissance, durant plusieurs jours. Une épreuve d'efficacité finale fut faite les 12 et 13 août, dont le résultat est publié ci-après.

L'outillage ne permit pas de peser le charbon sur le parquet du chauffage. Pour arriver à des chiffres exacts, il fallut faire fonctionner l'outillage du séchoir et du pulvérisateur sans charbon. La quantité de charbon pulvérisé fut réduite autant que possible, et l'on mesura le compartiment pour savoir ce qui y restait de charbon pulvérisé. Le charbon employé à l'épreuve fut pesé dans le compartiment de charbon humide, et, à la fin de l'opération on rétablit, autant que possible, les conditions du commencement. On prit des échantillons pour l'analyse, sur laquelle furent basés les résultats de l'épreuve, au compartiment du charbon humide, vu que le charbon y fut pesé. On nota également l'humidité du charbon à son entrée au pulvérisateur et aux brûleurs.

Pendant l'épreuve on pesa l'eau d'alimentation sur des balances de réservoirs étalons de 2,000 livres chacune. On tint compte aussi de tous les coulages qui se produisent aux raccordements des pompes d'alimentation, comme cela se fait dans les épreuves de chaudières. Toutes les températures et pressions furent mesurées par des instruments, dont la précision avait été comparée à celle des étalons. Tous les tuyaux de décharge de la chaudière furent ôtés, afin d'empêcher toute perte d'eau possible. Les tubes furent nettoyés cinq fois en 24 heures. On analysa le gaz des tuyaux au moyen d'un Orsat. Les conditions uniformes, la vitesse des alimentateurs à charbon et le tirage furent maintenus tout le temps. Il fallut parfois modifier la vitesse de la pompe d'alimentation, la variation de la quantité d'évaporation étant due à de légers changements de qualité du charbon pendant l'épreuve.

On constatera, en examinant les données de l'épreuve, que l'on obtint une évaporation de 9.47 livres d'eau par livre de charbon, à une température de 212 degrés. La température moyenne de l'eau d'alimentation était de 157.2 degrés Fahr., la vapeur de fonctionnement de 167 livres au manomètre et la surchauffe de 74.9 degrés Fahr. On se servit de sasses de charbon de trois différentes variétés, qui dans les données de l'épreuve sont numérotés de 1 à 3. Les B.t.u. dans les trois lots de charbon, tels que reçus, étaient en moyenne de 10,779, et les B.t.u. du charbon sec 12,045. On brûla 24 tonnes de charbon pendant l'épreuve, ce qui veut dire environ une tonne par heure.

On a constaté qu'un faible tirage suffisait. Il n'y avait naturellement, pas de lit de charbon, et la perte fut presque nulle, ou si petite qu'elle ne pouvait pas être constatée sur une éprouvette calibrée à 0.01 pouce. Dans le second passage, le tirage était de 0.0057, et dans la culotte de courant de flamme, 0.0975 pouce. On s'aperçut qu'il n'y avait pas d'accumulation de scories sur les tubes, pas de pulsations; la brique n'était pas endommagée par la chaleur.

Les déductions faites pour la préparation du combustible sont instructives. On brûla au séchoir 1,140 livres de charbon. La force motrice requise pour les pulvérisateurs, les différents transporteurs, les alimentateurs et les éventails étaient de 449.3 kw. hr., ce qui, à 3 livres par kilowatt. heure, équivaut à une quantité de 1,348 livres de charbon. La déduction totale est alors de 2,488 livres de charbon, dont le coût, à \$5 la tonne s'élèverait à \$6.22. Comme 24 tonnes furent dépensées durant l'épreuve, la valeur du combustible pour la préparation se réduit de 26c. par tonne.

Bien qu'on ne fît pas de déductions pour les pertes survenues dans le séchoir, on attire l'attention sur le fait que l'outillage pour la décharge et la pulvérisation était destiné à une usine à cinq chaudières, et que, lorsque tout fonctionne à pleine puissance, on obtient de meilleurs résultats qu'avec l'opération intermittente, rendue nécessaire par le travail d'une seule chaudière.

En conclusion, M. Anderson donne une comparaison intéressante entre le chauffage avec du charbon pulvérisé et le chauffage avec des chauffeurs mécaniques. Les dépenses du broyage sont les mêmes pour les deux systèmes. Bien que les observations quotidiennes ne soient pas disponibles à présent, M. Anderson les calcule à 32c. la tonne, sur une consommation de 200 tonnes par 24 heures, avec du charbon bitumineux contenant 12 pour cent d'humidité. On se rappelle que la valeur du combustible pour la préparation s'élevait à 26c. la tonne. Les chiffres de l'opération quotidienne seront naturellement quelque peu différents de ceux fournis par l'épreuve. On n'a pas calculé les frais d'entretien du séchoir et du pulvérisateur, mais on a supposé qu'ils seraient de 3 c. par tonne. Ces frais sont d'environ 5c. la tonne pour le chauffage direct.

En mettant à \$5 le prix d'une tonne de charbon, on a calculé que l'efficacité brute, produite par les chaudières à charbon pulvérisé, devra excéder celle des chaudières à chauffeurs mécaniques, plus 6 pour cent pour éteindre les frais de préparation du charbon. On a fait aussi une allocation modérée pour les conditions d'opération quotidienne versus les données de l'épreuve. En déduisant 6 pour cent de l'efficacité brute de 85.22 pour cent, on obtient un travail effectif de 79.22 pour cent pour les brûleurs à charbon pulvérisé. En chauffage direct, le maximum d'effectivité obtenu à l'un quelconque des établissements de la compagnie était de 80.54 pour cent, la moyenne quotidienne étant d'environ 76 pour cent. En déduisant 2 pour cent pour les usages auxiliaires, ce qui est un peu moins que la moyenne, l'effec-

tivité nette résultante est de 78·04 pour cent, soit 1·18 pour cent de moins que le chiffre obtenu avec le chauffage à charbon pulvérisé.

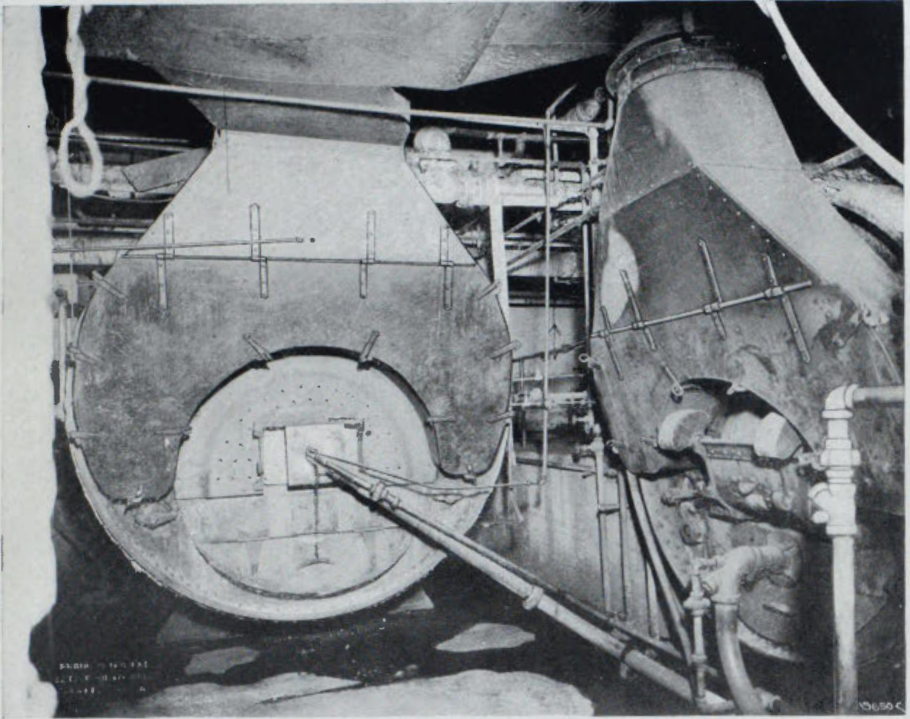
Ce petit gain d'efficacité n'était qu'une partie des avantages qui résultent de l'emploi du charbon pulvérisé. M. Anderson a résumé ainsi les autres avantages: l'opération continue des chaudières à un degré uniforme et une constante effectivité. Ni le dépôt de scories sur les grilles ni le nettoyage des cendres ne diminuent jamais la puissance de production de vapeur; le changement de charbon n'occasionne pas non plus de difficultés de chauffage. Il est possible d'accroître ou de diminuer sensiblement la quantité de vapeur en peu de temps, par l'ajustement des alimentateurs de charbon ou des tirages du foyer. On utilise de 97 à 98 pour cent du combustible, qu'elle qu'en soit la qualité. Les frais d'enlèvement des cendres sont réduits au minimum, par suite d'une diminution de leur volume.

