

CANADA, DIVISION DES MINES

RAPPORT NO. 308

VOL. 2

This document was produced
by scanning the original publication.

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

SER
622(21)
C212W
308/2
F

Dept. Energy, Mines & Resources
MINES BRANCH
2,986
LIBRARY
OTTAWA, CANADA.

R986
62206
7
C. W. N.

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. LOUIS CODERRE, MINISTRE; R. W. BROCK, SOUS-MINISTRE
DIVISION DES MINES
EUGÈNE HAANEL, PH. D., DIRECTEUR.

RECHERCHES
SUR LES
CHARBONS DU CANADA
AU POINT DE VUE DE LEURS QUALITÉS ÉCONOMIQUES

Faites à l'Université McGill de Montréal
Sous le Patronage du Gouvernement du Dominion

EN 6 VOLUMES

PAR

J. B. PORTER, E.M., D. Sc.,

ET

R. J. DURLEY, MA. E.

AIDÉS PAR

THÉOPHILE C. DENIS, B.Sc., EDGAR STANSFIELD, M.Sc.,
et un Personnel spécial technique

VOLUME II



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1914

MINES BRANCH LIBRARY ^{No. 308}

LES
CHARBONS DU CANADA
ENQUÊTE INDUSTRIELLE
VOL. II

SEPTIÈME PARTIE
ESSAIS AU GÉNÉRATEUR

PAR

R. J. DURLEY

HUITIÈME PARTIE
ESSAIS AU GAZOGÈNE

PAR

R. J. DURLEY

NEUVIÈME PARTIE
TRAVAIL DU LABORATOIRE CHIMIQUE

PAR

EDGAR STANSFIELD

TABLE DES MATIÈRES

SEPTIÈME PARTIE

	PAGE
ESSAIS AU GÉNÉRATEUR, par R. J. Durley.....	3
Types de générateurs et leur rendement.....	3
La houille et son adaptation à la production de la vapeur.....	5
Fournaises de générateurs et leur adaptation aux différentes houilles.....	8
Essais au générateur et leur emploi dans les analyses de houilles	10
Outillage; brève description de l'installation et des appareils employés pour les essais au générateur.....	17
Méthode de direction des essais et de mesurage; journal et calculs pour un essai.....	20
Devoirs du personnel, méthode de manipulation du com- bustible de mise en marche et d'arrêt des essais.....	21
Mesurage de l'eau. Sécheresse de la vapeur. Analyse des gaz des tuyaux.....	22
Résultats de l'essai au générateur No. 58.....	24
Journal de l'essai avec les feuilles d'observation.....	24
Sommaire des observations.....	26
Sommaire des résultats.....	29
Détail des calculs compris dans la détermination des chiffres obtenus et donnés dans le sommaire des observations et des résultats.....	31
Remarques sur les essais au générateur et leurs résultats.....	36
Valeur de la houille.....	36
Composition des houilles.....	36
Condition des houilles lors des essais.....	37
Rapport général en tableaux des résultats d'une série entière d'essais.....	37
Mérite relatif des houilles.....	38
Traitement et attitudes des houilles dans le feu.....	43
Remarques sur les houilles telles qu'arrangées géographiquement par terrains houillers.....	44
Terrain houiller de Sydney, Co. de Cap Breton, N.E.....	45
Terrain houiller d'Inverness, Co. d'Inverness, N.E.....	45
Terrain houiller de Pictou, Co. de Pictou, N.E.....	46
Terrain houiller de Springhill, Co. de Cumberland, N.E.....	48
Terrain houiller de Joggins Chignecto, Co. de Cumberland, N.E.....	49
Terrain houiller de Grand Lake, N.B.....	50
Terrains houillers de Souris, Edmonton et Belly River, Saskatchewan et Alberta.....	50
Terrain houiller de Frank Blaimore, Alberta.....	51
Terrain houiller de Crowsnest, C.B.....	53
Terrain houiller de Cascade, Alberta.....	54

	PAGE
Terrain houiller de Nicola Valley, C.B.....	56
Terrains houillers de Nanaimo-Comox et d'Alert Bay, C.B..	56

HUITIÈME PARTIE

ESSAIS AU GAZOGÈNE, par R. J. Durley.

Gazogènes et leur méthode de fonctionnement.....	61
Gazogènes pour combustibles non bitumineux.....	64
Gazogènes pour combustibles bitumineux.....	67
Essais au gazogène et méthodes d'essai des houilles dans les gazogènes.....	74
Outillage d'un laboratoire d'expériences pour les essais au gazogène des houilles canadiennes.....	80
Arrangement général et accessoires.....	87
Méthode de direction des essais et de mesurage: (avec journal et calculs pour un essai).....	88
Méthode de manipulation du combustible, de mise en marche et d'arrêt des essais.....	91
Températures, pressions et autres détails des essais.....	92
Détermination de la proportion de consommation de combustible.....	95
Résultats détaillés de l'essai au gazogène No. 32.....	96
Journal de l'essai avec feuilles d'observation.....	96
Sommaire des observations.....	97
Sommaire des résultats.....	100
Détail des calculs compris dans la détermination des chiffres obtenus et donnés dans les sommaires des observations et des résultats.....	106
Remarques sur les essais au gazogène et leurs résultats: valeur des houilles pour le travail du gazogène.....	114
Traitement et condition des houilles lors des essais.....	114
Résultats généraux.....	114
Rendement du gazogène, tel que démontré par la proportion de combustible dans la houille, dans le rebut et dans le contenu du gazogène.....	115
Mérite relatif des houilles.....	119
Remarques sur les houilles, telles qu'arrangées géographiquement par terrains houillers.....	120
Terrain houiller de Sydney, Cap Breton, N.E.....	120
Terrains houillers d'Inverness et Pictou, N.E.....	121
Terrains houillers de Springhill et Joggins, N.E. et terrain houiller de Grand Lake, N.B.....	122
Terrain houiller de Souris, terrains houillers d'Edmonton et de Belly River, Alberta.....	123
Terrain houiller de Frank Blairmore, Alta.....	126
Terrain houiller de Crowsnest, C.B.....	127

	PAGE
Terrain houiller de Cascade, Alta.....	129
Terrains houillers de Nicola Valley et de Nanaimo, C.B....	130
Dépense de chaleur avec les différentes houilles.....	132

NEUVIÈME PARTIE

TRAVAIL DU LABORATOIRE CHIMIQUE, par Edgar Stansfield.

Introduction.....	135
Echantillonnage et traitement des échantillons.....	137
Echantillons de houille.....	137
Echantillons de cendres.....	140
Echantillons de coke.....	140
Echantillons de gaz.....	141
Numérotage des échantillons.....	142
Rapports et calculs.....	144
Houille séchant à l'air.....	146
Méthodes analytiques et résultats dérivés.....	147
Remarques générales.....	147
Humidité.....	149
Carbone fixe et matière volatile.....	150
Cendres.....	151
Carbone et hydrogène.....	152
Soufre.....	156
Nitrogène.....	160
Oxygène.....	161
Valeur calorifique des combustibles solides.....	162
Valeur calorifique de la houille libre de cendres.....	172
Valeur calorifique calculée d'après l'analyse de la houille..	172
Proportion de combustible.....	173
Proportion de carbone-hydrogène.....	173
Analyses de gaz.....	174
Analyse de gaz avec l'appareil de Orsat-Muncke.....	175
Analyse de gaz avec l'appareil de Randall et Barnhart	175
Analyse de gaz avec l'appareil à analyses de gaz de	
Bone et Wheeler.....	179
Valeur calorifique des combustibles gazeux.....	183
Valeur calorifique calculée d'après l'analyse de gaz.....	186
Déterminations diverses.....	192
Expériences sur la fusibilité des cendres.....	193
Discussion du travail.....	195
Liste des houilles soumises aux essais:.....	201
Terrain houiller de Sydney, N.E.....	201
Terrain houiller d'Inverness, N.E.....	202
Terrain houiller de Pictou, N.E.....	202
Terrain houiller de Springhill, N.E.....	202
Terrain houiller de Joggins Chignecto, N.E.....	202
Terrain houiller de Grand Lake, N. B.....	202

	PAGE
Terrain houiller de Souris, Sas.....	202
Terrain houiller d'Edmonton, Alta.....	203
Terrain houiller de Belly River, Alta.....	203
Terrain houiller de Frank Blairmore, Alta.....	203
Terrain houiller de Crownest, C. B.....	203
Terrain houiller de Cascade, Alta.....	203
Terrain houiller de Similkameen, C. B.....	204
Terrain houiller de Nicola Valley, C. B.....	204
Terrain houiller de Nanimo-Comox, C. B.....	204
Terrain houiller d'Alert Bay, C. B.....	204
Terrain houiller de Whitehorse, Territoire du Yukon.....	204
Rapport sommaire sous forme de tableaux de toutes les analyses chimiques, arrangées par terrains houillers dans l'ordre géographique.....	204

LISTE DES TABLEAUX

VII ^e Partie		
Tableau	I.	Rapport détaillé de la houille mise au feu..... 25
"	II.	Essais au générateur Babcock et Wilcox No. 2 avec de la houille No. 36..... 25
"	III.	Rapport détaillé des analyses de gaz..... 26
"	IV.	Rapport sommaire des essais au générateur..... 36
"	V.	Essai de la houille de George Creek avec le générateur Babcock et Wilcox No. 2..... 40
"	VI.	Houilles dans l'ordre d'évaporation..... 42
"	VII.	Remarques sur la combustion des houilles de Sydney..... 45
"	VIII.	Evaporation avec les houilles de Sydney..... 45
"	IX.	Evaporation avec les houilles d'Inverness..... 46
"	X.	Remarques sur la combustion des houilles du comté de Pictou..... 47
"	XI.	Evaporation avec les houilles du comté de Pictou..... 48
"	XII.	Evaporation avec les houilles de Springhill.... 49
"	XIII.	Evaporation avec les houilles de Joggins Chignecto..... 49
"	XIV.	Evaporation avec les houilles de Grand Lake.. 50
"	XV.	Remarques sur la combustion des lignites et des houilles lignitiques..... 51
"	XVI.	Evaporation avec les lignites et les houilles lignitiques..... 51
"	XVII.	Remarques sur la combustion des houilles de Frank-Blairmore..... 52
"	XVIII.	Evaporation avec les houilles de Frank Blairmore 53
"	XIX.	Remarques sur la combustion des houilles de Crowsnest..... 53

		PAGE
Tableau	XX. Evaporation avec les houilles de Crowsnest. . . .	54
"	XXI. Remarques sur la combustion des houilles de Cascade.	55
"	XXII. Evaporation avec les houilles de Cascade.	55
"	XXIII. Evaporation avec les houilles de Nicola Valley. . . .	56
"	XXIV. Remarques sur la combustion des houilles de l'île de Vancouver.	57
"	XXV. Evaporation avec les houilles de l'île de Vancouver.	57
VIII ^e Partie		
Tableau	XXVI. Composition du pourcentage de gaz par volume	63
"	XXVII. Composition de l'anthracite et du coke.	64
"	XXVIII. Composition de gaz types provenant de la houille bitumineuse.	68
"	XXIX. Observations de la composition de gaz par volume.	102
"	XXX. Observations du compteur à gaz et C.V.F.	103
"	XXXI. Observations du calorimètre à gaz et houille pesée.	104
"	XXXII. Observations des températures et pressions. . . .	114
"	XXXIII. Rapport sommaire des essais au gazogène.	117
"	XXXIV. Proportion du combustible dans la houille, dans le rebut et le contenu du gazogène.	121
"	XXXV. Travail accompli avec les houilles de Cap Breton	122
"	XXXVI. Travail accompli avec les houilles d'Inverness et de Pictou.	123
"	XXXVII. Travail accompli avec les houilles de Springhill, Joggins et Grand Lake.	124
"	XXXVIII. Travail accompli avec les lignites et houilles lignitiques.	126
"	XXXIX. Travail accompli avec les houilles de Frank Blairmore.	127
"	XL. Travail accompli avec les houilles de Crowsnest.	130
"	XLI. Travail accompli avec les houilles de Cascade.	131
"	XLII. Travail accompli avec les houilles de Nicola Valley et Nanaimo.	132
"	XLIII. Valeur calorifique de la houille chargée par C.V.F. par heure.	144
IX ^e Partie		
Tableau	XLIV. Rapport des analyses de houille.—Laboratoire des essais de houille.	145
"	XLV. Température enregistrée de l'eau dans le vaisseau du calorimètre.	178
"	XLVI. Analyse de gaz de gazogène avec l'appareil de Randall et Barnhart.	178

	PAGE
Tableau XLVII. Analyse de gaz de gazogène avec l'appareil de Bone et Wheeler.....	183
“ XLVIII. Ethylène: valeur calorifique brute ou supérieure en U.T.B. par pieds cubes, humidité à 60° F. et 30".....	187
“ Ethylène: valeur calorifique nette ou inférieure en U.T.B. par pieds cubes, humidité à 60° F. et 30".....	187
“ XLIX. Protoxyde de carbone: valeur calorifique brute et nette, en U.T.B., par pds. c., humidité à 60° F. et 30".....	188
“ L. Méthane: valeur calorifique brute ou supérieure, en U.T.B., par pds. c., humidité à 60° F. et 30". Méthane: valeur calorifique nette ou inférieure en U.T.B. par pds. c., humidité à 60° F. et 30".	189
“ LI. Hydrogène: valeur calorifique brute ou supérieure en U.T.B. par pds. c., humidité à 60° F. et 30". Hydrogène: valeur calorifique nette ou inférieure en U.T.B., par pds. c., humidité à 60° F. et 30".....	190
“ LII. Détermination comparative des cendres.....	199
“ LIII. Sommaire des erreurs approximatives dans les analyses de houille.....	200
“ LIV. Rapport sommaire des analyses de houille—Terrain houiller de Sydney, c. de Cap Breton, N. E.....	204
“ LV. Rapport sommaire Terrain houiller d'Inverness, c. d'Inverness, N. E.....	204
“ LVI. Rapport sommaire Terrain houiller de Pictou, c. de Pictou, N. E.....	204
“ LVII. Rapport sommaire Terrain houiller de Springhill, c. de Cumberland, N. E.....	204
“ LVIII. Rapport sommaire Terrain houiller de Joggins Chignecto, c. de Cumberland, N. E.....	204
“ LIX. Rapport sommaire Terrain houiller de Grand Lake, N. B.....	204
“ LX. Rapport sommaire Terrain houiller de Souris, Sas.....	204
“ LXI. Rapport sommaire Terrain houiller d'Edmonton, Alberta.....	204
“ LXII. Rapport sommaire Terrain houiller de Belly River, Alberta.....	204
“ LXIII. Rapport sommaire Terrain houiller de Frank-Blairmore, Alberta.....	204
“ LXIV. Rapport sommaire Terrain houiller de Crowsnest, Alta.....	204

		PAGE
Tableau	LXV. Rapport sommaire Terrain houiller de Cascade, Alta.....	204
"	LXVI. Rapport sommaire Terrain houiller de Similkameen, C. B.....	204
"	LXVII. Rapport sommaire Terrain houiller de Nicola Valley, C. B.....	204
"	LXVIII. Rapport sommaire Terrain houiller de Nanaimo-Comox, Ile de Vancouver, C. B.....	204
"	LXIX. Rapport sommaire Terrain houiller d'Alert Bay, Ile de Vancouver, C. B.....	204
"	LXX. Rapport sommaire Terrain houiller de Whitehorse, Territoire du Yukon.....	204
"	LXXI. Rapport sommaire des analyses de houille. Houille étalon employée pour comparaison..	204

Photographies

VII ^e Partie		
Planche	XLVI. Chambre du générateur, installation d'expériences à vapeur, Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	18
VIII ^e Partie		
Planche	XLVII. Diagramme du gazogène Westinghouse à double zone, section verticale.....	72
"	XLVIII. Gazogène à tirage inférieur (No. 4), Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	86
"	XLIX. Calorimètre à gaz de Boys tel qu'installé pour les essais au gazogène, Section du Génie Mécanique, Université McGill....	88
"	L. Intérieur d'un laboratoire de gazogène, vu de l'ouest, Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	90
"	LI. Intérieur d'un laboratoire de gazogène, vu de l'est, Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	90
IX ^e Partie		
Planche	LII. Petit moulin à billes pour moudre les échantillons, Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.....	138
"	LIII. Petit moulin à billes, ouvert pour être nettoyé, Section des Mines et de la préparation des Minerais, Université McGill....	138
"	LIV. Appareil de séchage.—Laboratoire chimique Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.....	148

		PAGE
Planche	LV. Appareil de distillation de nitrogène de Kjeldahl, Laboratoire chimique, Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.....	160
"	LVI. Calorimètre à bombe de Koehler, vue générale, Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.....	164
"	LVII. Appareil d'analyses de gaz de Randall et Barnhart, vue générale, Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.....	176
"	LVIII. Appareil d'analyse de gaz de Bone et Wheeler, vue générale Section des Mines et de la Préparation des Minerais Université McGill.....	180
"	LIX. Appareil d'analyse de gaz de Bone et Wheeler, détails. Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill	
"	LX. Ratelier pour tenir et emmagasiner les échantillons de gaz.....	180
"	LXI. Cylindres à cendres après chauffage, vus à une inclinaison.....	196
"	LXII. Cylindres à cendres après chauffage, vus de dessus.....	196

Dessins

VII ^e Partie		
Fig. 32.	Types étalon de générateurs à vapeur.....	3
" 33.	Générateurs Babcock et Wilcox, Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	17
" 34.	Disposition générale d'une installation de générateurs d'essai, Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	19
" 35.	Diagramme montrant le rendement du générateur et le degré de combustion.....	37
" 36.	Diagramme montrant le rendement du générateur et le pourcentage de carbone fixe.....	38
" 37.	Diagramme montrant le rendement du générateur et l'évaporation équivalente.....	39
VIII ^e Partie		
Fig. 38.	Diagramme d'une forme simple de gazogène.....	61
" 39.	Gazogène à succion (Ruston et Proctor).....	64
" 40.	Gazogène à succion (Pintsch).....	65
" 41.	Gazogène pour briquettes de lignite (Koerting).....	71
" 42.	Double gazogène à tirage inférieur (Power and Mining Machinery Co.).....	72

	PAGE
Fig. 43. Gazogène à double zone (Westinghouse).....	74
“ 44. Gazogène à suction No. 1, Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	83
“ 45. Gazogène à tirage descendant (No. 4), Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	86
“ 46. Moteur à gaz de 40 C.V., Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	87
“ 47. Coupe d'un laveur de gaz, Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	87
“ 48. Disposition générale d'une installation de gazogènes d'essai, Section du Génie Mécanique, Université McGill.....	88
“ 49. Diagramme montrant le rendement du gazogène et la consommation de houille par C.V.F., par heure.....	119
IX^e Partie	
Fig. 50. Régulateurs à pression de Stansfield, Modèles (a) et (b).	148
“ 51. Section verticale, calorimètre à bombe de Koehler.....	162
“ 52. Section verticale, calorimètre de Koehler.....	162
“ 53. Section des parties en verre de l'appareil à analyses de gaz de Randall et Barnhart.....	174
“ 54. Diagramme de l'appareil à analyses de gaz de Bone et Wheeler.....	178
“ 55. Section verticale du calorimètre à gaz de Boys.....	182
“ 56. Vue générale du calorimètre de Boys.....	184

Index.

APPENDICES

VOLUME III.—

APPENDICE I

ESSAIS DE LAVAGE DE LA HOUILLE, par J. B. Porter.

VOLUME IV.—

APPENDICE II

ESSAIS AU GÉNÉRATEUR ET DIAGRAMMES, par R. J. Durley.

VOLUME V.—

APPENDICE III

ESSAIS AU GAZOGÈNE ET DIAGRAMMES, par R. J. Durley.

VOLUME VI.—

APPENDICE IV

ESSAIS DE CARBONISATION, par Edgar Stansfield et J. B. Porter.

APPENDICE V

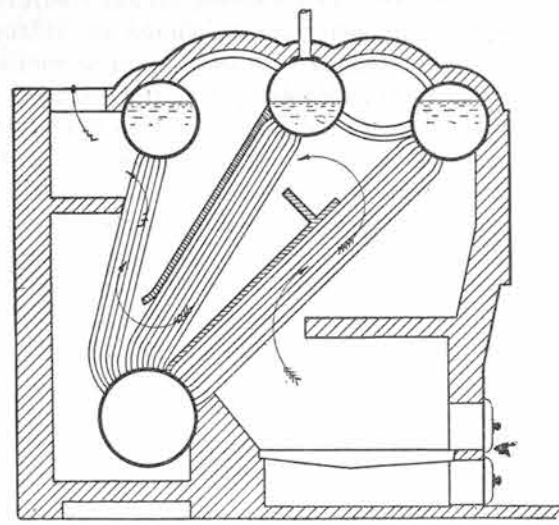
ESSAIS CHIMIQUES, par Edgar Stansfield.

LES
CHARBONS DU CANADA
ENQUÊTE INDUSTRIELLE
VOL. II

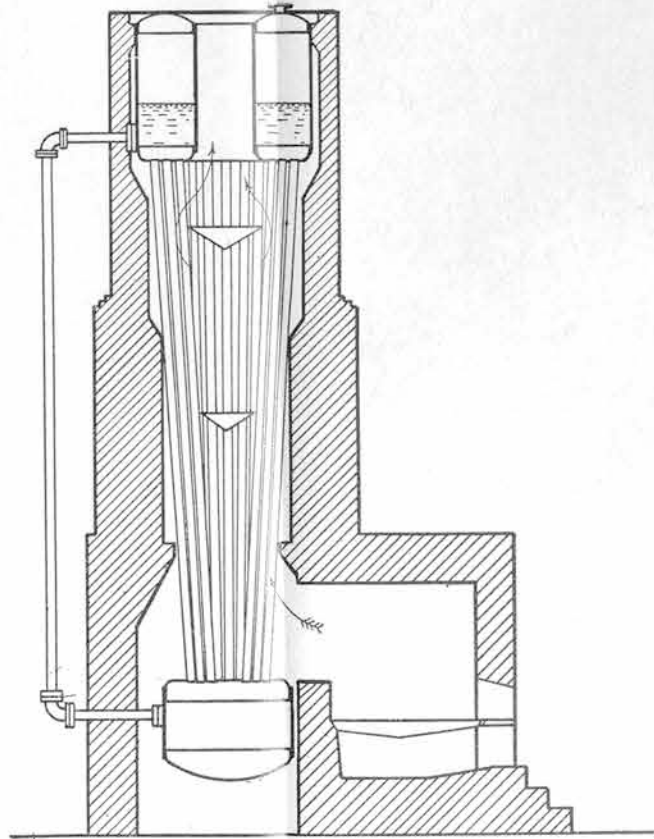
SEPTIÈME PARTIE
ESSAIS AU GÉNÉRATEUR

PAR

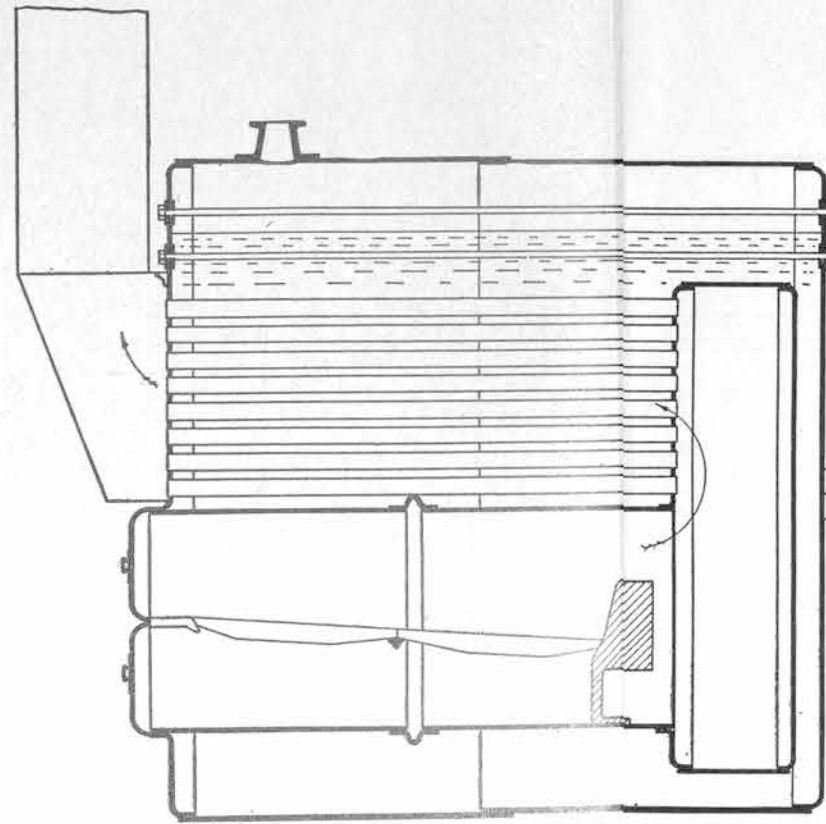
R. J. Durley



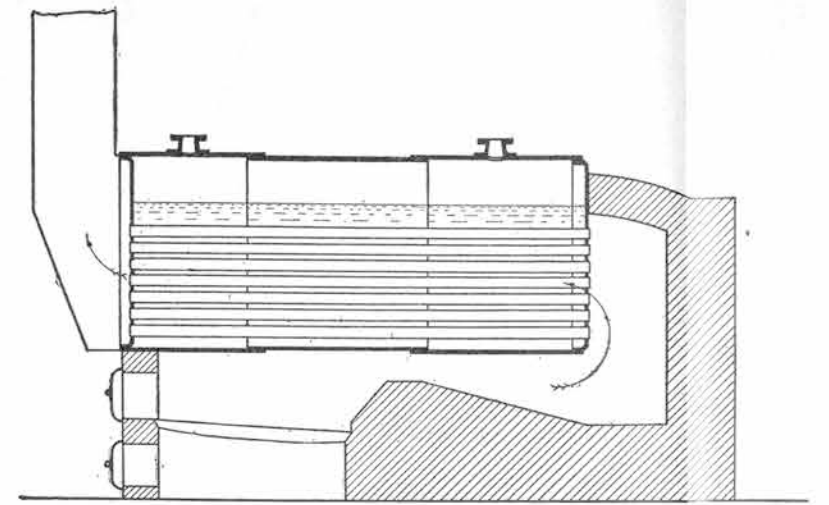
(a). Générateur à tubes d'eau Stirling.



(b). Générateur à tubes d'eau Cahall.



(c). Générateur écossais ou marin.

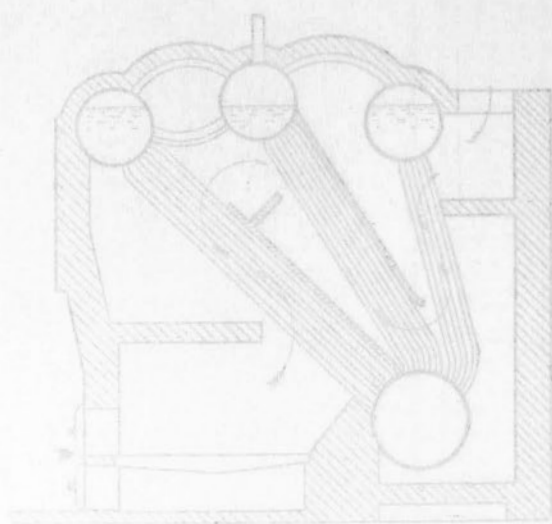


(d). Générateur tubulaire horizontal à retour.

FIG. 32.—TYPES ÉTALON DE GÉNÉRATEURS A VAPEUR.



Fig. 1. Chaudière



(a) Générateur à tubes d'eau horizontaux

LES
CHARBONS DU CANADA
ENQUÊTE INDUSTRIELLE

VOL. II

SEPTIÈME PARTIE
ESSAIS AU GÉNÉRATEUR

PAR

R. J. DURLEY

TYPES DE GÉNÉRATEURS ET LEUR EFFICACITÉ

La brève discussion qui suit de certains points qui se rapportent aux générateurs rendra probablement service aux lecteurs qui s'intéressent à la qualité des houilles canadiennes, mais qui ne sont pas familiers avec les questions se rapportant à la vapeur.

L'outillage d'un type de générateur construit dans le but de produire de la vapeur comprend: (a) le générateur proprement dit, récipient contenant de l'eau et de la vapeur, capable de supporter la pression produite par le travail, et muni d'une surface de chauffage externe ou interne suffisante pour la transmission de la chaleur nécessaire pour convertir l'eau en vapeur au degré désiré; et (b) une fournaise, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur du générateur, construite pour brûler la quantité nécessaire de combustible que l'on doit employer. D'habitude on fait une distinction entre les générateurs à tubes d'eau et les générateurs à tubes à feu. Dans presque tous les générateurs une grande proportion de la surface de chauffage efficace se compose de tubes et ces tubes peuvent être soit des tubes à eau avec au dehors les gaz chauds sortant de la fournaise ou des tubes à feu dans lesquels les gaz chauds passent à travers les tubes, dont la surface extérieure est refroidie par l'eau dans le générateur. On prendra note que le générateur Ecossais est chauffé à l'intérieur, tandis que les autres possèdent des fournaises extérieures.

Il est, naturellement, possible d'avoir un générateur bien construit dans lequel la chaleur développée par la fournaise soit entièrement utilisée, combiné avec une fournaise d'une construction si défectueuse que la combustion du combustible soit imparfaite ou faite en pure perte. Ou, on peut prendre le contraire de ce cas: la fournaise peut être excellente tandis que le générateur ne vaut rien; mais une installation pour la production économique de la vapeur nécessite naturellement l'efficacité absolue du générateur autant que de la fournaise.

L'efficacité d'un générateur (y compris la fournaise) est généralement exprimée en une proportion qui donne une idée numérique de l'économie du travail du générateur et qui est en proportion de la chaleur totale du com-

bustible employé au chauffage et à l'évaporation de l'eau. L'efficacité ainsi définie a été admise après considération de toutes les pertes de chaleur provenant non seulement du générateur mais de la fournaise également. On peut estimer en pratique à 50 ou 75% la moyenne de valeur de cette efficacité. En d'autres termes, un générateur et une fournaise d'un type ordinaire, s'ils sont alimentés par une houille ayant une valeur calorique de 13,000 unités de chaleur par livre, peuvent employer de 6,500 à 10,000 unités de chaleur pour les fins auxquelles le générateur est destiné, le surplus de la valeur de chaleur de la houille étant perdu ou inutilisé de diverses manières.

Il a été admis qu'il est possible d'avoir un générateur très économique combiné avec une fournaise peu économique. L'efficacité de la fournaise considérée par elle-même serait mesurée par cette proportion de la valeur calorique du combustible qui est disponible pour l'usage du générateur et cette chaleur disponible représente naturellement la vapeur calorique du combustible moins les pertes de chaleur dues à toute combustion incomplète ou défectueuse, lesdites pertes devant être mises tant au compte de la fournaise proprement dite qu'au compte du générateur.

L'efficacité du générateur par elle seule consiste évidemment dans cette proportion de la chaleur rendue disponible par la fournaise qui est employée dans le générateur et employée à la production de la vapeur. Cette efficacité est basée sur la valeur calorique du combustible actuellement consommé et ne prend en considération que les pertes seules qui peuvent être attribuées au générateur lui-même. L'efficacité mesurée d'habitude dans un essai au générateur est reliée ainsi qu'il suit aux proportions de rendement mentionnées ci-dessus.

Rendement total = rendement du générateur \times rendement de la fournaise.

Dans les installations de générateurs bien dirigées, d'une dimension ordinaire et d'un bon modèle, on peut prendre le tableau suivant comme indiquant d'une façon brute la distribution de la chaleur disponible exprimée comme pourcentage de la valeur calorique de la houille employée comme combustible.

	Pour cent
Chauffage et évaporation d'eau.....	60 à 75
Chaleur perdue dans les tuyaux à gaz entrant dans la cheminée.....	20 à 10
Chaleur perdue par la radiation provenant du générateur.....	10 à 4
Chaleur non développée due à une combustion imparfaite.....	5 à 1
Chaleur employée à évaporer l'humidité dans la houille et non-comptée.....	5 à 10

La proportion de chaleur actuellement employée au chauffage et à l'évaporation de l'eau est habituellement plus grande dans les grands

générateurs que dans les petits et est généralement moindre, plus est grand le rendement du générateur, c. à. d. plus il y a de vapeur produite par pied carré de surface de chauffage par heure. Tous les meilleurs types de générateurs modernes semblent posséder le même maximum de rendement, s'ils sont bien proportionnés et mis en activité dans des conditions qui leur conviennent. Certains types de générateurs varient cependant d'une façon considérable en ce qui concerne le coût, la sécurité, l'absence de tout ennui durant le travail, la facilité de nettoyage, l'économie d'entretien et l'adaptation à une sorte spéciale de combustible. Par l'adoption de procédés spéciaux pour l'économie de la chaleur, joints à un dessin et à une construction soignés, on a obtenu des rendements des générateurs et des fournaies atteignant jusqu'à 80 pour cent, dans des essais bien conduits, mais cela est anormal en pratique.

LA HOUILLE ET SON ADAPTATION À LA PRODUCTION DE LA VAPEUR.

La classification habituelle des houilles en anthracite, semi-anthracite, semi-bitumineuse et bitumineuse ne donne aucune idée de l'adaptation de la houille à la production de la vapeur, car les houilles de toutes les catégories sont employées avec satisfaction dans les générateurs de vapeur; de même l'analyse chimique ne peut pas nous permettre de décider des qualités d'une houille comme productive de vapeur. Cela ne peut être déterminé que par la combustion, au cours d'un essai pratique d'une houille dans un modèle étalon de générateur-fournaie, d'un rendement connu avec une houille étalon, et en mesurant ainsi le pouvoir d'évaporation.

Négligeant le coût de l'eau, le coût de la vapeur pour le pouvoir employé dépend: (1) de la quantité de chaleur employée dans le générateur, non pas de chaque livre de houille, mais de chaque unité de dollar délivrée dans la chambre du générateur; (2) du coût de transport et de livraison de la houille dans la chambre du générateur et (3) de la dépense provenant du traitement que l'on fait subir aux cendres. Tous ces frais sont plus ou moins affectés par les différentes qualités physiques de la houille et de ses cendres ainsi que par sa composition chimique. Les notes suivantes donneront une idée des quantités employées dans les calculs des essais au générateur et des facteurs qui influent sur le plus ou moins de production de vapeur par la houille.

¹ Classification de Kent (Mech. Engrs. Pocket Book, 1904, p. 624) des houilles américaines est:

	Proportion de carbone	Carbone Fixe	Hydrocarbure Volatile
		%	%
Anthracite dur sec.....	100 à 12	100.00 à 92.31	0.00 à 7.69
Semi-anthracite.....	12 à 7	92.31 à 87.50	7.69 à 12.50
Semi-bitumineux.....	7 à 3	87.50 à 75.00	12.50 à 25.00
Bitumineux.....	3 à 0	75.00 à 0.00	25.00 à 100.00

La "Proportion de Carbone" est le quotient $\frac{\text{Carbone Fixe}}{\text{Hydrocarbure volatil}}$

Les lignites appartiennent naturellement à une classe séparée et sont essentiellement différents de celles ci-dessus.

Valeur calorifique.—L'unité de chaleur employée dans toute cette section du rapport est celle qui est communément employée par les ingénieurs de la "British Thermal Unit" (U. T. B.)¹ qui est définie comme la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température d'une livre d'eau à un degré supplémentaire Fahrenheit.² Exprimée de cette manière, la valeur calorifique d'une houille est mesurée par le nombre de U. T. B. qui seraient produites par la combustion complète d'une livre de houille, et représente un chiffre qui va d'environ 7,500 U. T. B. pour les houilles de qualité inférieure à un maximum d'environ 15,000 U. T. B. pour les houilles de qualité supérieure. Sa valeur dépend de la composition de la portion combustible de la houille aussi bien que de la proportion de matière non combustible qu'elle contient. La proportion de la valeur calorifique qui peut être employée dans le générateur dépendra évidemment de l'efficacité de l'installation des générateurs de même que de la nature de la houille et du traitement qu'elle subit dans le feu.

Pouvoir théorique d'évaporation.—Puisque 966 U. T. B. sont requis pour produire une livre de vapeur d'eau à une température de 212° F. et à la pression atmosphérique (14.7 livres par pouce carré)³ et que ces conditions sont considérées comme étalon dans la comparaison des chiffres relatifs à la production de la vapeur, on trouvera le nombre de livres d'eau qui peuvent être évaporées avec une fournaise idéale et parfaite et un générateur de et à 212° F. en divisant par 966 la valeur calorifique. Le résultat obtenu variera naturellement d'environ 8 à 15 livres d'eau par livre de houille.

Composition chimique.—Dans une partie ultérieure de ce rapport sont discutés les effets des différentes matières qui composent une houille sur sa valeur calorifique. Généralement, au point de vue de l'emploi du générateur, on peut dire que les houilles contenant une grande quantité d'hydrocarbures volatiles sont plus difficiles à brûler efficacement que celles qui contiennent le carbone sous une forme fixe. Cette différence est principalement due à la combustion imparfaite de l'hydrocarbure qui produit des gaz non consommés et de la fumée.⁴

On objecte moins aux houilles riches en soufre pour la production de la vapeur que dans un but métallurgique, quoique le sulfite de fer sous la forme de pyrite tend occasionnellement à causer des ennuis dûs à la formation de mâchefer et à la destruction de grilles à feu.

Le chlore probablement présent dans la houille comme sel ordinaire se trouve en très petites quantités et produit une certaine quantité d'acide chlorhydrique au moment de la combustion. Il est possible que la corrosion des tubes du générateur soit en partie causée par cela.

¹ Dans le travail chimique relié à ce rapport, le gramme calorique est pris comme l'unité de chaleur. Voir IXe Partie.

² La valeur exacte de cette quantité dépend de la température de l'eau à laquelle on fait le mesurage. On prend généralement la température de la densité maxima ou (39.1°F.)

³ Voir pp. 12 et 13 (Évaporation équivalente à et à partir de 212°).

⁴ Pour informations récentes sur la prévention de la fumée, voir Randall et Weeks Bull. 373, U.S. Geol. Survey, 1909.

La cendre ou matière non combustible de la houille est d'une grande importance pour celui qui se sert du générateur, parce que, en général, les cendres doivent être enlevées ou être sujettes à un traitement coûteux et aussi parce que des cendres fusibles forment des mâchefers qui se collent ensemble dans le feu ou qui adhèrent aux grilles ou aux briques de la fournaise et qui dans de nombreux cas causent beaucoup d'ennuis lorsqu'on veut nettoyer le feu.