Lorsqu'on fait usage de charbon pulvérisé, les conditions du couvrement du feu diffèrent de celles du système de chauffage ordinaire. Une chaudière retient sa pression pendant une dizaine d'heures, si l'on arrête l'entrée du combustible dans le foyer, et si tous les registres et les ouvertures à air auxiliaires sont fermés. Lorsque nous faisons une des expériences préliminaires, nous fermâmes à 9 heures du soir le foyer d'une des chaudières qui avait une pression de vapeur de 175 livres, et à 7 heures du matin la pression était encore de 155 livres, la brique était même encore assez chaude pour allumer le charbon arrivant au brûleur. Mais, dans le chauffage ordinaire, il faut que le registre soit légèrement ouvert, pour fournir de l'air au foyer et éviter une explosion de gaz, de sorte qu'une partie de la chaleur du feu couvert et des briques s'échappe par la cheminée, au lieu de rester au foyer et de chauffer la chaudière.

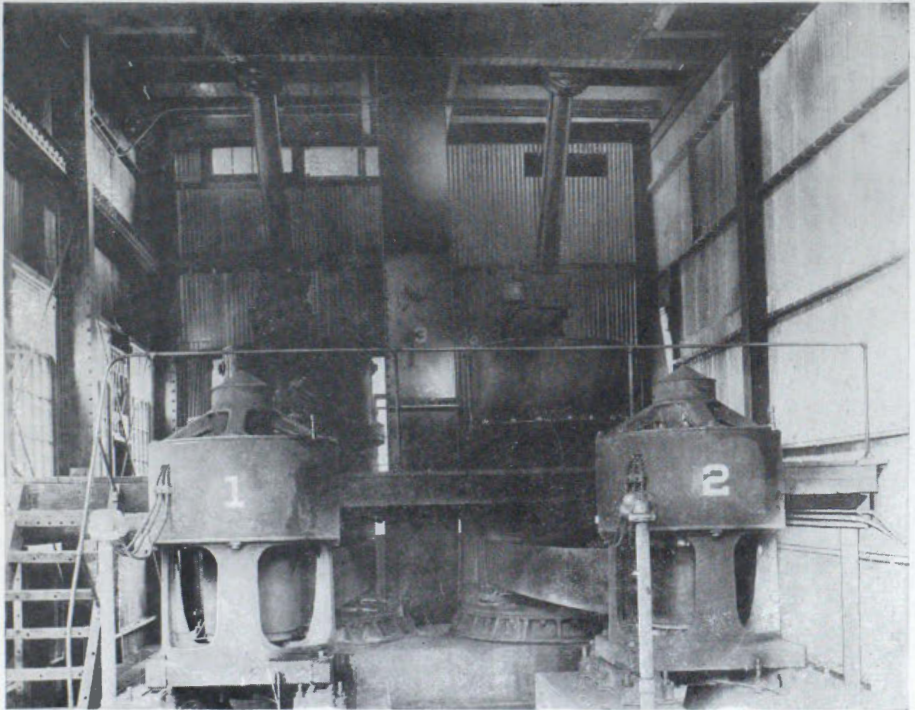
La facilité du réglage du combustible et du tirage, l'avantage de produire une grande quantité de vapeur en peu de temps, la complète combustion du charbon et l'effectivité uniforme obtenue sous conditions normales, font du charbon pulvérisé un genre de chauffage avantageux pour emploi dans une station centrale. M. Anderson est d'opinion que, pour service pendant un mois suivi d'un mois d'arrêt, le charbon pulvérisé produirait un gain net de 10 pour cent sur l'ancien mode de chauffage.

Quant à l'entretien, les résultats semblent montrer qu'il n'y aura pas de difficultés extraordinaires. C'est le mécanicien lui-même qui jugera le mieux des dépenses de préparation du combustible et de la main-d'œuvre selon les conditions existantes dans un établissement en particulier. Ce qui justifie l'usage du charbon pulvérisé, c'est la facilité avec laquelle on obtient une grande et constante efficacité, comparativement aux variations qui se produisent dans le système de chauffage s'il n'est pas surveillé de près. Nul doute que le prix de production de vapeur sera moindre pour une usine qui fait usage de charbon pulvérisé, si elle est pourvue de tous les instruments nécessaires pour guider l'opérateur, que les frais d'opération de tout autre genre de chauffage.

Il est bon de noter que la compagnie, dont M. Anderson est le représentant, fait installer les mêmes types d'appareils sur quatre autres chaudières. Le foyer tel que conditionné est reconnu être très effectif. Quand on possédera de nouveaux renseignements sur toute l'installation et les dépenses initiales, les données que fournira l'opération actuelle seront d'un intérêt exceptionnel.



CHAUDIÈRES MARINES ÉCOSSAISES A ARRIÈRE SEC (DRY BACK.)
Puissance, 935 chevaux-vapeur, Hôtel New Richmond, Seattle, Wash.



CHEMIN DE FER MISSOURI, KANSAS AND TOPEKA, PARSONS, KAS.
Usines Fuller-Lehigh, pulvérisant le charbon de qualité inférieure utilisé pour chauffer les chaudières.