Il est à peine nécessaire de montrer que le nettoyage fréquent des feux a un effet considérable sur l'économie de l'installation. Lorsque l'on procède au nettoyage, les portes à feu sont nécessairement ouvertes et le générateur est refroidi par l'arrivée de l'air froid; une grande quantité de matière combustible est rejetée dans les débris que l'on enlève du feu¹ et la quantité de chaleur perdue dans les cendres chaudes n'est nullement négligeable. La proportion de cendre dans la houille est par conséquent l'une des plus importantes indications de sa qualité. La cendre dans la houille consiste principalement d'une matière argileuse et est par conséquent riche en silice et en alumine. Une houille dont la cendre est riche en oxyde de fer est de nature à donner des ennuis par son mâchefer; mais la formation du mâchefer dépend également du degré de combustion. Avec un degré de combustion élevé et une température de fournaise très élevée correspondante une cendre non fusible ou difficilement fusible peut fondre et provoquer des ennuis qui ne se produiraient pas à un degré de travail plus modéré. Certaines houilles forment un tel mâchefer qu'il est difficile de les employer dans certains types d'appareils mécaniques.

L'humidité est toujours présente dans la houille et diminue son pouvoir d'évaporation. L'humidité dans une houille fraîchement sortie de la mine se perd graduellement par son exposition à l'air, jusqu'à ce que la houille n'en contienne plus que de 2 à 6 pour cent dans les conditions normales du séchage à l'air. Les lignites et les houilles lignitiques contiennent de bien plus grandes quantités d'humidité.

Autres propriétés physiques.—La valeur d'une houille destinée à la production de la vapeur est affectée par d'autres qualités. On dit qu'une houille se colle quand elle s'amollit, devient pateuse, enfle à la chaleur ce qui fait que le résidu de coke, une fois les gaz partis, montre peu ou pas de traces des parties originelles ou des molécules de la houille. L'antracite et certaines autres houilles ne révèlent aucune de ces propriétés et on peut trouver des houilles qui révèlent chaque degré depuis la houille qui ne colle pas jusqu'à la houille qui s'amollit en chauffant de façon à produire une seule masse cohérente. Les méthodes de chauffage adoptées avec les houilles qui ne collent pas et celles qui collent doivent être différentes. Les houilles qui ne collent pas doivent être chauffées également et légèrement et ne devraient être dérangées qu'aussi peu que possible après avoir été placées sur la couche de combustible. Un bon chauffeur

¹ Voir déterminations de cendres dans le Rapport Sommaire des Essais.

dirigera exactement chaque pelletée là où elle est nécessaire de façon à boucher chaque trou qui se produira dans son feu et évitera le râtissage autant que possible afin de diminuer la perte du combustible qui tombe à travers les barreaux. Avec une houille qui colle on ne doit pas conseiller cette méthode de chauffage, et il est d'usage de placer un tel combustible juste à l'intérieur de la porte à feu sur une plaque de façon à ce qu'il puisse subir une distillation partielle afin que les hydrocarbures qui en résultent puissent passer sur le feu et être brûlés aussi complètement que possible. La houille est ensuite repoussée sur le feu et on en ajoute une nouvelle quantité pour carboniser. C'est pourquoi il est difficile de chauffer d'une façon efficace les houilles qui collent, surtout parce que leurs longues flammes empêchent le chauffeur de s'apercevoir des trous qui se produisent dans le feu. L'origine de cette propriété de la houille de coller n'est pas encore complètement connue.¹

La force mécanique et la dureté de la houille affectent sa valeur industrielle. Dans le cas de nombreuses houilles, la perte due au bris causé par le transport et la manipulation dans la chambre des générateurs est très sérieuse. On doit prendre note que les très petites dimensions de houille ainsi que la poussière fine ne peuvent pas être brûlées efficacement sur des grilles ordinaires, et on peut obtenir souvent une économie considérable en se servant de grosseurs criblées et en utilisant les petites grosseurs par elles-mêmes au moyen de méthodes de chauffage spéciales. La plupart des appareils de chauffage mécaniques requièrent une houille d'une dimension plus ou moins uniforme et l'uniformité de grosseur est également d'un grand avantage dans le chauffage à la main.

FOURNAISES A GÉNÉRATEURS ET LEUR ADAPTATION AUX DIFFÉRENTES HOUILLES.

Aucun type de fournaise ne peut brûler toutes sortes de houilles avec le maximum de rendement. Si l'on connaît l'intensité du tirage, la surface de grille requise pour la combustion d'une certaine quantité de houille par heure peut être estimée d'après des données fournies par l'expérience. La quantité nécessaire d'air pour la combustion passe beaucoup plus facilement à travers une couche de houille composée de gros morceaux qu'à travers une couche de la même épaisseur mais composée de petits morceaux. Par exemple, avec la houille anthracite de la plus petite dimension, il est impossible d'obtenir un degré élevé de combustion par pouce carré de grille à moins que l'on obtienne une forte pression d'air et par conséquent la fournaise doit être munie d'une grande surface de grille. Avec des houilles qui produisent beaucoup de mâchefer, il est souvent impossible d'obtenir un degré élevé de combustion par suite des difficultés mécaniques que l'on rencontre dans la manipulation de cendres fondues à la température élevée d'une fournaise. D'un autre côté, il est

¹ Voir VIe Partie.

désirable d'obtenir une haute température de fournaise chaque fois qu'il est possible, parcequ'il est alors plus facile de préparer la combustion complète des gaz inflammables provenant de la couche de feu. Dans la pratique ordinaire on trouve qu'avec un tirage de 0.4" à 0.6" d'eau on obtient de bons résultats quand on brûle des anthracites à raison de 12 à 15 livres par pouce carré de grille par heure et des houilles bitumineuses à raison de 12 à 20 livres. Des chiffres plus élevés et un meilleur rendement de fournaise peuvent être obtenus lorsque les conditions sont favorables.

La fournaise d'un générateur chauffée à l'intérieur est en général limitée dans sa dimensions, et il est difficile de brûler dans ces fournaises des houilles bitumineuses, à leur meilleur avantage, à moins que l'on ne procure une chambre de combustion appropriée dans laquelle les produits gazeux de la distillation puissent être brûlés avant qu'ils ne soient refroidis par le contact des plaques froides et des tubes du générateur lui-même. Pour les houilles bitumineuses, les meilleurs résultats sont obtenus lorsqu'on s'est procuré une surface suffisante de briques chaudes ce qui fait que l'on maintient une haute température pour les gaz jusqu'à ce que la combustion soit complète. Un générateur tubulaire horizontal devrait être, pour cette raison, placé au-dessus de la grille pour les houilles bitumineuses plutôt que pour les anthracites. Les fournaises des générateurs chauffés à l'extérieur dans lesquelles on emploie de grandes surfaces de briques ont le désavantage de permettre à l'air de filtrer à travers les briques (même si celles-ci ne sont point craquées ou défectueuses) et cela réduit le rendement de la fournaise et en général celui du générateur également.

D'une façon générale, une fournaise brûlant de la houille anthracite devrait avoir une large surface de grille et si possible, devrait être arrangée de façon à ce que la chaleur qui rayonne directement du combustible soit reprise par une partie de la surface de chauffage du générateur. Pour les houilles bitumineuses on peut obtenir de plus hauts degrés de combustion et les fournaises devraient être construites de façon à conserver les gaz chauds jusqu'à ce qu'ils soient complètement brûlés, cela étant la seule manière d'empêcher la formation de la fumée. Avec de telles houilles, il est également désirable d'avoir le moyen d'admettre une certaine quantité réglée d'air au dessus du feu, soit à la porte de feu, ou près de l'arrière du feu, afin qu'il puisse se mélanger aux gaz combustibles au point nécessaire de combustion. Il est désirable d'avoir un espace suffisant au-dessus de la couche de combustible, spécialement pour les houilles riches en matière volatile. On devrait faire attention à la méthode employée pour se débarrasser des cendres et du mâchefer. On ne devrait employer des grilles à bascule ou à secousses qu'avec les houilles qui ne sont pas cassantes et qui ne se brisent pas lorsqu'on les jette sur le feu et avec les houilles qui ne produisent pas un mâchefer dur ou collant. Pour les houilles qui collent, on devrait se munir d'une plaque de façon à carboniser convenablement la houille avant de la pousser plus loin dans le feu. Avec certaines houilles productives de mâchefer, l'emploi d'un jet de vapeur sous la grille rend moins laborieux le travail du feu; on a cependant raison de croire que l'em-

ploi de la vapeur ne fait qu'augmenter l'efficacité de la combustion au moyen de l'effet mécanique de la vapeur, en conservant refroidies les barres des grilles et en facilitant l'enlèvement du mâchefer. Lorsqu'on doit se servir d'appareils de chauffage mécaniques, il est bon de s'assurer, avant de les acheter, que les types particuliers d'appareils qui sont choisis donneront un travail satisfaisant avec la nature de la houille disponible.

ESSAIS AU GÉNÉRATEUR ET LEUR USAGE DANS LES ESSAIS DE HOUILLE

On conduit avec les générateurs des essais de deux sortes qui ont pour objet soit la détermination des qualités du combustible employé relativement à la production de la vapeur, ou le mesurage du rendement du type spécial de générateur employé pour la circonstance. Dans les deux cas, l'expérience est conduite de la même manière. La fournaise du générateur est munie d'une quantité déterminée de combustible, la quantité de vapeur engendrée est mesurée, et, dans les essais complets, la quantité de chaleur fournie par la houille et dépensée dans l'évaporation de l'eau est déterminée en même temps que les différentes pertes de chaleur qui se présentent. On a déjà montré que les différentes pertes sont celles qui sont dues à la haute température des gaz qui s'en vont dans la cheminée, la chaleur perdue par la radiation du générateur et des accessoires et la perte due à la combustion imparfaite du combustible, telle qu'elle peut être déterminée par la présence de matière combustible dans les cendres et dans le rebut qui est retiré de la fournaise ou quelquefois des tuyaux à gaz.

Le but des essais au générateur dans ce rapport a été naturellement de comparer la manière de procéder et l'utilité des différents échantillons de combustible fournis par rapport à la production de la vapeur. On avait par conséquent, en conduisant ces essais, deux objets en vue: (1) déterminer la quantité d'eau évaporée par livre de houille dans des conditions aussi uniformes que possible dans chaque cas et (2) se former une opinion sur la manière d'agir de la houille, la quantité de main-d'oeuvre requise pour son travail dans le feu, et son adaptation générale à la production de la vapeur, telle que démontrée par son plus ou moins de facilité de production de mâchefer, cendres ou autres. Dans le but d'obtenir des informations de cette nature, il est nécessaire de mesurer, peser et déterminer: (a) la quantité de houille fournie au générateur dans un certain temps et (b) la quantité d'eau transformée en vapeur dans le même temps. Le mesurage de ces quantités n'est pas aussi simple qu'il semble l'être au premier coup d'oeil, car la houille et l'eau ne sont fournies au générateur dans une proportion uniforme et, de plus, il n'est pas possible de faire fonctionner le générateur de façon à ce que la quantité de combustible sur le feu, à la fin de l'essai, soit exactement la même que celle au commencement de l'essai. La quantité de houille fournie dans un temps déterminé n'est pas par conséquent une mesure exacte de la quantité de houille actuellement

brûlée. Cette cause d'inexactitude est sérieuse, mais peut être évitée en faisant des essais d'une telle durée que la condition du feu au commencement et à la fin de l'essai soit négligeable en comparaison du feu total. C'est la méthode qui fut adoptée dans les essais de ce rapport et qui est décrite dans les "Règlements de l'American Society of Mechanical Engineers" pour conduire des essais au générateur¹ d'après la méthode "alternative". Une autre manière de surmonter les difficultés consiste à retirer le feu juste avant le commencement de l'essai, et le commencer avec une quantité pesée de combustible frais et de retirer le feu juste avant la fin de l'essai. L'objection que l'on présente à cette méthode de commencement et d'arrêt, (connue comme la méthode "étalon" A. S. M. E.), c'est que le générateur est inévitablement refroidi d'une quantité inconnue durant le procédé laborieux d'enlèvement du feu et de l'allumage d'un nouveau. De toutes façons le feu devrait être bas tant au commencement qu'à la fin de l'essai, de façon à diminuer la différence possible dans la quantité de combustible sur la grille au commencement et à la fin de l'essai. Evidemment à la fin le feu sera plus chargé de cendres et de mâchefer qu'au commencement, fait qui doit être également considéré. Il se produit une autre erreur si la vapeur n'est pas sèche lorsqu'elle quitte le générateur; en d'autres mots la vapeur peut emporter dans le tuyau à vapeur une certaine quantité d'humidité qui se trouve entraînée mécaniquement. Dans ce cas, la quantité d'eau pompée dans le générateur ne représenterait pas la quantité exacte d'eau transformée en vapeur, surtout que toute l'eau n'aurait pas été évaporée. Une erreur quelque peu semblable se produit s'il y a une fissure dans le générateur, le tuyau d'échappement le tuyau d'alimentation, ou la pompe d'alimentation, dans quel cas toute l'eau fournie par la pompe d'alimentation ne se rend pas dans le générateur ou s'échappe avant d'être évaporée et par conséquent on donne au générateur crédit pour avoir évaporé de l'eau qui n'a jamais été transformée en vapeur. Dans un essai au générateur fait avec précaution, on doit faire en sorte de se prémunir contre toutes erreurs dues aux causes ci-dessus mentionnées et c'est naturellement ce qui a été fait dans les essais discutés ici.

Afin d'établir une juste comparaison entre les pouvoirs d'évaporation des différentes houilles, il est désirable non seulement de maintenir aussi uniformes que possible les conditions durant tout l'essai de chaque houille, mais aussi de s'arranger de façon à ce que chaque houille ait la même chance de développer la maximum de sa capacité d'évaporation. Le problème devient ainsi très compliqué. La première condition est facile, mais pour remplir la seconde, il serait nécessaire de faire une série complète d'essais avec chaque houille, dans le même générateur et à différents degrés de combustion et cette série devait être répétée avec des générateurs et spécialement avec des fournaies de modèles différents jusqu'à ce que l'on trouve les conditions normales de travail les plus favorables pour chaque houille. Les dépenses de temps, d'argent et de houille requises par des essais de cette sorte sont naturellement prohibitives dans la série d'essais présente.

¹ Voir Trns. A.S.M.E., XXIIe Vol. p. 42.

Dans la série d'essais qui fait l'objet de ce rapport, la quantité de chaque échantillon de houille disponible a été dans beaucoup de cas suffisante pour un essai de dix heures seulement (et dans aucun cas suffisante pour plus de deux essais) dans un générateur estimé à 60 C.V. et même dans ces conditions, la question du transport, de l'emmagasinage et de la manipulation de près de soixante-dix lots de séparés de combustible a été suffisamment sérieuse.

Après mûre considération, il a été décidé que, puisqu'un seul essai pouvait être fait avec chaque houille, tous les essais seraient conduits au même degré d'évaporation. On dut par conséquent brûler à un degré de combustion plus élevé par pied carré de grille les houilles de pauvre qualité plus que les autres, mais on considéra que cette condition représentait plus exactement celle que l'on rencontrait dans la pratique, car il est rare que celui qui se sert de la vapeur change la disposition de son générateur ou la superficie de sa grille quand il change de houille, excepté lorsqu'il y a une différence fondamentale dans la houille (*p.e.*, quand on brûle de l'anhracite au lieu de houille bitumineuse). Le degré d'évaporation adopté sur tous les essais (environ $3\frac{1}{4}$ livres d'eau par pied carré de surface de chauffage par heure) est celui qui a été considéré comme permettant au générateur de donner approximativement son meilleur rendement avec une houille Américaine étalon (Crique Georges, Cumberland, Md.).

En rapport avec les explications ci-dessus, on devrait prendre en note que le générateur en question a un rendement en quelque sorte moins élevé¹ que celui que l'on aurait pu obtenir avec une unité de générateur plus grande. Les résultats de l'évaporation sont, par conséquent, inférieurs à ceux qui seraient obtenus avec les mêmes houilles dans des essais faits avec des générateurs plus grands et d'un rendement supérieur, mais on croit qu'ils représentent avec assez d'exactitude les résultats que l'on peut attendre d'unités plus petites, non spécialement outillées pour des fins industrielles. Les valeurs comparatives n'auraient probablement pas été changées d'une façon appréciable si les houilles avaient été essayées sur une plus grande échelle.

Il est aussi possible que l'on eût pu obtenir des rendements plus élevés dans ces essais s'il avait été possible de faire des changements dans les barreaux des grilles, dans les garnitures de la fournaise et dans les briques afin de mieux les adapter aux particularités de chaque houille, mais on ne peut conseiller un tel procédé à moins d'avoir assez de chaque houille pour faire au moins trois, ou mieux quatre essais avec chaque houille, de façon à pouvoir être sûr que chaque changement est profitable, au lieu du contraire. Dans l'ensemble, cependant, il a semblé préférable de conserver la même fournaise et les mêmes garnitures de fournaise durant tout-l'essai² même au risque de placer certains échantillons à un certain désavantage, aussi long-

¹ Pour description du générateur et ses caractéristiques, voir p. 15. Pour résultats d'essais faits avec de la houille étalon, voir p. 36.

² Pour trois essais dans lesquels la houille était très petite, on a fait une exception et l'on a employé des barreaux a grilles spéciaux ayant d'étroites ouvertures d'air. (Voir Essais 67, 69 et 70).

temps que l'outillage choisi était d'un modèle étalon et bien approprié à la majorité des houilles ordinaires. Dans n'importe quel cas, les différences de rendement de la fournaise, dues à un léger manque d'adaptation des barreaux des grilles, ou autres, seraient masquées par toute erreur dans la méthode de travail du feu.

La méthode de chauffage adoptée dans le cas de toute houille spéciale peut avoir plus d'influence sur le résultat d'un essai au générateur que toute autre circonstance. On peut dire avec certitude qu'aucun appareil de chauffage mécanique qui ait été construit jusqu'ici a réussi à égaler les résultats obtenus par le chauffage de première catégorie à la main et d'un autre côté, un mauvais chauffeur peut souvent dépenser plus de combustible que même un chauffeur mécanique mal manœuvré. C'est pourquoi il est de la plus grande importance, lorsque l'on fait des essais comparatifs de houille, d'avoir un bon chauffeur d'expérience rapide dans son travail et capable d'adopter la meilleure méthode de chauffage pour chaque houille et son travail doit être vérifié par tous les moyens possibles au fur et à mesure de l'essai. Chaque fois qu'il est possible on devrait faire un essai préliminaire pour déterminer l'épaisseur du feu et l'intensité du tirage qui donnera le minimum de consommation d'air compatible avec une bonne combustion. Dans ce but, un enregistreur CO_2 peut rendre des services appréciables, mais il est préférable naturellement d'obtenir une analyse des gaz des tuyaux par un chimiste compétent. Si l'on ne peut faire d'essai préliminaire, tout ce que l'on peut faire, c'est de diriger le chauffage d'après l'expérience du chauffeur, changeant les conditions d'approvisionnement d'air, l'épaisseur du feu, etc., de suite, si la méthode adoptée au début ne donne pas de résultats satisfaisants. Si possible le même chauffeur devrait faire tous les essais de la même série.

Les conditions principales suivantes furent adoptées comme gouvernant la série d'essais rapportés ici, et définissent, croit-on, la meilleure méthode que l'on puisse adopter dans les circonstances:—

(1) Dans chaque essai, le degré de combustion fut arrangé de façon à donner autant que possible la même quantité de vapeur par heure, c.a.d. 1,800 livres. Le rendement du générateur au cours de tous les essais devrait par conséquent être environ le même. Cependant le rendement de la fournaise tendrait à être différent dans les différents essais, parceque différentes houilles auraient différents degrés de combustion et par suite aussi de la variation des qualités des houilles.

(2) On décida d'employer le chauffage à la main sur les grilles à barreaux fixes et d'avoir recours au même chauffeur durant tous les essais. Heureusement cela fut possible.

(3) La durée de chaque essai fut de dix heures environ. Cela est assez pour brûler 250 à 300 livres de houille par heure et être sûr qu'il ne peut y avoir qu'une petite erreur dans le mesurage du combustible par suite de la différence dans la quantité de houille sur la grille au commencement et à la fin de l'essai.

(4) En plus du mesurage de la houille et de l'eau et d'autres observations nécessaires, on prit note de toutes les difficultés survenant durant le travail du feu, la quantité et la nature du mâchefer formé, la quantité de fumée produite dans le but d'obtenir une idée générale de l'état de la houille dans chaque cas. Il est à espérer que l'information obtenue de cette façon aidera considérablement à se former une opinion sur la valeur de chaque houille en particulier.

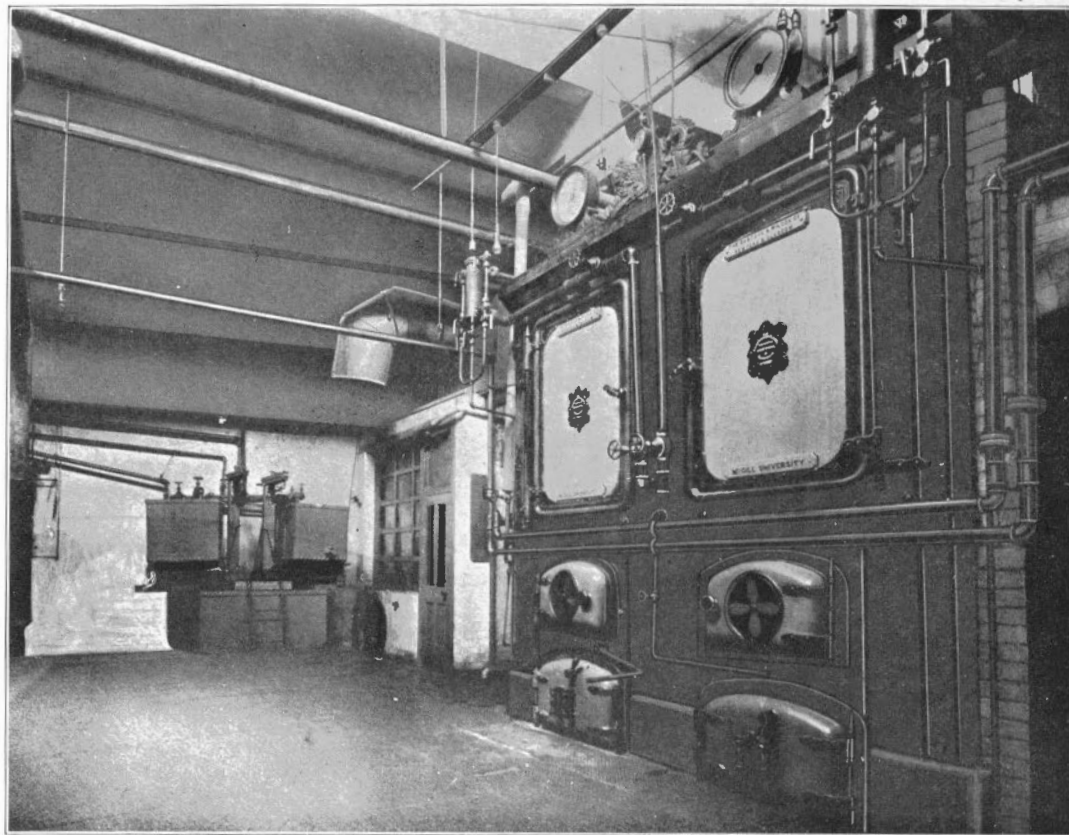
Les quelques notes brèves qui suivent sont ajoutées en rapport avec certains résultats et calculs d'un essai au générateur:—

Évaporation de l'eau.—Afin d'évaporer l'eau qui est pompée dans un générateur il est nécessaire de fournir suffisamment de chaleur pour chauffer l'eau de la température d'alimentation à la température à laquelle fonctionne le générateur. On doit fournir une quantité supplémentaire de chaleur afin de transformer l'eau chauffée en vapeur, le total de ces deux quantités de chaleur étant pris comme la chaleur donnée à chaque livre d'eau ou comme la chaleur actuelle d'évaporation de chaque livre de vapeur.

Évaporation équivalente.—Comme il est difficile de comparer les résultats d'essais dans lesquels la pression de la vapeur, la température et la température d'alimentation d'eau sont toutes différentes, il est nécessaire de réduire les résultats desdits essais à une base commune. Cela est fait en calculant l'évaporation de et à 212° F., le chiffre connu comme *l'évaporation équivalente par livre de houille de et à 212°* étant obtenu. Afin de transformer une livre d'eau à 212° en vapeur de la même température on requiert environ 966 U.T.B.

Ainsi, supposons que dans un certain essai on trouve que la température d'alimentation et les autres conditions sont telles que 1,100 B.T.U. doivent être employées pour transformer chaque livre d'eau d'alimentation en vapeur et que la quantité actuelle d'eau évaporée par livre de houille soit 7-4 livres, la quantité équivalente d'eau qui serait évaporée par livre de houille de et à 212° F. (avec la même dépense de chaleur) serait $7-4 \times 1,100 + 966$, c'est à dire $7-4 \times 1-138$ ou 8-4. L'évaporation équivalente trouvée pour chaque essai donne ainsi une base numérique pour la comparaison du pouvoir d'évaporation de toutes les houilles.

Tirage.—Le tirage dans la fournaise d'un générateur est mesuré par la différence de la pression d'air sous laquelle l'air nécessaire à la combustion passe à travers la couche de combustible qui repose sur la grille. Il est évident que plus est épaisse la couche de combustible et plus les molécules de houille qui la composent sont resserrées, plus le tirage requis sera grand. Ce tirage est habituellement mesuré en pouces d'eau et est indiqué par la différence du niveau d'eau dans les deux branches d'un tube en U, l'une ouverte à l'air et l'autre reliée à l'endroit où l'on doit mesurer la pression ou le vide. Une pression de 5-2 pouces par pied carré est requise pour maintenir une colonne d'eau de 1" de hauteur et un tirage de 1" d'eau veut par conséquent dire que la pression d'air en dessous de la grille est de 5.2 livres plus grande que la pression d'air au dessus de la couche de combustible.



Chambre des générateurs. Installation pour les expériences à vapeur. Section du Génie Mécanique, Université McGill.

Chevaux vapeur du générateur.—Le chiffre qui désigne communément les chevaux vapeur d'un générateur est employé pour exprimer la capacité d'évaporation du générateur ou son degré nominal de production de vapeur. Quand il est exprimé de cette manière, l'évaporation de 30 livres d'eau par heure d'une température d'alimentation de 100° F, et à une pression de 70 livres par pouce carré est équivalente à un cheval vapeur de générateur. L'évaporation de 34½ livres d'eau par heure de et à 212° F. représente la même dépense de chaleur et peut être employée pour représenter la même quantité. Le cheval-vapeur d'un générateur peut par conséquent être facilement trouvé en divisant l'évaporation équivalente par heure de et à 212° F. par 34½.

Sécheresse de la vapeur.—La quantité d'humidité contenue dans la vapeur produite par un générateur, dans lequel la formation de la vapeur n'est pas trop rapide, sera généralement moins de 3 pour cent, à moins que l'eau d'alimentation ne contienne des substances qui causent de l'écume. Dans tous les essais complets au générateur on devrait mesurer l'humidité dans la vapeur pour des raisons que l'on a déjà démontrées et cela peut être aisément accompli au moyen d'un calorimètre à registre.

Quand on laisse échapper de la vapeur contenant de l'humidité à travers un orifice ou une valve de telle manière que sa pression est réduite, on trouve que la vapeur est plus sèche à basse pression que dans le cas du début. Ainsi, par exemple, une livre d'eau à 32° F. requiert environ 1,150 U.T.B. pour la transformer en vapeur sèche à raison de 96% ou contenant 4% d'humidité, à 100 livres par pouce carré. On peut par conséquent considérer une livre de ladite vapeur, comme emmagasinant 1,150 U.T.B. Quand on la laisse s'échapper à travers un petit orifice, de telle manière qu'il n'y ait aucune perte de chaleur, dans un espace où il y a une pression de, disons, 15 livres par pouce carré, l'humidité sera séchée ou évaporée jusqu'à ce que la chaleur emmagasinée dans chaque livre soit la même qu'auparavant. Cela aura lieu (avec une pression basse de 15 livres par pouce carré) quand l'humidité dans la vapeur aura été évaporée, comme on peut le vérifier en calculant la chaleur totale d'une livre de vapeur sèche à une pression de 15 livres par pouce carré. On trouvera que cela monte presque à 1,150 U.T.B.

En mesurant la sécheresse de la vapeur au moyen du calorimètre à registre, la vapeur humide est enregistrée jusqu'à ce qu'elle soit complètement sèche ou même un peu surchauffée. D'après des observations de a température et de la pression auxquelles se présente cette condition, l'état originel de la houille est calculé au moyen des tableaux de vapeur.

Air employé pour la combustion.—La combustion de houille dans une fournaise de générateur devrait être effectuée avec un léger supplément de la quantité d'air requise pour la combustion complète. Ainsi, les gaz des tuyaux de la fournaise ne révéleraient qu'une petite quantité d'oxygène libre, le gros de l'oxygène dans l'air s'étant combiné avec le carbone et l'hydrogène du combustible pour former soit du dioxyde de carbone ou de

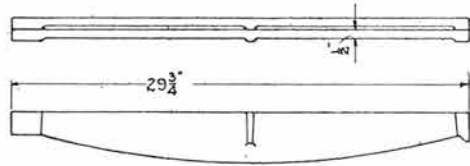
la vapeur. Un excès d'air emporte et perd la chaleur que l'on pourrait utiliser autrement.

Le mesurage direct de l'air qui entre dans la fournaise d'un générateur au moyen d'un anémomètre est difficile et peu satisfaisant et il est d'usage de contrôler et de mesurer la quantité d'air employée par les résultats des analyses chimiques des gaz des tuyaux.¹ Considérant qu'un échantillon satisfaisant des gaz des tuyaux a été obtenu et analysé d'une façon précise, on peut calculer le poids du carbone contenu dans 100 livres de gaz et par là la quantité d'air employée par livre de houille brûlée. La quantité de carbone brûlé par livre de houille mise au feu étant connue, il est facile de déterminer le nombre de livres d'air amené dans la fournaise par livre de houille mises au feu. La chaleur perdue ou emmenée dans la cheminée par les gaz chauds des tuyaux peut alors être calculée si la température des tuyaux à gaz et celle de la chambre des générateurs ou d'alimentation d'air au générateur est connue. La quantité d'air qui suffirait juste à brûler complètement une livre de houille est habituellement de 10 à 12 livres, suivant la composition de la houille. On obtient de bons résultats avec la fournaise d'un générateur ordinaire quand l'air employé est généralement en excès de 15 à 25 pour cent du chiffre ci-dessus, disons 12 à 16 livres d'air par livre de houille. Dans une telle fournaise il est rarement possible d'obtenir une bonne combustion avec un excès d'air un peu inférieur à celui indiqué ci-dessus. Il est très difficile de pouvoir travailler certaines houilles sans admettre un excès d'air plus considérable que celui-là.

Pertes dues à la radiation.—Il est difficile d'obtenir des informations précises en ce qui concerne la chaleur due à la radiation provenant des générateurs à vapeur car il est très difficile de mesurer par expérience la quantité en question. Le code de règlements A. S. M. E. pour les essais au générateur prétend que les pertes dues à la radiation devront être comprises avec les pertes dues aux hydrocarbures non brûlés dans les tuyaux à gaz et autres pertes indéterminées. On peut essayer de mesurer les pertes dues à la radiation dans un générateur en plaçant des briques au dessus de la grille et en déterminant la quantité de houille requise pour maintenir une pression constante de vapeur (et on doit le présumer une température également constante) durant une période de temps suffisamment longue. La moyenne de dix-sept essais faits par Donkin et Kennedy de cette manière avec différents générateurs² donne environ 5.8 pour cent de la chaleur totale de la combustion. La perte de radiation est cependant proportionnellement plus grande dans les petits que dans les grands générateurs et plus grande dans les générateurs munis de briques que dans ceux qui ont une surface de radiation plus minime. Il doit arriver que l'on trouve fréquemment des pertes dues à la radiation s'élevant jusqu'à 10% de la chaleur développée par la houille à la capacité spécifiée du générateur.

¹ Pour les méthodes d'analyses des gaz des tuyaux, adoptées dans les présents essais, voir IXe Partie.

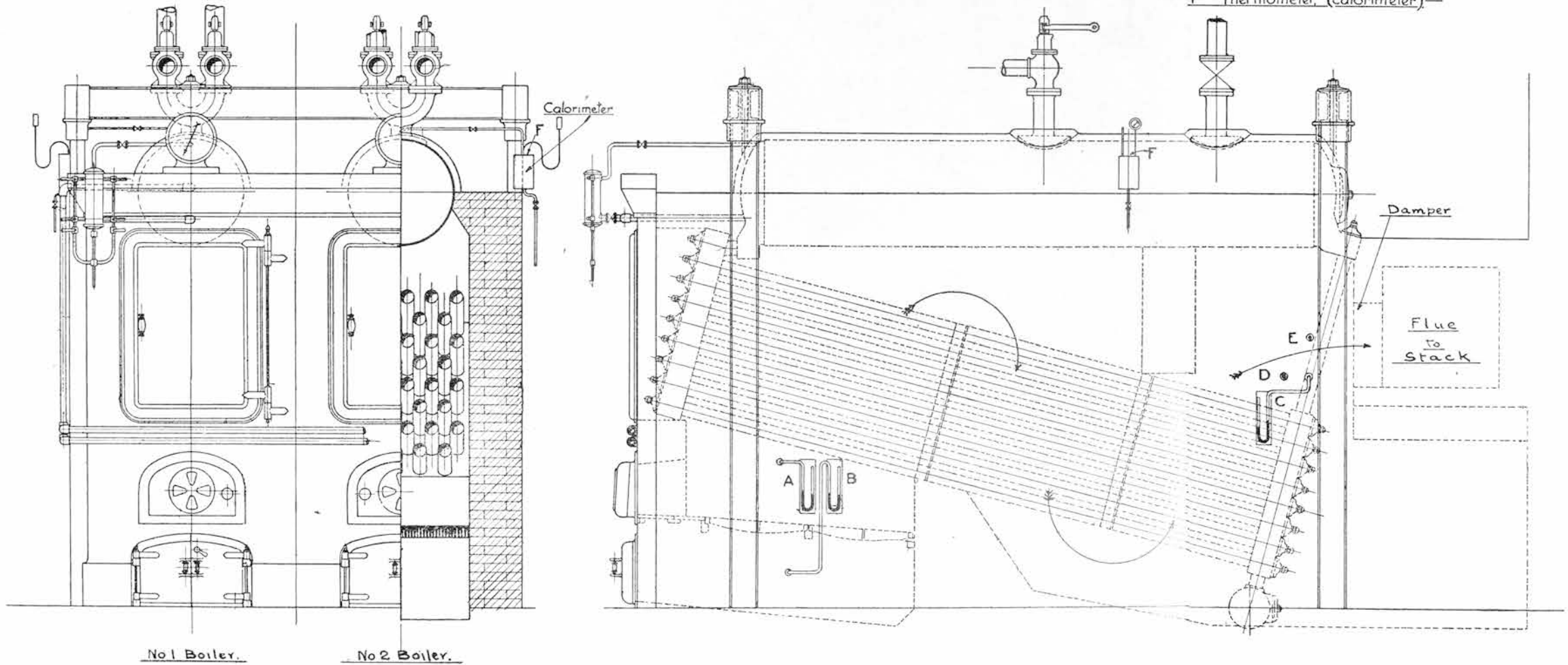
² "Engineering," 1897.



$\frac{1}{4}$ " air space was used for all trials except Nos 67, 69 & 70, Coal Nos 48, 51 & 52, in which cases an $\frac{1}{8}$ " air space was used.

— Detail of Fire Bars. —

- | | |
|---------------|-----------------------------------|
| Draft Gauges | — A Pressure above fire. — |
| | — B Pressure in ash-pan. — |
| Sampling Pipe | — C Flue pressure. — |
| | — D Flue gas analysis. — |
| | — E Thermometer, (flue gas). — |
| | — F Thermometer, (calorimeter). — |



No 1 Boiler.

No 2 Boiler.



— Scale in Feet. —

Fig. 33. Générateurs Babcock et Wilcox. Section du Génie mécanique, Université McGill.

OUTILLAGE

BRÈVE DESCRIPTION DE L'INSTALLATION ET DES APPAREILS EMPLOYÉS POUR
LES ESSAIS AU GÉNÉRATEUR

Le générateur avec lequel furent faits les essais qui sont rapportés ici portait le No. 2 d'une paire de générateurs qui formaient une partie de l'outillage d'expériences de la Section du Génie Mécanique, Université McGill. C'était un générateur du Type Babcock et Wilcox à simple caisson et ses dimensions principales et ses particularités sont indiquées ci-dessous:

Surface de chauffage (tubes.....)	pieds carrés	593
“ “ (caisson).....	“	46
“ “ Total.....	“	639
Surface de grille.....	“	16·79
Largeur de la grille.....	pieds	3·25
Longueur de la grille.....	“	5·167
Hauteur, grille jusqu'à la rangée inférieure des tubes, pouces devant		24
		arrière 15
Largeur approximative des espaces d'air... $\frac{1}{4}$ "	et dans des cas spéciaux	
Proportion de l'espace d'air à la surface de la grille		
.....	30% et 15% dans certains cas	
Diamètre moyen du caisson à vapeur.....	pouces 36 (à l'intérieur)	
Longueur du caisson à vapeur en vue.....	pieds	12·37
Nombre des tubes.....		40
Diamètre des tubes (à l'extérieur).....	pouces	4
Longueur des tubes exposés.....	pieds	13·66
Trou à cendres au dessous de la surface de la grille, pouces devant		25
		arrière 22
Total de l'espace d'eau.....	pieds cubes	110
Total de l'espace à vapeur.....	“	31
Proportion de la surface de chauffage à la surface de grille		38·1—1
Pression normale.....	livres par pouce carré	120

Quand l'eau se maintenait à $4\frac{1}{2}$ " dans le verre à mesure le générateur contenait 1,720 livres d'eau, chaque pouce dans le verre correspondant à un poids de 152 livres d'eau.