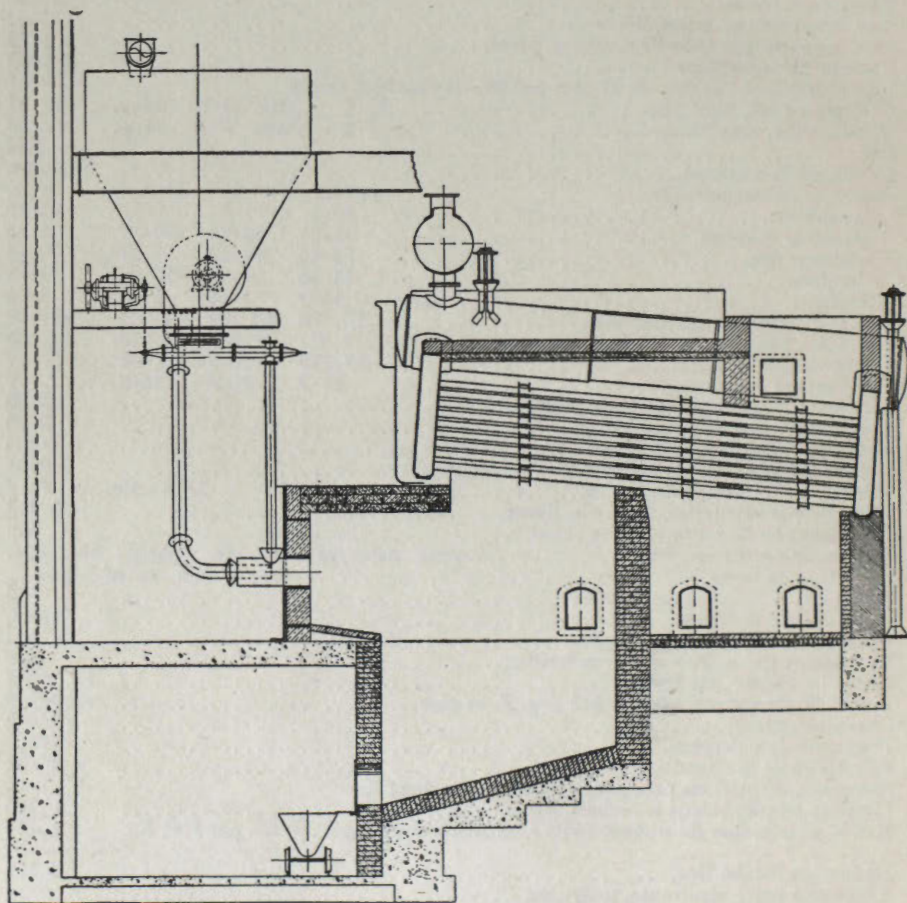
RELEVÉ D'UNE ÉPREUVE OFFICIELLE À LA STATION DE LA RUE ONEIDA

Jour.....	lundi et mardi			Date.....	12-13 août 1918	
Chaudière fabriquée par.....	Edge Moor			Puissance en h. p.....	468	
Surface de chauffe, pds. carrés.....					4,685	
Commencement de l'épreuve.....				11:15 a.m.,	12 août 1918	
Fin de l'épreuve.....				11:15 a.m.,	13 août 1918	
Durée de l'épreuve, heures.....					24	
Température de la chambre de la chaudière.....	Max. 99	Min. 85	Moy.	93.30		
Température de l'eau d'alimentation, deg. F.....	Max. 188	Min. 135	Moy.	157.20		
Température de la vapeur, deg. F.....	Max. 477	Min. 427	Moy.	448.70		
Baromètre, pouces.....	Max. 29.35	Min. 29.20	Moy.	29.25		
Température du gaz des tuyaux, deg. F.....	Max. 515	Min. 455	Moy.	495.30		
Pression moyenne à la chaudière, livres.....				167.0		
Pression atmosphérique, livres.....				14.4		
Température de la vapeur suivant pression, deg. F.....				373.8		
Surchauffe, deg. F.....				74.9		
Soupape de sûreté réglée à 175 livres						
Combustible consommé par heure.....	1990.6 livres bitumineux.....				100%	
Combustible total, livres.....				47,775		
Eau totale, livres.....				393,168		
Eau évaporée par heure, livres.....				16,392		
Eau évaporée par livre de charbon, livres.....				8.23		
Facteur d'évaporation.....				1.1502		
Eau évaporée à 212 deg. F. et plus par liv. de charbon, livres.....				9.47		
CO ₂ , pour cent, maximum.....	15.4	Min. 12.20	Moy.	13.85		
O, pour cent, maximum.....	5.6	Min. 3.20	Moy.	4.38		
CO.....				Nul		
Combustible employé.....				Sassures		
Analyses du combustible:	n° 1	n° 2	n° 3	Moy.		
Humidité.....	10.3	11.0	9.7	10.49		
Matières volatiles.....	33.81	36.96	39.27	35.96		
Carbone fixe.....	50.43	49.13	48.29	49.53		
Cendres.....	14.36	13.91	12.94	13.93		
Soufre.....	1.99	2.06	2.12	2.04		
B.T.U., charbon tel que reçu.....	10,600	10,763	11,263	10,779		
B.T.U., charbon sec.....	11,817	12,093	12,473	12,045		
Livres de charbon.....	19,775	20,000	8,000			
Pourcentage du total.....	41.3	41.9	16.3			
Vide dans la chambre de combustion.....				0.00		
Vide dans le premier passage.....				0.00		
Vide dans le second passage, pc.....				0.0057-		
Vide dans la culotte du courant de flamme, pc.....				0.0975		
Vitesse de l'alimentateur, r.p.m.....	No. 1, 53.6			No. 2,	50.7	
Charbon par révolution de la vis, livres.....				0.318		
Accumulation de scories sur les tubes.....				Nul		
Accumulation des cendres.....	tuyaux nettoyés cinq fois pendant l'épreuve.					
Opération du foyer.....	très satisfaisante...					
Pulsation.....				Nul		
Condition de la fumée.....				légère.		
Effet de la chaleur sur la brique.....				Nul		
Noircissement par la flamme sur le brûleur.....				Nul		
Livres de vapeur par heure.....				16,390.3		
Livres de vapeur par heure à 212 deg. F. et plus.....				18,842.6		
Chevaux-vapeur.....				546.2		
Pour cent de puissance.....				116.7		
Effectivité de la chaudière.....				85.22		
Mémoire: déductions pour préparation du combustible:						
Charbon employé dans le séchoir, livres.....				1,140		
Kw. h. d'opération du moteur (449.3) charbon équivalant à 3 liv. per Kw. h. .				1,348		
Déduction totale, livs.....				2,488		
Effectivité nette résultante, pour-cent.....				81		
Nulle déduction pour pertes dans le séchoir.						

INSTALLATION POUR CHARBON PULVÉRISÉ, PARSONS, KAN.

En 1916, la compagnie du chemin de fer Missouri, Kansas and Texas, installa une usine à Parsons, Kansas, pour préparer et brûler des charbons pulvérisés de quantité inférieure, y compris le lignite, pour le chauffage des chaudières. On dit que c'est la plus grande installation commerciale du genre.

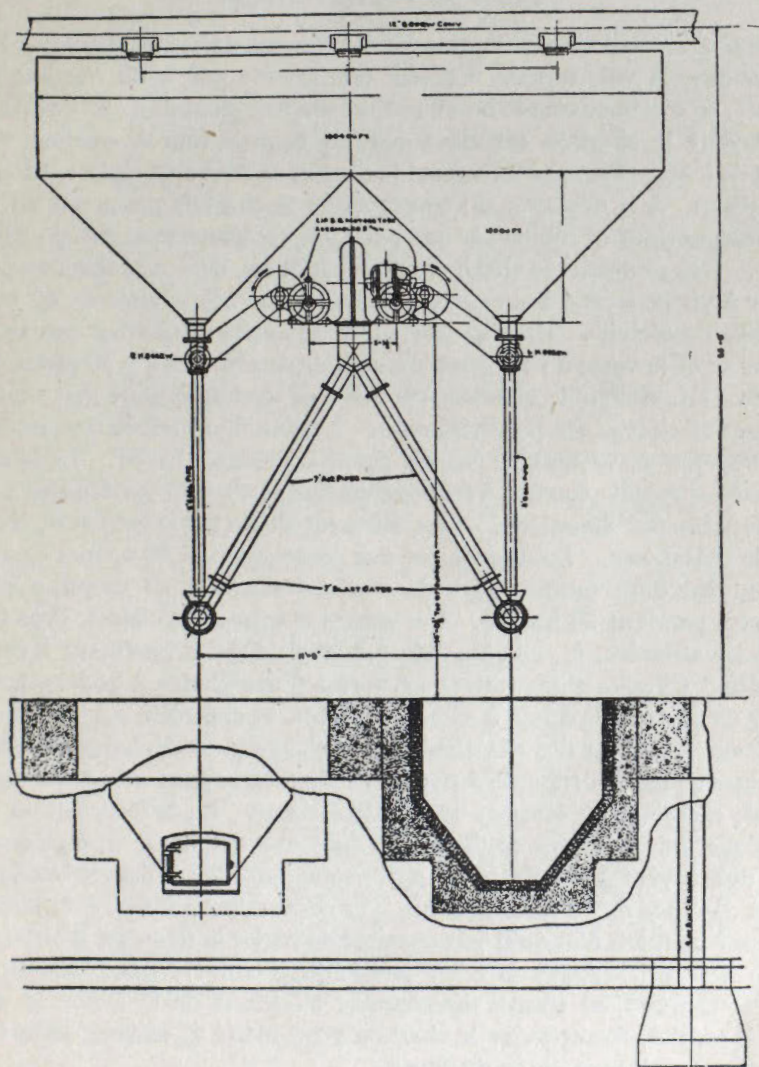
Le bâtiment des chaudières renferme huit chaudières O'Brien de 250 h.p. disposées en une seule ligne de batteries de trois chacune, respectivement; il y a un espace de 4 pieds 8 pcs. entre le posage de chaque paire de deux chaudières, et un espace entre les deux batteries de 28 pds. 4 pcs. pour des pompes d'alimentation, des appareils auxiliaires, etc. A l'une des extrémités il reste de l'espace pour installer quatre autres chaudières.



INSTALLATION À COMBUSTIBLE PULVÉRISÉ, PARSONS, KAS.

Vue de la disposition des trémies à charbon pulvérisé et du charbon d'alimentation pour les chaudières.

Les chaudières ont une pression de vapeur de 150 livres par pouce carré; la température de l'eau d'alimentation est de 208° Fahr. L'effectivité étant de 70 pour cent, l'opération à pleine puissance pendant 10 heures, et à demi-puissance pendant 14 heures, dix chaudières consommeraient environ 79 tonnes de charbon en 24 heures. Quand l'installation sera complète, il faudra 94 tonnes de charbon par jour. L'avantage principal que donne l'usage du charbon pulvérisé à cette usine est la possibilité d'y brûler les charbons de qualité inférieure; son usage dans le bâtiment des chaudières réduit au minimum le nombre des employés. Cette réduction des frais de la main-d'œuvre contrebalance partiellement le coût de la pulvérisation du charbon.



COUPE TRANSVERSALE D'UNE CHAUDIÈRE O'BRIEN DE 250 C.-V.

Atelier du chemin de fer Missouri, Kansas et Texas, Chaudières chauffées avec du charbon pulvérisé, Août 1916.

Le tableau suivant donne les résultats des expériences avec des charbons du sud du Kansas, du lignite de l'est du Texas et de la veine de McAlester.

Les épreuves furent faites sur la chaudière n° 1 et les foyers furent laissés tels qu'ils étaient pour brûler du pétrole et du gaz, le contenu cubic du foyer étant de 290 pieds cubes. On fit des changements à la chaudière n° 2 par l'enlèvement des parois à pont et par l'agrandissement du foyer. On éprouva de nouveau la chaudière n° 1 avec du lignite. Les chaudières 7 et 8 avaient une combustion semblable à celle qui est maintenant appliquée à trois batteries de chaudières, laquelle donne de très satisfaisants résultats.

USINE DE PULVÉRISATION

Le charbon est versé directement des wagons dans une trémie en béton et acier sous la voie ferrée. Comme une grande partie du charbon n'est pas triée, ce combustible est broyé par un rouleau dentelé de 20 x 34 pouces. Du broyeur le charbon est élevé par un transporteur à courroie de 20 pouces de large, passe par un tunnel incliné et se décharge dans le bâtiment au charbon. A la décharge du transporteur le charbon passe par un séparateur magnétique et tombe sur une paire de rouleaux cannelés de 28 x 18 pouces. Des rouleaux, le charbon broyé est élevé, déchargé dans un transporteur à vis et amené à un compartiment d'une contenance de 40 tonnes à l'arrière du séchoir. Un transporteur à vis enlève le charbon par le fond de la soute et le verse à l'arrière d'un séchoir rotatif de $4\frac{1}{2}$ x 30 pieds, à feu indirect. Du séchoir le charbon est élevé et déchargé dans une soute de 45 tonnes au-dessus des pulvérisateurs. L'usine de pulvérisation renferme deux broyeurs de 75 tonnes, fournis par la compagnie Fuller. Le charbon pulvérisé est ensuite élevé et versé par un transporteur à vis dans les soutes de la chambre des chaudières. Une soute est située sur le devant de chaque paire de chaudières. Les soutes ont une contenance de 10 tonnes chacune, elles peuvent donc fournir assez de combustible pour un travail à pleine puissance, pendant 20 heures. Ces soutes sont rectangulaires, avec fonds en trémies séparées; le combustible est ainsi fourni séparément à chaque chaudière. Chaque alimentateur est formé d'une chaîne à godets, actionnée par un moteur de 2 h.p. à vitesse variable, et contrôlée par un appareil installé sur le devant des chaudières. Le charbon est déchargé de chaque alimentateur, par un tube de 3 pouces de diamètre, dans une ouverture en forme de cheminée au sommet du bec du brûleur. Le brûleur est un tube cylindrique, de 14 pouces de diamètre, dont une extrémité émerge dans le foyer; une tuyère à soufflet de 7 pouces est installée à l'autre extrémité, sur une distance de 12 à 18 pouces. Un couvercle en métal est placé sur la tuyère à soufflet, afin qu'il soit possible de régler la quantité d'air attirée dans le brûleur. L'ouverture en forme de cheminée, dans laquelle est amené le charbon, se trouve directement au-dessus de la décharge de la tuyère à soufflet, de sorte que le charbon y est attiré et mélangé avec l'air, avant d'entrer dans le corps du foyer.

ÉPREUVE, AVEC CHARBON PULVÉRISÉ, DES CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES D'OBRIEN, DE 280 H.P., AUX ATELIERS DE L'USINE DE FORCE MOTRICE DU CHEMIN DE FER M. K. & T., PARSONS, KANSAS

Numéro de la chaudière	No. 1	No. 1	No. 2	No. 1	No. 1	Nos. 7 et 8	No. 8	No. 8
Volume du foyer (pds. cub.).....	950	950	1,100	950	950	1,750	875	870
Surface de chauffe d'eau.....	2,112	2,112	2,112	2,112	2,112	3,824	1,912	1,912
Date.....	6-16-'16	6-21-'16	6-24-'16	7-10-'16	7-10-'16	8-7-'16	8-10-'16	8-13-'16
Durée.....	60 min.	124 min.	132 min.	90 min.	73 min.	84 min.	120 min.	418 min.
Genre de charbon.....	Minéral	Lignite	McAlester	Lignite	Lignite	Minéral	Minéral	Minéral
Finesse moyenne (mesurée par des toiles de 100 à 200 mailles).....	95% ^o -100 (75% ^o -200)	95.5% ^o -100 (72.5% ^o -200)	92% ^o -100 (70% ^o -200)	96% ^o -100 (76% ^o -200)	96% ^o -100 (76% ^o -200)	95% ^o -100 (75% ^o -200)	95% ^o -100 (77% ^o -200)	95% ^o -100 (75% ^o -200)
Pression de la vapeur, livres.....	126	127.4	127	118.1	130.6	126	123	126.5
Force du tirage au registre des tuyaux....	.25	.28	.28	.262	.265	.242	.256	.23
Pression d'air dans le tuyau des brûleurs, pcs.....	3/4	9/16	3/4	5/8	3/4	3/4	3/4	3/4
Volume d'air passant par les brûleurs, min.	3,660	3,210	3,660	3,230	3,660	3,660	3,660	3,660
Conditions atmosphériques.....	Clair	Clair	Clair	Clair	Clair	Clair	Clair	Clair
Température de l'air extérieur (Fahr).....	84°	90°	90°	98°	98°	98° ^{Pas}	inscrit	
Temp. de la chambre des chaud. (Fahr)...	91°	100°	95°	102.5°	106.5°	102°	100°	103°
Temp. de l'eau d'alimentation (Fahr).....	177°	183.6°	180°	182°*	182.5°	170°	187°	174.4°
Temp. du premier passage (Fahr).....	810°	1,079.4°	1,388°	Pas	inscrit		1,260°	1,950 Com. Ch. 1,476 1er pass. 446°
Température des gaz dans les tubes (Fahr)	544°	491°	585°	473°	501°	470°	576.5°	446°
Qualité de la vapeur (approximative).....	.99	.99	.99	.99	.99	.99	.99	.99
<i>Analyse approximative du charbon—</i>								
Carbone fixe.....	49	32	50.1	35.4	35.4	48.7	48.7	48.7
Matières volatiles combustibles.....	28	42.5	34.3	47.1	47.1	28.4	28.4	28.4
Humidité.....	1	16	.5	7	7	1	1	1
Cendres.....	22	9.5	15.1	10.5	10.5	21.9	21.9	21.9
Soufre (déterminé séparément).....	4.7	.52	1.79	.52	.52	4.7	4.7	4.7
<i>Quantités totales—</i>								
Révolut. totales de la vis d'alimentation...	2,220	5,056	4,092	3,991	3,681	7,750	7,794	14,480
Nombre moyen de livres par révolution...	.457	.3812	.501	.4375	.4375	.457	.457	.457

CHARBON PULVÉRISÉ

ÉPREUVE, AVEC CHARBON PULVÉRISÉ, DES CHAUDIÈRES MULTITUBULAIRES D'OBRIEN, DE 280 H.P., AUX ATELIERS DE L'USINE DE FORCE MOTRICE DU CHEMIN DE FER M. K. & T., PARSONS, KANSAS