La disposition générale du générateur est démontrée dans la Fig. 33 et il fut accouplé en batterie avec un autre générateur ayant exactement la même disposition et de la même marque, à l'exception que le générateur No. 1 était au début muni d'un chasseur Jones (non reproduit dans les dessins) et le No. 2 avec lequel les expériences furent faites muni d'une grille en fonte. La fournaise du générateur No. 2, tel qu'on le verra par les dessins, est du type habituel avec les dispositions des types modèles Babcock et Wilcox comprenant des tuiles réfractaires qui forment des cloisons placées transversalement aux tubes reliés aux tuyaux à fumée à l'arrière. Les parois de la fournaise sont entièrement garnis de briques réfractaires. Des dispositions sont prises pour laisser échapper la vapeur sous la grille si cela

est nécessaire de même que pour se servir de l'eau dans le trou à cendres— avec certaines des houilles soumises à l'essai la nécessité d'un approvisionnement de vapeur sous la grille fut amplement démontrée. La vapeur employée sous la grille durant l'essai ne fut pas comptée au détriment du générateur car l'effet désiré aurait pu être obtenu par d'autres méthodes ne nécessitant pas des dépenses supplémentaires de mise en pratique.

La porte de la fournaise était de fonte, à charnière, munie d'un gril ajustable ou d'une ouverture permettant à l'air de passer par dessus les barreaux, avec une plaque intérieure perforée. On ne prit aucune autre disposition pour faire passer l'air au-dessus de la grille.

La garniture de briques de la fournaise et du générateur fut réparée entièrement peu avant les essais et resta en bonne condition durant tous les essais.

Cheminée.—Le générateur était relié par un tuyau de briques à une cheminée ayant environ 100 pieds de haut et 36" carrés à l'intérieur. Cette cheminée recevait également les gaz de tuyaux provenant des autres générateurs dans la même chambre de générateurs, mais comme ces générateurs n'étaient pas beaucoup employés durant les essais, certains ne faisant rien et les autres n'étant employés que dans un but auxiliaire, et comme dans ceux-ci on brûlait de la houille anthracite, il n'y eut aucune difficulté à obtenir des renseignements sur la fumée des houilles essayées. La fournaise n'était pas munie d'appareils pour empêcher la production de la fumée car l'on pensait que des observations prises sur la fumée produite par les différentes houilles seraient de très grand intérêt si le générateur se trouvait dans les conditions usuelles de travail. L'outillage général de l'installation du générateur est démontré dans la Fig. 34 et dans la Planche XLVI.

Tirage.—On s'arrangea pour avoir un tirage forcé au moyen d'un ventilateur mu par un moteur à haute vitesse 4" × 4". De cette manière on pouvait obtenir toute pression d'air dans le trou à cendres jusqu'à 1½" d'eau et on trouva que cet outillage était très nécessaire dans le cas de certaines houilles. La vapeur employée par le moteur du ventilateur pour le tirage forcé ne fut pas comptée au détriment du générateur, car on aurait pu obtenir un tirage suffisant pour n'importe laquelle des houilles employées si la cheminée avait eu une capacité suffisante. Le tirage naturel disponible était tel qu'il pouvait donner environ 0.4" au registre dans des conditions naturelles. On installa des jauges à tirage sous les grilles au dessus du feu ou au registre. Ces jauges à tirage (montrées à A, B, C, Fig. 33) étaient sous la forme ordinaire des tubes U et les différences de pression furent lues directement en pouces d'eau. Le registre était du modèle à coulisse et ajusté à la main.

Disposition des tuyaux à vapeur.—Les tuyaux à vapeur dans la chambre des générateurs sont arrangés tel que le démontre la Fig. 34; ils furent dûment couverts durant les essais. Une partie de la vapeur produite par le générateur durant les essais fut délivrée à la station d'énergie électrique de l'Université. A certains moments, cependant, alors que le pouvoir

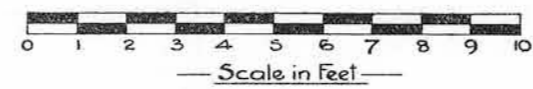
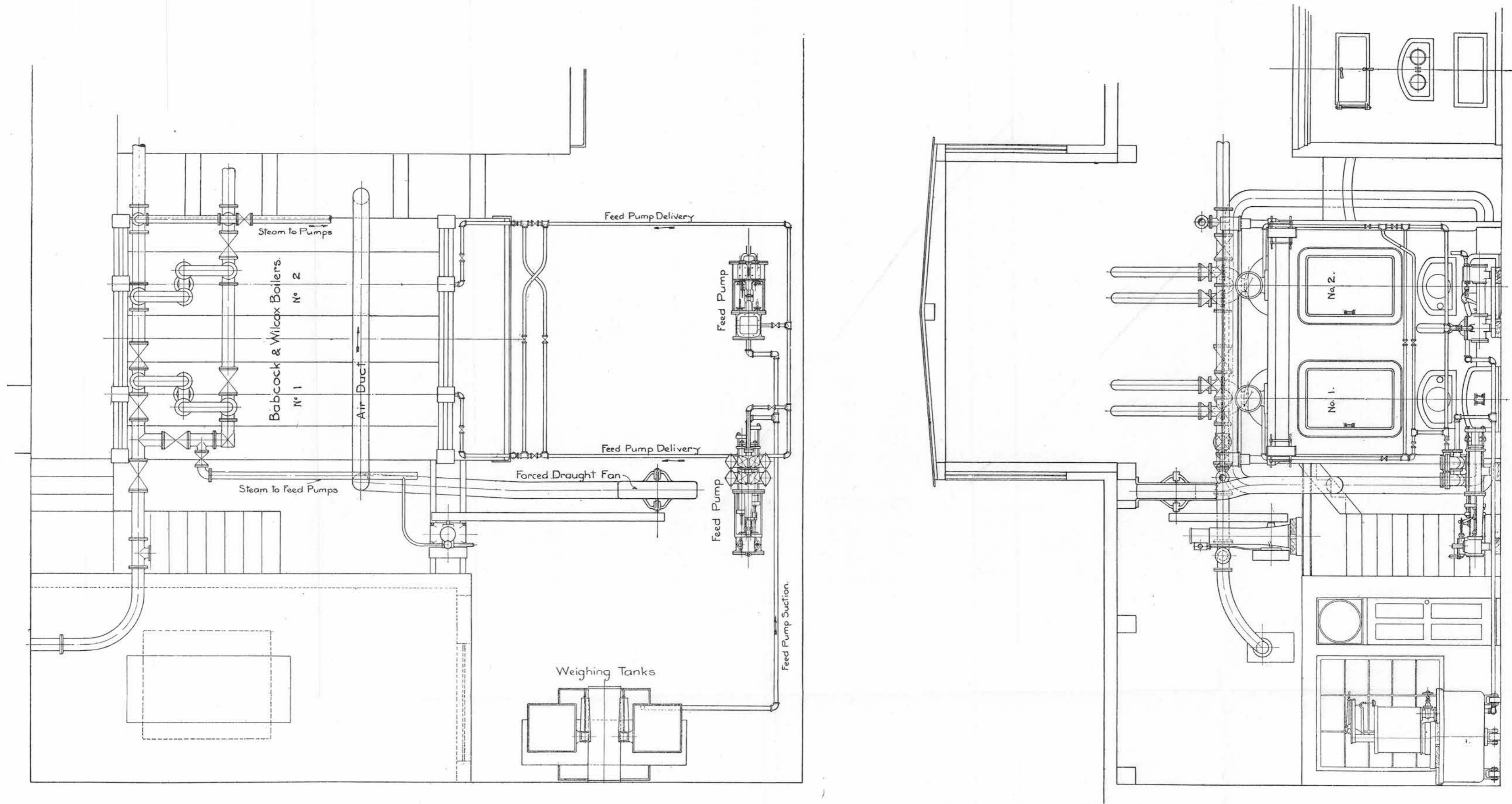


Fig. 34. Disposition générale d'une installation de générateurs d'essai. Section du Génie mécanique, Université McGill.

était considérablement déchargé, le générateur d'essai fournit plus de vapeur qu'il n'était nécessaire pour les machines, dans quel cas on la laissa s'échapper dans l'atmosphère à travers les valves de sûreté.

Sécheresse de la vapeur.—La sécheresse de la vapeur produite fut mesurée par un calorimètre Peabody à registre disposé tel que montré par F dans la Fig. 33. Les résultats d'un grand nombre d'essais faits avec précaution et qui avaient été faits dans le générateur No. 2 avant les essais rapportés ici, montrent que l'on peut s'en rapporter à ce générateur pour donner de la vapeur commerciale sèche à un degré d'évaporation considérablement plus grand que celui employé durant les essais officiels. Ce fait est prouvé par toutes les déterminations au calorimètre.

Machines d'alimentation des générateurs.—Deux réservoirs de pesantier rectangulaires en fer battu, chacun de 25" × 25" × 24" furent employés pour recevoir l'eau provenant des conduites de la ville. Chacun d'eux était monté sur des bascules à plate-forme Fairbanks d'une capacité de registre de 1,000 livres par demi-livre. Les réservoirs étaient munis de valves à ouverture rapide se déchargeant dans un plus grand réservoir situé au dessous d'elles d'où puisaient les pompes d'alimentation. Dans ce réservoir inférieur une jauge de bois en T se trouvait placée à laquelle se trouvait ajustée le niveau d'eau au commencement et à la fin de chaque essai.

On se munit de deux pompes d'alimentation, chacune du type Duplex actionné à la vapeur: une 6" × 4" × 6" et l'autre 5½" × 3" × 6". Leur disposition était telle que la pompe non employée pouvait être facilement séparée de l'autre. La même disposition existait en ce qui concerne les tuyaux d'alimentation, toutes les branches à travers lesquelles pouvait se produire une fuite étant hermétiquement fermées pendant les essais.

Bascules à houille, etc.—La houille fut pesée dans une boîte, et placée sur une bascule étalon à plateforme Fairbanks d'une capacité de 200 livres.

Boîtes d'échantillons.—Pour prendre des échantillons de houille, on se servit de boîtes munies de couvercles imperméables.

Appareils d'échantillonnage de gaz des tuyaux.—L'analyse des gaz des tuyaux fut faite d'après des échantillons de gaz des tuyaux qui furent pris périodiquement dans un jet continu provenant du rendement du générateur au moyen d'un épaisseur d'eau à jet. L'appareil chimique et les méthodes d'analyses sont décrites en détail dans la IXème Partie de ce rapport. Le tube d'échantillonnage placé à la sortie du générateur dans le tuyau principal et près du registre (à D, Fig. 33) se composait d'un morceau d'acier sans soudure 1¼" en forme de tube fermé à une extrémité et perforé d'une série de trous de ⅛" de diamètre et séparés d'environ 6". Ce tube d'échantillonnage s'étendait à travers l'ouverture du générateur donnant dans le tuyau.

Le modèle d'appareil d'échantillonnage commandé par l'American Society of Mechanical Engineers ne fut pas employé par ce qu'il eut été difficile de le placer dans une position propice et aussi parce que, comme résultat d'une série d'expériences faites dans le but de déterminer l'effet

des gaz chauds sur le fer, on crut qu'il était nécessaire d'essayer une surface émaillée pour le tube de recouvrement. On trouva que ce matériel donnait des résultats qui cadraient bien avec ceux qui avaient été obtenus dans des tubes à eau refroidie et on évita ainsi les difficultés provenant du poids dans les tubes à eau refroidie. C'est pourquoi il fut décidé de se servir d'un tube d'acier, émaillé à l'intérieur et à l'extérieur tel que décrit ci-dessus. On trouva qu'il donnait de très satisfaisants résultats ainsi que de très consistants, l'émaillage n'étant naturellement fait qu'après que les trous de $\frac{5}{16}$ " furent perforés et de telle manière qu'aucune partie de fer métallique ne fut exposée à l'action des gaz chauds.

Pour vérifier l'analyse des gaz des tuyaux on installa un enregistreur Simmance-Abady CO₂ dans la chambre des générateurs et ses indications quoiqu'elles ne concordèrent pas numériquement avec les résultats de l'analyse de gaz en tant que le pourcentage de CO₂ était concerné, servit à montrer si les résultats chimiques sur un nombre comparativement petit d'échantillons donnait réellement des chiffres représentatifs. On eut à subir beaucoup d'ennuis dans le maniement de l'enregistreur CO₂ et dans certains essais on dut s'en passer. Les difficultés que l'on rencontra provinrent principalement de la poussière dans les gaz échantillonnés, par suite de la filtration défectueuse dans l'appareil.

Jauges de pression.—On se servit de jauges étalon pour les indications de la pression et de temps en temps on les soumit à des essais sur des essayeurs de jauge Crosby à poids mort.

Thermomètres.—On se servit d'un thermomètre Hicks pour la température d'eau d'alimentation et placé dans le réservoir d'eau d'alimentation où s'alimentait la pompe. Les erreurs des thermomètres employés furent déterminées par comparaison avec des thermomètres étalon certifiés Hicks. Un thermomètre mercuriel rempli de gaz Hohman et Maurer fut employé pour déterminer la température des gaz de tuyaux.

MÉTHODE DE CONDUITE DES ESSAIS ET DE PRISE DES MESURES.—JOURNAL ET CALCULS POUR UN ESSAI

Les essais furent conduits d'après le système recommandé par le Comité de l'American Society of Mechanical Engineers dans leur code de 1909¹. Le nombre total d'essais faits (y compris ceux effectués pour la comparaison avec les houilles étalon) fut de soixante douze et on fut dans l'impossibilité d'obtenir des échantillons de houille de l'est et de l'ouest du Canada avec une rapidité et une régularité suffisante pour que l'on puisse les effectuer tous en une saison. Par conséquent trente-neuf de ces essais furent faits pendant l'été de 1907, trente-sept durant l'été de 1908 et le reste subséquemment.

L'outillage de la chambre des générateurs ayant été décrit dans la section précédente, les paragraphes donnent un bref résumé de l'organisation et des méthodes adoptées en faisant les essais.

¹ Voir Trans. A.S.M.E. Vol. 21, p. 34-III; aussi Vol. 6, p. 256-267.

DEVOIRS DU PERSONNEL¹

Quatre observateurs et un chauffeur furent employés dans chaque essai. Les devoirs des observateurs étaient:

Observateur No. 1.—Diriger l'essai, observer et diriger les travaux du feu, noter tout ce qui se produisait dans le journal, peser la houille mise au feu ainsi que les cendres et le mâchefer enlevé. Prendre des échantillons de la houille et du rebut.

Observateur No. 2.—Chargé de peser l'eau d'alimentation, ajuster le niveau d'eau dans les réservoirs d'alimentation et dans le générateur et surveiller le travail de la pompe d'alimentation.

Observateur No. 3.—Responsable de l'analyse et de l'échantillonnage des gaz des tuyaux.

Observateur No. 4.—Chargé de lire toutes les pressions et les températures, d'observer et d'enregistrer la sécheresse de la vapeur, l'intensité du tirage et les ouvertures du registre.

Le chauffeur en plus du chauffage tel que dirigé, s'occupait de l'appareil du tirage forcé et du jet de vapeur sous la grille (lorsqu'on s'en est servi); il aida aussi à manœuvrer la houille sur les bascules.

La plupart des observations furent prises à 15 minutes d'intervalle.

PRÉCAUTIONS GÉNÉRALES

Avant chaque essai les tubes du générateur et les coiffes furent nettoyés aussi proprement que possible et on enleva le mâchefer des grilles. Les parois en briques furent dans tous les cas chauffés entièrement avant de commencer l'essai. Avant chaque série d'essais les parois de briques du générateur furent entièrement réparés et l'on vérifia l'état étanche du générateur et des appareils qui lui étaient reliés.

PESAGE ET MANIPULATION DE LA HOUILLE

Dans chaque lot de houille, après examen, mélange et échantillonnage chargé de la partie chimique de l'enquête et du lavage de la houille, on prit une quantité suffisante, on la mit en sac et on la livra ainsi dans la chambre du générateur. Les moyens d'indentification à la disposition du personnel de la chambre du générateur consistaient dans une étiquette apposée sur chaque sac, donnant le numéro de la série de houille. (Voir la 2^{ème} colonne dans le IV^{ème} tableau). La quantité de houille dans tous les cas sauf deux fut suffisante non-seulement pour un essai de dix heures, mais aussi pour un essai préliminaire d'une durée suffisante pour donner au personnel une occasion de trouver une méthode appropriée de chauffage et de manipulation de la houille dans la fournaise.

Après avoir commencé avec le feu provenant de l'essai de la vieille les tubes furent nettoyés, le feu fut éteint et le chauffage commença avec

¹Voir Vol. I, pp. 4 et 5.

la houille qui devait être essayée. Une fois dans une condition convenable et environ une heure avant de commencer l'essai, ce même feu fut brûlé jusqu'au bout, puis nettoyé, l'essai ne faisant que commencer quand le feu nouveau fut dans un état convenable pour être jugé.

Pendant l'essai on ajouta de la houille dans le feu et le feu fut partagé, démanché et nettoyé suivant qu'il fut jugé nécessaire. Dans chaque cas, cependant, le feu fut de nouveau nettoyé environ une heure avant la fin de l'essai et fut alors travaillé de façon à l'amener à la fin de l'essai dans une condition autant que possible similaire à celle dans laquelle il se trouvait au commencement.

Des sacs, la houille fut vidée dans un récipient en bois monté sur des bascules et contenant environ 420 livres. Le moment où l'on vida le récipient fut considéré comme le moment où un certain poids de houille avait été mis au feu. On enregistra les pesanteurs chaque demi-heure.

Après avoir vidé chaque sac on prit dans le récipient un échantillon d'environ 20 livres et on le plaça dans une boîte spéciale d'échantillonnage. Le contenu de cette boîte d'échantillons fut ensuite envoyé pour analyse à la section chimique. C'est sur cette analyse que l'on se basa pour le pourcentage d'humidité. (IIème Colonne, IVème Tableau).

La quantité totale de cendres et de mâchefer formés pendant l'essai fut pesée et expédiée pour analyse à la section Chimique.

MESURAGE DE L'EAU

L'eau provenant des conduites de la ville fut amenée, tel que requis, dans un réservoir de pesanteur monté sur bascule. Après avoir pesé chaque réservoir plein d'eau, celle-ci fut déchargée dans un réservoir d'alimentation où s'alimentait la pompe. Une jauge de bois en T située dans ce réservoir marquait le niveau auquel était amenée l'eau au commencement ainsi qu'à la fin de l'essai. Les verres de la jauge étaient naturellement également marqués et l'on tint compte de toute différence dans le niveau au commencement et à la fin de chaque intervalle.

Les bascules pour l'eau d'alimentation ainsi que celles employées pour peser la houille furent essayées avec soin, avec des poids étalon, avant chaque série d'essais et à intervalles pendant le cours des travaux.

TEMPÉRATURE DE L'EAU D'ALIMENTATION

La température de l'eau d'alimentation fut prise au moyen d'un thermomètre Hicks immergé dans l'eau du réservoir d'alimentation. Avec la basse température d'alimentation actuellement employée, il n'y a eu aucun changement perceptible dans la température tandis que que l'eau était pompée dans le générateur.

QUALITÉ DE LA VAPEUR

Pression.—La pression de la vapeur au calorimètre fut lue sur une jauge à pression étalon de Schaffer et Budenberg. Cette jauge fut essayée de temps en temps avec soin sur un vérificateur de jauges étalon et l'erreur déterminée

Sécheresse.—La quantité d'humidité présente dans la vapeur fut calculée d'après des observations prises avec un calorimètre Peabody. Le tuyau conduisant au calorimètre fut amené directement dans le caisson à vapeur du générateur et la vapeur put passer continuellement à travers le calorimètre durant l'essai.

TIRAGE

Le tirage fut mesuré au moyen de jauges à tubes U remplies d'eau. Ces tubes furent placés dans l'ordre pour enregistrer le tirage:—

- (a) sous la grille
- (b) au-dessus de la grille
- (c) en arrière du générateur, près du registre.

GAZ DES TUYAUX

La température des gaz des tuyaux fut observée à l'ouverture du tuyau principal (à E, Fig. 33) près du registre. On se servit d'un thermomètre Hohman et Maurer à mercure rempli de gaz et ajusté de façon à lire correctement à 212° F.

Une partie des gaz des tuyaux fut continuellement amenée dans une conduite d'échantillonnage conduisant d'un point à l'arrière du générateur près de l'ouverture du registre, la succion étant produite au moyen d'un aspirateur à eau. Des bouteilles d'échantillons furent remplies au moyen de ce tuyau. L'appareil d'échantillonnage a déjà été décrit en détail (voir page 17.)

On prit un échantillon d'environ 300 c.c. dans le tuyau d'échantillonnage chaque quinze minutes pour faire des analyses au fur et à mesure des travaux. Comme le résultat de ces analyses fut employé pour contrôler les méthodes de chauffage et le traitement du feu, ces échantillons en général ne furent pas pris au moment du nettoyage du feu ou lorsque celui-ci se trouvait dans une condition défectueuse. La perte de chaleur due à la fuite des gaz des tuyaux chauds, tel que donné dans la colonne 39 (IVème Tableau) sera par conséquent moindre que la quantité réelle. Les chiffres dans les colonnes 36 et 37 ne seront point par conséquent affectés par ces circonstances. Pour détails complets des méthodes d'analyse chimique dans la chambre des générateurs, voir la IXème partie de ce Volume.

RÉSULTAT DE L'ESSAI AU GÉNÉRATEUR NO. 58

Afin d'illustrer les méthodes adoptées et les résultats obtenus pendant les essais, on a annexé le journal complet des essais avec les calculs expliqués en détail. Cet essai a été fait avec un échantillon de houille du Cap Breton et était considéré comme suffisamment représentatif.

Le journal est suivi de deux tableaux, le "Résumé des Observations" (Tableau A) et le "Résumé des Résultats" (Tableau B); la plupart des paragraphes s'expliquent par eux-mêmes. Une série complète de tels résumés et du journal se trouve dans le IV^{ème} Volume de ce rapport.

Les explications relatives aux méthodes de calculs qui ont permis d'obtenir les chiffres du Tableau B sont données ci-dessous, lesdits calculs s'appliquant naturellement à l'essai No. 58 dont nous donnons ci-dessous le journal et le résumé.

JOURNAL

Essais au générateur Babcock et Wilcox avec de la houille No. 36.

Date, 31 Juillet 1908. Numéro de l'essai, G, C, T, 58.

Observations des conditions générales.

Observateur, J. Blizard.

Notes:—No. 1, travail du générateur B. & W. Temps lourd et chaud. Houille de grosseur moyenne, peu de petite. Quantité appréciable de substance schisteuse.

Notes Générales.

Temps

- 7.30 a.m. Nettoyage du feu fait avec de la houille No. 36. Pression de 80 livres par pouce carré.
- 7.50 Soufflage des tuyaux.
- 8.40 Commencement de l'essai. Feu de 2" bien brûlé; flamme à l'arrière, Maintien d'un feu mince (3"). Cette houille brûle avec beaucoup de flamme et de fumée.
- 9.30 Grille à demi-ouverte. Aucune carbonisation.
- 10.05 Grille entièrement ouverte.
- 12.10 Barre introduite dans le feu et rencontre sur les barreaux quelques durs mâchefers. Ne veulent pas s'enlever. Jusqu'alors le râteau n'a pas encore été mis dans le feu; la houille ne se carbonise pas du tout.
- 3.27 Séparation du feu; enlèvement de 40 livres de mâchefer. Le mâchefer chaud ressemble à des gâteaux mous répandus sur les grilles.
- 5.30 Nettoyage du feu. Enlèvement de 70 livres de mâchefer en larges plaques qui durcissent en refroidissant. De couleur bleue. Pas difficiles à enlever mais on ne put se servir de la houille sur la grille à secousses.

TABLEAU II.

ESSAIS AU GÉNÉRATEUR BABCOCK ET WILCOX AVEC LA HOUILLE No. 36.

Date, 31 juillet 1908.

Numéro de l'essai G. C. T. 58

OBSERVATIONS DES PRESSIONS DE L'EAU D'ALIMENTATION ET DES TEMPÉRATURES

Jauge du générateur: soustraire 2 livres de la lecture.
 Jauge du calorimètre: correcte.
 Calorimètre therm.: correct No. 65,100,0°-400° F.
 Baromètre au début 229-64, à la fin 29-54.

Aucun compte des corrections n'a été tenu sur les feuilles.
 Therm. d'alimentation Hicks No. 15706 et 15701 soust. 0-5°F.
 Therm. d'air, sous. 1°F.

Temps	Grosse	Tare	Eau renvoyée	Lecture du réservoir inférieur	Lecture de la jauge de verre	Livres Evaporation		Pression du générateur liv. par pce. carré	Pres. Cal. liv. par pce carré	Temp. cal. °F.	Tirage d'eau (pouces).			Ouvert. du registre (pouces)	Chambre du générateur temp. °F.	Temp. d'alimentation °F.	Temp. des tuyaux à gaz °F.
						Par intervalles	Par minute				Au registre	Au dessus de la grille	Au dessous de la grille				
8-40				1850	310			118	15-2	290	0-24	0-16	0-02	24"	90	72-5	570
8-55				1280	360	520	34-7	114	14-5	290	0-24	0-16	0-02	24"	90	72-5	560
9-10	539	131	408	1340	330	378	25-2	124	16-2	293	0-26	0-20	0-02	24"	90	73-0	575
9-25	539	132	407	1170	370	537	35-8	115	15-0	290	0-27	0-18	0-02	24"	90	73-0	570
9-40	542	128	414	1180	320	454	30-3	124	16-0	294	0-26	0-16	0-02	24"	91	73-0	620
9-55	537	129	408	1030	440	438	29-2	120	15-4	293	0-26	0-16	0-02	24"	91	73-0	580
10-10	537-5	128	409-5	1100	250	529-5	35-3	124	16-1	294	0-26	0-20	0-02	24"	91	73-5	620
10-25	542	128	414	950	320	494	32-9	125	16-4	294	0-27	0-18	0-02	24"	91	73-5	630
10-40	539	129	410	1160	360	572-5	38-2	122	16-0	294	0-27	0-18	0-02	24"	91	73-5	640
	540	127-5	412-5														
10-55	539	127-5	411-5	1210	290	431-5	28-8	123	16-1	294	0-28	0-18	0-02	24"	92	73-5	625
1-10	540	127-5	412-5	1020	420	472-5	31-5	120	15-3	292	0-28	0-18	0-02	24"	91	73-5	610
1-25	538-5	128	410-5	1000	370	480-5	32-1	124	16-3	293	0-28	0-18	0-02	24"	92	73-5	580
1-40	541	128	413	1020	350	413	27-5	124	16-1	294	0-28	0-18	0-02	24"	92	73-5	590
1-55	540	127	413	940	430	413	27-5	122	15-8	293	0-28	0-18	0-02	24"	92	73-5	585
2-10	537-5	128	409-5	1380	340	469-5	31-3	119	16-3	293	0-28	0-18	0-02	24"	92	73-5	635
	539	129	410														
2-25	541	128	413	1280	330	523	34-9	124	16-2	294	0-28	0-18	0-02	24"	91	73-5	600
2-40	539	127-5	411-5	1090	440	491-5	32-8	125	16-4	294	0-28	0-18	0-02	24"	91	73-5	640
2-55	538	127	411	1100	420	421	28-1	123	16-2	294	0-28	0-18	0-02	24"	91	73-5	600
3-10	539	127	412	1070	390	472	31-5	125	16-4	294	0-28	0-18	0-02	24"	92	74-0	700
3-25	541	128	413	1050	340	483	32-2	121	15-6	294	0-28	0-18	0-02	24"	91	73-5	620
3-40	539	128-5	410-5	980	410	410-5	27-4	125	16-4	294	0-28	0-18	0-02	24"	91	73-5	610
3-55	538-5	127-5	411	1350	350	521	34-7	123	16-2	294	0-28	0-18	0-02	24"	91	73-5	620
	550	130	420														
4-10	538	133	405	1260	460	385	25-7	125	16-4	294	0-26	0-18	0-02	24"	92	73-5	560
4-25	538	128-5	409-5	1340	350	439-5	29-3	122	15-6	294	0-26	0-18	0-02	24"	96	74-0	570
4-40	538	129	409	1280	370	449	29-9	116	15-0	292	0-26	0-18	0-02	24"	92	74-0	660
4-55	537	127-5	409-5	1240	370	449-5	30-0	117	15-2	290	0-26	0-18	0-02	24"	92	74-0	630
5-10	538	128	410	1300	340	380	25-3	113	14-2	290	0-26	0-18	0-02	24"	92	74-5	600
5-25	538	127	411	1290	390	371	24-7	117	15-2	290	0-26	0-18	0-02	24"	92	74-5	630
5-40	537-5	128-5	409	1330	460	299	19-9	125	16-4	294	0-30	0-20	0-02	24"	93	75-0	780
5-55	540	130	410	1300	370	530	35-3	118	15-3	291	0-30	0-20	0-02	24"	92	75-0	720
6-10	539-5	128	411-5	1230	360	491-5	32-8	120	15-8	294	0-30	0-20	0-02	24"	92	75-0	710
6-25	538	128	410	1180	360	460	30-7	124	16-1	294	0-30	0-20	0-02	24"	92	75-0	650
6-40	540	129	411	1100	340	511	34-1	125	16-4	294	0-28	0-20	0-02	24"	94	75-0	640
6-55	540	128	412	1060	380	412	27-5	125	16-4	293	0-28	0-20	0-02	24"	92	75-0	640
7-10	540-5	128	412-5	1060	360	432-5	28-9	123	16-0	292	0-28	0-20	0-02	24"	90	75-0	610
7-25	541	130	411	1030	420	381	25-4	120	15-6	290	0-28	0-20	0-02	24"	90	75-0	580
7-40	540	129	411	1210	320	331	22-1	95	11-0	286	0-28	0-20	0-02	24"	98	75-0	540
7-55	537	127-5	409-5	1210	380	349-5	23-3	100	12-3	281	0-26	0-18	0-02	18" à 5-55	90	75-0	520
8-10	540	131	409	1340	380	279	18-6	119	15-4	290	0-26	0-18	0-02	18" à 5-55	89	75-0	530
8-25	541	133	408	1390	350	388	25-9	125	16-4	294	0-28	0-20	0-02	24" à 6-10	90	75-0	600
8-40	537	129	408	1390	330	428		125	16-4	294	0-30	0-20	0-02	24"	89	75-0	710
Total						17,691-5											
Mean								120-4	15-6	292-3	-0-28	-0-18	-0-02		91-5	74-0	616
Corr.								118-4	15-6	292-3					90-5	73-5	616

TABLEAU
ESSAIS AU GÉNÉRATEUR BARCOCK ET WILCOX

21 Janvier 1908

OBSERVATIONS DES PRESSIONS DE L'EAU D'ALIMENTATION

L'essai du générateur commencé à 10 heures 25 minutes de la journée
L'essai du calorimètre commencé à 10 heures 45 minutes de la journée
Calculatrice employée : modèle N° 22, 100/0-1000 F.
L'abaquage au début 110-01, 2 à la page 19-24

Pression du géné- rateur en par cent	Pression de l'eau d'alimentation en par cent	L'essai à l'heure		L'essai à l'heure	L'essai à l'heure	L'essai à l'heure	L'essai à l'heure	L'essai à l'heure	L'essai à l'heure
		Pression à l'heure	Pression à l'heure						
110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
111	111	111	111	111	111	111	111	111	111
112	112	112	112	112	112	112	112	112	112
113	113	113	113	113	113	113	113	113	113
114	114	114	114	114	114	114	114	114	114
115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
116	116	116	116	116	116	116	116	116	116
117	117	117	117	117	117	117	117	117	117
118	118	118	118	118	118	118	118	118	118
119	119	119	119	119	119	119	119	119	119
120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
121	121	121	121	121	121	121	121	121	121
122	122	122	122	122	122	122	122	122	122
123	123	123	123	123	123	123	123	123	123
124	124	124	124	124	124	124	124	124	124
125	125	125	125	125	125	125	125	125	125
126	126	126	126	126	126	126	126	126	126
127	127	127	127	127	127	127	127	127	127
128	128	128	128	128	128	128	128	128	128
129	129	129	129	129	129	129	129	129	129
130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
131	131	131	131	131	131	131	131	131	131
132	132	132	132	132	132	132	132	132	132
133	133	133	133	133	133	133	133	133	133
134	134	134	134	134	134	134	134	134	134
135	135	135	135	135	135	135	135	135	135
136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
137	137	137	137	137	137	137	137	137	137
138	138	138	138	138	138	138	138	138	138
139	139	139	139	139	139	139	139	139	139
140	140	140	140	140	140	140	140	140	140
141	141	141	141	141	141	141	141	141	141
142	142	142	142	142	142	142	142	142	142
143	143	143	143	143	143	143	143	143	143
144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
145	145	145	145	145	145	145	145	145	145
146	146	146	146	146	146	146	146	146	146
147	147	147	147	147	147	147	147	147	147
148	148	148	148	148	148	148	148	148	148
149	149	149	149	149	149	149	149	149	149
150	150	150	150	150	150	150	150	150	150

6.40 Fin de l'essai. Feu comme au commencement. 52 livres de cendres enlevées du trou à cendres. Les tuyaux examinés et trouvés étanches.

Cendres et Mâchefer

	Tare	Grosse	Net	
3.27 p.m.	$\frac{3}{4}$	—	40	Feu partagé
5.30 p.m.	75	145	70	Feu nettoyé
				110 livres de mâchefer
6.00 p.m.	75	127	52	livres de cendres ratissées de dessous les — les barreaux
				162 livres de cendres et de mâchefer.

Houille Mise au Feu

Essai au générateur No. 2 Babcock et Wilcox avec de la houille No, 36.
Date, 31 Juillet 1908. Numéro de l'essai G. C. T. 58.

Observations sur les houilles.

Observateur J. Blizard.

Notes.—Houille mise au feu avant le commencement de l'essai 7.32 à 8.40 = 246 livres.

TABLEAU I.

Rapport détaillé de la Houille mise au feu

Temps	Nos des Sacs	Soute à Houille			Houille mise au feu à intervalles	Total de la houille mise au feu
		Tare	Grosse	Net		
a.m.						
8.40	2 (cont'd)	132	182	50	—	—
8.45	3, 4, 5	132	549	417	50	50
9.15	.....	.....	328	.....	221	271
9.45	.....	.....	195	.....	133	404
9.55	.....	132	552	420	63	467
10.25	.....	.....	406	.....	146	613
10.55	.....	132	254	.....	152	765
11.15	6, 7	.....	451	319	122	887
11.45	.....	.....	329	.....	122	1009
p.m.						
12.15	.....	.....	174	.....	155	1,164
12.17	8, 9, 10	132	532	400	42	1,206
12.45	.....	.....	369	.....	163	1,369
1.15	.....	.....	196	.....	173	1,542
1.30	11, 12, 13,	132	541	409	64	1,606
2.0	.....	.....	436	.....	105	1,711
2.30	.....	.....	286	.....	150	1,861
3.0	.....	.....	185	.....	101	1,962
3.10	14, 15	133	462	329	53	2,015
3.40	.....	.....	328	.....	134	2,149
4.15	16, 17	132	566	434	195	2,344
4.45	.....	.....	416	.....	150	2,494
5.15	.....	.....	312	.....	104	2,598
5.30	(Before cleaning)	.....	290	.....	22	2,620
5.45	18	132	408	276	158	2,778
6.15	.....	.....	265	.....	143	2,291
6.40	.....	.....	232	.....	33	2,954

Analyses de Gaz.

Essai au générateur Babcock et Wilcox avec de la houille No. 36.

Date, 31 Juillet 1908. Numéro de l'essai G. C. T. 58.

Observations des analyses des gaz des tuyaux.

Observateur, E. J. Conway.

TABLEAU III.

Rapport détaillé des analyses de gaz

Temps	CO ₂	CO ₂ +O ₂	O ₂	CO ₂ +O ₂ +CO	CO	N	Remarques
8.40	10.8	16.6	5.8	18.4	1.8	81.6	
9.10	10.1	17.3	7.2	19.0	1.8	81.0	
9.40	10.2	19.0	8.8	19.4	0.4	80.6	
10.10	12.0	18.5	6.5	18.7	0.2	81.3	
10.40	9.2	19.5	10.3	19.7	0.2	80.3	
11.10	9.5	18.3	8.8	19.4	1.1	80.6	
11.40	8.9	19.0	10.1	19.9	0.9	80.1	
12.10	11.2	16.6	5.4	19.3	2.7	80.7	
12.40	10.9	16.3	5.4	19.2	2.9	80.8	
1.10	11.6	17.1	5.5	18.6	1.5	81.4	
1.40	9.2	18.1	8.9	19.7	1.6	80.3	
2.10	9.0	15.0	6.0	19.5	4.5	80.5	
2.40	9.0	19.0	10.0	19.2	0.2	80.8	
3.10	7.8	19.9	12.1	19.9	0.0	80.1	
3.40	12.5	17.8	5.3	19.2	1.4	80.8	
4.10	8.6	18.7	10.1	19.3	0.6	80.7	
4.40	10.5	18.5	8.0	19.0	0.5	81.0	
5.10	8.1	19.5	11.4	19.7	0.2	80.3	
5.45	8.4	17.9	9.5	18.8	0.9	81.2	
6.10	9.0	17.8	8.8	19.0	1.2	81.0	Après nettoyage du feu
Valeur Moyenne	9.8	.....	8.2	.....	1.2	80.8	

ESSAI AU GÉNÉRATEUR NO. G. C. T. 58—TABLEAU A

Résumé des Observations

Date, 31 Juillet 1908. Générateur B. & W. No. 2 à l'Université McGill.

Commencé à 8.40 a.m. Fini à 6.40 p.m. Durée 600 minutes.

Général—

1. Méthode de chauffage, à la main, en le répandant sur les côtés opposés.
2. Sorte de tirage naturel.
3. Condition du générateur et date du nettoyage-entièrement nettoyé en Mai 1908.
4. Tubes nettoyés, 7.50 a.m.
5. Feu nettoyé, 7.30 a.m., 5.30 p.m.