46

COMMISSION DE LA CONSERVATION

Numéro de la chaudière	No. 1	No. 1	No. 2	No. 1	No. 1	Nos. 7 et 8	No. 8	No. 8
Total de charbon amené au foyer.....	1,014	1,927	2,062	1,746	1,612	3,540	3,560	6,617
Total de charbon sec consommé.....	1,004	1,620	2,051	1,623	1,500	3,500	3,525	6,560
Total de combustible brûlé.....	781	1,437	1,739	1,440	1,330	2,730	2,745	5,100
Total d'eau entrée dans les chaudières.....	6,000	13,000	17,000	12,000	11,000	22,700	23,200	51,700
Total d'eau évaporée (corrigé).....	5,940	12,880	16,820	11,900	10,900	22,490	22,980	51,200
Facteur d'évaporation.....	1.0795	1.0728	1.0764	1.0736	1.0743	1.0867	1.06875	1.0822
Equivalent total d'évap. à 212° Fahr et plus	6,420	13,818	18,105	12,770	11,710	24,444	24,560	55,400
<i>Quantités et taux par heure—</i>								
Charbon sec consommé par heure.....	1,004	784	933	1,082	1,231	2,500	1,762.5	956
Combustible consommé par heure.....	781	695	790	960	1,093	1,950	1,372.5	733
Livres de combustible par minute.....	13	11.6	13.2	16	18.2	32.5	22.9	12.2
Pieds cubes de la chambre de combustible, par liv. de combust. par min.	73.2	81.8	75.8	59.3	52.2	54	38.2	71
Eau évaporée par heure (corrigé).....	5,940	6,230	7,650	7,940	8,960	16,050	11,490	7,350
Evap. équival. par hr. de 212° Fahr et plus	6,420	6,690	8,240	8,520	9,530	17,450	12,280	7,950
Evap. équiv. par heure à 212° Fahr et plus par pd. car. de surface de chauffe.	3.035	3.17	3.9	14.03	4.56	4.56	6.42	4.16
<i>Valeurs calorifiques et puissance—</i>								
Valeur calorif. de 1 liv. de charbon sec....	11,580	11,250	12,630	11,250	11,250	11,580	11,580	11,580
Valeur calorif. de 1 liv. de combustible....	14,750	12,700	14,920	12,680	12,680	12,880	14,750	14,750
Evap. équiv. à 212° Fahr et plus.....	6,420	6,690	8,240	8,520	9,530	17,450	12,280	7,950
Chevaux-vapeur produits par la chaud....	186	194	230	247	275	506	356	230.5
Puissance des chaudières en chev. vap.....	250	250	250	250	250	500	250	250
Pourcentage de la puiss. spécifiée dévelop..	74.4	77.6	95.6	98.9	110	101	142	92.2
<i>Résultats économiques—</i>								
Eau par liv. de charbon tel que brûlé.....	5.92	6.75	8.24	6.88	6.82	6.41	6.52	7.81

Eau évaporée par livre de charbon sec.....	5.92	6.94	8.20	7.33	7.27	6.43	6.52	7.80
Evaporation équivalente à 212° Fahr et plus par livre de charbon.....	6.32	7.17	8.77	7.31	7.26	7.18	6.90	8.38
Evaporation équivalente à 212° Fahr par livre de charbon sec.....	6.38	8.54	8.85	7.86	7.81	7.27	6.97	8.46
Evap. équiv. à 212° Fahr et plus par livre de combustible.....	8.22	9.62	10.40	8.86	8.81	8.95	8.95	10.9
Effectivité de la chaudière et du foyer.....	53.9	73.5	67.8	67.8	67.4	61.0	59.0	71.5
<i>Coût de l'évaporation—</i>								
Coût de la pulvérisation par 2,000 livres..	\$ 0.35	\$ 1.17	\$ 0.34	.....	.....	\$0.35	\$0.35	\$0.35
Coût total par 2,000 livres livrées aux soutes des chaudières.....	\$1.795	\$ 5.57	\$2.609	.....	.....	\$1.795	\$1.795	\$1.795
Coût de l'évaporation de 1,000 livres d'eau.....	\$0.153	\$0.481	\$0.160	.....	.....	\$0.141	\$0.139	\$0.116
Coût de l'évaporation de 1,000 livres d'eau à 212° Fahr.....	\$0.142	\$0.388	\$0.148	.....	.....	\$0.125	\$0.130	\$0.083
<i>Analyses des gaz des tubes secs—</i>								
Dioxyde de carbone.....	12	10	10	10	12.5	10	13.5	10.7
Oxygène.....	8	10	9.5	11	8.5	11	7.5	9.3
Monoxyde de carbone.....	0	.5	0	0	0	0	0	0
Nitrogène (par différence).....	80	79.5	80.5	79	79	79	79	80
<i>Balance de chaleur (basée sur une livre de charbon sec)—Pourcentage—</i>								
Chaleur absorbée par la chaudière.....	53.6	73.6	67.8	67.8	67.3	61.0	59.0	71.5
Perte due à l'évaporation de l'humidité du charbon.....	.1	1.7	.1	.8	.7	.....	.....	.3
Perte due à la chaleur prise par la vapeur d'hydrogène.....	5.1	4.0	4.0	4.7	4.8	.....	.....	3.8
Perte due à la chaleur emportée par les gaz des tubes secs.....	11.4	13.3	16.2	13.7	11.8	.....	.....	10.8
Perte due au monoxyde de carbone.....	0	.3	0	0	0	.....	.....	0
Perte due à la radiation et pertes non notées.....	29.7	7.1	11.8	13.1	15.4	.....	.....	13.6
TOTAL = Valeur calorifique de 1 livre de charbon sec.....	11,580	11,250	12,630	11,250	11,250	11,580	11,580	11,580

Les chaudières ont été installées comme le montre la gravure en regard de la page 43, mais, par suite de la forte quantité de cendre (22 pour cent) contenue dans les charbons en usage, on s'aperçut qu'avec des déflecteurs horizontaux il y avait trop d'accumulation de cendre, on fut donc obligé d'installer un four hollandais, d'environ 6 pieds cubes, sur le devant des chaudières; des réflecteurs verticaux remplacèrent les horizontaux. Grâce à ces changements, on a obtenu de bons résultats; il ne se forme pas de scories, et les cendres sont facilement enlevées du parquet, une fois par semaine, au moyen d'un boyau à air comprimé.

CHEMIN DE FER MISSOURI, KANSAS AND TEXAS

M. R. A. Webb, directeur en chef de l'usine de force motrice du chemin de fer Missouri, Kansas and Texas, à Parsons, Kansas, répond de la manière suivante aux questions ayant trait à l'usage du combustible pulvérisé:

"L'avantage du combustible pulvérisé est l'utilisation du charbon récupéré sous forme pulvérisée, et l'usage de combustible de qualité inférieure que l'on peut brûler, lorsqu'ils sont mélangés à d'autres de meilleure qualité. L'usage de combustible pulvérisé réduit au minimum les frais de main-d'œuvre, cette réduction contrebalance en partie les dépenses de pulvérisation du charbon.

"Nous vous transmettons des données sur les épreuves faites avec du charbon minéral, provenant des houillères du sud du Kansas, et avec les lignites des houillères de l'est du Kansas et de McAlester, de la veine de McAlester, les seules expériences que nous ayons faites. Ceci montre d'abord deux épreuves avec la chaudière n° 1 dont les foyers continuèrent à brûler du pétrole et du gaz; ces foyers avaient une contenance de 950 pieds cubes. Des changements furent apportés à la chaudière n° 2 par l'enlèvement des parois en brique et l'agrandissement de la chambre de combustion. On essaya de nouveau la chaudière n° 1 avec du lignite et l'on nota le pourcentage du résultat. Les chaudières 7 et 8 montrent les foyers comme ils sont à présent et appliqués à trois batteries ou groupes de chaudières. Le fonctionnement en est satisfaisant.

"L'usine renferme deux pulvérisateurs de 75 tonnes, provenant de la compagnie Fuller, un séchoir et les transporteurs nécessaires ainsi que les soutes réservoirs dans l'usine; tout marche automatiquement, de la soute de déchargement du charbon jusqu'à l'arrivée du combustible dans les soutes, où il est prêt à l'usage. De cette soute une vis, actionnée par un moteur, fournit du charbon au brûleur au taux d'environ une demi-livre par révolution. Un éventail, mû par un moteur effectue un soufflage d'une pression d'une once ou moins. Le brûleur est un tube galvanisé dans lequel est poussé l'air, et le charbon tombe par un alimentateur vertical et est distribué par un éventail qui le souffle dans le foyer. De ce foyer part, jusqu'à un point au-dessous du parquet de la chaudière, un cendrier, d'où les scories sont finalement enlevées.

“Nous avons arrangé dernièrement une de nos locomotives pour brûler du charbon pulvérisé. Cet outillage se compose d'un réservoir fermé pour transporter le charbon pulvérisé, qui est amené par une vis à un brûleur situé au-dessous du souffleur et de la vis actionnés par une turbine à vapeur placée dans le réservoir. Le foyer est en brique avec parois arquées pour le brûlage initial; la flamme est amenée par une voûte régulière et de nouveau mise en contact avec des parois latérales; de là avec la paroi centrale, puis elle vient finalement frapper l'enveloppe de la cheminée.

“Les scories et l'obstruction des tubes ont causé de grandes difficultés mais des parois verticales y remédient. Une épreuve avec du lignite du Texas n'a pas produit de dépôt de scories. Nous n'avons pas encore terminé les épreuves commencées avec cette machine, et celles faites jusqu'ici ne sont pas conclusives.”

LE CHEMIN DE FER CHICAGO AND NORTHWESTERN

M. R. Quayle, surintendant général de la force motrice, écrit à l'auteur ce qui suit, au sujet du chauffage de chaudières stationnaires et de locomotives avec du charbon pulvérisé:

“Nous avons mis en service, pendant quelques mois, une locomotive du modèle Atlantique, entre Chicago et Milwaukee, et je vous transmets ci-joint les résultats de l'opération. Je vous envoie aussi une description générale des machines en usage.

“Ces deux machines étaient du même modèle et ont été construites en même temps; j'avouerai que celle non pourvue d'appareils à charbon pulvérisé a donné des résultats un peu supérieurs à l'autre; en vérité, nous avons choisi les meilleures machines que nous ayons de cette classe pour les mettre en comparaison avec celle disposée pour brûler du charbon pulvérisé, de sorte que si cette dernière l'emporte nous aurons un gain réel.

“Nous n'avons pu parcourir avantageusement plus de 75 à 80 milles avec du charbon de l'Illinois, car il contient beaucoup de soufre et des pyrites de fer, et 10 pour cent ou plus d'humidité. Après un parcours de 80 milles, les tubes commençaient à se couvrir d'une croûte, ce qui, naturellement, diminuait la pression de la vapeur. Après 100 milles, la vapeur faisait défaut.

“En d'autres épreuves nous avons fait usage de charbon du Kentucky, sans éprouver de difficultés. Je crois savoir que la Pulverized Fuel Co., 30 rue Church, New York, peut maintenant brûler du charbon pulvérisé de l'Illinois, comme celui que nous avons d'abord employé, sans encrassement des tubes.

“Nous faisons une économie de charbon d'environ 18 pour cent. Il fut inutile de placer la locomotive au-dessus du puits à scories, car le combustible consommé sur un parcours de 80 milles ne laissa que deux morceaux de mâchefer, un de chaque côté du cendrier, chacun de la grosseur d'un chapeau Derby.

CHEMIN DE FER CHICAGO AND MILWAUKEE—ÉPREUVES COMPARATIVES DE LOCOMOTIVES

CHICAGO-MILWAUKEE-CHICAGO. LOC. 128, CLASSE D, SURCHAUFFEUR, BRÛLEUR À CHARBON PULV., APPAREIL À VALVES WALSCHAERT. CHARBON DE KENTUCKY

Date, 1916.	Temps, heures		Atmo. temp. moy.	Tonnage		Parcours		Nomb. de milles	Tonnes de charbon	Livres de charbon		Gallons d'eau	Livres d'eau		Livres d'eau évaporée par livre de charbon	Coups de bielle livres	Chev.-vap. par heure	Nombre de wag.	
	Écoulé.	Marché		Chicago-Milwaukee	Milwaukee-Chicago	Chicago-Milwaukee	Milwaukee-Chicago			Par heure	Par chev.-vapeur par heure		Par heure	Par chev.-vapeur par heure				Chicago-Milwaukee	Milwaukee-Chicago
21 mars....	4.0916	3.8874	40.5	355	252	84.72	86.07	170.79	3.984311	2,049.859	6.307	8,787.5	18,830.034	57.934	9.186	2,770.811	325.028	7	5
30 mars....	3.9625	3.8500	47.4	303	252	84.69	86.00	170.69	3.646490	1,894.281	6.034	7,975.0	17,255.000	54.967	9.108	2,651.891	313.916	6	5
Moyenne...	4.0276	3.8687	43.9	329	252	84.75	86.04	170.74	3.81540	1,972.446	6.173	8,381.25	18,046.324	56.834	9.493.149	2,711.351	319.497	6.5	5

CHICAGO-MILWAUKEE-CHICAGO. LOCOM. 127, CLASSE D, SURCHAUFFEUR, CHAUFFAGE DIRECT, APPAREIL À VALVES WALSCHAERT, ACCOUPLEMENT KINGAN & RIPKEN

CHARBON DE L'ILLINOIS

23 mars....	3.9625	3.7750	35.2	355	252	84.78	86.08	170.86	5.5900	2,961.589	9.039	8,175.0	18,039.139	55.055	6.091	2,711.351	327.657	7	5
24 mars....	3.9583	3.8792	48.8	355	252	85.18	86.07	171.25	4.7875	2,468.292	7.723	7,350.0	15,783.022	49.386	6.394	2,711.351	319.584	7	5
Moyenne...	3.9604	3.8271	42.0	355	252	84.98	86.08	171.06	5,18875	2,711.583	8.380	7,762.5	16,895.724	62.215	6.230	2,711.351	323.575	7	5

LOCOM. 127, CLASSE D, SURCHAUFFEUR, CHAUFFEUR DIRECT, APPAREIL À VALVES WALSCHAERT, ACCOUPLEMENT KINGAN & RIPKEN

CHICAGO-MILWAUKEE-CHICAGO

CHARBON DE KENTUCKY

29 mars....	3.9833	3.8625	43.9	303	252	84.77	86.13	170.90	3.6315	1,880.388	6.168	7.062.5	15,231.229	49.962	8.100	2,530.540	304.856	6	5
31 mars....	4.2083	4.0750	59.6	303	252	84.68	85.92	170.60	3.9340	1,930.798	6.983	7,637.5	15,612.362	56.466	8.085	2,478.514	276.488	6	5
Moyenne...	4.0958	3.9688	51.7	303	252	84.72	86.03	170.75	3.78275	1,906.243	6.567	7,350.0	15,426.703	53.144	8.092	2,527.027	290.283	6	5

COMPARAISON ET POURCENTAGE DE CHARBON ET D'EAU.

Classes	Charbon, tonnes		Charbon, livres par heure		Gallons d'eau		Eau, livres par c. v. par heure		Effet, c.v. par heure		Livres d'eau évaporée par livre		Charbon pour aller à la remise et en sortir		Total de tonnes charbon	
	Tonnes charb.	pour-cent	Livres charb.	pour-cent	Gallons d'eau	pour-cent	Livres d'eau	pour-cent	Chev. vap.	pour-cent	Livres d'eau	pour-cent	Tonnes charb.	pour-cent.	Tonnes charb.	pour-cent
D. 127, charb. d'Ill., surchauffe, appareil à Wal., accoup. Ripken.....	5.18875	100	8.380	100	7.762.5	100	52.215	100	323.575	100	6.230	100	2.675	100	7.86375	
D. 127 charb. de Kentucky, surchauffe, appareil à valves Wal., accoup. Ripken.	3.78275	72.92	6.567	78.37	7,350.0	94.69	53.144	101.78	290.283	89.71	8.092	129.89	2.775	130.73	6.55775	83.3
D. 128, charb. de Kentucky, surchauffe, charb. pulv.	3.81540	73.53	6.173	73.66	8,381.25	107.97	56.483	108.17	319.497	98.74	9.149	146.85	1.5690	58.65	5.38400	68.47

CHEMIN DE FER CHICAGO, C. & N. W., le 7 AVRIL 1916.

“Notre établissement de pulvérisation n'était qu'une installation temporaire. Toutefois, la locomotive fut munie de ce qu'il y avait de mieux. Le pulvérisateur et le séchoir étaient de notre fabrication. Notre intention était d'agrandir cet établissement pour accommoder dix locomotives d'aiguillage, et d'y essayer le charbon pulvérisé dans une des sections de la ville de Chicago, où il y a beaucoup d'aiguillages à faire, et où la fumée est un grand inconvénient. Mais les difficultés monétaires et d'autres ont retardé temporairement notre travail.