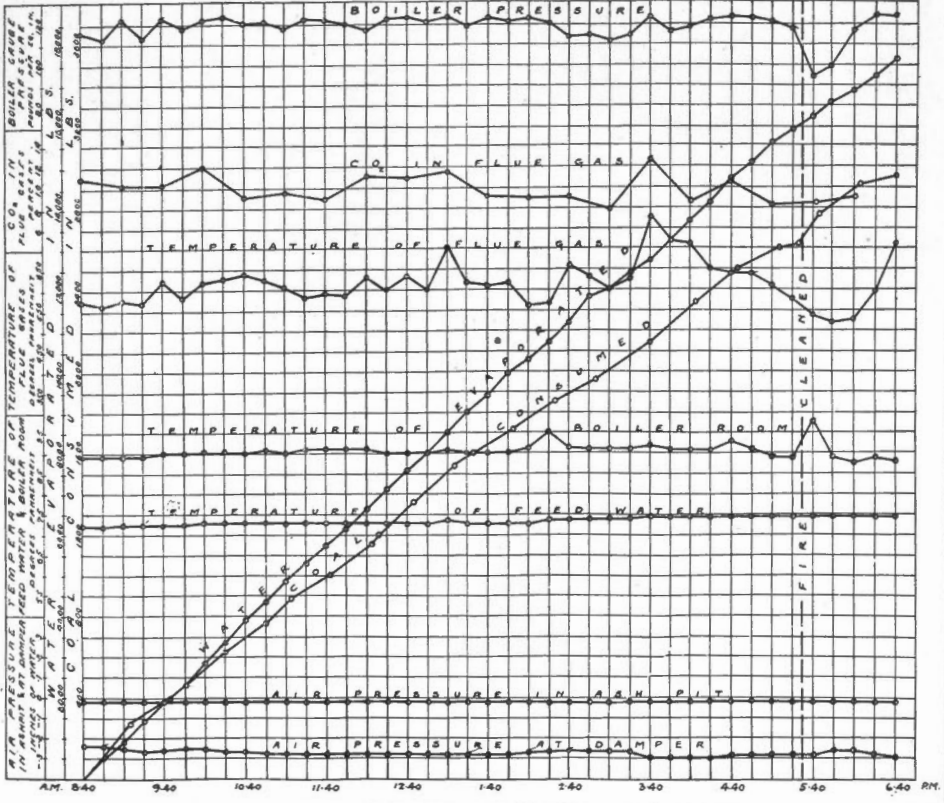


Diagramme type des feuilles de courbe de l'essai au générateur No. 72, dans l'Appendice II, Volume IV.

Combustible—

6. Nature de la Houille—No. 36, Dominion Coal Co., Sydney, Mine No. 7	
7. Analyse de houille sèche au poids (%), C = 76.7, H = 5, S = 2.4, N = 1.6, O ₂ = 8.4, cendre = 5.9.	
8. Valeur calorifique de B.T.U. de houille sèche par livre	13,860
9. Humidité dans la houille mise au feu.%	2.7
10. Poids de la houille mise au feu (livres).	2,954
11. Matière combustible dans la cendre et le mâchefer. . %	14.9
12. Poids du mâchefer (livres).	110
13. Poids des cendres (livres).	52

Air et gaz des tuyaux—

14. Pression d'air sous le feu (pouces d'eau).	- 0.02
15. " " au dessus du feu (pouces d'eau).	- 0.18
16. " " au registre (pouces d'eau).	- 0.28
17. Ouverture du registre, entière, $\frac{3}{4}$ ouverte de 5.55 p.m. à 6.10 p.m.	
18. Température de l'air dans la chambre du générateur (°F.)	90.5
19. Température des tuyaux (°F.).	616
20. Analyse de gaz secs de tuyaux par volume %, CO = 9.8, O = 8.2, CO ₂ = 1.2, N = 80.8.	

Eau et vapeur—

21. Température de l'eau d'alimentation.	73.5
22. Poids total de l'eau d'alimentation (livres) corrigé d'après la différence de niveau.	17,691.5
23. Niveau d'eau dans la jauge au début (pouces).	3 $\frac{3}{4}$ "
24. Niveau d'eau dans la jauge à la fin (pouces).	3 $\frac{1}{2}$ "
25. Corrections pour la différence de niveau (livres) comprises ci-dessus.	-20
26. Pression d'eau par la jauge (livres par pouce carré).	118.4
27. Variations du baromètre (pouces).	29.59
28. Pressions dans le calorimètre par la jauge (livres par p.c.)	15.6
29. Température dans le calorimètre (°F.).	292.3

Notes—

La houille brûle avec une grande quantité de flammes et de fumée. Pas de carbonisation du tout. Mâchefer bleu, mou quand il est chaud; facile à enlever, mais la houille ne pouvant être employée sur une grille à secousses. Feu entièrement nettoyé une fois, partagé trois fois.

Temps lourd et chaud.	%
Analyse approximative	
Carbone fixe.	57.6
Matière volatile.	36.5
Cendres.	5.9

Signé: JOHN BLIZARD.

Résumé des Résultats

Essai au générateur Babcock et Wilcox No. 2, à l'Université McGill.
 Pour déterminer la qualité de la houille.
 Nature du combustible, houille No. 36. Nature de la fournaise, barres fixes, 30 pour cent d'espace d'air.
 Méthode de commencement et d'arrêt des essais, alternatifs (A.S.M.E.).
 Surface de grille (pieds carrés) 16·79. Surface de chauffage d'eau (pieds carrés) 639.
 Surface de surchauffage (pieds carrés) aucune.
 Baromètre au début, 29·64, à la fin 29·54, milieu, 29·59.

Quantités totales—

1. Date de l'essai.....	31/7/8
2. Durée de l'essai (heures).....	10·0
3. Poids de la houille mise au feu (livres).....	2,954
4. Pourcentage de la houille mise au feu.....	2·7
5. Poids total de la houille sèche mise au feu (livres).....	2,874
6. Total de la cendre et du rebut (livres).....	162
7. Pourcentage de la cendre et du rebut dans la houille sèche (a) provenant des analyses 6·9, (b) pesé.....	5·64
8. Poids total du combustible consommé (livres) d'après les analyses.....	2,676
9. Poids total de l'eau alimentée dans le générateur, corrigé pour la différence de niveau (livres).....	17,691·5
10. Equivalence de l'eau évaporée en vapeur sèche d'après la température de l'eau d'alimentation et la pression du générateur (livres).....	17,620
11. Equivalence de l'eau évaporée en vapeur sèche à partir de et à 212° F.....	20·920

Quantités par heure—

12. Houille sèche mise au feu par heure (livres).....	287·4
13. Houille sèche par pieds carrés de surface de grille par heure (livres).....	17·1
14. Eau évaporée par heure corrigée pour la qualité de vapeur (livres).....	1,762
15. Evaporation équivalente par heure de et à 212° F. (livres).....	2,092
16. Evaporation équivalente par heure de et à 212° F. par pieds carrés de surface d'eau de chauffage (livres) ..	3·27

Moyenne de pressions, températures, etc.—

17. Jauge à pression d'eau (livres par pouce carré).....	118·4
18. Température de l'eau d'alimentation entrant dans le générateur (deg. F.).....	73·5

19.	Température des gaz s'échappant du générateur (deg. F.)	616
20.	Pression du tirage entre le registre et le trou aux cendres (pouces d'eau).....	0·26
21.	Pourcentage d'humidité dans la vapeur.....	0·6
<i>Chevaux vapeur—</i>		
22.	Chevaux vapeur développés (Item 15 ÷ 34½).....	60·5
23.	Chevaux vapeur estimés au point de vue des constructeurs.....	60
24.	Pourcentage des chevaux vapeur développés au point de vue des constructeurs.....	101
<i>Résultats industriels—</i>		
25.	Eau apparemment évaporée dans les conditions actuelles par livre de houille mise au feu (Item 9 ÷ Item 3).....	5·99
26.	Evaporation équivalente de et à 212° F. par livre de houille telle que mise au feu (Item 11 ÷ Item 3).....	7·08
27.	Evaporation équivalente de et à 212° F. par livre de houille sèche (Item 11 ÷ 5).....	7·27
28.	Evaporation équivalente de et à 212° F. par livre de combustible consommé (Item 11 ÷ 8).....	7·83
<i>Rendement—</i>		
29.	Valeur calorifique de houille sèche par livre (B.T.U.)....	13,860
30.	“ “ de combustible par livre (B.T.U.)....	14,740
31.	Rendement du générateur (basé sur le combustible consommé) (%).....	51·4
32.	Rendement du générateur y compris la grille (basé sur la houille sèche) (%).....	50·6
<i>Gaz des tuyaux—</i>		
33.	Gaz secs de tuyaux par livre de carbone (des analyses de gaz) (livres).....	22·6
34.	Gaz secs de tuyaux par livre de combustible consommé (d'après les analyses de gaz) (livres).....	18·6
35.	Gaz secs de tuyaux, par livre de houille sèche (d'après les analyses de gaz) (livres).....	17·3
36.	Proportion de la chaleur du combustible dans les gaz secs des tuyaux qui s'échappent (%).....	15·7

Signé: JOHN BLIZARD.

CALCULS

Calculs pour l'essai No. 58, conduisant aux chiffres donnés dans le résumé des résultats—Forme B

Les items Nos. 1 à 4B¹ ne requièrent aucune explication.

Item 5B.—Poids total de la houille mise au feu. On trouve ce total d'après le poids total de la houille mise au feu, moins le poids de l'humidité et est égal à:—

Total de la houille mise au feu (item 3B) \times (1—humidité par livre de houille, de l'item 4B) = 2,954 \times (1—0.027) = 2,874 livres.

Item 7B.—Pourcentage de la houille sèche non consommée.

Le rebut que l'on retire du trou à cendres contient une proportion de matières combustibles en plus de la cendre ou une partie réellement non combustible de la houille. Une certaine quantité de cendres dans la houille brûlée est toujours perdue en étant emportée sous la forme de poussière dans les tuyaux à gaz ou autrement. Le poids actuel du rebut enlevé du trou à cendres est par conséquent moindre que le poids de cette partie du combustible qui n'est pas consommée. L'item 7A donne la proportion de la houille sèche qui n'est pas consommée, estimée d'après l'analyse du rebut enlevé; l'item 7B donne la proportion telle qu'actuellement pesée qui est naturellement moindre que 7A. Dans les calculs basés sur le combustible consommé, on s'est servi entièrement de 7A.

Item 7A.—La matière enlevée du trou à cendres pendant l'essai contenait 14.9 pour cent (Item 11A) de matière combustible et 100—14.9 ou 85.1 pour cent de cendres réelles. Mais la houille sèche telle qu'analysée contenait 5.9 pour cent de cendres réelles et par conséquent devait avoir contenu $5.9 \times \frac{100}{85.1}$ ou 6.9 pour cent de rebut consistant de 14.9 pour cent de matière combustible et 85.1 pour cent de cendres, de même 100—6.9 ou 93.1 pour cent de la houille sèche mise au feu fut actuellement consommée comme combustible.

Item 7B.—Le pourcentage tel que déterminé par le poids du rebut actuellement traité du trou aux cendres est:

$$\frac{\text{poids du mâchefer (item 12A) + poids des cendres (item 13A)}}{\text{poids total de la houille sèche (item 5B)}} \times 100$$

$$= \frac{100 + 52}{2874} \times 100 = 5.6$$

Ainsi qu'on l'a juste expliqué, cela est moins que l'item 7A par suite de la perte de cendres.

Item 8B.—Poids total du combustible consommé.

C'est évidemment:—

Poids total de la houille sèche

$$(\text{Item 5 B}) \times \frac{(100 - \text{Item 7A})}{100} = 2874 \times \frac{93.1}{100} = 2676 \text{ livres}$$

¹ Les items pris dans le Résumé des Observations sont marqués A (Item 12A, etc.), ceux provenant du Sommaire des Résultats sont marqués B.

Item 10B.—Equivalence d'eau évaporée en vapeur sèche, d'après la température actuelle de l'eau d'alimentation et à la pression du générateur (livres)

L'eau d'alimentation pompée dans le générateur ne fut pas du tout actuellement évaporée, la vapeur retirée du caisson du générateur contenant de l'humidité non évaporée. On doit par conséquent procéder à une correction.

Nous avons, comme données:—

Item 26A—Pression de la vapeur dans le générateur, par la jauge, livres par pouce carré.....	118.4
Item 27A—Pression barométrique par pouce carré.....	14.5
<hr/>	
Pression absolue de la vapeur, livres par pouce carré....	132.9
Chaleur latente de la vapeur à cette pression (d'après les tables de vapeur) U.T.B.....	867.5
Chaleur du liquide à partir de 32° (d'après les tables).....	320.8
<hr/>	
Total de la chaleur de la vapeur à 132.9.....	1188.3
Item 28A—Pression de la vapeur dans le calorimètre par la jauge, livres par pouce carré.....	15.6
Pression barométrique, livres par pouce carré.....	14.5
<hr/>	
Pression absolue de la vapeur, livres par pouce carré.....	30.1
Chaleur totale de la vapeur à cette pression (d'après les tables de vapeur) U.T.B.....	1158.3
Température de la vapeur saturée à 30 livres par pouce carré (d'après les tables) deg. F.....	250.4
Item 29A—Température actuelle dans le calorimètre, deg. F..	292.3
<hr/>	
Surchauffage dans le calorimètre, deg. F.....	41.9

Maintenant, en prenant 0.6 comme la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée, nous avons: chaleur totale d'une livre de vapeur à 30.1 livres par pouce carré surchauffé 41.9°F = 1158.3 + (0.6 × 41.9) = 1158.3 + 25.1 = 1183.4 U.T.B. C'est la même chose que la chaleur totale d'une livre de vapeur humide avant son entrée dans le calorimètre, puisqu'aucune chaleur n'a été ni gagnée ni perdue. De là, si la vapeur a passé dans le calorimètre sans perte ou gain de chaleur et contenait à l'origine x pour cent d'humidité, nous avons

$$320.8 + \frac{100 - x}{100} \times 867.5 = 1183.4$$

duquel $x = 0.6$ pour cent (IVème Tableau, 27ème Colonne)

Item 21A.—De nouveau, la température de l'eau d'alimentation était 73.5°F et d'après les tables de vapeur, une livre d'eau requiert 41.5 U.T.B. pour la chauffer de 32° à 73.50; de là,

Chaleur donnée à chaque livre d'eau d'alimentation à 73.5° pour former une livre de vapeur humide d'une chaleur totale 1183.4-41.5 = 1141.9 U.T.B.

Mais, si la vapeur du générateur eut été sèche et saturée à une pression de 132.9 livres par pouce carré absolue, sa chaleur totale par livre aurait été 1188.3 U.T.B. et la chaleur donnée à chaque livre d'eau d'alimentation aurait été 1188.3-41.5 = 1146.8 U.T.B. De là, la chaleur actuelle donnée à 17.691 livres d'eau d'alimentation, les convertissant en vapeur contenant 0.6 pour cent d'humidité se serait complètement évaporée ou transformée en vapeur sèche

$$17691 \times \frac{1141.9}{1146.8} = 17,620 \text{ livres d'eau d'alimentation}$$

Ce chiffre est par conséquent considéré comme l'eau actuellement évaporée corrigée pour l'humidité dans la vapeur.

Item 11B.—Equivalent d'eau évaporée en vapeur sèche de et à 212°. Des calculs précédents la chaleur donnée à une livre d'eau d'alimentation et formant une livre de vapeur de la qualité actuellement délivrée par le générateur fut trouvée comme étant 1141.9 U.T.B. Mais si la vapeur avait été formée par de l'eau à 212° et à une pression atmosphérique, la chaleur requise par livre eut été de 966 U.T.B.

Le poids de la vapeur sèche évaporée de et à 212°, qui requerrait la même dépense de chaleur que les 17691 livres d'eau d'alimentation actuellement déversées dans le générateur et converties en vapeur humide est par conséquent.

$$17691 \times \frac{1141.9}{966} = 20920 \text{ livres.}$$

Item 12B.—Houille sèche mise au feu par heure.

$$\text{Item 5 B} \div \text{Item 2 B} = 2874 \div 287.4 \text{ livres.}$$

Item 13 B.—Houille sèche par pied carré de surface de grille par heure.

$$\text{Item 12 B} \div 16.79 = 287.4 \div 16.79 = 17.1 \text{ livres.}$$

Item 14 B.—Eau évaporée par heure, corrigée d'après la qualité de la vapeur.

$$\text{Item 10 B} \div \text{Item 2 B} = 287.4 \div 16.79 = 17.1 \text{ livres.}$$

Item 15 B.—Evaporation équivalente par heure de et à 212°.

$$\text{Item 11 B} \div \text{Item 2 B} = 20920 \div 10 = 2092 \text{ livres.}$$

Item 16 B.—Equivalent d'évaporation par heure de et à 212° par pied carré de surface de chauffage d'eau.

$$\text{Item 15 B} \div 639 = 2092 \div 639 = 3.27 \text{ livres.}$$

Les items 17 à 20B ne requièrent aucune explication. La méthode pour obtenir l'item 21B (humidité dans la vapeur) a déjà été donnée (voir sous l'item 10) Les calculs simples pour les items 25 à 28B sont donnés sur la feuille.

Item 29B.—Valeur calorifique de la houille sèche par livre. Cette quantité fut déterminée dans chaque cas dans un calorimètre à bombe et on trouvera les détails complets des essais calorimétriques dans la IXème partie de ce volume.

Item 30B.—Valeur calorifique du combustible par livre.

L'item 7A montre que 94.1 pour cent de la houille sèche mise au feu était combustible; de là la valeur calorifique d'une livre de combustible $100 \times$ valeur calorifique d'une livre de

$$\frac{\text{houille sèche}}{94.1} = \frac{100 \times 13860}{94.1} = 14740 \text{ U.T.B.}$$

Item 31B.—Rendement du générateur (basé sur le combustible consommé).

Ce rendement est la proportion de la chaleur actuellement consommée dans le chauffage et dans l'évaporation de l'eau jusqu'à la chaleur obtenue et rendue disponible par la fournaise.

D'après l'item 28 B pour chaque livre de combustible consommé on donna à l'eau dans le générateur une quantité de chaleur équivalente à l'évaporation de 7.83 livres d'eau de et à 212° d'où

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Item 28B} \times 966}{\text{Item 30B}} = \frac{7.83 \times 966}{14740} = 51.4 \text{ pour cent}$$

Item 32B.—Rendement du générateur y compris la grille (basé sur la houille sèche).

Ce rendement est la proportion de la chaleur actuellement employée en chauffant et en évaporant l'eau à la chaleur qui serait obtenue par la combustion parfaite de la houille mise au feu, prenant en considération l'humidité présente dans la houille.

D'après l'item 27 B une quantité de chaleur équivalente à l'évaporation de 7.27 livres d'eau de et a 212° a été obtenue par la combustion de chaque livre de houille sèche et utilisée, de là

$$\text{Rendement} = \frac{\text{Item 27B} \times 966}{\text{Item 29B}} = \frac{7.27 \times 966}{13860} = 50.6 \text{ pour cent}$$

Item 33B.—Gaz secs de tuyaux par livre de carbone (d'après les analyses de gaz.

L'item 20 A donne les analyses de gaz par volume. Les poids relatifs des gaz constituent référés à l'hydrogène comme unité sont considérés comme:

Dioxyde de carbone.....	22
Oxygène.....	16
Monoxyde de carbone.....	14
Nitrogène, etc.....	14

Ainsi, le poids de 100 volumes de gaz de tuyaux, contenant n_1 volumes de dioxyde de carbone, n_2 volumes d'oxygène, n_3 de monoxyde de carbone et n_4 de nitrogène et autres gaz résidus, serait rendu par l'expression

$$\frac{22n_1 + 16n_2 + 14(n_3 + n_4)}{100}$$

si on la réfère au poids de 100 volumes d'hydrogène.

Maintenant, le bioxide de carbone contient $\frac{12}{44}$ de son poids de houille et le monoxide de carbone contient $\frac{12}{28}$ de son poids de carbone, ce qui fait que le poids de carbone dans 100 volumes de gaz de tuyaux sera

$$\frac{22n_1 \times \frac{12}{44} + 14n_3 + \frac{12}{28}}{100} = \frac{6(n_1 + n_3)}{100}$$

fois le poids de 100 volumes d'hydrogène. De là, le poids de gaz de tuyaux contenant une livre de carbone sera

$$\frac{\text{poids de 100 vol. de gaz de tuyaux}}{\text{poids du carbone en 100 vol. de gaz de tuyaux}} = \frac{22n_1 + 16n_2 + 14(n_3 + n_4)}{6(n_1 + n_3)}$$

$$= \frac{11n_1 + 8n_2 + 7(n_3 + n_4)}{3(n_1 + n_3)} \text{ livres}$$

Ici, $n_1 = 9.8$; $n_2 = 8.2$; $n_3 = 1.2$; $n_4 = 80.8$ and

$$\text{Item 33B} = \frac{(11 \times 9.8 + 8 \times 8.2) + 7(1.2 + 80.8)}{3(1.2 + 9.8)} = \frac{747.4}{33} = 22.6 \text{ livres}$$

Item 34B.—Gaz secs des tuyaux par livre de combustible consommé.

Cela est donné par Item 33B \times $\frac{\text{Total de la houille sèche employée}}{\text{Total du combustible consommé}}$

$$= \text{Item 35} \times \frac{\text{Item 5B}}{\text{Item 8B}} = 17.3 \times \frac{2874}{2676}$$

$$= 18.6 \text{ livres}$$

Item 35B.—Gaz secs des tuyaux par livre de houille sèche.

Cela est donné par Item 33B \times carbone par livre de houille sèche

$$= \text{Item 33} \times \frac{\text{Item 7A}}{100}$$

$$= 22.6 \times 0.767 = 17.3 \text{ livres}$$

Item 36B.—Proportion de la chaleur de combustible dans l'échappement des gaz secs des tuyaux.

C'est la proportion de la chaleur emportée par les gaz des tuyaux avec la chaleur qui serait développée par la combustion complète de la quantité de houille sèche mise au feu.

L'air qui entre dans la fournaise et qui se combine avec le combustible quitte le générateur à la température donnée par l'item 19A, la température d'entrée étant donnée par l'item 18A. En négligeant la différence entre le poids de l'air qui entre et le poids des gaz de tuyaux qui quittent le générateur, et prenant 0.24 comme la moyenne de la chaleur spécifique des gaz, chaque livre de gaz de tuyaux emporte

$$0.24 (\text{Item 19A} - \text{Item 18A}) \text{ U.T.B.}$$

Par conséquent, pour chaque livre de houille sèche, la chaleur emmenée est

$$\text{Item 35B} \times 0.24 \times (\text{Item 19A} - \text{Item 18A})$$

$$= 17.3 \times 0.24 (616 - 90.5) = 2180 \text{ U.T.B.}$$

Exprimé comme la proportion de la valeur de chaleur d'une livre de houille sèche (Item 29B ou 8A) cela devient $\frac{2180 \times 100}{13860} = 15.7$ pour cent.

REMARQUES SUR LES ESSAIS AU GÉNÉRATEUR ET LEURS RÉSULTATS

VALEUR DE LA HOUILLE

La valeur actuelle d'un certain combustible pour la production de la vapeur, tel qu'on l'a démontré dépend d'abord de la quantité de chaleur qui peut être utilisée dans le générateur comme résultat d'une dépense donnée de combustible et ensuite du travail du maintien et du coût résultant de l'emploi de ce combustible. En faisant l'essai d'une série de houilles, il est ainsi impossible de définir d'une façon absolue leur valeur actuelle ou même relative pour la production de la vapeur, à moins que l'on obtienne des informations complètes sur le coût du combustible et de la main-d'œuvre, et dans le cas présent, tout ce que l'on peut faire, c'est de discuter les caractères principaux des houilles essayées, sans s'occuper du coût, prenant en considération le pouvoir d'évaporation et les conditions de manipulation avec lesquelles on a eu à faire face dans l'essai de chaque houille.

Les chiffres sur lesquels sont basées les notes suivantes se trouvent dans le IV^{ème} Tableau (Rapport Sommaire des Essais au Générateur) et on devra considérer que les houilles sont arrangées dans l'ordre géographique. Les houilles de Sydney sont les premières données, suivies par les houilles des comtés d'Inverness et de Pictou, Nouvelle Ecosse, des terrains houillers de Springhill et Joggins en Nouvelle Ecosse et des terrains houillers de Grand Lake dans le Nouveau Brunswick. Le groupe suivant vient de l'ouest et comprend les houilles bitumineuses, les lignites et les houilles lignitiques de Saskatchewan et de l'Alberta, les houilles de Crowsnest en Colombie Anglaise suivent et viennent ensuite dans l'ordre les houilles du terrain houiller de Cascade, Alberta; la série se termine par les houilles qui restent en Colombie Anglaise, y compris celles de l'Ile de Vancouver. Des échantillons du Yukon ne purent être compris dans la série des essais au générateur, car on n'avait pas en main une suffisante quantité de houille.

COMPOSITION DES HOUILLES

Dans les échantillons avec lesquels furent effectués les essais la proportion de cendres varia de 2.7 pour cent dans une houille lavée de Cap Breton à 19.8 pour cent dans les houilles d'Alberta. La matière volatile varia de 12.5 dans une houille lavée du terrain houiller de Cascade à 49 pour cent l'une des lignites de la Saskatchewan. La proportion de carbone fixe fut de 42.9 pour cent dans la houille justement mentionnée à 78.6 dans une houille lavée du terrain houiller de Cascade. Le contenu d'humidité était naturellement moindre (0.6 pour cent) dans l'une des houilles anthracites et plus grand (29.7 pour cent) dans l'une des lignites. Il est probable que les lignites fraîchement minées contenaient même plus d'humidité qu'il n'est montré dans le IV^{ème} Tableau, une certaine quantité ayant été inévitablement perdue dans la manipulation et le transport.

NOTA—Le chiffre 200 ajouté au numéro d'une houille indique une houille lavée. Le suffixe " M " veut dire une houille mélangée.

TABLEAU IV—Suite

RAPPORT SOMMAIRE DES ESSAIS AU GÉNÉRATEUR.

1	2	3	4	5	6	7	8			11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42																												
							Analyse rationnelle																						Humidité dans la houille au feu	Poids de la houille au feu	Poids de la houille sèche												Poids du machéfer	Poids des cendres	Cendres et machéfer dans la houille sèche	Poids de l'eau d'alimentation	Houille sèche		Houille telle que mise au feu par p.c. de grille par heure	Vapeur par heure corrigée pour l'humidité	Evap. équiv. par heure par p.c. de grille et à 212° F.	Evap. par heure par p.c. de S.	Evap. par heure par p.c. de S.	Jauge pour la pression de la vapeur	Baromètre	Temp. de l'eau d'alimentation	Pression du tirage entre le trou à cendres et le registre	Humidité dans la vapeur	Chevaux vapeur du générateur	Par liv. de houille au feu		Par liv. de houille	Par liv. de	Val. Cal. de la houille au feu par liv.	Val. Cal. de la houille sèche par liv.	Rendement du générateur basé sur		Gaz secs de tuyaux par liv. Houille sèche	Chaleur du comb dans les tuyaux à gaz secs	Temp. des gaz s'échappant des tuyaux au registre
							Carbone fixe	Matière volatile	Cendres																																						Par heure	Par heure par p.c. de grille												Lvs.	Lvs.					Lvs.	Lvs.			
38	40	63	Western Dominion Collieries Limited, Taylorton, Sas.	Houille grossière.	12-8-08	8-70	42-9	49-0	8-1	29-7	4,580	3,219	152	113	3-2	15,164	370-0	22-1	31-5	1,736	2,061	3-23	117-1	29-70	73-0	0-90	0-6	59-7	3-31	3-91	5-57	6-33	7,520	10,690	52-5	50-3	12-2	18-5	578	Le feu parût plus intense à l'extrémité de la grille.	Difficultés pour faire passer l'air à travers la couche de feu; machéfer dur, mais facile à enlever; pas de fumée.	38																												
39	42	65	Parkdale Coal Co., Ltd., Edmonton, Alta.	Sur grille à barreaux, ouvertures de 1 1/2".	10-9-08	10-00	51-3	37-8	10-9	19-7	4,154	3,336	115	265	11-4	17,431	335-0	19-9	24-9	1,735	2,069	3-39	113-4	29-88	68-1	0-26	0-6	60-0	4-20	4-98	6-18	7-73	8,760	10,910	60-8	54-7	14-7	14-4	532	Grille au dessus du feu un peu ouverte, feu 4 fois partagé.	Machéfer difficile à enlever jusqu'à ce que l'on emploie la vapeur; les grilles à secousses purent être employées avec la vapeur.	39																												
40	43	64	Canada West Coal Co., Ltd., Taber, Alta.	53 sacs de gros morceaux et 22 sacs de gallettes; représentant de la houille criblée sur un crible à secousses de 1/2".	8-9-08	10-00	49-9	36-0	14-1	11-3	4,403	3,905	556	119	17-3	18,200	390-5	23-3	26-3	1,812	2,163	3-38	113-6	30-03	66-5	0-33	0-6	62-7	4-15	4-91	5-54	7-97	9,790	11,040	59-9	48-4	14-2	17-0	627	Air au-dessus du feu, vapeur sous les barreaux.	Machéfer visqueux; améliorations avec la vapeur; on put employer la grille à secousses avec la vapeur.	40																												
41	44	66	Houillère Galt; Alberta Ry. and Irrigation Co., Ltd., Lethbridge, Alta.	Sur un crible de 2" et courroie de triage.	11-9-08	6-50	51-5	37-5	11-0	8-3	2,442	2,240	187	46	10-4	12,170	345-0	20-5	22-4	1,863	2,220	3-50	117-0	29-83	68-3	0-26	0-6	64-4	4-98	5-92	6-45	7-58	10,740	11,710	55-7	53-0	13-6	13-5	571	Vapeur sous les barreaux.	Machéfer visqueux au début, amélioré avec la vapeur.	41																												
42	48	67	Veine Seven Foot; (Byron No. 1) Houillère Leitch, Leitch Collieries Ltd., Passburg, Alta.	Houille brute.	14-9-08	10-25	55-1	27-0	17-9	0-9	3,004	2,977	412	95	17-0	16,783	290-0	17-3	17-4	1,630	1,936	3-03	116-2	30-01	67-3	0-55	0-6	56-1	5-59	6-61	6-67	8-48	12,130	12,240	55-0	52-6	20-9	17-0	495	Barreaux employés n'ayant que des espaces d'air à 1/2", épaisseur du feu, 4 1/2" à 6".	Aucune difficulté avec la machéfer; grille à secousses appropriée; la houille colle considérablement; fumée pas très dense.	42																												
43	32	50	Houillère Hillcrest, Hillcrest Coal and Coke Co., Hillcrest, Alta.	Houille brute.	13-7-08	10-02	55-4	29-3	15-3	0-8	2,665	2,644	282	128	15-5	17,171	264-0	15-7	15-8	1,705	2,029	3-18	115-7	29-59	71-7	0-26	0-5	58-8	6-43	7-63	7-69	9-36	12,360	12,460	61-4	59-6	18-0	16-6	552	Petits morceaux de machéfer durs; pas adhésifs; fumée plutôt dense; grille à secousses appropriée; la houille colle considérablement.	Machéfer dur, pas adhésif; approprié à la grille à secousses; colle moins que la No. 32.	43																												
44	232	51	Veine No. 1, Houillère Bellevue, West Canadian Collieries Ltd., Blairmore, Alta.	Houille brute.	15-7-08	10-00	60-4	29-8	9-8	3-8	2,722	2,618	156	97	9-6	17,860	262-0	15-6	16-2	1,778	2,114	3-31	118-7	29-60	71-1	0-29	0-6	61-3	6-56	7-77	8-06	9-18	12,900	13,410	59-6	58-0	19-3	17-1	578	Feu maintenu mince, par suite de la petite dimension de la houille.	Machéfer, principalement en cendres, approprié aux grilles à secousses; la houille colle fortement, fumée dense.	44																												
45	33	53	Veine No. 1, Houillère Bellevue, West Canadian Collieries Ltd., Blairmore, Alta.	Houille brute.	20-7-08	10-00	56-9	27-6	15-5	0-8	2,811	2,789	305	89	14-1	17,556	279-0	16-6	16-7	1,748	2,083	3-26	117-0	29-90	69-8	0-35	0-6	60-3	6-25	7-41	7-48	9-20	12,280	12,380	60-6	58-3	18-7	18-8	596	Machéfer, principalement en cendres, approprié aux grilles à secousses; la houille colle fortement, fumée dense.	Machéfer, principalement en cendres, approprié aux grilles à secousses; la houille colle fortement; fumée plutôt dense.	45																												
46	233	54	Veine No. 2, Houillère Denison, International Coal and Coke Co., Ltd., Coleman, Alta.	Houille brute.	22-7-08	10-03	58-9	28-4	12-7	3-6	2,837	2,734	199	87	10-5	17,730	273-0	16-2	16-8	1,761	2,093	3-27	113-4	29-81	70-7	0-47	0-5	60-6	6-25	7-40	7-66	8-96	12,510	12,980	58-2	56-9	18-2	17-6	609	Machéfer, principalement en cendres, approprié aux grilles à secousses; la houille colle fortement; fumée plutôt dense.	Machéfer, principalement en cendres, approprié aux grilles à secousses; la houille colle fortement; fumée plutôt dense.	46																												
47	34	55	Veine No. 2, Houillère Denison, International Coal and Coke Co., Ltd., Coleman, Alta.	Houille brute.	24-7-08	10-00	55-1	25-1	19-8	0-8	2,811	2,789	399	126	18-8	17,018	279-0	16-6	16-7	1,693	2,014	3-15	116-4	30-04	71-2	0-35	0-7	58-4	6-05	7-17	7-22	9-54	11,630	11,720	63-0	59-5	19-9	20-9	600	Brûlée dans un feu suffisamment épais, en se servant du tirage forcé.	Machéfer plus dur; la houille colle plus que le No. 34; approprié aux grilles à secousses; fumée assez dense.	47																												
48	234	56	Mine No. 3, Houillère Michel, Crownsnest Pass Coal Co., Michel, C. B.	Houille brute.	27-7-08	10-05	62-0	26-4	11-6	3-7	2,782	2,679	164	120	10-6	17,858	266-0	15-8	16-4	1,769	2,104	3-28	115-7	29-75	71-5	0-30	0-6	60-9	6-42	7-60	7-89	9-22	12,690	13,180	59-7	57-8	17-9	17-6	623	Jet de vapeur employé; partagé trois fois.	Machéfer dur, lourd et adhérent, jusqu'à ce que l'on se serve de la vapeur; on pourrait se servir de la grille à secousses avec la vapeur; la houille colle; légère fumée.	48																												
49	31	34	Mine No. 3, Houillère Michel, Crownsnest Pass Coal Co., Michel, C. B.	Houille passée au crible.	5-6-08	10-00	62-7	24-8	12-5	0-7	2,702	2,683	229	78	11-4	18,233	268-0	15-9	16-0	1,814	2,184	3-42	118-0	30-00	58-7	0-19	0-5	63-3	6-74	8-08	8-15	9-53	13,180	13,270	60-5	59-3	19-9	16-5	541	Machéfer dur, lourd et adhérent, jusqu'à ce que l'on se serve de la vapeur; on pourrait se servir de la grille à secousses avec la vapeur; la houille colle; légère fumée.	Machéfer dur, lourd et adhérent, jusqu'à ce que l'on se serve de la vapeur; on pourrait se servir de la grille à secousses avec la vapeur; la houille colle; légère fumée.	49																												
50	231	52	Mine No. 7, Houillère Michel, Crownsnest Pass Coal Co., Michel, C. B.	Houille passée au crible de 2" et sur courroie de triage de 35 pieds de long.	17-6-08	10-00	68-6	25-2	6-2	4-9	2,604	2,476	85	98	7-4	17,933	245-6	14-7	15-5	1,785	2,125	3-32	115-7	29-53	70-3	0-29	0-6	61-5	6-89	8-16	8-58	9-56	13,610	14,310	60-4	57-9	21-4	19-4	621	Machéfer en couches minces et dures; ne pourrait être employée avec une grille à secousses; la houille colle.	Machéfer en couches minces et dures; ne pourrait être employée avec une grille à secousses; la houille colle.	50																												
51	30	35	Mine No. 7, Houillère Michel, Crownsnest Pass Coal Co., Michel, C. B.	Houille brute.	10-6-08	10-00	65-5	22-6	11-9	1-0	2,653	2,627	229	104	12-7	18,000	263-0	15-7	15-9	1,793	2,151	3-36	114-5	29-44	61-7	0-19	0-5	62-3	6-79	8-11	8-19	9-65	13,230	13,360	61-5	59-2	21-0	17-1	538	Feu maintenu suffisamment épais.	Machéfer léger, friable et facile à enlever; la houille colle un peu; légère fumée.	51																												
52	29	36	Mine No. 8, Houillère Michel, Crownsnest Pass Coal Co., Michel, C. B.	Houille brute.	6-10-08	10-03	65-7	24-1	10-2	1-0	2,615	2,589	161	100	10-0	18,038	258-0	15-4	15-6	1,784	2,145	3-36	118-0	29-58	61-8	0-21	0-7	62-2	6-90	8-24	8-32	9-58	13,350	13,480	61-5	59-6	22-1	19-5	573	Feu maintenu suffisamment épais.	Machéfer léger, friable et facile à enlever; la houille colle un peu, légère fumée.	52																												
53	51	69	Veine sud No. 2, Hosmer Mines Ltd., Hosmer, C. B.	Schiste choisi à McGill.	4-9-09	10-03	63-4	21-3	15-3	1-1	2,593	2,564	319	74	15-3	17,133	256-0	15-2	15-4	1,698	2,027	3-18	114-2	29-72	65-0	0-35	0-7	58-8	6-60	7-84	7-94	9-54	12,570	12,710	61-4	60-3	23-9	15-1	412	D'abord, tirage naturel et feu mince; plus tard, tirage forcé et feu épais.	Machéfer mou et facile à enlever; approprié à une grille à secousses; colle un peu; quantité assez grande de flamme et de fumée; barres à feu ayant des espaces d'air de 1/2".	53																												
54	52	70	Veine sud No. 6, Hosmer Mines Ltd., Hosmer, C. B.	Schiste choisi à McGill.	24-9-09	10-00	62-0	25-6	12-4	1-5	2,771	2,730	248	85	16-2	17,674	273-0	16-3	16-5	1,756	2,096	3-28	114-6	29-81	65-8	0-21	0-6	60-8	6-38	7-57	7-68	9-56	12,890	13,090	61-7	56-6	25-7	18-7	472	D'abord tirage naturel et feu mince; plus tard, tirage forcé et feu épais.	Machéfer en plaques dures et poreuses; assez faciles à enlever; la houille colle plutôt fortement; fumée considérable; barres à feu avec espaces d'air de 1/2".	54																												
55	27	37	Mine No. 2, Coal Creek, Crownsnest Pass Coal Co., Ltd., Fernie, C. B.	Versé sur un crible à secousses de 2" et passé sur une table de triage de 70 pieds.	12-6-08	10-00	64-7	26-3	9-0	1-0	2,520	2,495	149	91	9-6	18,295	249-0	14-8	15-0	1,820	2,182	3-41	116-8	29-83	62-8	0-20	0-6	63-2	7-26	8-66	8-75	9-95	13,680	13,820	63-2	61-1	20-9	18-3	582	Vapeur employée sous les barreaux.	Machéfer en couche mince et dure; facile à enlever; quantité de fumée assez grande.	55																												
56	26	43	Mine No. 5, Coal Creek, Crownsnest Pass Coal Co., Ltd., Fernie, C. B.	Versé sur un crible à secousses de 2" et passé sur une table de triage de 70 pieds.	26-6-08	10-00	65-2	24-0	10-8	1-0	2,671	2,644	209	78	10-8	18,519	264-4	15-8	16-0	1,845	2,204	3-45	117-4	29-90	66-8	0-21	0-5	63-8	6-93	8-25	8-34	9-75	13,350	13,480	62-2	59-7	17-2	15-6	594	Machéfer mou et facile à enlever; pourrait être employé sur une grille à secousses; la houille colle; beaucoup de flamme, fumée brune et dense.	Machéfer mou et facile à enlever; pourrait être employé sur une grille à secousses; la houille colle; beaucoup de flamme, fumée brune et dense.	56																												
57	25	45	Mine No. 1, ou Mine Old, H. W. McNeil Co., Ltd., Cammore, Alta.	Versé sur un crible, les gros morceaux allant sur la table et étant ensuite remélangés avec la houille molle.	30-6-08	10-05	70-5	17-2	12-3	0-8	2,777	2,755	278	153	15-6	18,080	274-3	16-4	16-5	1,800	2,137	3-34	113-2	29-75	67-9	0-35	0-4	61-9	6-51	7-74	7-80	9-82	13,100	13,210	63-0	57-0	19-8	20-5	647	La vapeur employée sous les barreaux rendit le machéfer mou.	Machéfer dur; on pourrait se servir de la grille à secousses avec la vapeur; peu de fumée.	57																												
58	225	49	Mine No. 1, ou Mine Old, H. W. McNeil Co., Ltd., Cammore, Alta.	Mélange de 60 sacs de houille " pois " et 60 sacs de houille " sarrazin "	10-6-08	10-00	77-9	16-2	5-9	4-3	2,515	2,407	138	76	8-9	17,922	240-7	14-3	14-9	1,785	2,122	3-30	112-5	29-77	71-1	0-51	0-5	61-5	7-13	8-44	8-82	10-00	13,780	14,400	63-1	59-2	23-0	17-9	554	Brûlée dans une couche épaisse avec tirage forcé et jet de vapeur.	Couche dure de machéfer adhérent aux barreaux jusqu'à ce que l'on se serve de la vapeur; on pourrait employer la grille à secousses avec la vapeur; très peu de fumée.	58																												
59	23 M	46	Houillère Bankhead, Bankhead Mines Ltd., Bankhead, Alta.	Mélange de 60 sacs de houille " pois " et 60 sacs de houille " sarrazin "	3-7-08	10-00	73-3	12-6	14-1	0-6	2,530	2,515	312	80	15-6	15																																																						