LE CHEMIN DE FER DELAWARE AND HUDSON

Le chemin de fer Delaware and Hudson met en service pour le transport des marchandises une locomotive à consolidation (peut-être la plus grande de ce genre au monde) et aménagée pour brûler du combustible pulvérisé. Cette locomotive avait été faite pour brûler du poussier d'antracite, mais elle consomme un mélange de charbon bitumineux et d'antracite. Les roues motrices ont 63 pouces de diamètre, les cylindres 27 x 32 pouces, les valves des pistons 12 pouces, et la pression de service de la chaudière est de 195 livres¹ par pouce carré. Le diamètre du devant de la chaudière est de 86 pouces, le foyer de 114 x 126 $\frac{1}{8}$ pouces et la surface de la grille de 99.8 pieds carrés. Le poids total de la locomotive est de 293,000 livres, dont 267,000 sur les roues motrices; la surface totale de chauffe est de 3,814 pieds carrés et la puissance de traction de 66,100 livres. L'appareil de surchauffe est à 43 éléments et la surface de chauffe a 793 pieds carrés. Le tender repose sur un accouplement de 8 roues, sa contenance d'eau est de 9,000 gallons, il peut prendre 14 $\frac{1}{2}$ tonnes de combustible et pèse, en service, 193,200 livres.

La locomotive a été spécialement faite par la American Locomotive Co. pour brûler du combustible pulvérisé, et elle a été équipée avec les dispositifs de la Locomotive Pulverized Fuel Co., de New York.

Voici les résultats des épreuves:

Classe de locomotive.....	2-8-0
Nombre de parcours.....	11
Milles par heure en moyenne par voyage.....	19.9
Nombre de tonnes en moyenne par mille.....	49,686
Nombre de livres d'eau dépensée.....	52,975
Quantité totale de charbon consommée.....	11,028
Pression en chaudière par pouce carré.....	205
Pression moyenne de vapeur par pouce carré.....	192
Evaporation apparente.....	4.84
Livres de charbon dépensé par 1,000 tonnes et par mille.....	221.9
Livres de charbon par mille de locomotive.....	552.9
Vitesse moyenne, par mille par heure.....	11.7
Service.....	marchandises
Diamètre du bec du tuyau de vapeur d'échappement, pouces.....	6 $\frac{1}{4}$

La température de l'eau au départ était de 200° et le temps nécessaire pour atteindre la pression maximum était de 45 minutes.

¹La pression a été portée à 210 livres par pouce carré.

L'espèce de charbon employé était un mélange de 60 pour cent d'an-thracite et 40 pour cent de charbon bitumineux. Analyse du mélange :

Humidité.....	0.36	pour cent.
Matières volatiles.....	20.73	"
Carbone fixe.....	62.65	"
Cendres.....	16.26	"
	<u>100.00</u>	
Soufre.....	1.00	pour cent.
B.T.U.....	13,000	

Finesse du charbon pulvérisé:

Pourcentage par une toile de 100 mailles, mesure linéaire.....	99
Pourcentage par une toile de 200 mailles, mesure linéaire.....	<u>89</u>

LE CHEMIN DE FER NEW YORK CENTRAL

Le chemin de fer New York-Central fut le premier, croit-on, à équiper et à mettre avantageusement en service régulier une locomotive pourvue d'un outillage pour brûler du charbon pulvérisé en suspension. Actuellement, ce chemin de fer se sert de petites quantités de charbon pulvérisé sur une locomotive; la compagnie se propose d'encourager l'usage de combustible pulvérisé pour alterner avec le pétrole à travers le territoire de la réserve forestière, où le pétrole est le combustible employé. Résultats des épreuves faites avec cette locomotive:

Classe de locomotive.....	4-6-2
Nombre de parcours.....	28
Nombre de milles parcourus à chaque voyage.....	78.6
Nombre de tonnes transportées par mille.....	125,956.0
Eau totale dépensée, livres.....	94,850.0
Charbon total dépensé, livres.....	12,730.0
Pression à la chaudière, livres par pouce carré.....	180
Pression de vapeur moyenne, livres par pouce carré.....	174.8
Evaporation apparente.....	7.45
Livres de charbon par 1,000 tonnes par mille.....	101.0
Livres de charbon par mille de locomotive.....	161.9
Vitesse moyenne en milles par heure.....	21.8
Service.....	merchandise
Diamètre du bec du tuyau de vapeur d'échappement, pouces.....	6½

La température de l'eau au départ était de 120°, le temps requis pour atteindre le maximum de pression fut de 72 minutes.

Les épreuves furent faites avec du charbon bitumineux provenant de cinq mines. Les résultats de l'analyse sont:

Humidité.....	0.85	pour cent.
Matières volatiles.....	27.25	"
Carbone fixe.....	61.68	"
Cendres.....	10.22	"
	<u>100.00</u>	"
Soufre.....	1.96	pour cent.
B.T.U.....	13,975	

Finesse du charbon pulvérisé:	
par toile de 100 mailles, mesure linéaire.....	96 pour cent.
par toile de 200 mailles, mesure linéaire.....	81 “

Description succincte de la locomotive:

Type.....	4-6-2
Cylindres.....	26 x 26 pouces.
Roues motrices.....	69 pouces de diamètre.
Pression à la chaudière.....	180 livres par pouce carré.
Poids total.....	266,000 livres.
Poids sur les roues motrices.....	172,000 livres.
Surface de chauffe totale.....	3,769·6 pieds carrés.
Surface de la grille (nominale).....	56·5 pieds carrés.
Puissance de traction.....	38,980 livres.

LE CHEMIN DE FER CENTRAL DU BRÉSIL

Comme il est difficile de se procurer du charbon de bonne qualité au Brésil et qu'il faut employer celui de qualité inférieure qui s'y trouve, le chemin de fer Central du Brésil, après de nombreuses expériences pour l'opération des locomotives avec du combustible pulvérisé, se décide de disposer ses locomotives pour brûler ce genre de combustible. On dit que l'outillage est presque semblable à celui installé sur la locomotive à consolidation du chemin de fer Delaware and Hudson.

Douze locomotives, répondant à la description suivante, seront disposées pour brûler du charbon pulvérisé. Type 4-6-0; cylindres, 21½ x 28 pouces, roues motrices, 68 pouces; pression en chaudière, 175 livres par pouce carré; poids total, 172,000 livres; poids sur les roues motrices, 122,000 livres; surface totale de chauffe, 2,151 pds carrés; surface de la grille (nominale), 30 pieds carrés; puissance de traction, 28,400 livres. Les locomotives sont pourvues de deux systèmes de brûleurs et le tender peut contenir 12 tonnes. L'usine de pulvérisation n'est pas encore construite, mais elle sera pourvue de deux séchoirs A-8 et deux pulvérisateurs de 57 pouces, d'une production de 8 tonnes par heure chacun.

Le charbon brésilien sera employé; son analyse donne les résultats suivants:

Humidité.....	0·5 pour cent.
Matières volatiles.....	32·3 “
Carbone fixe.....	42·1 “
Cendres.....	25·1 “
	100·0 “
Soufre.....	2·35 pour cent.
B.T.U.....	11,112

TOURBE POUR CHAUFFER LES LOCOMOTIVES¹

La Suède est favorisée par de vastes dépôts de tourbe, et comme le prix du charbon est maintenant très élevé, il est tout naturel que les chemins de

¹Engineering, 20 octobre 1916.

fer de l'Etat cherchent à les utiliser. Des expériences ont donc été faites avec une locomotive à convois de marchandises, dont voici les résultats:

Diamètre des cylindres.....	195	pouces.
Course des pistons.....	25	pouces.
Roues motrices, (huit accouplées).....	54	pouces.
Pression de vapeur.....	170	livres.
Surface de chauffe, foyer.....	115	pieds carrés.
“ “ “ tubes.....	996	pieds carrés.
Tubes de surchauffe.....	301	pieds carrés.
Nombre de tubes—(1·97—1·58 pc.).....	118	
“ (5·15—4·8 pc.).....	18	
Longueur entre les plaques des tubes.....	13	pieds, 1 pouce.
Puissance de traction $\frac{0·65 \text{ p-d2}}{D} \times 1$	9	tonnes (métriques).
Poids d'adhésion (par essieu).....	11·2	tonnes.
Poids de la locomotive.....	51	tonnes (métriques).
Poids du tender.....	36	tonnes (métriques).
Poids de l'eau.....	14	tonnes (métriques).
Poids de la poudre de tourbe.....	4	tonnes (métriques).