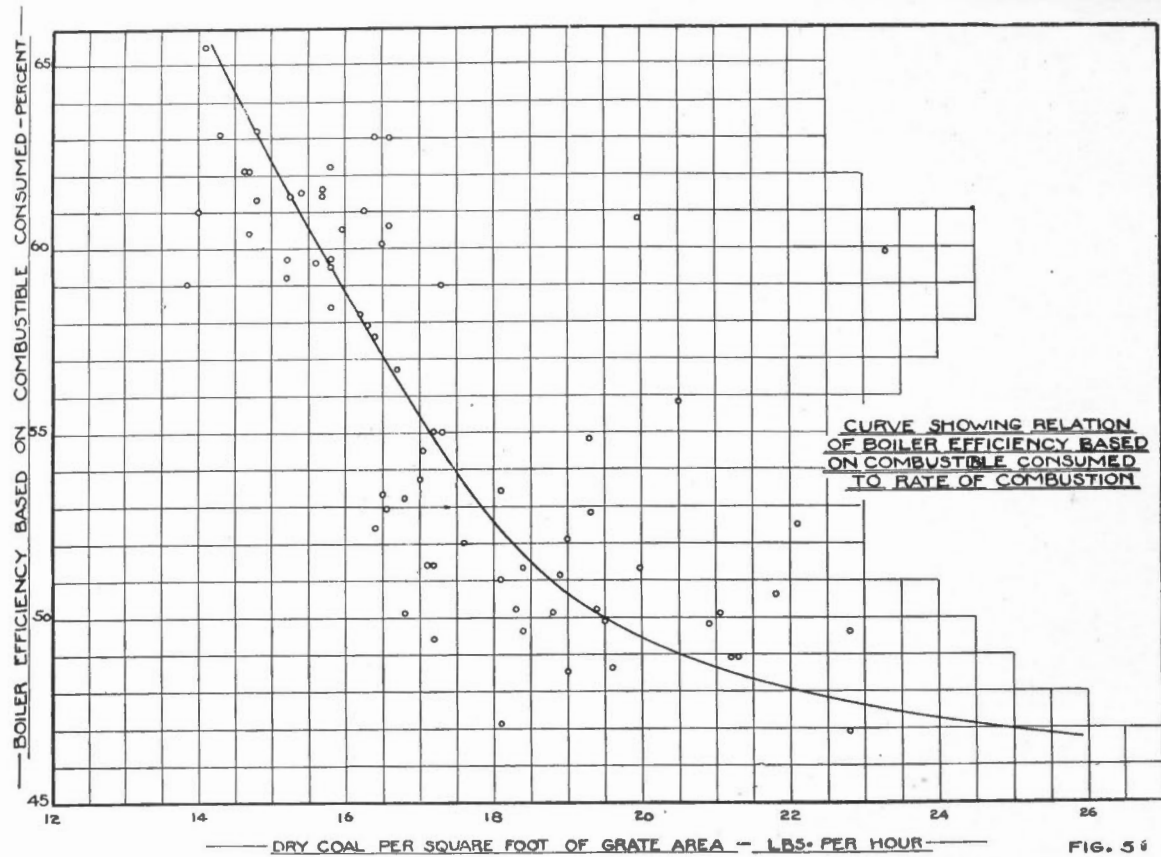


FIG. 54

Fig. 35. Diagramme montrant le rendement du générateur et le degré de combustion.

On verra que la valeur calorifique a une marge considérablement grande; celle de la houille sèche variant de 10,690 à 14,490 B.T.U. par livre, tandis que la valeur calorifique de la houille telle que mise au feu varia de 7,520 à 14,010 B.T.U. par livre.

CONDITION DES HOUILLES LORS DE L'ESSAI

Les notes dans la Colonne 5, IVème Tableau, donnent quelques informations sur les différentes houilles à la houillère, mais l'on trouvera des détails supplémentaires dans la IIIème Partie, 1er Vol. de ce rapport. Leur traitement, après livraison à l'Université est décrit en détail dans la IVème Partie, 1er Volume; mais en parlant au point de vue général, on peut dire que la houille mise au feu ne différait de celle qui fut livrée qu'en ce que tous les gros morceaux furent broyés de façon à passer à travers un anneau de 3". On n'enleva aucun des petits morceaux de houille et on ne la cribla pas après qu'elle eut passé dans le broyeur. Pour cette raison on adopta des ouvertures relativement petites ($\frac{1}{4}$) entre les barreaux de la grille, et ainsi qu'il est dit ailleurs, ces ouvertures furent même trouvées trop larges dans certains essais.

Certaines houilles (Nos. 23 et 23 SP) furent triées à la houillère et ne furent pas autrement broyées après livraison. Les briquettes furent également mises au feu dans le même état qu'elles furent livrées. Toutes les houilles lavées quand elles furent mises au feu étaient toutes d'une petite dimension à peu près uniforme; les houilles bitumineuses non lavées et les lignites étaient pratiquement des produits bruts de la mine, mais sans morceaux plus gros que 3".

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

En ce qui concerne les résultats généraux des essais au générateur, on peut noter que le degré de travail du générateur tel que démontré par l'évaporation équivalente par pied carré de surface de chauffage par heure était aussi uniforme qu'on pouvait raisonnablement s'y attendre dans une telle série d'essai; ce chiffre varie de 2.90 à 3.52 livres. Les valeurs inférieures de cette quantité correspondent en général au cas où le feu était sale ou difficile à manœuvrer, les chiffres supérieurs là où on pouvait obtenir une combustion plus libre avec des résultats plus satisfaisants. La pression du tirage et le degré de combustion furent, naturellement variés aussi peu que possible durant les séries, mais nécessairement des changements furent faits pour chaque essai dans le but d'obtenir la meilleure analyse de gaz possible, et leurs quantités sont indiquées par les chiffres représentant le poids de houille sèche mise au feu par pied carré de grille par heure, dont le minimum est 13.8 livres de houille d'excellente qualité, tandis que le maximum est 23.3 livres dans le cas de l'une des lignites.

Les meilleures houilles requièrent naturellement les degrés inférieurs de combustion, et en général donnent les meilleurs rendements du géné-

rateur. Cela est bien démontré par la courbe indiquée dans la Fig. 35 (Rendement du générateur basé sur le combustible¹ en comparaison avec la houille sèche par pied carré de grille par heure). Dans cette figure on verra qu'à l'exception de quatre houilles qui donnèrent apparemment un rendement extraordinaire au générateur, les valeurs baissent d'une façon notable autour de la moyenne de la courbe. Les exceptions sont, de fait, les points correspondant aux échantillons 40, 42, 43 et 44, lignites qui portent avec elles beaucoup d'humidité qui vieillissent rapidement. Il semble que certains changements dans la qualité de ces houilles, ayant lieu durant le temps qui s'est inévitablement écoulé entre l'échantillonnage, l'analyse chimique et la détermination calorimétrique ainsi que les essais au générateur peut permettre de donner une explication des grands rendements au générateur obtenues avec elles. L'équivalent d'évaporation par livre de houille mise au feu ne paraît être élevée d'une façon anormale avec ces houilles ce qui tend à confirmer les vues ci-dessus.

On sait fort bien que les houilles riches en carbone fixe sont, en général utilisées plus efficacement dans le travail du générateur qu'il est possible de le faire avec des houilles riches en matière volatile et pauvres en carbone fixe. La Fig. 36 illustre ceci en montrant la relation (pour le générateur spécial et le degré effectué dans cet essai) entre le rendement du générateur basé sur le combustible (et par conséquent excluant la grille) et le contenu de carbone fixe de la portion combustible du combustible. Là, de nouveau, les combustibles 40, 42 et 43 semblent quelque peu donner des résultats anormaux et les rendements au générateur tels qu'enregistrés sont probablement plus élevés que les valeurs réelles des houilles.

Les courbes des Fig. 35 et 36 ont été employées lors de la discussion de la valeur des différentes houilles² et comme un moyen d'estimer l'excellence de la combustion dans chaque cas, leurs indications étant considérées avec celles des colonnes 38 et 40, IV^{ème} Tableau. (Gaz des tuyaux par livre de houille et température des gaz des tuyaux) dans ce but.

Il est facile de faire une comparaison générale de toutes les houilles par les deux diagrammes de la Fig. 37 qui est explicative par elle-même. En étudiant des diagrammes, on devrait se souvenir que l'on pourrait naturellement obtenir des rendements d'évaporation plus élevés avec une installation de générateurs plus importante et plus efficace.³

MÉRITE RELATIF DES HOUILLES

En exprimant les résultats de ces essais, plusieurs tentatives ont été faites pour déterminer un numéro d'index ou un chiffre pour chaque houille, représentant sa valeur comme productrice de vapeur comparée avec celle de quelque combustible étalon bien connu. Une grande objection, cepen-

¹ C.A.D. rendement seul du générateur, excluant la fournaise.

² Voir pp. 34 à 39.

³ Voir aussi p. 11.

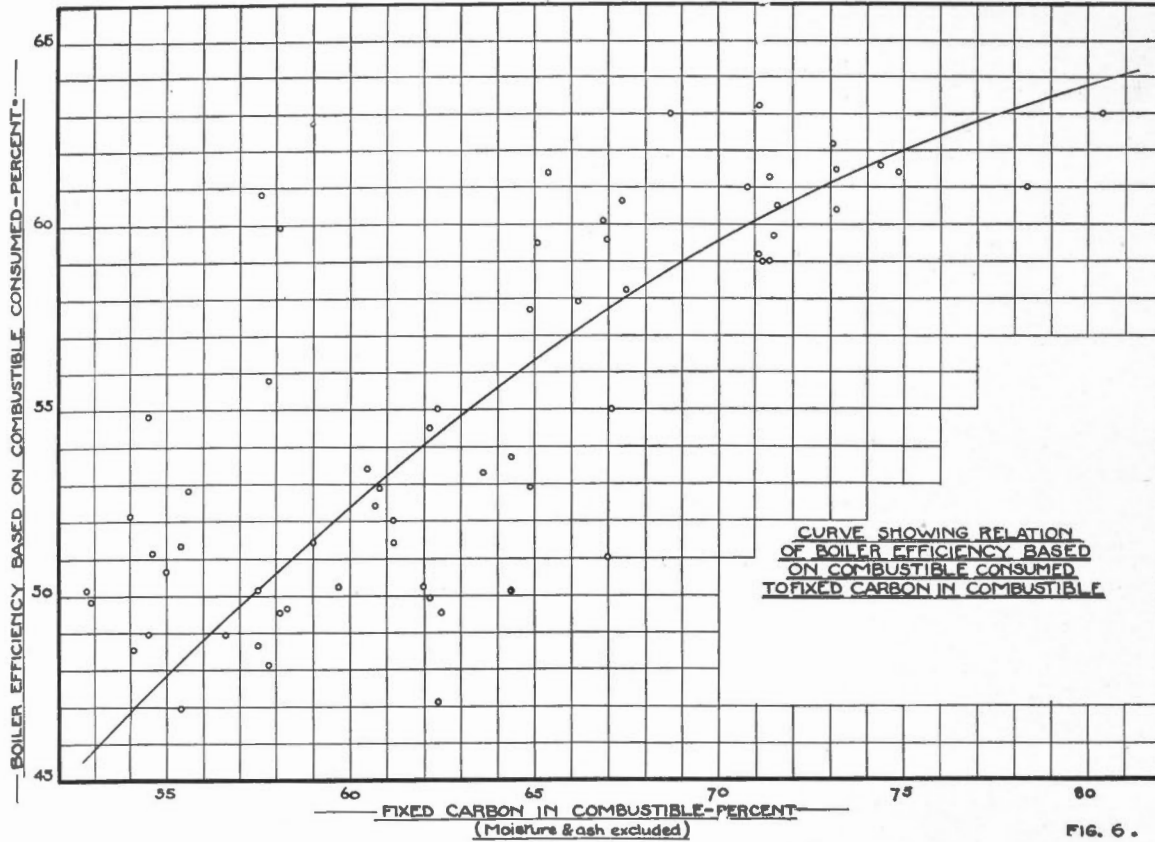


FIG. 6 .

Fig. 36. Diagramme montrant le rendement du générateur et le pourcentage de carbone fixe

* Les résultats de l'essai No. 18 ne sont pas donnés pour cause d'erreur dans l'échantillonnage.
 Fig. 37. Diagramme montrant le rendement du générateur et l'évaporation équivalente.

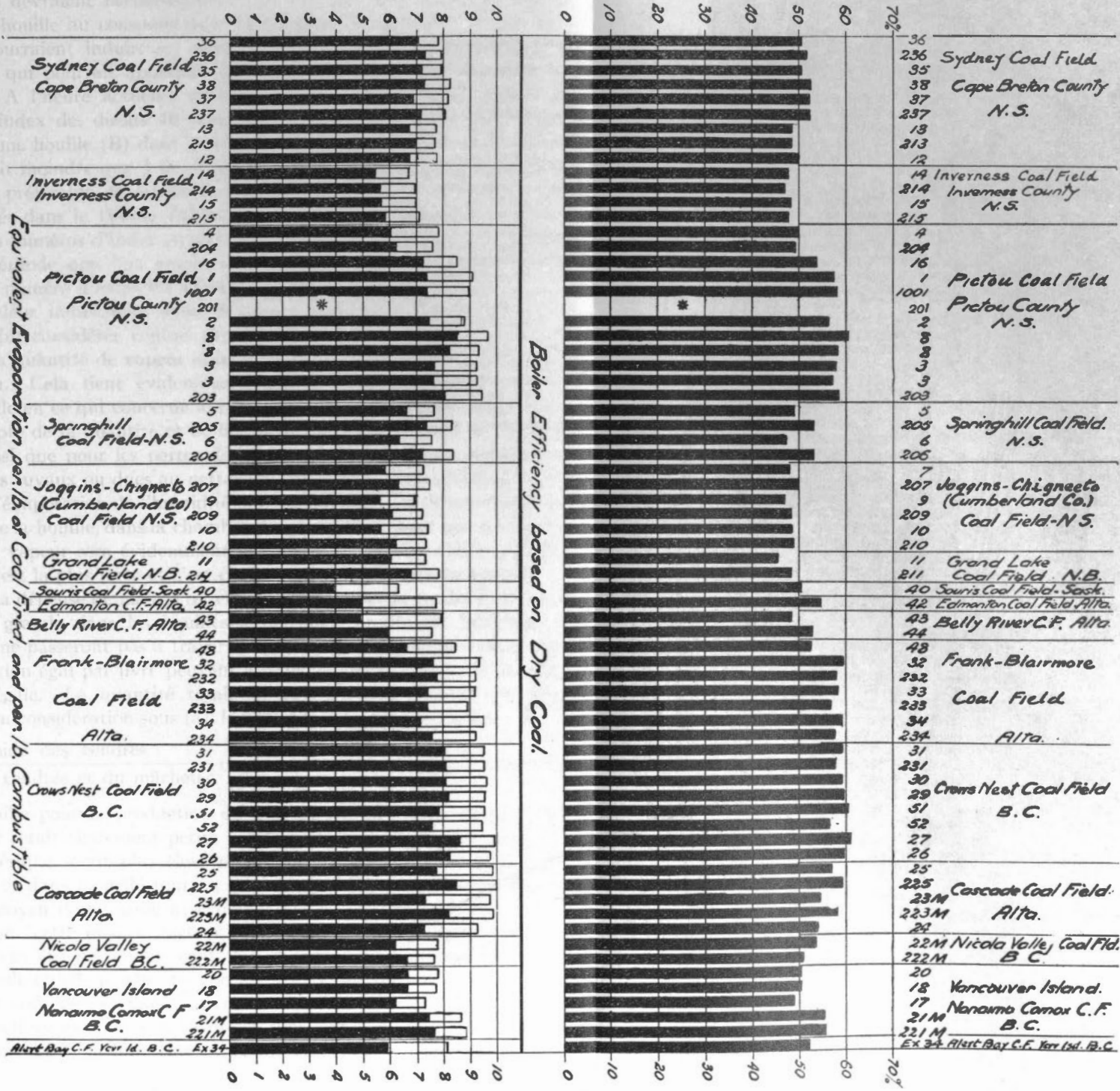


Fig. 27. Diagramme montrant le rendement de génération et l'évaporation équivalente des machines de l'usine No. 18 en cours des données pour cette année dans l'établissement.



dant à l'inclusion de tels chiffres dans le rapport sommaire des résultats, c'est qu'ils devraient nécessairement être calculés sans référence avec le prix de la houille au consommateur ou au coût de transport, et par conséquent pourraient induire en erreur quoiqu'ils seraient instructifs pour l'ingénieur qui pourrait appliquer les corrections et les modifications nécessaires. A l'heure actuelle, naturellement, une houille (A) ayant un numéro d'index de, disons 40 pourrait être un combustible plus économique qu'une houille (B) dont le numéro serait 60, si le prix de A tel que délivré était moindre que $\frac{2}{3}$ de celui de B. On considérait par conséquent qu'il était préférable de laisser les chiffres des essais au générateur tels que résumés dans le IV^{ème} Tableau parler pour eux-mêmes et ne donner que de tels numéros d'index en discutant les différents groupes de houille.

La méthode que l'on employa et qui fut finalement adoptée pour obtenir un numéro d'index fut suivie de la façon suivante :

La valeur industrielle d'une houille à vapeur, indépendamment de son coût, fut considérée comme dépendant de :

(a) La quantité de vapeur obtenue d'un certain poids de combustible mis au feu. Cela tient évidemment compte des propriétés combustibles de la houille en ce qui concerne le rendement du générateur et tient également compte de la quantité et de la valeur de la partie combustible de la houille ainsi que pour les pertes de chaleur dues à la haute température des gaz des tuyaux ou dues au nettoyage des feux, à l'enlèvement des cendres et à l'évaporation de l'humidité dans la houille. La dépense de manipulation de la houille, dans la chambre du générateur, pour une production donnée de vapeur sera évidemment moindre là où l'évaporation par livre de houille est la plus forte et c'est ce dont on tient compte également.

(b) La dépense de main-d'œuvre pour manipuler la cendre et le rebut, sera plus grande dans les houilles à mâchefer produisant beaucoup de rebut qui ne passeront pas à travers la grille. Deux houilles d'un pouvoir d'évaporation égal par livre peuvent être évidemment d'une valeur économique inégale. La quantité totale de matière non combustible ayant été prise en considération sous (a), le chiffre basé sur la proportion—

$$\frac{\text{poids des cendres}}{\text{poids des cendres et du mâchefer}}$$
 donnerait une idée du peu de disposition

d'une houille pour la production du mâchefer. La valeur de ce facteur cependant serait clairement petite comparée avec celle de (a). Son montant numérique serait plus élevé dans une houille formant peu ou pas de mâchefer et dans laquelle tout ou presque tout le rebut pourrait être enlevé au moyen d'une grille à secousses.

Suivant cette idée, le facteur (a) reçoit une valeur de 95 pour cent et le facteur (b) de 5 pour cent, ces chiffres indiquant leur importance relative telle qu'elle résulte des considérations suivantes :

Si le coût de la main-d'œuvre dans les installations de générateurs où le chauffage est fait à la main est considéré comme un cinquième du coût du combustible lui-même et si nous assumons qu'environ un quart

du coût de la main-d'œuvre totale est due au nettoyage des feux et à l'enlèvement des cendres il semblerait que le facteur (b) devrait avoir droit à environ un vingtième du poids donné au facteur (a) et c'est ce qui a été fait. Cependant, ces chiffres sont arbitraires et on devrait prendre pour ce qu'ils valent les numéros d'index qui en résultent. Leur emploi principal devrait être de servir à comparer les houilles du même groupe et en particulier d'illustrer l'effet du lavage de la houille plus clairement que cela peut être fait en comparant simplement l'équivalent d'évaporation par livre de houille, lavée et non lavée.

En choisissant un combustible étalon sur lequel baser ces numéros d'index deux sortes de houille se présentent d'elles-mêmes. La première est une houille Welsh de haute qualité telle que celle de la Nixon's Navigation, contenant environ 3 pour cent de cendres et ayant une valeur calorifique d'environ 15,000 U.T.B. par livre de houille sèche qui peut être choisie et donnant une proportion de 100. Une série d'essais au générateur très particuliers faits avec cette houille¹ révèle une proportion moyenne de cendres d'environ 0.65 et dans des générateurs ayant cendres et mâchefer environ le même rendement que le générateur Babcock et Wilson employé dans les essais mentionnés ici, donnèrent un équivalent d'évaporation (par livre de houille mise au feu) d'environ 10.0 livres.

Une qualité supérieure de houille de Welsh, cependant, quoique bien connue, ne peut être facilement obtenue au Canada et ses qualités ne sont pas aussi connues aux Canadiens que celles de certaines houilles Américaines dont l'emploi a été pris comme étalon aux Etats-Unis. Ces houilles sont celles de Pocahontas et George Creek, des terrains houillers de Maryland et la Virginie Ouest. De temps en temps, des essais ont été faits dans les générateurs à expérience de l'Université McGill avec ces dernières et dans un but de comparaison trois essais supplémentaires furent faits avec le générateur Babcock et Wilson durant le cours des essais rapportés ci-contre avec de la houille de George Creek, achetée à Montréal. Cette houille telle qu'elle est placée sur le marché Canadien semble varier en qualité et les résultats principaux des trois essais sont donnés ci-dessous:

TABLEAU V.
Essais de la houille de George Creek avec le générateur B. & W. No. 2.

Essai No.	Date	Valeur Calori. par liv mises au feu	Houille mise au feu par pd. car. de gril. liv. p. hre.	Equiv. d'év. par liv. telle que m. au f.	Cendres liv.	Mâchefer livs.	Rebut tel que pesé %	Humidité dans la houille mise au feu	
1	20/6/7	13810	14.25	8.53	85	136	9.3	1.9	59.6
68	21/9/09	13060	15.07	8.28	77	275	14.2	2.9	61.3
72	15/4/10	13510	14.45	8.91	104	177	11.8	2.0	63.6

Moyenne 8.57 88 196

¹Donkin et Kennedy. Expériences sur les générateurs à vapeur. Londres, 1897. Bureau du Génie Civil.

Cette houille comparée avec Nixon's Navigation semblerait avoir un numéro d'index d'environ 83·8, la méthode de calcul étant la suivante:—

Houille George Creek, telle qu'achetée à Montréal.

Essais Nos. 1, 68 et 72.

Equivalent moyen d'évaporation par livre de houille mise au feu, 8·57 livres.

Poids moyen des cendres, 88 livres.

Poids moyen du mâchefer, 196 livres.

$$\text{Proportion} \frac{\text{cendres}}{\text{cendres} + \text{mâchefer}} = \frac{88}{284} = 0\cdot31$$

Pour la houille Welsh, les chiffres sont:

(a) Equivalent moyen d'évaporation par livre de houille telle que mise au feu, 10·0 livres..... Valeur 95%

(b) Proportion moyenne = $\frac{\text{Cendres}}{\text{cendres} + \text{mâchefer}} = 0\cdot65$ Valeur 5%

de là, le numero d'index de George Creek comparé avec les chiffres ci-dessus décrits:

$$(a) 8\cdot57 \times \frac{95}{10} = 8\cdot57 \times 9\cdot5 = 81\cdot4$$

$$(b) 0\cdot31 \times \frac{5}{0\cdot65} = 31 \times 7\cdot7 = \frac{2\cdot4}{\text{Total } 83\cdot8}$$

et pour toute houille donnée, les chiffres comparés avec la Welsh seraient: (équivalent d'évaporation $\times 9\cdot5$ + proportion de cendres $\times 9\cdot2$) pour cent.

L'effet du terme (b) est bien démontré en comparant, par exemple, les houilles 42 et 43, dans lesquelles nous avons

Houille No.	Essai No.	Equiv. d'Evap.	Cendres livres	Mâchefer livres	Cendres proportion
42	65	4·98	265	115	0·70
43	64	4·91	119	556	0·18

Comparé avec la houille Welsh, nous devrions avoir le degré suivant:

$$\text{No. 42}—4\cdot98 \times 9\cdot5 + 0\cdot70 \times 7\cdot7 = 47\cdot3 + 5\cdot4 = 52\cdot7\%$$

$$\text{No. 43}—4\cdot91 \times 9\cdot5 + 0\cdot18 \times 7\cdot7 = 46\cdot6 + 1\cdot4 = 48\cdot0\%$$

et comparé avec George Creek les valeurs seraient:

$$\text{No. 42}—4\cdot98 \times 11\cdot3 + 0\cdot70 \times 9\cdot2 = 56\cdot3 + 6\cdot4 = 62\cdot7\%$$

$$\text{No. 43}—4\cdot91 \times 11\cdot3 + 0\cdot18 \times 9\cdot2 = 55\cdot5 + 1\cdot7 = 57\cdot2\%$$

Les nos. 42 et 43 sont des lignites qui portent un haut pourcentage de cendres et de rebut, mais le No. 42 fut de beaucoup plus facile à travailler que le numéro 43, le bénéfice étant clairement plus grand que ne peuvent le montrer les simples chiffres de l'équivalent d'évaporation.

Le lecteur trouvera les numéros d'index de chaque groupe de houille dans les remarques et les tableaux qui suivent.

TABLEAU VI (Suite)

Houille No.	Endroit	Evap. Equiv.
34	Houillère Denison, Coleman, Alberta	7-17
36	Veine Hub, Glace Bay, N.E.	7-08
213	Lavée, Houillère No. 1, Mines de Sydney, N.E.	7-01
37	Veine Emery, Glace Bay, N.E.	6-90
211	Lavée, Mine King, Minto, N.B.	6-80
12	Houillère No. 2, Mines de Sydney, N.E.	6-77
20	Veine Wellington, Cumberland, C.B.	6-76
13	Houillère No. 1, Mines de Sydney, N.E.	6-74
5	Houillère No. 2, Springhill, N.E.	6-63
48	Houillère Leitch, Passburg, Alberta	6-61
18	Veine Upper, Mine No. 1, Nanaimo, C.B.	6-59
207	Lavée, Houillère Chignecto, Chignecto, N.E.	6-31
204	Lavée, Veine 6 Pieds, Houillère Vale, New-Glasgow, N.E.	6-24
210	Lavée, Houillère Joggins, Joggins, N.E.	6-22
222 M	Lavée, Houillère Middleboro, Coutlée, C.B.	6-22
6	Houillère No. 3, Springhill, N.E.	6-18
17	Veine Lower, Mine No. 1, Nanaimo, C.B.	6-17
22 M	Houillère Middlesboro, Coutlée, C.B.	6-17
209	Lavée, Houillère Minudie, River Hebert, N.E.	6-09
4	Veine 6 pieds, Houillère Vale, New Glasgow, N.E.	6-04
11	Veine King, Minto, N.B.	6-03
44	Houillère Galt, Lethbridge, Alta.	5-92
Ex. 234	Pacific Coast Coal Co., Ltd., Ile de Vancouver	5-92
215	Lavée, Houillère de Port Hood, Port Hood, N.E.	5-85
7	Houillère Chignecto, Chignecto, N.E.	5-82
214	Lavée, Houillère Inverness, Inverness, N.E.	5-67
15	Houillère Port Hood, Port Hood, N. E.	5-67
10	Houillère Joggins, Joggins, N.E.	5-66
9	Houillère Minudie, River Hebert, N. E.	5-61
14	Houillère Inverness, Chignecto, N.E.	5-46
42	Parkdale Coal Co., Edmonton, Alberta	4-98
43	Canada West Coal Co., Taber, Alta.	4-91
40	Western Dominion Collieries, Taylorton, Sas.	3-91

TRAITEMENT ET MANIÈRE D'ÊTRE DE LA HOUILLE DANS LE FEU

Il arrive très souvent qu'une houille d'une valeur calorifique satisfaisante et suffisamment pauvre en cendres ne soit pas propre, comme combustible d'un générateur par suite de sa manière d'être dans le feu et une telle houille, par suite de la difficulté qu'elle présente, peut être actuellement inférieure comme combustible pratique à un autre échantillon d'un rendement d'évaporation inférieure. Les essais rapportés ici comprirent presque toutes les variétés commerciales de houille. Certaines étaient d'excellente qualité et ne donnaient que peu d'ennuis en ce qui avait rapport à la fumée ou au mâchefer. D'autres échantillons étaient sales et causèrent beaucoup d'ennuis, nécessitant de la vapeur sous la grille et un tirage modéré pour obtenir les résultats désirés.

On trouvera dans une colonne du IV^{ème} Tableau de brèves notes sur le traitement et la manière d'agir des houilles, et des informations plus complètes dans les journaux détaillés de chaque essai publiés dans le IV^{ème} Volume de ce rapport.

Afin de faciliter la comparaison des houilles de chacun des principaux groupes des tableaux¹ et des notes sont donnés ci-dessous sous les différents en-têtes géographiques, comprenant les observations faites durant les essais en ce qui a rapport à la production de la fumée, les ennuis provenant du mâchefer, les qualités de carbonisation de la houille, et la possibilité d'employer une grille à secousses. Ces remarques ajoutées aux informations en rapport avec la séparation et le nettoyage fréquents du feu permettront de se former un jugement sur la qualité des houilles au point de vue du chauffeur. On devrait noter qu'afin d'effectuer les essais il fut nécessaire de nettoyer le feu dans chaque cas juste avant la fin de l'essai; cela a naturellement été compris lorsqu'on a mentionné le nombre de fois que le feu fut nettoyé.

REMARQUES SUR LES HOUILLES TELLES QU'ARRANGÉES GÉOGRAPHIQUEMENT PAR TERRAINS HOUILLERS

TERRAIN HOULLER DE SYDNEY, COMTÉ DE CAP BRETON, N.B.

Houilles des Mines de la Dominion Coal Co., et de la Nova Scotia Steel and Coal Co., (Neuf essais au générateur, six avec des houilles non lavées).

Ce sont toutes des houilles bitumineuses, donnant une longue flamme et beaucoup de fumée. L'évaporation équivalente par livre de houille sèche varia de 6·91 à 7·68 et la valeur de production de vapeur des houilles, telle que comparée avec les houilles Welsh de haute qualité est estimée de 67 pour cent à 74 pour cent ou de 79 pour cent à 87 pour cent comparées avec celles de George Creek. La moyenne pour les six houilles non lavées est de 83·2 pour cent. Le lavage améliora l'évaporation de 5 à 6 pour cent. La plupart des échantillons étaient de bonnes houilles à vapeur, quoique plusieurs donnèrent des ennuis par leur mâchefer, les pires étant ceux de la houillère No. 1, N.S.S. & C. Co., et la veine Hub, D.C. Co., la première requit une légère pression d'air sous la grille; les autres brûlèrent avec le tirage ordinaire. On trouva que le mâchefer de la houille de la veine Hub attaqua les barreaux à feu. Les houilles des veines Hub et Phalen semblèrent dans l'ensemble donner les meilleurs résultats.

¹ Tableaux VII, X, XV, XVII, XIX, XXI, XXIV, et remarques dans le texte.

TABLEAU VII.

Remarques sur la combustion des houilles de Sydney

Houille No.	36	236	35	38	37	237	13	213	12
Tirage, naturel ou forcé	N	N	N	N	N	N	N & F	N	N
Fumée	Beaucoup	Beaucoup	Beaucoup	Beaucoup	Dense	Beaucoup	Beaucoup	Beaucoup	Beaucoup
Flamme	"	"	Longue	"	"	"	"	"	Longue
Partage du feu	3 fois	2 fois	3 fois	3 fois	.....	4 fois	2 fois	1 fois	1 fois
Nettoyage du feu	1 fois facile	1 fois dur, attaque les barreaux	1 fois un peu d'ennuis	1 fois dur	2 fois facile	1 fois ennuyeux	2 fois un peu de difficultés	1 fois facile	2 fois un peu de difficultés
Vapeur sous les barreaux	non	oui	judicieux	judicieux	non	non	oui	oui	non
La houille carbonise-t-elle?	non	beaucoup	non	légèrement	légèrement	très peu	oui	oui	oui
Pourrait-on employer des grilles à secousse ..	non	non	non	non	oui	non	non	.....	non

TABLEAU VIII.

Évaporation avec les houilles de Sydney.

Houille No.	Description	Valeur calorif. par liv. telle que mise au feu	Humidité dans la houille telle que mise au feu	Cendres et mâchefer de la houille sèche %	Index No.	Evap. équiv. par liv. m. au feu
36	Veine Hub, D.C. Co.	13940	2.7	5.64	82.9	7.08
236	" " " lavée ..	13670	4.5	5.77	88.3	7.33
35	" Harbour, D.C. Co. ...	13750	1.8	6.58	85.2	7.21
38	" Phalen, D.C. Co.	13620	2.8	5.2	86.7	7.40
37	" Emery, D.C. Co.	12750	2.8	9.8	80.6	6.90
237	" " " lavée ..	13260	4.5	5.95	85.0	7.17
13	Houillère No. 1, N.S.S. & C. Co.	13450	2.3	5.9	79.8	6.74
212	Houillère No.1, N.S.S. & C. Co., lavée	14010	3.3	5.0	86.2	7.01
12	Houillère No. 2, N.S.S. & C. Co.	13110	4.2	7.1	79.4	6.77

TERRAIN HOUILLER D'INVERNESS, COMTÉ D'INVERNESS, N. E.

Houilles des mines de l'Inverness Ry. & Coal Co. et de la Richmond Ry. Coal Co., N.E. (Quatre essais au générateur, deux avec des échantillons non lavés).

Les deux houilles essayées (une lavée et une non lavée) sont des houilles bitumineuses quelque peu riches en cendres et donnent une excellente évaporation par livre de houille sèche de 5.86 à 6.24. La valeur de production de vapeur des houilles non lavées, telle que comparée avec les houilles de George Creek serait de 66 à 67 pour cent. Le lavage augmenta considérablement l'évaporation et augmenta le numéro d'index à 70.0 pour cent les rendements de générateurs avec ces houilles furent quelque peu bas, on se servit du tirage naturel avec la vapeur sous la grille. La houille de Port Hood semble être la meilleure des deux.

Les houilles non lavées furent quelque peu sales dans le feu que l'on nettoya deux fois durant chaque essai. On n'aurait pas pu se servir de grilles à secousses. Les quatre échantillons produisirent une bonne quantité de fumée. Le mâchefer était adhérent aux houilles non lavées, mais causa moins d'ennuis dans les échantillons lavés.

TABLEAU IX.

Évaporation avec les houilles d'Inverness

Houille No.	Description	Val. cal. par liv. telle que mise au feu	Humidité dans la houille telle que mise au feu	Cendres et mâchefer de la houille sèche %	Index No.	Evap. équiv. par liv. m. au feu
14	Houillère Inverness I. R. & C. Co.....	11260	7.3	8.6	65.7	5.46
214	Houillère Inverness, R. I. & C. Co., lavée.....	11620	9.2	6.0	70.2	5.67
15	Houillère Port Hood, R.R. C. Co.....	11380	3.3	12.2	66.8	5.67
215	Houillère Port Hood, R.R. C. Co., lavée.....	11860	5.5	9.7	70.2	5.85

TERRAIN HOULLER DE PICTOU, COMTÉ DE PICTOU, N. E.

Houilles des Mines de l'Acadia Coal Co., Ltd., et de l'Intercolonial Coal Mining Co., Nouvelle Ecosse. (Douze essais au générateur dont neuf avec des houilles non lavées et trois avec des échantillons lavés.)

Ce sont des houilles bitumineuses donnant une longue flamme et légèrement plus riches en cendres et inférieures en matière volatile que les houilles de Sydney; l'évaporation équivalente par livre de houille sèche varia de 6.23 à 8.69; la plupart des échantillons sont bons et on trouva que certains étaient d'excellentes houilles à vapeur. Les meilleurs échantillons non lavés valaient de 96 à 99 pour cent, le reste de 70 à 89 pour cent, tel que comparé avec George Creek. Tous furent brûlés avec tirage naturel et on n'éprouva aucune difficulté avec le mâchefer quoiqu'il y en eut une considérable quantité de formée dans la plupart des cas. L'effet bienfaisant du lavage ne se fit pas très sentir avec ces houilles. On obtint des rende-

ments élevés des générateurs. La houille No. 8 de la veine Main, Houillère Acadia, donna dans l'ensemble les résultats les plus satisfaisants. Les échantillons de trois de ces houilles furent suffisants pour pouvoir faire deux essais-houilles Nos. 1, 3 et 8.

TABLEAU X.

Remarques sur la combustion des houilles de Pictou

Houille No.	4	204	16	1	1001
Tirage, naturel ou forcé....	N	N	N	N	N
Fumée				beaucoup	beaucoup
Flamme		beaucoup	beaucoup	beaucoup	
Partage du feu				3 fois	1 fois
Nettoyage du feu	2 fois	2 fois	2 fois	1 fois	2 fois
Mâchefer	peu d'ennuis	un peu d'ennuis	ennuyeux	facile	facile
Vapeur sous les barreaux...	non	non	non	non	non
La houille colle-t-elle?.....		non	oui	oui	oui
Pourrait-on employer une grille à secousses?.....				oui	oui

TABLEAU X (Suite).

Houille No.	2	8 Essai 11	8 Essai 32	3 Essai 3	3 Essai 7	203
Tirage, naturel ou forcé..	N	N	N	N	N	N
Fumée			légère			
Flamme	beaucoup	beaucoup	beaucoup			
Partage du feu				7 fois	3 fois	3 fois
Nettoyage du feu	2 fois	1 fois		2 fois	3 fois	1 fois
Mâchefer	facile	un peu d'ennuis	facile	un peu d'ennuis	peu d'ennuis	facile
Vapeur sous les barreaux...			non			
La houille colle-t-elle?.....	non		non			oui
Pourrait-on employer des grilles à secousses?.....			oui			

NOTA.—Un essai au générateur fut fait (No. 18) avec la houille No. 1 après le lavage, mais par suite d'une erreur dans l'échantillonnage, on dut annuler l'essai dont par conséquent les résultats ne sont pas publiés.

TABLEAU XI.

Évaporation des houilles de Pictou

Houille No.	Description	Val. Cal. par livre	Humidité dans la houille mise au feu	Cendres et mâchefer dans la houille sèche	No. d' Index	Ev. equi. par livre mise au feu
4	Houillère Vale A. C. Co.	11680	2.8	14.3	69.6	6.04
204	" " " lavée.	12260	3.9	10.3	72.5	6.24
16	" Allan Shaft A.C. Co.	12290	1.8	9.9	84.5	7.24
1	Veine Troisième, Houillère Albion A.C. Co.	12330	2.0	10.8	85.9	7.38
1001	Veine Troisième, Houillère Albion, A. C. Co.	12210	2.0	12.7	86.2	7.38
2	Veine Cage Pit. Houillère Albion, A.C. Co.	12880	2.3	11.6	87.2	7.49
8	Veine Main, Houillère Acadia A.C. Co.	13640	1.6	8.2	98.8	8.55
8	Veine Main, Houillère Acadia A.C. Co.	13660	1.5	8.37	95.8	8.25
3	Houillère Drummond, I.C.M. Co.	12820	1.1	12.4	89.2	7.69
3	Houillère Drummond, I.C.M. Co.	12810	1.2	12.6	87.6	7.53
203	Houillère Drummond, I.C.M. Co. lavée.	13320	1.7	9.03	94.3	8.07

TERRAIN HOUILLER DE SPRINGHILL, COMTÉ DE CUMBERLAND, N. S.

Houilles provenant des mines de la Cumberland Railway and Coal Co., Ltd., N.E., (Quatre essais au générateur, deux avec des échantillons non lavés et deux avec des échantillons lavés).

Ces échantillons sont des houilles bitumineuses dont la valeur de production de vapeur est modérément bonne, n'étant pas très riche en cendres et donnant une quantité considérable de fumée. Les deux furent brûlés avec un tirage naturel, donnant une évaporation équivalente par livre de houille sèche de 6.13 à 7.63. Dans les quatre essais le mâchefer fut visqueux. La houille de la Houillère No. 2 donna la meilleure évaporation tandis que celle du No. 3 a donné moins de travail dans la manipulation du feu. En comparaison avec celles de George Creek, ces houilles paraissent avoir une valeur de 71 à 77 pour cent, qui est considérablement augmentée par le lavage.

TABLEAU XII.
Évaporation avec les houilles de Springhill

Houille No.	Description	Val. Cal. par liv. mise au feu	Humidité dans la houille mise au feu %	Cendres et mâchefer de la houille sèche	No. d' Index.	Evap. équiv. par livre mise au feu
5	Houillère No. 2, C.R. & C. Co.	13120	1.9	7.9	76.7	6.63
205	Houillère No. 2, C.R. & C. Co. lavée	13330	3.8	5.6	86.0	7.36
6	Houillère No. 3, C.R. & C. Co.	12710	2.2	8.8	71.4	6.18
206	Houillère No. 3, C.R. & C. Co. lavée	13110	3.4	8.1	85.3	7.20

Houilles provenant des mines de la Maritime Coal, Ry. & Power Co., Minudie Coal Co., Ltd., et Canada Coal & Ry. Co., Ltd., N.E. (Six essais au générateur, trois avec des houilles non lavées et trois avec des houilles lavées).

Ce sont des houilles bitumineuses dont la valeur comme productrices de vapeur sont limitées, riches en cendres, qui donnent quelques ennuis lors de la manipulation du feu, mais qui forment un meilleur combustible après lavage. On trouva qu'il était nécessaire de mettre de la vapeur sous les barreaux, excepté pour le No. 210 et on eut besoin du tirage forcé dans trois essais. L'évaporation équivalente par livre de houille sèche dans ce groupe fut de 5.78 à 6.67. La houille lavée de la mine Joggins donna le moins d'ennuis en rapport avec le mâchefer, quoique la houille de Chignecto ait donné la meilleure évaporation et le meilleur rendement au générateur. Ces houilles lorsqu'elles ne sont pas lavées semblent posséder de 65 à 70 pour cent de la valeur vaporifique des houilles de George Creek.

TABLEAU XIII.
Évaporation avec les houilles de Joggins Chignecto

Houille No.	Description	Val. Cal. par livre telle que mise au feu	Humidité dans la houille telle que mise au feu %	Cendres et mâchefer de la houille sèche %	Index No.	Evap. équiv. par liv. telle que mise au feu
7	Houillère Chignecto, M.C. R. & P. Co.	11790	3.0	11.2	70.4	5.82
207	Houillère Chignecto, M.C. R. & P. Co.	12210	5.3	7.3	75.9	6.31
9	Houillère Minudie M.C. Co.	11500	2.8	12.2	65.4	5.61
209	" " " lavée	12160	3.5	12.7	71.4	6.09
10	Houillère Joggins, C.C. & R. Co.	11250	2.9	14.8	66.2	5.66
210	Houillère Joggins, C.C. & R. Co., lavée	12250	3.8	8.2	73.7	6.22

TERRAIN HOULLER DE GRAND LAKE

Houille de la mine King, Minto, N.B. (Deux essais au générateur).

Une houille bitumineuse comportant une sérieuse quantité de cendres et dont la valeur comme productrice de vapeur est modérée. Considérables améliorations par le lavage. La houille non lavée requit le tirage forcé et la vapeur sous les barreaux; le feu dut être nettoyé trois fois et le mâchefer causa des ennuis. Le rendement du générateur fut plutôt bas.

TABLEAU XIV.

Évaporation avec les houilles de Grand Lake

Houille No.	Description	Val. Cal. par liv. telle que mise au feu	Humidité dans la houille telle que mise au feu	Cendres et mâchefer dans la houille sèche	Index No.	Evap. équiv. par liv. telle que mise au feu
11	Mine King, Minto, N.B. . . .	12800	0.7	11.3	77.6	6.03
211	" " " lavée.	13590	1.7	9.4	79.3	6.80

TERRAINS HOULLERS DE SOURIS, EDMONTON ET BELLY RIVER

Lignites et Houilles Lignitiques de la Saskatchewan et de l'Alberta.

Extraites par le Western Dominion Co., Ltd., Taylorton, Sas. Parkdale Coal Co., Lyd., Edmonton, Alta., Canada West Coal Co., Taber, Alta., et l'Alberta Ry., and Irrigation Co., Lethbridge, Alta. (Quatre essais au générateur, tous avec des échantillons non lavés).

Ces très intéressants combustibles, d'une valeur calorifique inférieure sont modérément riches en cendres et contiennent beaucoup d'humidité. Elles s'épuisent rapidement si elles sont exposées à l'air, et comme il s'écoula nécessairement un certain temps entre leur arrivée et les essais, il en résulta que les résultats des essais ne pouvaient s'appliquer avec la même exactitude à la houille fraîchement minée. Les essais avec les Nos. 44 et 40 furent forcément courts par suite de la petite quantité de combustible disponible. Les rendements extraordinairement élevés que l'on obtint du générateur sont dus au fait que les valeurs calorifiques réelles des houilles lorsqu'on s'en servit diffèrent de celles trouvées par le chimiste à une date antérieure. Les tableaux suivants donnent une idée des qualités de ces combustibles.

TABLEAU XV.

Remarques sur la combustion des lignites et houilles lignitiques.

Houille No.	40	42	43	44
Tirage, naturel ou forcé.....	F	N	N et F	F
Fumée	très peu	aucune	légère	aucune
Flamme	longue	.....	longue	.....
Partage de feu	4 fois	4 fois	1 fois	2 fois
Mâchefer	facile	mauvais	modéré	mauvais sans
				vapeur
Nettoyage du feu	1 fois	2 fois	2 fois	1 fois
Vapeur sous les barreaux	non	non	oui	oui
La houille colle-t-elle?	non	non	non	non
Pourrait-on employer des grilles				
à secousses?	oui	oui avec	oui avec	non
		vapeur	vapeur	

La valeur de ces combustibles comme producteurs de vapeur est estimée de 48 à 68 pour cent de celle des houilles de George Creek. Par suite de la quantité d'humidité qui est inséparable de ces houilles, l'évaporation par livre de houille sèche n'est pas un critérium satisfaisant.

TABLEAU XVI.

Évaporation avec les lignites et les houilles lignitiques

Houille No.	Description	Val. Cal. par livre telle que mise au feu	Hum. % dans la houille telle que mise au feu	Cendres et mâchefer provenant de la houille sèche %	Index No.	Evap. Equiv. par liv. telle que mise au feu
40	Western Dominion Colliery Co., Taylorton, Sas	7520	29.7	8.24	48.1	3.91
42	Parkdale Coal Co., Edmonton, Alberta	8760	19.7	11.4	62.7	4.98
43	Canada West Coal Co., Taber, Alberta	9790	11.3	17.3	57.2	4.91
44	Houillère Galt, Lethbridge, Alberta	10740	8.3	10.4	68.7	5.92

TERRAIN HOILLER DE FRANK BLAIRMORE, ALBERTA

Houilles extraites par Leitch Collieries Ltd., Hillcrest Coal and Coke Co., Ltd., West Canadian Collieries Co., Ltd., et International Coal and Coke Co., Ltd., (Sept essais au générateur, quatre avec des échantillons non lavés et trois avec des échantillons lavés.)

Ce sont des houilles bitumineuses qui ne sont pas très riches en matière volatile mais qui comportent une quantité considérable de cendres. Ce sont néanmoins de bonnes houilles à vapeur qui ne donnent que peu d'ennuis dans la manipulation du feu. Elles ont donné de bons rendements au générateur et l'évaporation équivalente par livre de houille sèche varia de 6.67 à 7.69 pour les échantillons non lavés.

Les tableaux suivants donnent les qualités des houilles du terrain houiller de Frank Blairmore:—

TABLEAU XVII.

Remarques sur la combustion des houilles de Frank Blairmore

Houille No.	48	32	232
Tirage, naturel ou forcé.....	F et N modérée	N plutôt lourde	N pas beaucoup
Fumée	"	modérée	modérée
Flamme		ratissé	.....
Partage du feu	2 fois	2 fois	2 fois
Nettoyage du feu		peu d'ennuis	peu d'ennuis
Mâchefer	non	non	non
Vapeur sous les barreaux.....	considérablement	oui	légèrement
La houille colle-t-elle?.....	oui	oui	oui
Pourrait-on employer le crible à secousses?....			

TABLEAU XVII—(Suite)

Houille No.	33	233	34	234
Tirage, naturel ou forcé.....	F dense	F fortement dense	F fortement dense	F fortement dense
Fumée	modérée	modéré e	modérée	modérée
Flamme		ratissé	ratissé	.....
Partage du feu	2 fois	1 fois	2 fois	2 fois
Nettoyage du feu	peu d'ennuis	très peu d'ennuis	facile	peu d'ennuis
Mâchefer	—	—	—	—
Vapeur sous les barreaux.....	quelque peu	quelque peu	oui	légèrement
La houille colle-t-elle?.....	oui	oui	oui	oui
Pourrait-on se servir d'une grille à secousses?				

Il semble que le lavage soit d'une valeur douteuse si l'on doit se servir de ces houilles pour la production de la vapeur. Les numéros d'index indiquent que les houilles non lavées ont de 76 pour cent à 89 pour cent de la valeur des houilles de George Creek. Le no. 48 est le moins satisfaisant de tous mais fume moins que les autres.

TABLEAU XVIII.
Évaporation avec les houilles de Frank Blairmore

Houille No.	Description	Val. Cal. de la houille par liv. mise au feu	Humidité de la houille	Cendres et Mâchefer de la houille sèche	Index No.	Evap. équiv. par liv. mise au feu
48	Houillère Leitch, Passburg, Alta	12130	0.9	17.0	76.4	6.61
32	Houillère Hillcrest, Hillcrest, Alta	12360	0.8	15.5	89.3	7.63
232	Houillère Hillcrest, Hillcrest, Alta., lavée	12900	3.8	9.5	91.3	7.77
33	Houillère Bellevue, Bellevue, Alta., lavée	12280	0.8	14.1	85.8	7.41
233	Houillère Bellevue, Bellevue, Alta., lavée	12510	3.6	10.5	86.4	7.40
34	Veine No. 2, Houillère Denison, Coleman, Alta.	11630	0.8	18.8	83.3	7.17
234	Veine No. 2, Houillère Denison, Coleman, Alta., lavée	12690	3.7	10.6	89.8	7.60

TERRAIN HOULLER DE CROWSNEST

Houilles extraites par la Crowsnest Pass Coal Co., Ltd., et Hosmer Mines Ltd., Colombie Britannique. (Huit essais au générateur, un seul avec de la houille lavée).

Ces houilles bitumineuses sont quelque peu pauvres en matière volatile (21 pour cent à 26 pour cent) et ne comportent qu'une quantité modérée de cendres. Elles sont au rang des meilleures houilles Canadiennes à vapeur et donnent des évaporations équivalentes par livre de houille sèche variant de 7.68 à 8.75. Comparées avec les houilles de George Creek, leur valeur, comme productrices de vapeur, est estimée de 88 à 101 pour cent. Presque toutes brûlèrent avec le tirage naturel et ne donnèrent qu'une quantité modérée de fumée. Les plus satisfaisants dans l'ensemble furent peut-être les Nos. 26, 29 et 30 quoique 27 ait donné l'évaporation la plus élevée:

TABLEAU XIX.
Remarques sur la combustion des houilles de Crowsnest

Houille No.	31	231	30	29
Tirage, naturel ou forcé.....	N	N	N	N
Fumée	légère	modérée	légère	modérée
Flamme		en quantité		considérable
Partage du feu	3 fois			
Nettoyage du feu.....	1 fois	2 fois	2 fois	2 fois
Mâchefer	un peu d'ennuis	dur	facile à manier	facile à manier
Vapeur sous les barreaux.....	à certains moments	non	non	non
La houille colle-t-elle?	non	oui	très peu	très légèrement
Pourrait-on employer des grilles à secousses?	oui, avec de la vapeur	non	oui	oui

TABLEAU XIX—(Suite)

Houille No.	51	52	27	26
Tirage, naturel ou forcé.....	N et F	N et F	N	N
Fumée	bonne	beaucoup	modérée	peu
Flamme	"	modérée		
Partage du feu			partagé 2	ratissé
			fois et	
			ratissé	
Nettoyage du feu	1 fois	2 fois	1 fois	2 fois
Mâchefer	peu d'ennuis	un peu	quelque	très peu
		d'ennuis	ennui	d'ennuis
Vapeur sous les barreaux.....	non	non	oui	non
La houille colle-t-elle?.....	légèrement	oui	un peu	oui
Pourrait-on employer des grilles				
à secousses?	oui	probable-	probable-	oui
		ment	ment	

TABLEAU XX.

Évaporation avec les houilles de Crowsnest

Houille No.	Description	Val. Cal. par liv. tel. que mise au feu	Humidité dans la houille telle que mise au feu	Cendres et mâchefer provenant de la houille sèche	Index No.	Evap. équiv. par livre telle que mise au feu
31	Mine No. 3, Houillère Michel, C.N.P.C. Co. . . .	13180	0.7	11.4	93.6	8.08
231	Mine No. 3, Houillère Michel, C.N.P.C.Co. lavée	13610	4.9	7.4	97.1	8.16
30	Mine No. 7, Houillère Michel, C.N.P.C. Co. . .	13230	1.0	12.7	94.4	8.11
29	Mine No. 8, Houillère Michel, C.N.P.C. Co. . . .	13350	1.0	10.0	96.6	8.24
51	Veine No. 2, Mines Hosmer	12570	1.1	15.3	90.2	7.84
52	Veine No. 6, ".....	12890	1.5	16.2	87.8	7.57
27	Mine No. 2, Coal Creek, Fernie, C.B.C.N.P.C. Co.	13680	1.0	9.6	101.3	8.66
26	Mine No. 5, Coal Creek, Fernie, C.B.C.N.P.C. Co.	13350	1.0	10.8	95.7	8.25

TERRAIN HOULLER DE CASCADE

Houilles extraites par H. W. McNeil Co., Canmore, Alberta et Bankhead Mines, Ltd., Bankhead, Alberta. (Cinq essais au générateur, deux avec échantillons lavés).

Ce sont des houilles anthracites contenant 12 à 17 pour cent de matière volatile et qui (non lavées) sont plutôt riches en cendres. Le No. 24 était un échantillon de briquettes fait (avec du goudron) de poussière d'an-

thracite de Bankhead. Les briquettes ne semblèrent pas beaucoup (même pas du tout) supérieures en rendement d'évaporation à la houille ordinaire. Tous les échantillons semblèrent être de bonnes houilles à vapeur avec tirage forcé et les échantillons non lavés donnèrent une évaporation équivalente par livre de houille sèche de 7.37 et 7.80. Ce rendement du générateur fut bon et l'effet bienfaisant du lavage fut très marqué.

TABLEAU XXI.

Remarques sur la combustion des houilles de Cascade

Houille No.	25	225	23M	223M	24 (briquette)
Tirage, naturel ou forcé.....	F	F	F	F	F
Fumée	aucune	aucune	aucune	pratique- ment aucune	très peu aucune
Flamme	"	"	"	aucune	aucune
Partage du feu.....	3 fois	3 fois	2 fois	.....	3 fois
Nettoyage du feu	2 fois	1 fois	2 fois	1 fois	1 fois
Mâchefer	peu d'ennuis	pas beaucoup d'ennuis	très peu et mou	très mou	gros morceaux mous
Vapeur sous les barreaux....	oui	oui	aucune	aucune	aucune
La houille colle-t-elle?.....	non	non	non	non	non
Pourrait-on employer des grilles à secousses?.....	oui avec la vapeur	oui avec la vapeur	oui	oui	oui

Le No 25 semble être la meilleure houille des deux et vaudrait environ 91 pour cent comparée avec celle de George Creek. Le No 23 fut plus facile à travailler avec le feu.

TABLEAU XXII.

Evaporation avec les houilles de Cascade

Houille No.	Description	Val. Cal. par liv. de houille telle que mise au feu	Humid. dans la houille telle que mise au feu	Cendres et mâchefer provenant de la houille sèche	Index No.	Evap. equiv. par livre telle que mise au feu
25	Mine No. 1, Canmore, Alta., H. W. McNeil Co.....	13100	0.8	15.6	90.6	7.74
225	Mine No. 1, Canmore, Alta., H. W. McNeil Co. lavée..	13780	4.3	8.9	98.5	8.44
23M	Houille mélangée, Houillère Bankhead, Al. B. M. Ltd.,	13000	0.6	15.6	84.4	7.30
223M	Houille mélangée, Houillère Bankhead, Al. B. M. Ltd., lavée	13590	2.7	9.5	94.4	8.20
24	Briquettes de la Houillère Bankhead	13010	0.7	15.2	84.5	7.27

TERRAIN HOULLER DE NICOLA VALLEY, C. B.

Houille extraite par la Nicola Valley Coal and Coke Co. (Deux essais au générateur, un avec une houille non lavée et un avec une houille lavée).

La houille avec laquelle on fit l'essai était un mélange de la veine Jewel, mine No. 1 et de la veine Bat Hole, mine No. 2, houillère Middlesboro, Coutlée, C.B. C'est une houille bitumineuse riche en matière volatile et contenant une bonne proportion de cendres. Elle fut brûlée avec un tirage naturel et donna une flamme courte et beaucoup de fumée. Elle ne colle pas et pourrait être travaillée avec une grille à secousses.

TABLEAU XXIII.

Évaporation avec les houilles de Nicola Valley

Houille No.	Description	Val. Cal. par liv. telle que mise au feu	Humid. dans la houille telle que mise au feu	Cendres et mâchefer provenant de la houille sèche	Index. No.	Evap. équiv. par liv. telle que mise au feu
22M	Mines 1 et 2, Houillère Middlesboro, N.V.C. & C. Co.	11160	4.8	14.0	72.1	6.17
222M	Mines 1 et 2, Houillère Middlesboro, N.V.C. & C. Co.	11840	6.2	10.4	72.7	6.22

TERRAINS HOULLERS DE NANAIMO COMOX ET ALERT BAY

Houilles extraites par la Wellington Colliery Co., à Extension et Cumberland, C.B., par la Pacific Coast Co., Ltd., Alert Bay, C.B., et par la Western Fuel Co., Ltd., Nanaimo, C.B. (Six essais au générateur, un seul avec un échantillon lavé).

Ce sont des houilles bitumineuses variant de 10 à 15 pour cent en cendres et la plupart sont riches en matière volatile. Les houilles de Nanaimo-Comox sont des houilles assez bonnes comme productrices de vapeur et peuvent être classées comme ayant de 72 pour cent à 86 pour cent de la valeur des houilles de George Creek comme productrices de vapeur. On trouva qu'il était impossible d'éviter de faire énormément de fumée. La houille de Comox (No. 21) donna les plus satisfaisants résultats de ce groupe.

TABLEAU XXIV.

Remarques sur la combustion des houilles de l'île de Vancouver

Houille No.	20	18	17	21M	221M	Ex. 34
Tirage, naturel ou forcé.....	N dense	N moyenne	N et F lourde	N en quantité	N moyenne	N et F noire en grande quantité
Fumée	considérable 4 fois	considérable 5 fois	beaucoup	moyenne	moyenne	.....
Flamme	1 fois beau- coup	2 fois ennuy- eux	2 fois beau- coup	2 fois beau- coup d'ennuis	2 fois ennuy- eux	2 fois un peu d'ennuis
Partage du feu	non	oui non	oui légère- ment	non légère- ment	oui oui	oui non
Nettoyage du feu	peut- être	non	peut- être avec de la vapeur	oui	peut- être avec de la vapeur	non

TABLEAU XXV.

Évaporation avec les houilles de l'île de Vancouver

Houille No.	Description	Val. Cal. par livre telle que mise au feu	Humid. dans la houille telle que mise au feu	Cendres et mâchefer de la houille sèche	Index No.	Évap. équiv. par liv. telle que mise au feu
20	Veine Wellington, Houillère Wellington Extension, W. C. Co., Ltd., Extension, C.B.	12980	1.4	6.3	79.4	6.76
18	Veine Upper, Mine No. 1, W. F. Co., Ltd., Nanaimo C.B.	12540	2.3	8.7	77.5	6.59
17	Veine Lower, Mine No. 1, W.F. Co., Ltd., Nanaimo, C.B.	12210	2.1	11.4	72.2	6.17
21 M	Mines Nos. 4 et 7, Houillère Comox, W. C. Co., Ltd., Cumberland, C.B.	12880	1.0	10.8	86.5	7.41
221 M	Mines Nos. 4 et 7, Houillère Comox, W. C. Co., Ltd., Cumberland, C.B., lavée.	13180	3.0	9.86	91.2	7.68
Ex. 34	Mine Suquash, Alert Bay, P.C. Co.	10950	5.3	15.86	68.4	5.92

On devrait remarquer que la houille d'Alert Bay (Ex. 34) n'appartient pas réellement au même groupe que le reste.

LES
HOUILLES DU CANADA
ENQUÊTE INDUSTRIELLE
VOL. II.

HUITIÈME PARTIE
ESSAIS AU GAZOGÈNE

PAR

R. J. DURLEY

HUITIÈME PARTIE

ESSAIS AU GAZOGÈNE

R. J. DURLEY

GAZOGÈNES ET LEUR MÉTHODE DE FONCTIONNEMENT

Comme introduction à la discussion des essais de houilles Canadiennes faits aux laboratoires d'expérience de l'Université McGill, on trouvera utile d'avoir un aperçu élémentaire de la théorie et de l'action du gazogène. Les gazogènes diffèrent de modèle suivant le combustible dont on doit se servir et le but auquel le gaz doit être employé. Le gaz qui doit servir au pouvoir, pour être employé avec succès dans une machine à combustion interne doit être plus propre et plus uniforme dans sa composition que cela est nécessaire dans le cas de gaz que l'on ne doit employer que comme combustibles ou dans un but métallurgique. La préparation du "gaz de houille" par la distillation de houilles très bitumineuses dans des cornues imperméables forme naturellement le procédé habituel de fabrication du gaz pour la consommation d'une ville et ce gaz lorsqu'il est convenablement nettoyé peut être employé pour le pouvoir. Un tel gaz doit être clairement distingué de celui qui est connu sous le nom de gaz du "gazogène" et est habituellement trop coûteux pour être employé soit dans les machines à gaz pour la production du pouvoir, soit pour les travaux métallurgiques. D'un autre côté, certaines sortes de gazogènes sont grandement employés pour la fourniture de la ville quand ils sont traités spécialement pour être adaptés à ce but.

Le terme "gaz de gazogène" est employé pour spécifier le mélange de gaz obtenus en passant de l'air ou un mélange de vapeur et d'air à travers un corps de combustible carbonacé solide et incandescent. Un haut fourneau, produisant de la gueuse est, en fait, un exemple sur une large échelle d'un gazogène de cette nature et les gaz des hauts fourneaux peuvent être employés pour chauffer les générateurs ou (après un nettoyage approprié) pour fournir les machines à gaz employées pour la production du pouvoir. Dans un haut-fourneau, l'air seul passe à travers le coke chauffé qui forme une si importante partie de la charge de la fournaise.

Le gazogène de la sorte la plus simple est celui qui emploie un combustible (tel que le coke) contenant peu ou aucune matière volatile combustible et qui n'est alimenté que d'air. La disposition d'un gazogène simple à tirage supérieur est montrée dans la Fig. 38 et on verra qu'il contient un lit épais de combustible, F, entouré d'une enveloppe de plaques de fer à l'épreuve des gaz, ayant une facilité d'approvisionnement d'air à A l'entrée du combustible à B et l'enlèvement des gaz qui en résultent à G.

¹ Voir par exemple, Trans. A.S.M.E. Juin 1910, pour les détails sur une grande installation d'usine de hauts fourneaux à machines à force motrice à gaz.

La nature générale des actions qui se produisent dans un gazogène de cette sorte peut être facilement suivie par quiconque possède une légère connaissance de chimie. Avec un lit de combustible suffisamment profond et une alimentation d'air proprement adaptée, on trouvera que le carbone du combustible s'unit à l'oxygène de l'air pour former du monoxyde de carbone (CO), un gaz combustible mais un poison, qui s'il se trouve en contact avec une quantité supplémentaire d'air à une certaine température s'unira à plus d'oxygène et formera du bioxyde de carbone (CO₂), produit de la combustion complète du carbone et de l'oxygène. La formation du monoxyde de carbone dans le gazogène implique la combustion partielle du carbone et est accompagnée de l'évolution d'environ 30 pour cent de la chaleur qui pourrait être produite en brûlant complètement la même quantité de carbone en dioxyde de carbone. Ce 30 pour cent est perdu, étant dissipé par la radiation et emmené comme chaleur sensible dans le gazogène chaud; la balance, environ 70 pour cent peut être utilisée en brûlant avec plus d'air les gaz du gazogène. Le rendement du gazogène, tel que décrit ci-dessus, ne peut pas, par conséquent excéder 70 pour cent puisqu'un gazogène à rendement de 100 pour cent est celui qui donne un gaz qui, s'il est brûlé développerait 100 pour cent de la valeur calorifique du combustible employé¹. Le rendement d'un gazogène est en fait la proportion de

Valeur Calorifique du gaz produit

Valeur Calorifique du combustible employé

On a trouvé par l'expérience que la chaleur produite en brûlant une livre de carbone en monoxyde de carbone (CO) s'élève à environ 4,200 U.T.B.² tandis que si on permet aux 2½ livres de monoxyde de carbone de s'unir à une quantité supplémentaire d'oxygène de façon à produire 3¾ livres de dioxyde de carbone, 10,450 U.T.B. additionnelles sont engendrées. La valeur calorifique d'une livre de carbone est par conséquent, 14,650 U.T.B. quand elle est complètement brûlée en dioxyde de carbone. De là, ainsi qu'il a été expliqué plus haut, le rendement de chaleur du procédé de formation du monoxyde de carbone sera

$$\frac{10450}{14650}$$
 ou 71.3 pour cent dans des condi-

tions idéales ou parfaites au point de vue théorique. Dans un gazogène de la nature décrite ci dessus on ne peut pas même atteindre ce chiffre et il est nécessaire d'adopter certains moyens pour utiliser une portion de la chaleur qui serait autrement perdue. Cela peut être fait, simplement en mélangeant une quantité convenable de vapeur avec l'approvisionnement d'air.

Si la vapeur est passée sur du carbone incandescent, il se fait une réaction chimique qui divise la vapeur en ses constituants, l'hydrogène et l'oxygène, et l'oxygène, dans des conditions de températures appropriées s'unit au carbone, formant habituellement à la fois du monoxyde et du dioxyde de carbone. Les gaz qui résultent de ce procédé formeront, par conséquent, dans des conditions idéales un mélange d'hydrogène, de monoxyde de car-

^{1 2} Pour notes relatives à la signification de "Valeur Calorifique," "British Thermal Unit," etc., et pour les méthodes et les unités de mesurage de la chaleur, voir les Parties VII et IX de ce volume.

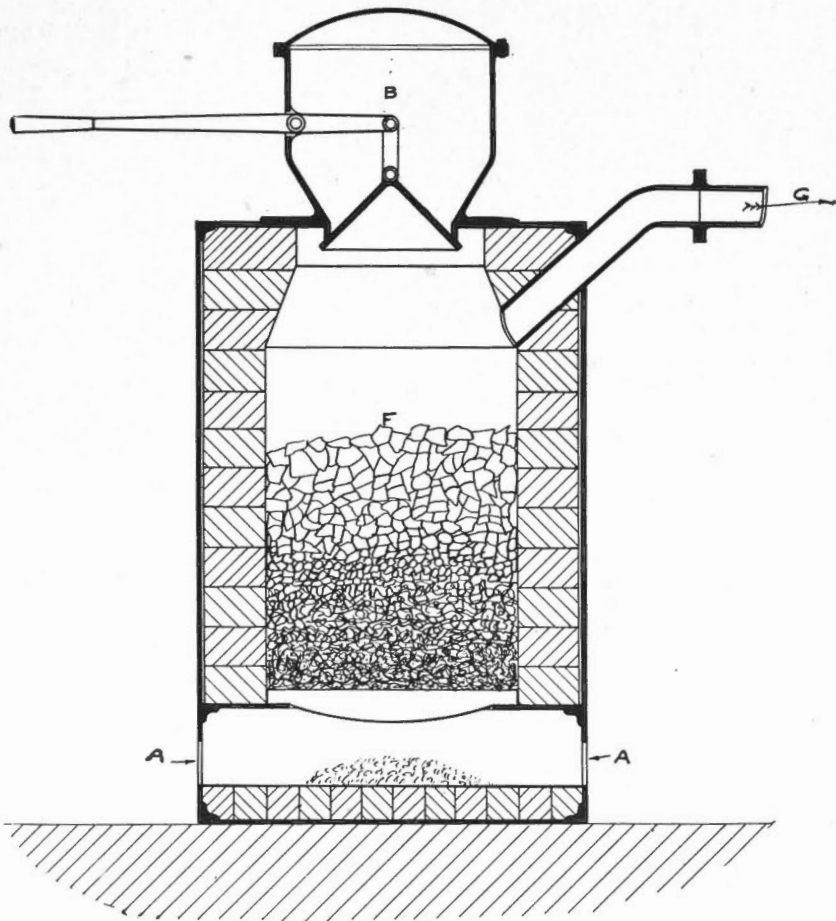


Fig. 38. Diagramme d'une forme simple de gazogène.

bone et de bioxide de carbone (ce dernier en petites quantités si les conditions sont favorables). La désagrégation des éléments de la vapeur requièrent cependant plus de chaleur qu'il peut en être fourni par la combustion du carbone avec l'oxygène qui en résulte; de là, dans l'ensemble, la formation du "gaz d'eau" obtenu en passant la vapeur sur du carbone rouge vif, est caractérisée par l'abaissement de la température du gazogène par suite de la chaleur absorbée et si la chaleur n'est pas fournie par une source extérieure ou par tout autre réaction chimique, la température tombera bientôt si bas que la décomposition de la vapeur cessera. Cet approvisionnement nécessaire de chaleur pourrait évidemment être fourni en s'appliquant à la formation de "gaz d'air" en quantité suffisante, tel qu'il est expliqué dans le paragraphe précédent, et dans de nombreux gazogènes actuellement en usage les deux procédés sont, de fait, exploités ensemble, l'approvisionnement de vapeur proportionnée de telle façon à l'oxygène que la chaleur résultant de la formation du "gaz d'air" en brûlant une portion du carbone en monoxide de carbone au moyen de l'oxygène de l'air est employé en maintenant la réaction du "gaz d'eau" par la décomposition de la vapeur. Le gaz qui en résulte est, par conséquent, composé d'hydrogène, de monoxide de carbone, et d'une proportion de dioxide de carbone dilué par le nitrogène et autres gaz inertes qui dérivent de l'approvisionnement d'air.

On doit dire que dans la formation du "gaz d'air" il se forme toujours une proportion de dioxide de carbone, en plus du monoxide de carbone, sa quantité variant suivant diverses circonstances, dont l'une est la température du gazogène. De plus, si le combustible employé était un combustible qui (comme l'anhracite ou le coke) contenait des composés d'hydrogène et de carbone, les gaz résultants contiendraient probablement une proportion de gaz volatiles ou d'hydrocarbone gazeux. Le tableau ci-dessous donne des analyses qui montrent (a) la composition d'un échantillon de gaz fourni par un gazogène employant la houille anhracite et approvisionné à la fois d'air et de vapeur, que l'on peut considérer comme le type du "gaz de gazogène" tel qu'employé pour l'usage des machines à gaz; (b) la composition de "gaz d'air" types dans lesquels l'approvisionnement se composait d'air contenant seulement une petite proportion de vapeur d'eau avec le coke comme combustible; (c) la composition de "gaz d'eau" fait en soufflant de la vapeur sur du coke rouge vif¹.

TABLEAU XXVI.
Composition des gaz par volume

	(a)	(b)	(c)
Monoxide de carbone	27.6	32.6	44.0
Dioxide de carbone	3.9	1.4	3.3
Hydrogène	15.3	1.0	48.6
Methane	1.4	.....	0.4
Nitrogène, etc.	51.8	65.0	3.7
Total des gaz combustibles.....	44.3	33.6	93.0
Combustible	Anhracite	Coke	Coke

¹ Pris dans "Producer Gas" de Dowson et Larter, p. 21, édition de 1906.

L'anhracite et le coke, combustibles employés à engendrer les gaz dont les compositions sont données ci-dessus, contiennent une très grande proportion de carbone fixe; les analyses typiques de ces combustibles étant à peu près comme il suit:

TABLEAU XXVII.

Combustible	Carbone Fixe	Matière Volatile	Cendres
Anhracite de Pennsylvanië.....	85.0	8.5	6.5
Coke de Pennsylvanie.....	89.0	1.3	9.7

Il est ainsi évident que si l'anhracite ou le coke de bonne qualité sont employés dans le gazogène, les gaz en résultant ne devraient contenir qu'une petite proportion de composés d'hydrocarbone et on a trouvé en fait qu'il en était ainsi.

Quand le gaz doit être produit par des combustibles comme la houille bitumineuse qui contient une quantité considérable de composés d'hydrocarbone et rejette au chauffage une grande quantité de matière volatile, le problème est bien plus difficile surtout si le gaz doit être employé pour la force motrice. C'est parceque le travail du gazogène lui-même est plus compliqué que si l'on emploie des houilles non bitumineuses et que les matières goudroneuses et les produits de la distillation se présentent lorsque la houille s'échauffe, on doit agir de manière à éviter l'arrêt dans le gazogène lui-même, dans les tuyaux et dans les passages et les valves des machines. Cet aspect de la question est considéré plus loin, mais on peut dire qu'en adoptant des modèles spéciaux de gazogènes et d'appareils de nettoyage à gaz, des houilles, contenant jusqu'à 40 pour cent de matière volatile, ont été employées avec succès pour la production du gaz servant à la force motrice.

GAZOGÈNES POUR COMBUSTIBLES NON BITUMINEUX

Une vue sectionnelle d'un gazogène dans lequel on doit se servir de combustible contenant peu ou point de matière volatile est représentée dans la Fig. 39 par laquelle on verra que la disposition de la Fig. 38 est modifiée de façon à fournir l'approvisionnement nécessaire de vapeur et l'appareil est destiné à fonctionner comme un gazogène à succion dans lequel la machine elle-même amène dans le générateur la quantité d'air requise pour le travail. Il y aurait besoin de légers changements dans la construction si le gazogène était du type "à pression" dans lequel l'air est forcé par un ventilateur ou si le tirage était maintenu par la succion d'un épaisseur. Naturellement la vapeur requise pourrait être fournie par un générateur séparé, mais comme cela nécessiterait des dépenses supplémentaires et une attention plus ou moins continuelle, il est habituellement désirable, spécialement dans les petites installations, de faire en sorte que le gazogène pro-

duise sa propre vapeur. Le dessin spécial que représente la Fig. 39 est celui de Ruston, Proctor and Co., Ltd., Lincoln, Angleterre, mais des gazogènes de ce modèle sont construits par un grand nombre de maisons bien connues en Europe et en Amérique.