La poudre de tourbe est contenue dans une trémie à fond conique. Au-dessous du fond est un tuyau, par lequel la tourbe est soufflée jusqu'à l'ouverture du bec s'ouvrant dans le foyer, au moyen de l'air comprimé. On divisa le foyer avec des cloisons à briques réfractaires en une chambre d'ignition, deux passages et une chambre supérieure, par lesquels passent les produits de la combustion et qui sont amenés en avant et en arrière avant leur entrée dans les tubes. Un feu à charbon, placé sous le bec amenant la poussière de tourbe, allume cette poussière. La consommation de charbon nécessaire à cette fin égale environ 3 à 4 pour cent du poids de la tourbe.

Le tube ordinaire d'échappement dans la boîte à fumée ne fonctionnait pas bien avec la poussière de tourbe, il fallut donc le modifier. Inutile d'avoir un pare-étincelles car les étincelles sont si légères qu'elles s'éteignent avant d'arriver à terre. On peut même dire qu'il n'y a pas d'étincelles, si le feu est bien conditionné.

Les résultats de quelques expériences antérieures ont démontré que 1·4 livre de poussière de tourbe donnait autant de calories qu'une livre de charbon anglais. C'est pour arriver à un résultat plus précis que ces épreuves furent entreprises, la locomotive dont on fit usage était en service depuis quelque temps. Les expériences furent faites sur la section de Hollsberg-Mjolby (60 milles) entre les deux locomotives du même type; dans l'une on employa la poussière de tourbe et dans l'autre du charbon. On choisit pour ces expériences un convoi de marchandises d'un poids de 700 tonnes, à vitesse normale de 22 milles en moyenne par heure. Les wagons furent chargés de charbon et chaque locomotive devait faire trois voyages. On fit un changement au dernier voyage, le convoi se composait de bogies de voitures à voyageurs d'un poids de 300 tonnes, la vitesse moyenne étant de 34 milles à l'heure. Sur le parcours de la voie d'expérimentation se trouve, sur une longueur de 3·6 milles, une rampe ascendante de 1 pour 100 et plusieurs courbes à rayons de 1,000 à 1,500 pieds. On

réduisit à $8\frac{1}{2}$ milles la vitesse du convoi de marchandises et à environ 20 milles celle du convoi de voyageurs. Il fut possible de maintenir durant toute la montée de cette rampe la pression de la vapeur et le niveau d'eau dans la chaudière.

La consommation d'eau fut notée par une jauge placée sur le réservoir du tender; les résultats comprennent donc les pertes survenues à partir de l'opération de l'injecteur et de la consommation de vapeur par le souffleur installé sur la locomotive à poussière de tourbe. On mesura la consommation en pesant le combustible avant et après chaque voyage. Pour déterminer les valeurs calorifiques, des échantillons de combustible furent pris à chaque voyage. Les résultats ont donné 7,920 B.t.u., pour la poussière de tourbe et 13,030 pour le charbon. Les analyses ont montré les résultats suivants:

	Tourbe	Charbon
Carbone.....	47.0	73.5
Oxygène.....	29.5	4.4
Hydrogène.....	4.5	8.6
Soufre.....	0.5	1.5
Nitrogène.....	1.1	1.2
Cendre.....	3.2	6.2
Eau.....	14.2	4.7

Comme la consommation d'eau et la chaleur transmises à la vapeur furent différentes pour les deux parcours comparatifs (Voir tableau) la consommation de charbon par convoi de 1,000 kilomètres fut réduite à la même consommation d'eau et transmission de chaleur. Il faut tenir compte du fait que la locomotive faisant usage de charbon était toute neuve, tandis que l'autre avait déjà servi depuis quelque temps et se trouvait naturellement dans une condition moins avantageuse.

Le tableau ci-après indique les plus importants résultats des épreuves. On remarquera que la température de la vapeur des tubes de surchauffe est plus élevée lorsqu'une locomotive est chauffée avec de la poudre de tourbe que si elle est chauffée avec du charbon, parce que la poussière de tourbe produit une flamme plus longue que celle du charbon, et que la température des produits de la combustion est plus élevée dans le premier que dans le second cas. Un calcul de l'efficacité de la chaudière et de la température du foyer donne pour la locomotive à poussière de tourbe, respectivement, 73 pour cent et $1,670^{\circ}$ cent., et, pour la locomotive à charbon, 68.8 pour cent et $1,510^{\circ}$ cent. Les deux chiffres sont plus élevés pour la première, ce qui signifie que la valeur calorifique de la poussière de tourbe est mieux utilisée que celle du charbon. L'objet principal des épreuves consistait à connaître la consommation de la poussière de tourbe par rapport à celle du charbon, pour produire la même quantité de vapeur sous les mêmes conditions de travail. Pour y parvenir, il fallut réduire la production de vapeur remorquée par kilogramme de combustible à ce qu'elle aurait été avec la même quantité totale de chaleur, en prenant pour étalon la chaleur totale de la vapeur à 190° cent. calculée à 665 calories. La valeur calorifique du combustible dut être aussi ramenée à un étalon,

Combustible	Voyage	Direction	Poids en tonnes		Consommation en kilogrammes			Consommation en kilogrammes par 1,000 kilomètres, y compris la locomotive et le tender			Poussière de vapeur	Température de la vap. degré cent	Chaleur totale de la vapeur	Température dans la boîte à fumée, degré. cent		Tirant en millimètres jauge d'eau	Valeur en calories		Kilogrammes de vapeur par kilogramme de combustible				Vitesse moy., kilomètre par heure	
			Locomotive, tender Poussière de tourbe	Locomotive tender et voitures	Eau	Charbon	Poussière de tourbe	Charbon		Poussière de tourbe				Température dans la boîte à fumée, degré. cent	Foyer, boîte à fumée		Boîte à fumée	Poussière de tourbe	Charbon	Réelle		Réduite		
								Observé	Réduite à l'étalon											Poussière de tourbe	Poussière de tourbe	Poussière de tourbe		Charbon
Poussière de tourbe...	I	H M M H	787	700	78 { 12,600 9,600 }	80 68	2,712 2,277	37.5 31.4	12.1	332	740	255	20	86	7,808	4.25	4.69	29.2	
Charbon.....	II	H M M H	782	700	78 { 12,550 9,350 }	1,855 1,351	.....	24.8 18.1	25.6 19.1	.....	11.5	293	719	290	14	47	.....	12,924	.....	6.83	.....	6.83	27.5
Charbon.....	III	H M M H	782	700	78 { 13,300 11,000 }	2,021 1,609	.....	27 21.5	27.7 23.4	.....	11.6	300	723	312	22	60	.....	13,284	.....	6.7	.....	6.55	28.7
Poussière de tourbe...	IV	H M M H	787	700	78 { 13,250 11,750 }	87 76	2,947 2,550	.....	.....	40.7 35.2	11.9	336	742	294	.....	.....	7,880	.....	4.35	.....	4.77	.....	27.0
Poussière de tourbe...	V	H M M H	387	300	40 { 9,400 8,700 }	61 58	2,016 1,940	.....	.....	56.9 54.6	11.8	331	740	289	15	101	8,078	.....	4.38	.....	4.67	.....	42.3
Charbon.....	VI	H M M H	382	300	40 { 8,900 7,800 }	1,312 1,067	.....	35.8 29.1	39.0 33.1	.....	11.5	298	722	268	16	52	.....	12,880	.....	7.0	.....	7.05	41.7
Moyenne.....																	7,933	13,030	4.33	6.84	4.71	6.81	.....

et l'on choisit 7,740 B.t.u. pour la poussière de tourbe, et 12,600 B.t.u. pour le charbon. On trouvera les valeurs réduites dans le tableau ci-joint.

En réduisant les chiffres pour la locomotive chauffée au charbon, on a tenu compte du fait que la locomotive était neuve, et que son effectivité fut quelque peu modifiée. Les épreuves ont montré que les locomotives de ce genre donnent, en moyenne, 6.3 livres de chaleur surchauffée par livre de charbon; un nouveau calcul donne une effectivité de 0.65 au lieu de 0.685 qui a été prise en considération.

Le résultat final du tableau montre que l'on peut obtenir la même quantité de vapeur de $\frac{6.81}{4.71} = 1.45$ livre de la poussière de tourbe que de 1 livre de charbon, quand les valeurs respectives sont 7,740 B.t.u. et 12,600 B. t. u., et que l'effectivité respective de la chaudière est de 0.73 et 0.65.

Avec une quantité de quatre tonnes de poussière de tourbe, que peut contenir le tender, un convoi de marchandises de 650 tonnes et un convoi de voyageurs de 300 tonnes, attaché au tender, peuvent parcourir respectivement 62 et 81 milles.