Dans la Fig. 39, la partie supérieure du gazogène consiste d'un vaporisateur ou générateur en fonte chauffée par le combustible qui se trouve en dessous et est proportionné de façon à évaporer autant que possible la quantité d'eau requise pour donner de la vapeur à l'approvisionnement d'air. Le combustible pénètre par le trémie B. L'air entre par A, passe au-dessus de l'eau chauffée et emporte la quantité requise de vapeur le long du tuyau E qui conduit à l'espace C sous la grille. Les gaz qui quittent la partie supérieure du gazogène passent à travers l'eau D et entre par le fond d'un nettoyeur humide S qui consiste en un récipient cylindrique, à travers lequel l'eau s'égoutte, et qui refroidit et lave ainsi les gaz à leur passage vers le haut. Du nettoyeur humide ou à coke, le tuyau F conduit les gaz dans une boîte à expansion K et de là à la machine. Pour mettre en marche le gazogène, un petit ventilateur à main (que l'on ne voit pas) et un tuyau à déchets G qui conduit à l'air sont installés, de façon que, dès la mise en marche, l'air est poussé dans l'espace C, le robinet H est ouvert à l'atmosphère et le gazogène travaille sous une légère pression alors que durant le travail régulier la pression dans le système entier est légèrement inférieure à la pression atmosphérique. Des gazogènes à succion de ce modèle sont employés jusqu'à environ 500 C.V., les gazogènes plus gros sont généralement du modèle à pression dans lesquels l'air est fourni par un soufflet ou un jet de vapeur, et tout l'appareil est sous un "phenum".

On doit remarquer que dans les gazogènes à succion le vaporisateur ou générateur est souvent placé dans le tuyau qui conduit au nettoyeur et non pas dans le gazogène lui-même. La Fig. 40 représente un appareil de cette nature, un gazogène à succion Pintsch. Là le gaz chaud, provenant des couches de combustible quittant le gazogène par le tuyau B, passe à travers un tube vertical C dans lequel se trouve réellement un petit générateur alimenté par un approvisionnement d'eau à pesantier et déchargeant la vapeur à une pression atmosphérique par le tuyau J dans l'espace situé en dessous de la grille du gazogène. L'approvisionnement de vapeur est assuré par un ajustage automatique, de façon à être adapté aux exigences du combustible et de la charge. Le gazogène est muni d'une trappe à poussière D ainsi que du nettoyeur humide habituel E et de ses accessoires.

Pour le travail d'un gazogène à anthracite ou à coke, on doit naturellement prendre des dispositions pour remuer le feu, pour enlever les cendres et alimenter avec de nouveau combustible et pour se débarrasser de toute la poussière et de tout le rebut qui peuvent être déposés dans les tuyaux ou les nettoyeurs. Les principaux ennuis contre lesquels on doit se préparer proviennent de la formation du mâchefer dans le gazogène, ou des explosions de gaz dans le gazogène ou les tuyaux; il y a aussi la possibilité de l'empoisonnement par le gaz si une fuite ou une ouverture laisse échapper du gaz contenant du monoxyde de carbone dans la chambre du gazogène, ou la

chambre des machines. Naturellement il y a moins de chances que cela arrive dans un modèle à succion que dans un modèle à pression. Il n'est pas hors de place de dire quelques mots à ce sujet.

Le terme mâchefer dans un gazogène est employé pour indiquer la cendre du combustible qui fond. Si la température dans la zone incandescente de la couche de combustible est telle que la cendre fonde aussitôt formée, la cendre fondue ou mâchefer a une tendance à adhérer aux parois du gazogène, ou de tomber et de causer des ennuis en se solidifiant dans une partie plus froide de la couche de combustible ou de la couche de rebut qui se trouve au-dessus de la grille. Quelquefois un morceau de mâchefer se forme sur la paroi du gazogène et empêche sérieusement le mouvement descendant du combustible frais qui doit se produire chaque fois que celui de dessous est brûlé. Dans un cas de cette nature, il est nécessaire d'enlever la masse adhérente en remuant le feu. On peut évidemment éviter cet ennui soit en employant un combustible dont la cendre à un point de fusion très élevé ou en travaillant avec une basse température sur la couche de combustible. Ce dernier résultat est facilement obtenu en augmentant la proportion de vapeur dans l'approvisionnement d'air, mais il n'est pas désirable d'avoir une température trop basse car on a trouvé que, avec des températures de gazogène trop basses, le gaz produit est riche en bioxide de carbone et pauvre en monoxide de carbone; ainsi se trouvera amoindrie la valeur calorifique du gaz produit. La température habituelle dans la zone chauffée d'un gazogène est d'environ 1,500 à 2,100°F.¹

Le risque des explosions de gaz dans un outillage de gazogène bien conduit est très léger. Afin de produire un mélange explosif, le gaz doit être mélangé à l'air après avoir quitté la couche de combustible et cela ne peut se produire que par des fissures dans les jointures, les valves ou les robinets dans les appareils à succion ou par l'emploi impropre d'ouvertures tels que le trou à cendres et les portes à trous pour le nettoyage ou le remuage du feu. On devrait toujours se munir du système de tuyaux avec un nombre suffisants d'arrêts d'eau tels que ceux qui sont montrés au bas du tuyau d'échappement des gaz, Fig. 39 de façon à ce que l'effet de l'explosion de gaz dans l'un des tuyaux ne résulterait qu'à précipiter de l'eau dans l'un ou l'autre des récipients. Quand on nettoie un nettoyeur ou un récipient à gaz on ne devrait permettre ni feu ni lumière dans la chambre du gazogène et l'on devrait prendre toutes les précautions possibles pour éviter une explosion.

Le monoxide de carbone est le seul poison qui se trouve dans le gaz du gazogène, mais il est inodore et se présente en quantité suffisante pour rendre le gaz dangereux pour tout être humain si on le respire. On devrait, par conséquent prendre tous les soins possibles pour éviter les fuites et la chambre du gazogène devrait être bien ventilée. Quand on doit procéder au nettoyage il est très imprudent de pénétrer dans un nettoyeur, un récipient à gaz ou toute autre partie de l'installation jusqu'à ce qu'elles

¹ Voir Bulletin 393, Com. Géol. Etats Unis, pp. 15-27.

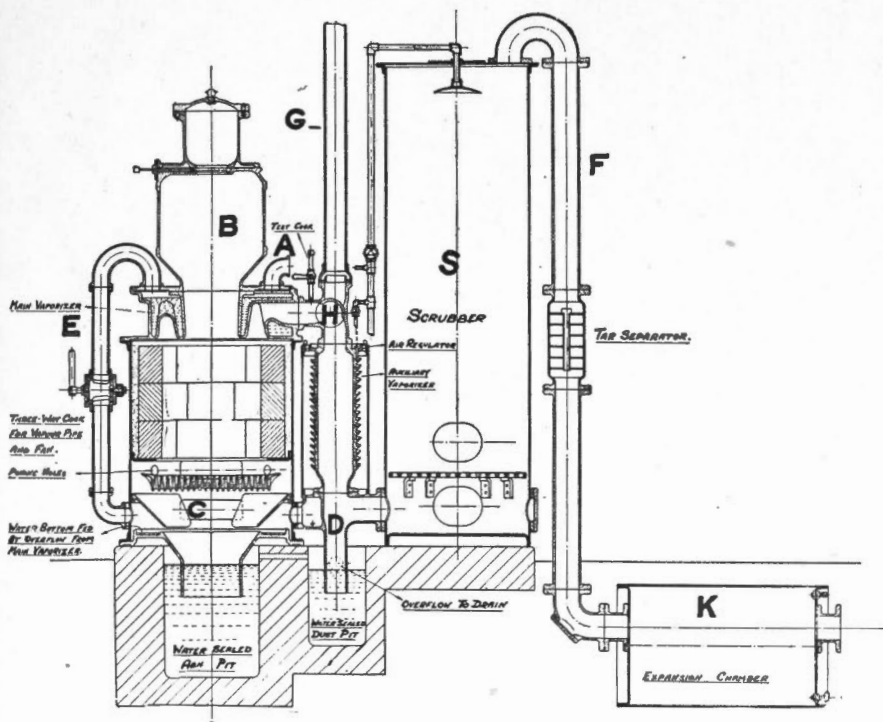


Fig. 39. Gazogène à suction.

(Ruston, Proctor et Cie., Ltd. Lincoln, Angleterre)

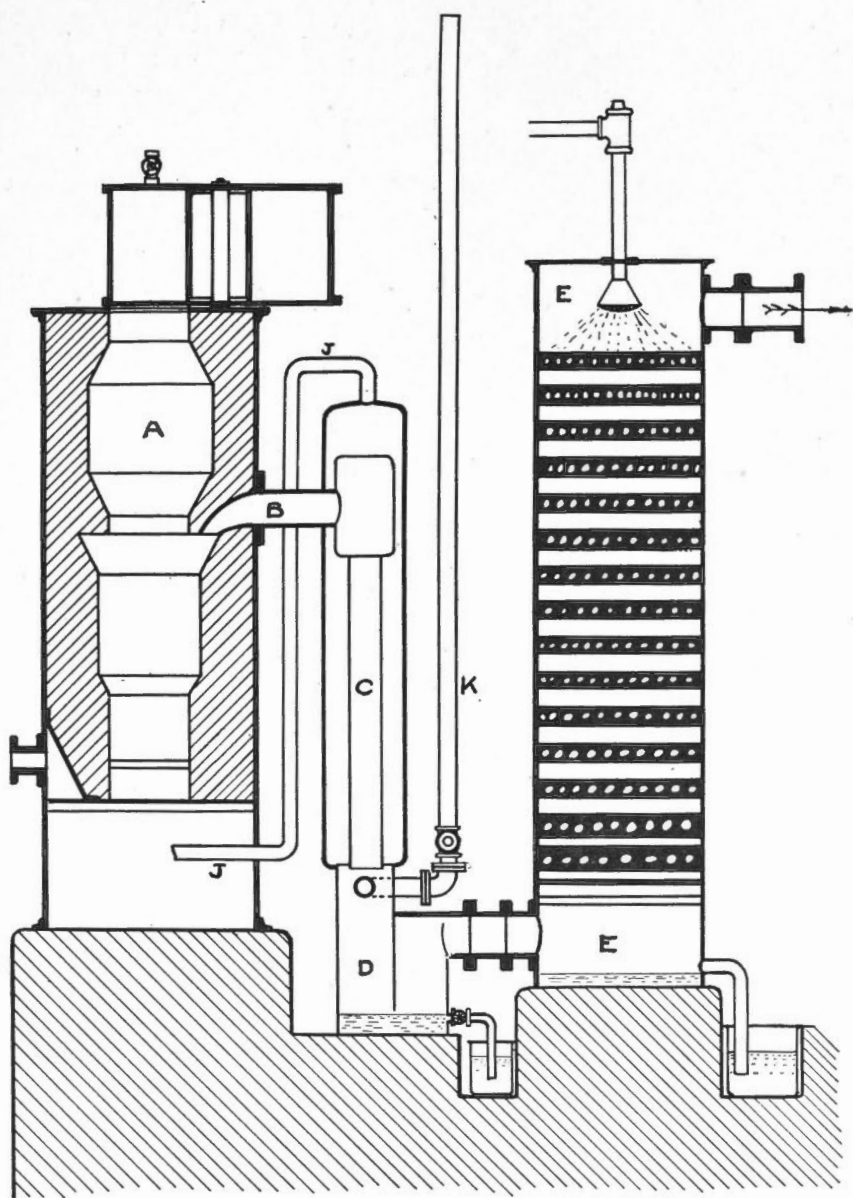


Fig. 40. Gazogène à suction (Pintsch)

soient complètement libres de gaz et qu'elles aient été remplies d'air frais. De même, en mettant en marche un outillage à succion, on doit faire en sorte que la machine ne soit pas dans une position telle que les valves, à air et à gaz, ne soient pas ouvertes à la fois car, dans ce cas, il pourrait arriver que le gaz soit conduit dans le gazogène par le ventilateur de mise en marche et de là dans la chambre des machines. On ne devrait pas laisser le gaz non brûlé s'échapper des robinets d'essais ou d'autres orifices dans la chambre du gazogène ou des machines.

Si un homme est affecté par l'empoisonnement au monoxyde de carbone on devrait immédiatement l'emmener à l'air frais et s'il est insensible, on devrait lui administrer de l'oxygène ou pratiquer la respiration artificielle. On doit éviter de l'exposer au froid. Quoiqu'il y ait des milliers de gazogène dont on se sert il n'arrive que rarement de sérieux cas d'empoisonnement ou d'asphyxie.

Par suite du fait qu'avec un gazogène à succion la pression dans le système à gaz est moindre que celle de l'atmosphère, toute fuite qui se présente, quand la machine est en marche, proviendra de l'air dans le gazogène ou dans les tuyaux. Avec une installation à pression, cependant, les fuites se produisent à l'extérieur et, c'est pour cette raison, que de telles installations requièrent d'être mieux prémunies contre toute fuite possible.

En pratique les meilleurs gazogènes donnent un rendement élevé. Des installations bien comprises, se servant d'un combustible approprié, ont produit du gaz dont la valeur calorifique va jusqu'à 85 pour cent de celle du combustible brûlé, même s'il est de petite dimension. Il est probable cependant que, dans la moyenne de chaque jour, le rendement de tels gazogènes à succion ne dépasse pas 75 à 80 pour cent et la plupart des installations qui se servent de houilles bitumineuses ont un rendement considérablement moins élevé que cela.

On devrait remarquer que lorsque le gaz du gazogène contenant des composés d'hydrogène ou d'hydrocarbone est brûlé, la chaleur rendue par les produits de la combustion est plus grande, si la vapeur formée est condensée, que si la vapeur n'est pas condensée, par suite de la quantité relativement grande de chaleur rendue par chaque livre de vapeur lorsqu'elle est transformée en eau. Quand on parle de la valeur calorifique d'un tel gaz, il est par conséquent nécessaire de savoir si l'on veut dire la plus haute valeur (en tenant compte de la condensation de toute vapeur formée) ou de la plus basse valeur ou de la valeur effective. Les deux quantités diffèrent souvent entre-elles jusqu'à 10 pour cent. Il semble juste de considérer la valeur inférieure dans le travail du gazogène, les produits de la combustion étant toujours au dessus de 212°F. quand ils quittent la machine et par conséquent la vapeur qu'ils contiennent n'est pas condensée.

GAZOGÈNES POUR HOUILLES BITUMINEUSES

Le gaz que l'on emploie dans les machines doit être propre, c'est à dire, pratiquement libre de poussière ou de matière goudronneuse qui

cause de l'obstruction dans les passages ou qui use indument les parties de la machine qui travaillent. Un gaz de cette nature devrait être délivré dans la machine à une température aussi basse et à une densité aussi haute que possible, de façon à ce que la machine puisse prendre un chargement aussi ayant la plus grande valeur calorifique. Le gaz devrait être uniforme en qualité et ininterrompu dans l'approvisionnement, quelque soit le degré de travail que l'on demande au gazogène, et le travail de l'installation du gazogène ne devrait requérir que peu de surveillance et de main d'œuvre de la part de ceux qui en sont chargés.

Des gazogènes employant de la houille bitumineuse ont été employés avec succès dans des buts industriels, tels que la combustion du ciment, la fonte du plomb, et autres, depuis l'introduction du gazogène Siemens et de sa fournaise en 1861, mais des gazogènes de cette nature sont généralement d'une dimension considérable et fournissent un gaz qui n'est généralement ni propre ni frais. L'absence de goudron et la basse température du gaz sont des qualités qui n'ont que peu ou pas d'importance pour le travail de la fournaise et les gazogènes à gaz combustible sont par conséquent plus simples et moins difficiles à manœuvrer que les gazogènes fournissant le gaz pour la force motrice. Une houille peut donner des résultats satisfaisants dans un grand gazogène à gaz combustible et peut cependant causer des ennuis quand elle est brûlée dans un gazogène qui doit fournir un gaz pour fins de force motrice, spécialement quand le gazogène est petit. Les gazogènes à gaz combustible¹ ne seront pas discutés ici, mais on décrira la construction et la manipulation des quelques modèles principaux de gazogènes, afin d'illustrer les difficultés spéciales que l'on rencontre dans l'emploi de combustibles bitumineux. De tels combustibles forment la majeure partie de l'approvisionnement de combustible du monde et les usines motrices à gaz doivent être capables d'utiliser les houilles bitumineuses si elles doivent entrer en concurrence sérieuse avec les usines à vapeur à moins qu'elles ne soient placées dans d'exceptionnelles circonstances. Tel qu'on le verra d'après les notes suivantes, cependant, la construction des gazogènes à gaz moteur subit encore des améliorations.

Ci-dessous nous montrons la composition de certains gaz types provenant de houilles bitumineuses :

TABLEAU XXVIII.

Composition de gaz types provenant de la houille bitumineuse.

Type de Gazogène	R. D. Wood	Westinghouse	Mond
Combustible.—Humidité	4.21	1.39	2.0
Carbone Fixe	53.16	74.28	65.0
Matière Volatile	35.41	16.01	27.0
Cendres	7.22	8.32	6.0

¹ Pour description de formes typiques de gazogènes à gaz combustible, voir Sexton, Fuel and Refractory Materials (Edit. Blackie and Son) Chap. VII.

TABLEAU XXVIII. (Suite)

Type de Gazogène	R. D. Wood	Westinghouse	Mond
Gaz (Pourcentage par volume)			
Monoxide de carbone.....	23.4	18.1	15.3
Dioxyde de carbone.....	7.9	7.9	13.2
Hydrogène.....	17.1	12.6	19.35
Méthane.....	2.1	2.6	3.85
Oxygène.....	.....	0.5	.....
Nitrogène, etc.....	49.5	58.3	48.3
Valeur Calorifique (inférieure) U.T.B. par pieds cubes.....	150.0	117.8	141.7

Ces chiffres peuvent se comparer avec ceux des Tableaux XXVI et XXVII et avec les analyses données plus loin dans le Tableau XXXIII (Rapport Sommaire des essais de Houille au gazogène).

Si l'on essaye de se servir de houille bitumineuse dans des gazogènes du type représenté par les Fig. 38, 39 et 40, le premier effet de l'introduction d'une portion de combustible frais c'est que la quantité de matière volatile est emportée par la chaleur du lit de combustible déjà incandescent. Le gaz qui en résulte est alors chargé d'hydrocarbures, produits de la distillation partielle du combustible frais ainsi que de poussière provenant des cendres de la couche de combustible. Les matières goudroneuses et la poussière sont déposées en partie dans le système de tuyaux et en partie enlevés dans le nettoyeur qui devient rapidement obstrué, mais une grande partie de la matière peu désirable passe au dessus de la machine où sa présence est bientôt manifestée par l'obstruction des ouvertures et des passages et spécialement des valves à air et à gaz, ce qui fait qu'en peu de temps la machine cesse de fonctionner.

Mais cela n'est pas tout; si la houille bitumineuse dont on se sert est d'une qualité qui colle, le combustible frais tendra à former une couche plus ou moins solide adhérent aux parois du gazogène et causant la formation d'un espace creux, car le reste du combustible brûle loin au-dessous. On doit s'efforcer de briser cette couche en remuant le feu, procédé qui contre-carre le travail régulier du gazogène et qui peut causer de rapides changements dans la qualité et la composition du gaz produit, même si cela ne rend pas l'approvisionnement insuffisant pour la machine. La résistance de la couche de combustible au passage des gaz changera également et ce changement se fera remarquer par une augmentation ou une diminution de la pression dans le gazogène et dans le système des tuyaux. En fait, on trouvera que l'outillage d'un gazogène à suction ordinaire qui fonctionnera parfaitement avec du coke ou de l'antracite ne fonctionnera pas du tout si on l'essaye avec de la houille bitumineuse, même d'une qualité qui ne colle pas. Les difficultés provenant du collage de la couche de combustible seront naturellement plus sérieuses dans un petit gazogène que dans un grand, car si le gazogène est d'un diamètre suffisamment grand, les

couches de combustible tendront à se briser d'elles-mêmes, sous leur propre poids, sans être obligé de remuer le feu.

Des gazogènes capables d'être alimentés avec succès avec de la houille bitumineuse doivent par conséquent être munis:

(1) Des moyens nécessaires pour détruire ou enlever les matières goudroneuses provenant des charges fraîches de combustible.

(2) Des moyens d'assurer un mouvement uniforme de la charge vers le bas au fur et à mesure que le combustible est consommé, sans avoir recours à une main d'œuvre excessive, obtenant ainsi une qualité uniforme et continue de gaz.

(3) Des moyens d'éviter la perte provenant du charbon non brûlé dans le rebut, et

(4) Des moyens d'enlever le rebut sans déranger le travail du gazogène.

Les méthodes au moyen desquelles on est plus ou moins arrivé à ce but sont indiquées dans les descriptions qui suivent:

Les produits de la distillation des houilles bitumineuses, bois, tourbe ou autre combustible de nature non anthracite contiennent des composés hydrocarbonés variés qui tendent à se décomposer en formes plus simples principalement en méthane ou gaz des marais (CH_4), quand ils sont chauffés à une température correspondant à une chaleur rouge écarlate, ce procédé étant souvent accompagné d'un dépôt de carbone sous la forme de noir de lampe ou de suie. Voilà pourquoi, si les vapeurs provenant du combustible frais dans un gazogène bitumineux traversent sa zone la plus chauffée ou celle d'un autre gazogène, le tout ou la plus grande partie du goudron sera décomposé ou brûlé et on évitera de plus grandes difficultés¹ à moins que le noir de lampe ne cause des ennuis.

La seule autre alternative est d'enlever le goudron par quelque procédé le lavage ou d'un procédé de nettoyage appliqué aux gaz après qu'ils ont quitté le gazogène.

Le gazogène Koerting (Fig. 41) est destiné à l'usage de briquettes faites de lignite et peut être considéré comme un exemple du type dans lequel la matière goudroneuse est détruite par l'exposition à une haute température dans l'intérieur du gazogène. L'appareil est similaire dans ses principes généraux à un gazogène patenté par Dowson en 1903 et consiste d'un corps vertical d'environ 8 ou 10 pieds de haut, disposé tel qu'il est représenté, avec une grille G au bas et une sortie pour les gaz K vers le milieu. L'air peut entrer en haut et en bas du gazogène et quand on emploie de la lignite, qui contient de 15 à 30 pour cent d'humidité, on peut obtenir de bon gaz avec un rendement satisfaisant sans admettre de vapeur supplémentaire. La sortie du gaz est faite de telle façon que tout le gaz possible qui peut entrer par l'entrée de combustible doit passer à travers la zone chauffée du combustible avant d'atteindre K. Un passage S qui

¹ Pour la discussion des différentes méthodes relativement à la manière de traiter la difficulté du goudron dans les gazogènes bitumineux, voir "Engineering," 31 Janvier et 7 Fev. 1908.

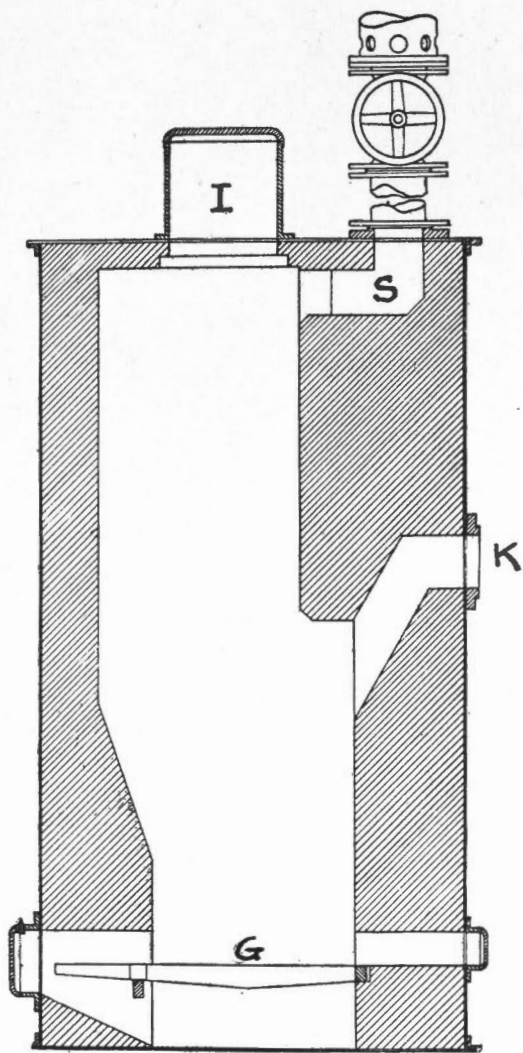


Fig. 41. Gazogène pour les briquettes de lignite.
(Koerting)

conduit du haut du gazogène à l'atmosphère sert à mettre en marche, et est fermé par une valve durant le fonctionnement régulier. On s'arrange de façon à pouvoir juger de la condition du feu et à le remuer, tel qu'il est requis, au moyen de trous d'observation et de trous de remuage appropriés. La position de la zone de la température la plus élevée peut être réglée en variant les quantités relatives d'air admises aux ouvertures du haut et du bas, de telle manière que les produits de la distillation du combustible fraîchement chargé sont convenablement décomposés. La portion inférieure du gazogène quand il fonctionne bien ne contient que du combustible carbonisé reposant sur un lit de cendres. L'appareil tout entier peut être considéré comme une combinaison des systèmes soi disant appelés à tirage supérieur et à tirage inférieur, le passage des gaz s'effectuant vers le bas dans la portion supérieure et vers le haut dans la portion inférieure. Un tel gazogène ne fonctionnerait probablement pas aussi bien avec une houille bitumineuse qui collerait car ce combustible colle ou s'attache aux parois du gazogène bien plus que la lignite et le remuage dans un gazogène d'un diamètre relativement petit n'est pas facile.

La Fig. 42 représente une installation de gazogène dans laquelle le goudron est décomposé dans un second lit séparé de combustible chaud, telle qu'elle existe à la Power and Mining Machinery Co., où existe l'arrangement des gazogènes doubles connu sous le nom de système Loomis Pettibone, système bien similaire à celui proposé à l'origine, en Angleterre, par Sutherland en 1882 et depuis essayé par un grand nombre d'expérimentateurs.

D'après ce système, deux gazogènes ou générateurs, reliés par le dessus ont des valves A et B qui conduisent de l'espace situé au-dessous des grilles à un générateur ou vaporisateur. Du haut du vaporisateur, les valves C et D conduisent le gaz refroidi à l'un ou à l'autre des deux récipients à gaz. Le combustible est introduit par les trémies E et F. Les gazogènes sont construits de telle façon que les produits de la distillation provenant du générateur qui viennent d'être refroidis doivent passer à travers le combustible chaud carbonisé dans l'autre générateur. Il y a plusieurs manières de faire cela. Une méthode consiste à faire travailler parallèlement les deux générateurs, avec tirage vers le bas, en ne fournissant que l'air jusqu'à ce que la température s'élève suffisamment. Pendant cette période, le goudron provenant du dessus de chaque gazogène est décomposé dans sa propre zone chauffée de combustible carbonisé (on peut employer pour commencer du coke ou de l'anthracite). Les valves sont alors manipulées de façon à ce qu'en fournissant la vapeur (sans air) à la base du (disons) gazogène No. 1 et en l'emmenant par un tirage vers le haut pour les gaz d'eau, tous les gaz distillés passent vers le bas à travers le gazogène No. 2 et sont alors libres de goudron. Pendant ce "travail pour les gaz d'eau" la température des deux gazogènes s'abaissera, car les réactions qui se forment absorbent la chaleur au lieu de la développer et le gaz d'eau produit qui est riche en hydrogène¹ est généralement conduit dans un ré-

¹ Voir p. 63.

cipient à gaz séparé. Quand l'action est allée suffisamment loin, la vapeur est fermée et l'air admis dans les deux gazogènes qui sont travaillés comme auparavant avec un tirage dans le bas ce qui fait qu'un travail de "gaz d'air" est effectué au cours duquel la température du gazogène s'élève, mais elle sera évidemment plus élevée dans le No. 2 que dans le No. 1 où a été fait le gaz d'eau. On effectue alors un second travail de "gaz d'eau" mais cette fois la vapeur est fournie au bas du No. 2 tandis que les gaz passent vers le bas à travers le No. 1 où le goudron est traité. Un second jet d'air suit et le procédé est recommencé indéfiniment. On peut charger le combustible dans l'un ou l'autre des gazogènes tandis qu'il fonctionne avec le haut ouvert pendant la période du "jet d'air."¹ Des installations de ce type ont donné d'excellent résultats, mais il y a souvent quelques difficultés en effectuant l'enlèvement convenable des cendres et du mâchefer sans interrompre la continuité du travail et on doit apporter l'attention la plus soutenue afin de maintenir la qualité uniforme du gaz et la suite régulière des opérations. Le gaz produit avec la houille bitumineuse est cependant de bonne qualité et des installations de cette nature sont capable de fonctionner d'une façon économique et de donner un bon rendement.

Comme exemple d'un autre arrangement pour traiter la houille bitumineuse en détruisant le goudron, on peut choisir le gazogène à double zone Westinghouse, introduit en 1909. Cet appareil, comme la gazogène Koerting est généralement similaire en principe au gazogène Dowson de 1903, mais est capable de produire la vapeur dont il a besoin. Il n'a pas de grille, le rebut étant enlevé au moyen d'un récipient d'eau situé à la base et l'installation comprend beaucoup de nouveaux accessoires et de nouveaux caractères de construction. Le gazogène est représenté sur la planche XLVII et dans la Fig. 43² sur laquelle on verra que le vaporisateur en fonte, contenant le passage de sortie du gaz et la série des trous de remuage divise le gazogène en une portion inférieure et une portion supérieure de différent diamètre. Un tuyau d'entrée à air laisse passer l'air dans l'espace à vapeur du vaporisateur et les conduites à vapeur munies de robinets d'air supplémentaires, conduisent respectivement au haut de la portion supérieure du gazogène et au lit de cendres juste au-dessus du récipient d'eau. On peut par conséquent approvisionner d'air et de vapeur mélangées comme on le désire le lit de combustible soit au haut soit dans le bas, soit aux deux et le gaz produit est retiré au moyen d'un aspirateur de la zone centrale au récipient à gaz (s'il y en a un) et à la machine. Des trous d'observation permettent à l'opérateur de juger de la condition et de la location de son feu. Au cours du fonctionnement ordinaire, le combustible fraîchement chargé forme le dessus de la couche de combustible et repose sur une couche de combustible carbonisé incandescent à travers lequel passe les produits de la distillation. Vers le niveau moyen du gazogène, le combustible est à une température inférieure, tandis que le coke

¹ Pour un compte rendu d'essai dans un gazogène de cette sorte; voir Trans. A.S.M.E. Vol. 29, p. 725.

² Pris dans la circulaire de la Westinghouse Machine Co., W.M. 503,

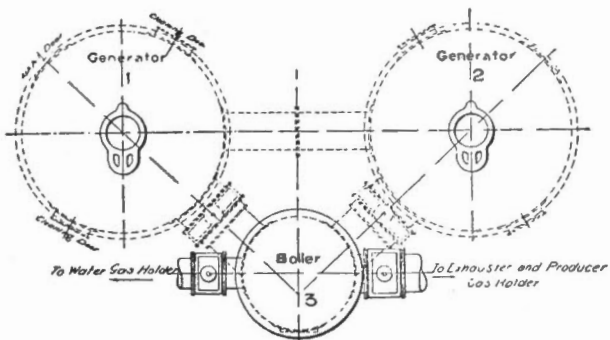
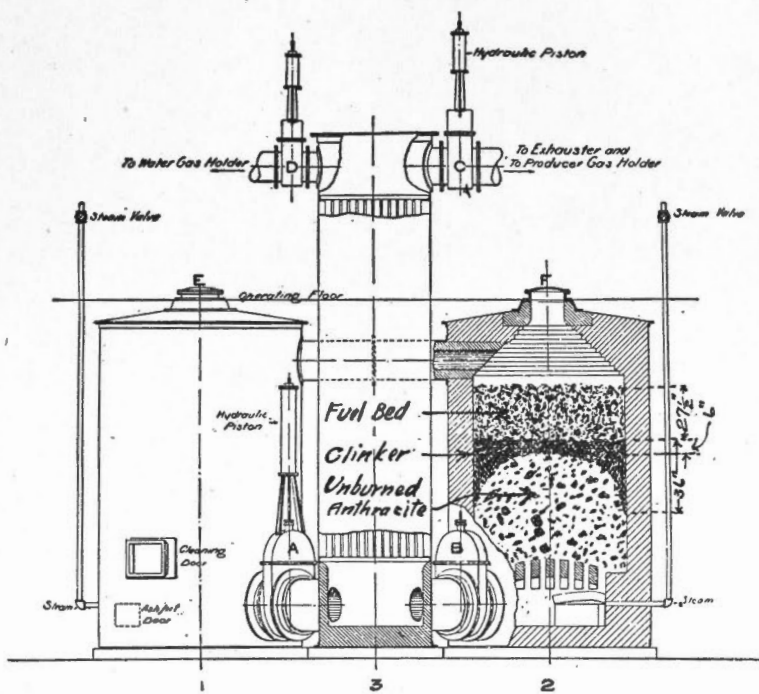


Fig. 42. Doubles gazogènes à tirage descendant.
(Power and Mining Machinery Co.,)

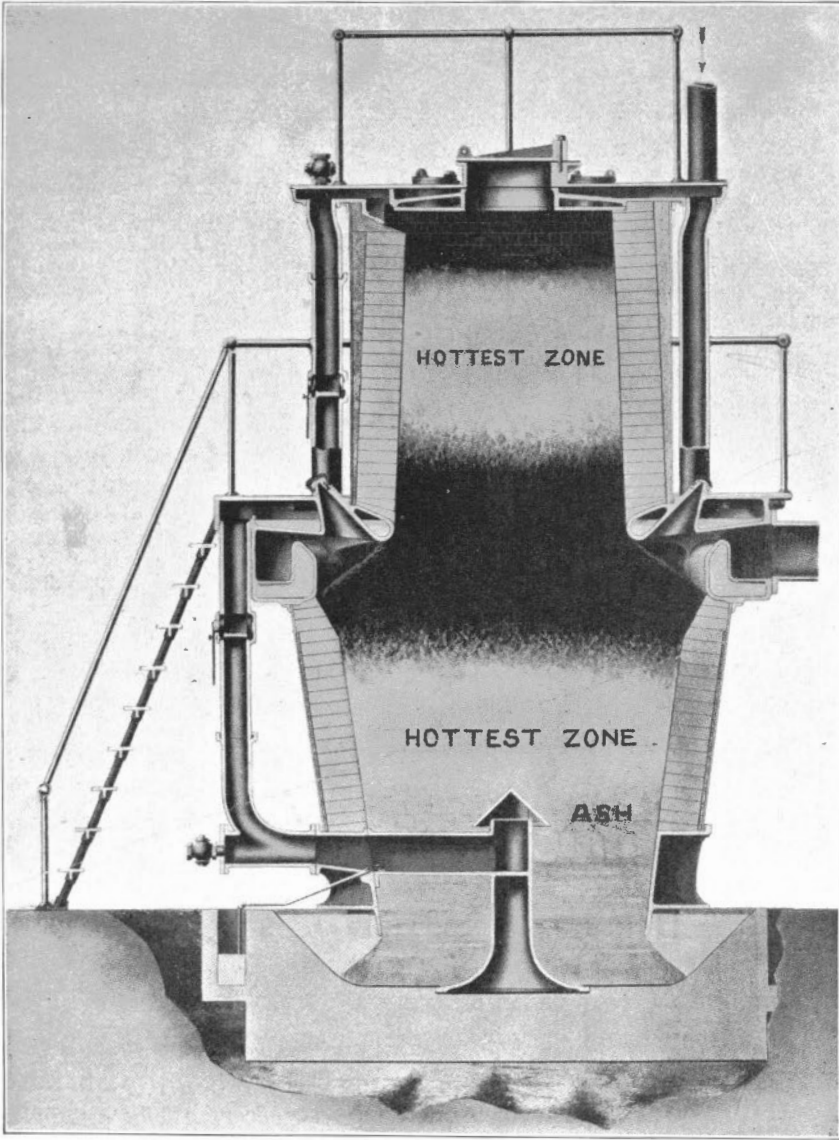


Diagramme de la section verticale d'un gazogène Westinghouse à double zone.

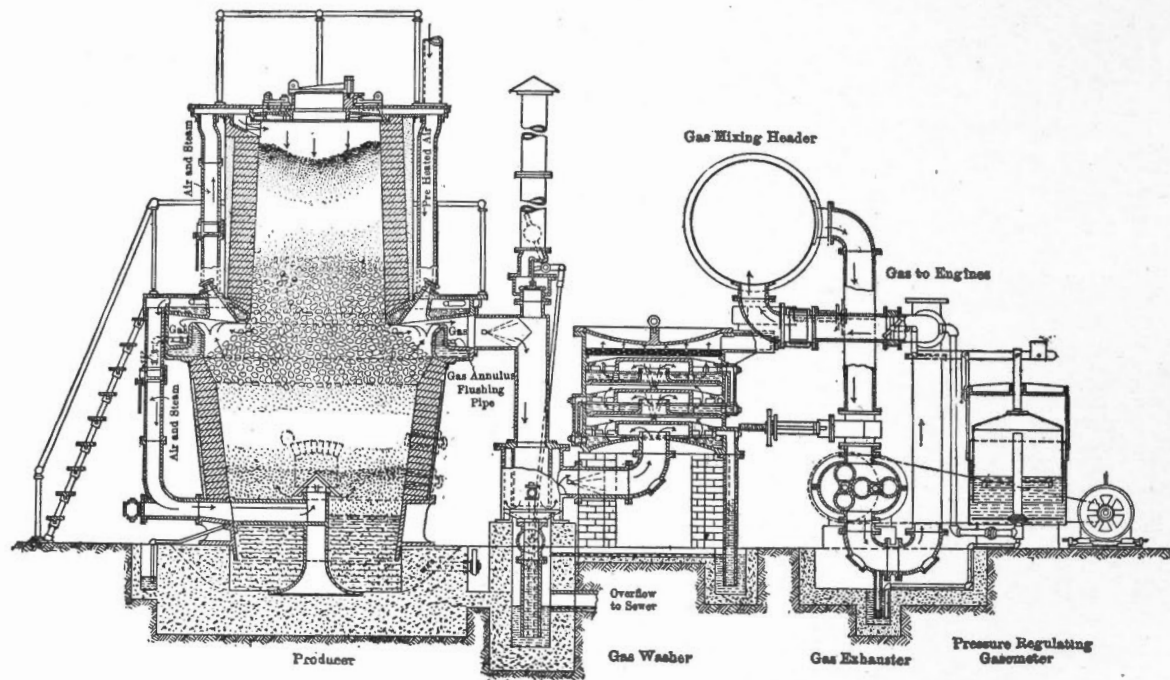


Fig. 43. Gazogène à double zone. (Westinghouse).

est complètement brûlé et une autre zone de combustion se forme près du bas de la partie inférieure du gazogène. En rapport avec cette marque de gazogène un laveur à gaz d'un dessin spécial pour l'enlèvement de la poussière, un appareil à mélanger et un régulateur à pression spéciale sont employés.

Les gazogènes jusqu'ici décrits sont du type dans lequel la matière goudronneuse est détruite par exposition à une haute température ou brûlés par un approvisionnement d'air spécial. Cependant on se sert de nombreuses usines à gaz et avec succès dans lesquelles le goudron est enlevé du gaz, de même que la poussière au moyen d'un appareil à lavage et à nettoyage à force motrice. L'installation de gazogène dont se sert avec succès la Commission Géologique des Etats Unis pour ses essais à St. Louis,¹ est de cette sorte.

Les plus grandes usines à gaz moteur et les plus spécialisées actuellement en activité sont probablement celle qui emploient le procédé de Mond² dans lesquelles le gaz est nettoyé par un procédé mécanique et ce système présente un intérêt considérable, surtout parcequ'il permet de recouvrer un certain nombre de produits dérivés (tel que le sulfate d'ammoniaque) qui ont une valeur commerciale. Le gazogène de Mond est du type à tirage supérieur avec fonds à récipient d'eau. Il fonctionne avec une légère pression fournie par un soufflet et l'air qui entre est mélangé avec une grande quantité de vapeur (environ 2½ fois le poids de la houille brûlée) dans le but de tenir basse la température du gazogène, de façon à ce que tout l'ammoniaque produit puisse être recouvert et que le mâchefer ne cause aucun ennui. Le gaz chaud qui quitte le générateur est par conséquent mélangé à une vapeur qui n'est pas décomposée et le mélange rend sa chaleur dans un générateur au soufflet qui entre. On fait alors passer le gaz dans un laveur mécanique et il entre dans les tours de refroidissement spéciales où l'on extrait l'ammoniaque. Le recouvrement de l'ammoniaque n'est pas habituellement pratiqué dans les installations qui brûlent moins de 30 tonnes par jour et le système dans l'ensemble n'est pas applicable aux petites forces motrices.

Il existe beaucoup de modèles de laveurs de gaz mécaniques, dont la plupart ne semblent être effectifs que d'après un degré étroit de vitesse et de température. Tous nécessitent la dépense d'une quantité considérable d'eau et de force motrice et leur emploi enlève au gaz une portion de sa matière combustible. Le gaz est nettoyé au moyen d'un ventilateur modifié ou d'un appareil centrifuge dans lequel de fins jets d'eau recueillent la poussière et l'emportent, les molécules d'eau et la poussière étant séparées du gaz par l'action centrifuge. Ces machines sont employées

¹ Voir Com. Géol. Et. Unis, Documents Professionnels No. 48. Rapport sur une installation d'essais de Houille, IIIème Partie.

² Voir Humphrey, Power Gas and Large Gas Engines for Large Stations: Proc. Inst. Mech. Eng. 1901, p. 41. Aussi Case, Jour. Soc. Chem. Industry, 1905, p. 596.

sur une grande échelle pour nettoyer les gaz des hauts fourneaux¹ qui doivent servir à la force motrice ainsi que les gaz des gazogènes.²

Dans de grandes installations le gaz peut être ainsi nettoyé à un coût d'environ 2 pour cent du pouvoir qui doit être développé par le gaz ainsi traité.

Dans plusieurs types d'usines à gaz (Par exemple le gazogène Wilson) on procède à un refroidissement complet du gaz sec et on trouve que cela facilite l'enlèvement du goudron et de la poussière par un lavage subséquent parce que les molécules que l'on doit traiter sont plus facilement mouillées et emmenées dans le jet d'eau quand le gaz est froid que lorsqu'il est chaud. Le goudron et la poussière sont naturellement partiellement déposées dans les tuyaux de refroidissement qui sont construites de façon à pouvoir être nettoyées facilement et fréquemment.

ESSAIS AU GAZOGÈNE ET MÉTHODES D'ESSAI

Le choix de méthodes convenables et sûres dans les essais au gazogène constitue le problème le plus difficile qui confronte l'ingénieur de gaz³ et quand on a recours à de tels essais, non pour déterminer l'efficacité d'un gazogène déterminé, mais pour se rendre compte de l'adaptation relative des différentes houilles à la fabrication de gaz de gazogène, tel qu'est le cas dans ce rapport, la difficulté n'en est pas amoindrie. Comme dans le cas des essais au générateur, il semble à première vue que ce soit une tâche facile de mesurer le combustible livré à l'appareil d'essai et la valeur calorifique du produit qui en dérive, mais quand on se met au travail, les difficultés pratiques se présentent immédiatement d'elles mêmes et avec un gazogène employant des houilles bitumineuses, les ennuis inhérent à la nature du travail à effectuer rendent la question encore plus complexe.

L'objet principal d'un essai au gazogène, quelqu'en soit le but, doit être de mesurer ou de déterminer:—

(1) La quantité de valeur calorifique du combustible consommée par le gazogène en un temps spécifié.

(2) La quantité de la valeur calorifique de ce combustible actuellement utilisée et disponible dans le gaz fourni durant l'intervalle de l'essai à une machine ou à une fournaise.

(3) Les quantités et les items par lesquels on doit tenir compte de la perte ou la différence entre (1) et (2)

(4) L'adaptation du gaz à l'emploi que l'on veut en faire et le service sur lequel on peut compter de la part du gazogène et l'absence de tout ennuis avec les combustibles que l'on emploie.

¹ Pour la description d'une grande installation de laveurs "Theisen" pour usine à gaz moteur de hauts fourneaux, voir Trans, A.S.M.E. Juin 1910.

² Pour être employé d'une façon satisfaisante dans une machine, le gaz moteur ne devrait pas contenir plus de 0.03 grain de matière solide par pied cube et le gaz devrait au moins être purifié à ce degré là.

³ La question d'adopter un étalon pour les essais au gazogène est maintenant (1910) considérée par un Comité de la Société Américaine des Ingénieurs Mécaniques.

La première difficulté qui se présente est celle de la détermination de la quantité de houille à consumer, car un gazogène contient une couche épaisse de combustible qui, en général, ne peut être qu'imparfaitement vue par quelques petits trous d'observation et qui peuvent être composée, à un degré inconnu, de cendres rouge vif et de rebut que l'on ne peut distinguer à l'œil nu du bon combustible. Si à la fin d'un essai on pouvait juger l'état de la couche de combustible et être certain que sa condition est exactement la même qu'au commencement, cette difficulté disparaîtrait et la houille mise au feu et chargée dans le gazogène égalerait la houille consumée. Actuellement il peut y avoir des différences considérables entre des quantités, même dans un essai comparativement long et le gaz fourni par le gazogène peut avoir été produit par une quantité de combustible plus grande ou moindre que la quantité actuellement chargée dans le gazogène.

Le degré de consommation de la houille peut être calculé de trois manières :

(a). D'après le poids de la houille mise au feu et un estimé de la différence entre la valeur de combustible des contenus du gazogène au commencement et à la fin de la période d'essai. Dans cet estimé on peut obtenir quelque aide des analyses chimiques donnant la composition des cendres et du rebut retiré du gazogène durant l'essai et de la couche de combustible (y compris ses cendres et son rebut) à la fin de l'essai.

(b). D'après une analyse suffisamment complète des gaz produits, du mesurage de leur quantité et de la connaissance de la composition chimique du combustible on peut faire un calcul montrant la quantité de combustible requise pour produire une quantité déterminée de gaz, considérant que tout le carbone dans le combustible brûlé réapparaît dans le gaz produit.

(c). Dans un petit gazogène que l'on peut monter sur une bascule et peser continuellement pendant l'essai, le poids total perdu entre les moments auxquels le combustible est ajouté indique la quantité de combustible consommé et l'humidité qui en est partie; d'après cela et d'après d'autres considérations on peut estimer le combustible consumé.

Chacune de ces méthodes a son mauvais côté, mais dans l'ensemble, si l'on peut faire un essai d'une longueur suffisante il semble préférable d'employer (a), avec les précautions nécessaires quand au traitement du rebut, etc., quoique cette méthode implique plusieurs sources sérieuses d'erreur et qu'un jugement sûr des conditions de la couche de combustible soit presque impossible. La méthode (b) de travail d'après les analyses de gaz et de combustible nécessite un travail chimique ardu et précis, et même lorsque l'on peut se servir d'analyses justes, une quantité inconnue de constituant volatiles ou gazeux provenant du combustible peuvent s'être dissous et avoir été emportés par le nettoyeur ou l'eau du laveur où peuvent s'être condensés ou déposés dans le système de tuyaux. Des essais d'une longueur considérable qui ont été faits de cette manière ont souvent donné des résultats qui ne s'accordaient pas avec le degré connu d'après le poids de la houille et il est rarement possible, dans les essais commerciaux de mesurer la quantité de gaz produits. La troisième méthode

ne peut être naturellement employée qu'avec de petits gazogènes; il est de plus nécessaire de tenir compte des différences dans la condition de la couche de combustible et dans ce cas également un long essai est nécessaire car le poids total du gazogène et de la charge est grand, comparé avec les petites pertes ou gains en pesanteur qui doivent être déterminés.

Afin de se servir de la méthode (a) d'une manière satisfaisante, on doit porter une attention spéciale aux différents points suivants:

(1) Quand l'essai commence, le gazogène doit fonctionner à son degré normal de fonctionnement avec le même combustible dont on doit se servir durant l'essai et pendant une durée de temps suffisante pour amener le combustible dans son état régulier de travail. Cela requièrera habituellement de trois à dix heures, suivant le degré de travail et la quantité de combustible.

(2) On doit ajouter du combustible et enlever le rebut à intervalles déterminés et en quantités uniformes de façon à assurer une condition aussi constante que possible de la couche de combustible. Le niveau du combustible dans le gazogène doit être maintenu aussi uniforme que possible durant tout l'essai. Il n'est pas suffisant d'avoir simplement le même niveau de combustible à la fin comme au commencement de l'essai; par exemple si ce résultat est obtenu en ajoutant une quantité de houille fraîche juste à la fin de la période d'essai, il y aura évidemment une grande différence dans la condition du lit de combustible à la fin en comparaison avec celle du commencement.

On doit éviter autant que possible de remuer ou de déranger la couche de combustible. Cela est souvent difficile à suivre, surtout avec de petits gazogènes et avec ceux qui emploient de la houille bitumineuse par suite des irrégularités de travail dues au collage de la couche de combustible ou à la formation de creux dans quel cas le remuage ou le chargement irrégulier sont inévitables.

La longueur de l'essai devrait être telle que l'erreur due à un faux estimé du contenu de combustible du gazogène soit petite, soit $2\frac{1}{2}$ pour cent à 5 pour cent. Cela est difficile à arranger et il est douteux si dans ces limites les nombreux essais de gazogènes qui ont été publiés sont bien précis. Afin de se former une idée de la longueur de l'essai requis, nous pouvons prendre par exemple un gazogène tel que celui qui est employé dans les essais de la Commission Géologique des Etats Unis,¹ ayant une couche de combustible de 7 pieds de diamètre et contenant environ 160 pieds cubes (ou 8,000 livres) de houille, excluant le volume de la couche de cendres. Il est évident que dans ce cas quand le travail se fait à un degré d'environ 15 livres de houille par pied carré de section transversale de couche de combustible par heure, ou 570 livres par heure, pas plus de 14 livres ne seront requises pour consumer un pied de houille égal au contenu de combustible de la couche. Une erreur de 20 pour cent ou 1600 livres peut facilement être faite en considérant que le contenu de combustible de la couche de combustible est la même au commencement et à la

¹ Com. Géol. des E.U. Doc. Prof. No. 48, Rapport sur l'appareil d'essai des houilles, 1906, IIIème Partie, p. 984.

fin de l'essai; c'est pourquoi si la consommation totale de la houille est correcte avec un écart de $\pm 5\%$, on doit mettre au feu au moins 32,000 livres ou l'essai doit être continué pendant 56 heures. Dans un essai de 24 heures l'erreur possible serait presque ± 12 pour cent et les mêmes chiffres s'appliquent aux gazogènes de dimensions différentes,¹ l'erreur possible dépendant du degré de fonctionnement du gazogène

La charge du gazogène ayant été déterminée sous forme du nombre de livres de combustible consumé, multiplié par sa valeur calorifique² par livre, l'essai doit également inclure le mesurage de la production qui est évidemment la quantité de gaz produite (habituellement en pieds cubes) multipliée par sa valeur calorifique par pied cube.

La quantité de gaz peut être trouvée (a) soit en la faisant passer à travers un compteur qui devrait être calibré avant et après l'essai au degré approprié et dans les conditions ordinaires de fonctionnement; ou (b) par un compteur Venturi ou un tube Pitot; ces deux méthodes nécessitent des travaux précis et ennuyeux si l'on veut obtenir des résultats fiables. Une troisième méthode (c) requiert l'emploi d'un récipient à gaz d'une capacité déterminée, dont l'élévation est déterminée pendant une période durant laquelle la quantité entière du gaz provenant du gazogène y est déchargée. La méthode du récipient à gaz est apparemment simple, mais peu d'usines à gaz sont outillées de récipients contenant un approvisionnement supérieur à une quantité fournie en quelques minutes et il peut se présenter des difficultés provenant de la tension dans le caisson à gaz ou dues à des changements rapides et inégaux dans la température et de la pression du gaz pendant que le mesurage est effectué, du temps perdu en faisant fonctionner les valves et d'autres causes qui toutes peuvent empêcher les résultats d'être précis. La méthode du compteur est généralement la plus satisfaisante quoique le coût d'un grand compteur précis soit très grand et que la difficulté de la calibrer soit considérable.

La qualité du gaz telle qu'indiquée par sa valeur calorifique est mieux déterminée, au point de vue pratique, en brûlant le gaz dans un appareil, tel que le calorimètre Junker ou Boys, dans lequel un volume mesuré de gaz rend pratiquement toute la chaleur engendrée à un courant continu d'eau refroidie et cette chaleur est mesurée par l'élévation de température de l'eau refroidie quand elle passe dans le calorimètre. Il surgit des difficultés d'une nature spéciale quand il s'agit de gaz faibles de peu d'intensité calorifique, et, dans ces cas, il n'est pas facile d'obtenir la combustion complète.³ On donne plus loin une description d'un tel calorimètre. Le calcul de la valeur calorifique d'après la composition chimique des gaz estuti le au point de vue de la vérification quoique les difficultés dans l'obten-

¹ Voir aussi Bulletin de la Com. Géol. 393, "Facteurs affectant la durée propre des essais.

² Les méthodes de détermination de la valeur calorifique des combustibles sont discutées dans la IXème Partie de ce Volume. Voir aussi VIIème Partie.

³ Pour exemple des travaux et calculs faits avec le calorimètre de Junker, voir Proceedings, Inst. Mech. Engineers, Third Report to Gas Engine Research Committee, Appendix II. Cela donne aussi des informations importantes en ce qui concerne les méthodes d'analyse de gaz pour le travail des machines à gaz.

tion d'échantillons fréquents et représentatifs, et la nature laborieuse d'une analyse complète rendent cette méthode d'un emploi comparativement peu utile au point de vue commercial.

Quant à la qualité du gaz fourni par un gazogène un essai satisfaisant devrait donner de complètes informations en ce qui a rapport à l'adaptation du gaz au but auquel on le destine et l'on n'obtient pas nécessairement cela de la valeur calorifique ou de l'analyse chimique. Parmi les points sur lesquels on peut faire des observations sont :

(1) La quantité de goudron portée par le gaz et déposée dans le système de tuyaux ou à l'entrée de la machine.

(2) La quantité et la sorte de poussière, recueillie dans le système de tuyaux, enlevée par le nettoyeur et transportée à la machine.

(3) Quantité de suie ou de noir de lampe formé ou transporté par le gaz.

(4) Température du gaz fourni à la machine, en quittant le gazogène.

(5) Pression ou vide dans le gazogène et dans les diverses parties du système de tuyaux; fluctuations dans la pression durant l'opération.

(6) Uniformité dans la quantité et la qualité des gaz.

Le goudron et la poussière sont rapidement mesurés en filtrant une quantité mesurée de gaz à travers des filtres ou des papiers à filtrer spéciaux. Les quantités déposées dans le système de tuyaux ne peuvent être déterminées que par un nettoyage périodique.

Les observations de la température du gaz qui quitte le gazogène sont extrêmement importantes car elles aident au contrôle effectif du travail du gazogène. Des changements soudains ou gradués dans cette température indiquent des changements dans les conditions de travail de la couche de combustible dont on doit alors s'occuper en temps et lieu pour éviter les ennuis considérables provenant de la variation dans la valeur calorifique ou la pression des gaz. Les fluctuations dans la valeur calorifique ou la pression des gaz sont extrêmement ennuyeuses quand elles nécessitent des changements continuels dans l'ajustage des valves des machines.

Quand on essaye différentes houilles dans un gazogène il est nécessaire non seulement de faire toutes les observations possibles sur le rendement et l'économie du gazogène avec les différentes houilles essayées, mais aussi d'enregistrer toutes les informations que l'on peut obtenir quant à l'adaptation relative des différents échantillons en opération dans le gazogène. L'expérience obtenue en ce qui concerne les points suivants est importante:—

(1) Main-d'œuvre requise pour manœuvrer la houille et veiller au feu dans le gazogène. Ce point est affecté par la propriété des houilles elles-mêmes de coller ou de produire du mâchefer et par le fait que le gazogène peut fonctionner avec des conditions relatives à la couche de combustible qui ne s'adaptent pas au combustible particulier qui est soumis à l'essai. Par exemple un approvisionnement de houille insuffisant peut causer des ennuis procurés par le mâchefer avec une houille qui travaillerait bien avec un gazogène à une température inférieure. Ou bien la construction du gazogène peut ne pas être adaptée à ce combustible en particulier.

(2) Main d'œuvre requise pour manipuler les cendres et le rebut.

(3) Ennuis provenant du goudron et des matières volatiles dans la houille.

(4) Ennuis provenant de la couche de combustible, dus à la nécessité d'un remuage excessif ou à la grosseur particulière et à la nature des morceaux de combustible. Par exemple, avec certaines lignites, qui se brisent en petits morceaux quand elles chauffent, ou avec certaines grosseurs et sortes d'antracites, les ennus peuvent facilement se présenter.

(5) Effet de la profondeur du lit de combustible sur le travail du gazogène avec chaque combustible. Des combustibles tels que la tourbe requièrent pour fournir un travail effectif: une profondeur de couche très différente de celle qui donnera de bons résultats avec une houille dure.

(6) Ennuis provenant de la déposition de suie ou de noir de lampe. Cette matière, quand elle est déposée dans le gazogène, semble souvent pratiquement incombustible et il est difficile de s'en débarrasser.

(7) Difficultés dues à la nature et à la quantité de soufre dans la houille. Ces difficultés se sont souvent rencontrées dans les essais prolongés avec certaines houilles et ont causé la corrosion de pièces de fer exposées aux gaz humides.

(8) Effet de l'humidité inhérente de la houille sur la quantité de vapeur requise. Cela est très marqué avec les lignites, dont beaucoup travaillent bien dans un gazogène sans aucun approvisionnement de vapeur.

L'estimé précis des différentes pertes de chaleur dans un essai au gazogène est impossible, comme on peut le voir quand on considère les difficultés qui entourent le mesurage des différentes quantités dont dépend un tel estimé. Pour les essais commerciaux ordinaires au gazogène, ou pour une série d'essais comme ceux qui sont rapportés ici, pris comme base de comparaison des différentes houilles. De tels résultats détaillés ne sont heureusement pas nécessaires. Cependant on peut indiquer ci-dessous les pertes en question. Les principaux items sont les suivants:

Pertes dans le gazogène lui-même:—

Radiation.

Chaleur perdue dans la cendre et dans le rebut enlevé.

Chaleur perdue en évaporant l'humidité dans la houille.

Valeur calorifique du combustible dans la cendre et le rebut enlevé.

Valeur calorifique du carbone ou de la suie déposée dans le gazogène.

Pertes dans les tuyaux, le vaporisateur, et les appareils de nettoyage des gaz:—

Radiation.

Chaleur employée à chauffer l'eau dans le nettoyeur et dans le laveur et en saturant les gaz avec de la vapeur d'eau.

Valeur calorifique du combustible déposée dans les tuyaux et le vaporisateur.

Valeur calorifique du combustible dissous et emporté par le nettoyeur et l'eau du laveur.

Et finalement:—

Chaleur emportée au récipient à gaz ou à la machine due à la haute température du gaz.

La chaleur dépensée dans la formation de l'approvisionnement de vapeur suffisante serait une perte si le gazogène ne fournissait pas sa propre vapeur. La valeur calorifique du gaz ou de la houille correspondant au pouvoir employé à actionner, laver, fournir d'air les machines devrait naturellement être pris en considération.

Les résultats pratiques obtenus avec les gazogènes actuels démontrent qu'en considérant toutes ces pertes, leur montant total semble être ainsi qu'il suit:—

Type de Gazogène	Pertes totales dans une installation de gazogène, pourcentage de la valeur calorifique de la houille mise au feu, charge complète
Gazogène à Succion, petite dimension employant de l'antracite.....	15% à 25%
Gazogène à Succion, grande dimension.....	10% à 20%
Petit gazogène employant de la houille bitumineuse.	25% à 45%
Grand gazogène employant de la houille bitumineuse avec installation de régénérateur, etc.....	20% à 30%

Quand le gazogène fonctionne au-dessous de sa propre capacité, le rendement est naturellement diminué d'une façon appréciable.¹

En pratique la quantité qui est d'un intérêt primordial pour celui qui se sert du pouvoir n'est pas celle du rendement de son gazogène seulement mais le surplus de rendement de la pile de houille au puits de la machine et cela est heureusement mesuré plus facilement que les rendements séparés dont il dépend.

OUTILLAGE D'UNE USINE D'EXPÉRIENCES POUR LES ESSAIS AU GAZOGÈNE DES HOUILLES CANADIENNES

Des paragraphes qui précèdent il est possible d'obtenir quelque idée des difficultés que l'on a rencontrées dans le fonctionnement heureux d'une installation de gazogènes d'expérience servant aux essais de toutes les sortes de houille et de lignite qui sont actuellement exploitées commercialement dans la Puissance du Canada. Ces combustibles diffèrent considérablement dans leur composition et varient en caractère, depuis la lignite pure qui contient 10 pour cent de cendres, 30 pour cent de combustible volatile et 25 pour cent d'humidité à une anthracite contenant 78 pour cent de carbone fixe, 12 pour cent seulement de matière volatile et à peine un peu d'humidité. On dut traiter des échantillons provenant

¹ Essais très complets (d'après les différentes conditions de rendement) d'un gazogène à houille bitumineuse Mond donnés par le Professeur Bone dans le Journal of the Iron and Steel Institute, 1907, p. 126, 1908, p. 206.

de l'extrême ouest du Dominion et des Provinces Maritimes, ainsi que des régions intermédiaires et considérer les questions de transport, d'emmagasinage et de main-d'œuvre.

Les conditions furent cependant telles qu'il fut nécessaire de n'employer que des quantités justes assez grandes pour donner les résultats requis et en réglant la capacité de l'installation de gazogènes d'expérience, on décida de travailler sur une échelle relativement petite. Chaque lot de houille dut fournir la matière suffisante pour le travail chimique, les essais au générateur et dans beaucoup de cas pour les essais de lavage et de carbonisation, ainsi que pour le travail du gazogène. On sait fort bien que les difficultés d'opération sont moins faciles à remarquer dans un grand gazogène que dans un petit et on désira autant que possible faire l'essai de l'adaptation des différentes houilles Canadiennes dans un gazogène d'une dimension n'excédant pas les besoins d'un consommateur de pouvoir restreint. L'installation d'une machine et d'un gazogène capables de donner 30 à 40 C.V.F., fut alors résolue et vers la fin de 1906, une machine horizontale à 40 C.V.F. et à quatre cycles fut commandée à la National Gas Engine Co., Manchester, Angleterre, de même qu'avec un gazogène à suction, connu sous le nom de No. 1, ainsi que les nettoyeurs et les accessoires. Tous étaient du type commercial étalon et construits pour employer la houille anthracite. A la livraison, l'outillage fut installé dans un édifice construit spécialement pour les essais et on ordonna un laveur à gaz, un aspirateur, un compteur à gaz et autres appareils requis pour les essais. Dans l'intervalle, la question d'un gazogène, d'un modèle capable de fonctionner avec les différentes houilles bitumineuses, fut attentivement considéré et après être entré en communications avec les principaux constructeurs des deux côtés de l'Atlantique, des propositions furent soumises (parmi beaucoup d'autres) par Crossley Bros., Ltd., Manchester, Koerin Bros., Hanovre, The Gas Motoring Fabrik, Deutz, la De La Vergne Machine Co., New York et la R. D. Wood Co., Philadelphie. Aucune de ces maisons n'était prête à garantir que ses gazogènes fonctionneraient avec toutes les houilles qui devaient être soumises aux essais, quoique plusieurs d'entre elles étaient prêtes à garantir le succès avec les lignites seulement.

Une compagnie (non mentionnée ci-dessus) offrit finalement de construire un gazogène d'expériences (No. 2) qui devrait être accepté s'il répondait aux exigences des essais. Ce gazogène fut par conséquent construit et mis à l'essai en Mars 1907 avec des résultats encourageants mais non entièrement satisfaisants, les ennuis provenaient du goudron. Les constructeurs déclarèrent alors qu'il leur était impossible de dépenser davantage d'argent en travaux d'expérience et on dut renvoyer le gazogène. Plus tard on recut une communication d'une maison Canadienne, déclarant qu'elle était prête à fournir une installation à suction de 100 C.V. fonctionnant avec n'importe quel degré de houille, le gazogène devant être construit par Julius Pintsch, de Berlin, Allemagne. Quoique cela nécessita un travail sur une grande échelle plus que celle anticipée, la proposition fut considérée; mais en Février 1910, après une longue corres-

pondance et une non moins longue enquête, la Compagnie Pintsch refusa de garantir les résultats à moins qu'elle n'eut un grand échantillon de chaque houille livré à Berlin de façon à ce que le gazogène put être spécialement construit. Il était évidemment impossible d'accéder à cette requête.

Dans l'intervalle une correspondance plus suivie se continua avec certaines Compagnies Américaines qui prétendaient avoir fait fonctionner avec succès de petites gazogènes bitumineux, mais l'enquête ne fut suivie d'aucun résultat utile, car les prétentions ne prirent pas forme.

Au commencement de 1908, il semblait impossible d'obtenir de tout constructeur responsable un petit gazogène qui pourrait fonctionner avec toutes les houilles bitumineuses susceptibles d'être essayées, mais on savait qu'un nombre de personnes faisaient des expériences pour résoudre le problème et que d'heureux développements allaient bientôt prendre place. Dans ces circonstances, on fit le dessin d'un nouveau petit gazogène bitumineux qu'on envoya avec les spécifications à un certain nombre des principaux manufacturiers. Comme résultat, en Février 1908, une maison Canadienne entreprit la construction d'un gazogène de 40 C.V. qui devait fonctionner avec succès avec les houilles bitumineuses de certaines qualités spécifiées, et elle s'engagea à amener et à installer le gazogène à Montréal et à l'enlever à ses propres frais si les résultats n'étaient pas conformes à sa garantie.

Ce gazogène (No. 3) fut soumis à une série d'essais s'étendant sur une longue période, de Juin à Septembre 1908. De temps en temps on fit des améliorations dans le but d'obvier aux différents ennuis provenant du mauvais gaz, du goudron, de la poussière et de la suie, mais quoique cet appareil fonctionnait avec une houille qui ne collait pas et qui ne contenait qu'une quantité modérée de matière volatile et pauvre en cendres on trouva qu'il était impossible d'entreprendre avec lui une série continue d'essais et on l'enleva finalement du laboratoire.

On perdit ainsi du temps en expérimentant et en faisant des essais avec le gazogène No. 3 en tant que les essais sur les houilles Canadiennes étaient concernés; cependant cette période fut employée autant que possible à faire fonctionner d'une façon normale le reste de l'installation. On fit des changements dans le laveur de gaz, on améliora son fonctionnement et sa précision, l'arrangement des tuyaux fut modifié, le système de compteur calibré et une série d'essais conduits avec le gazogène à succion avec l'anhracite et le coke pour habituer le personnel aux conditions d'essais et pour être sur que le bon ordre du fonctionnement était assuré. L'appareil pour l'analyse des gaz et le calorimètre furent également améliorés et ajustés.

Pendant la longue période de correspondance et d'enquête, il fut évident que l'on ne pouvait trouver aucun constructeur capable de garantir le travail satisfaisant d'un si petit gazogène avec de la houille bitumineuse quoique plusieurs eussent entrepris de la faire si on eut pu installer une installation d'une plus grande envergure. Une étude soigneuse des diffé-

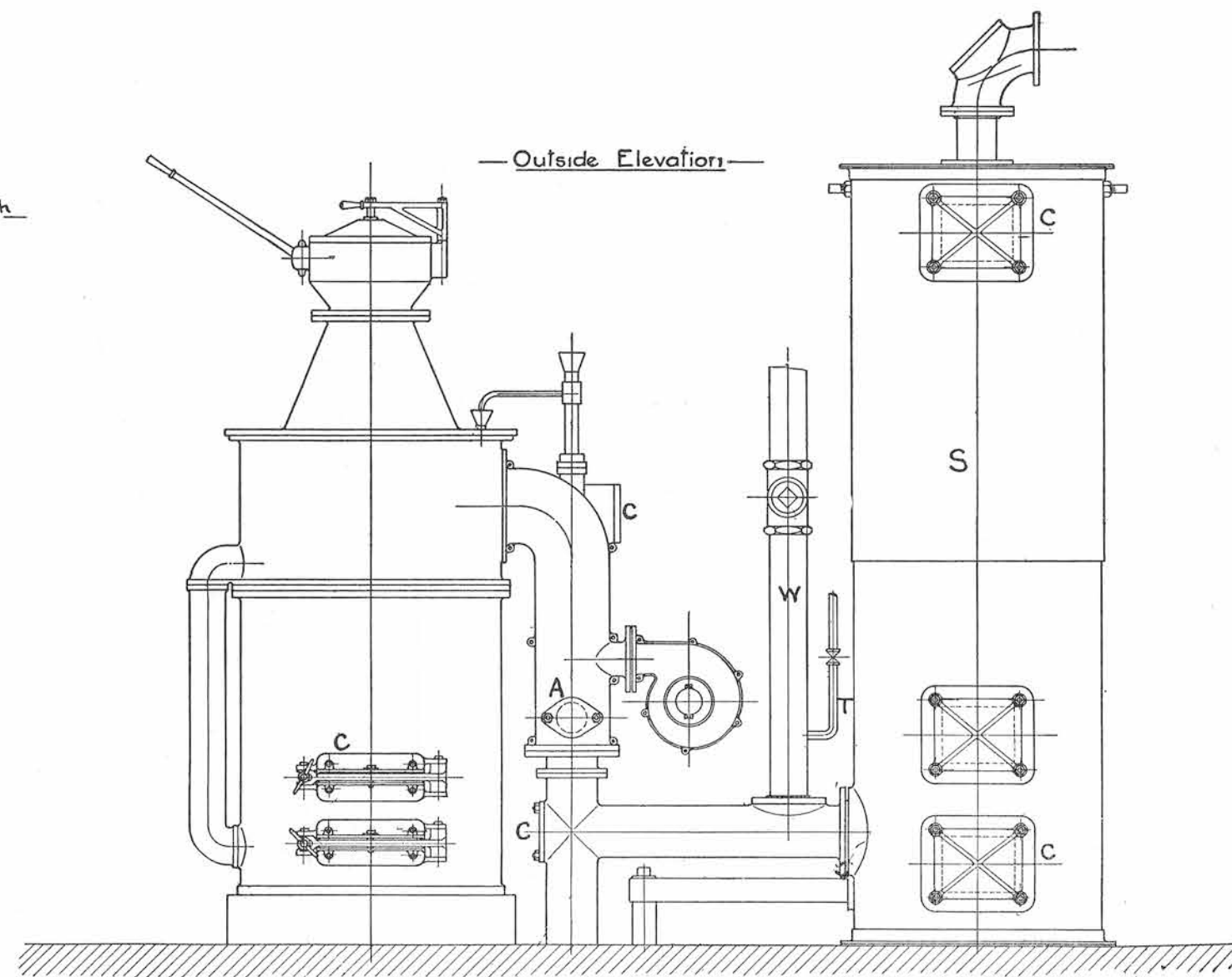
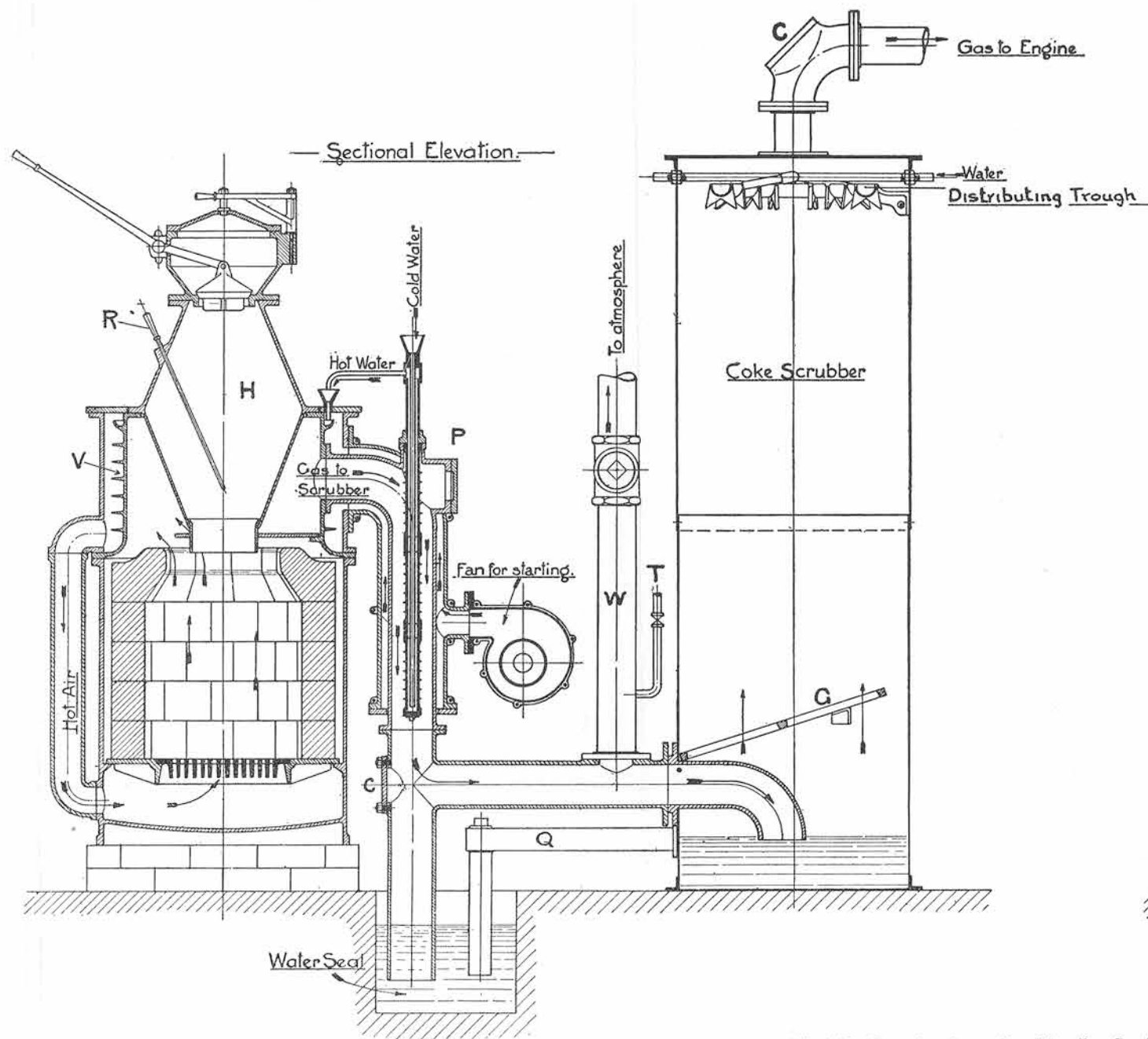
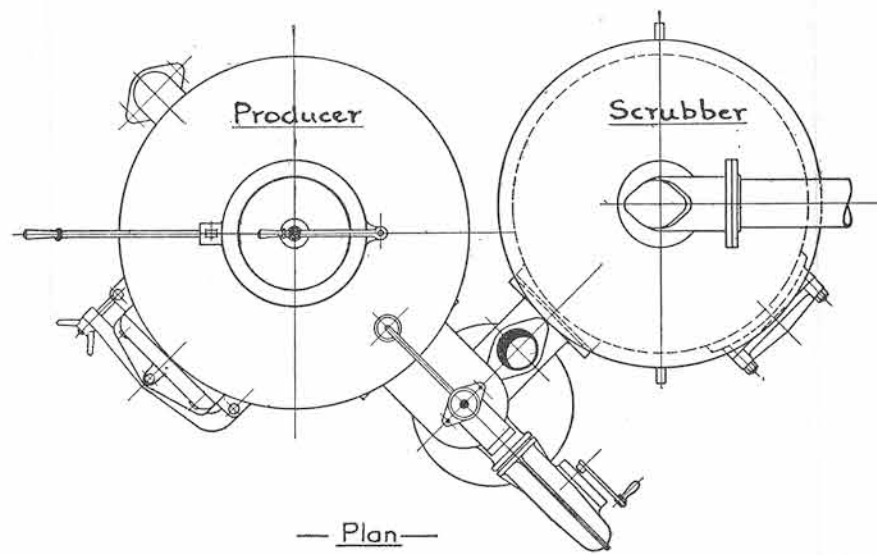
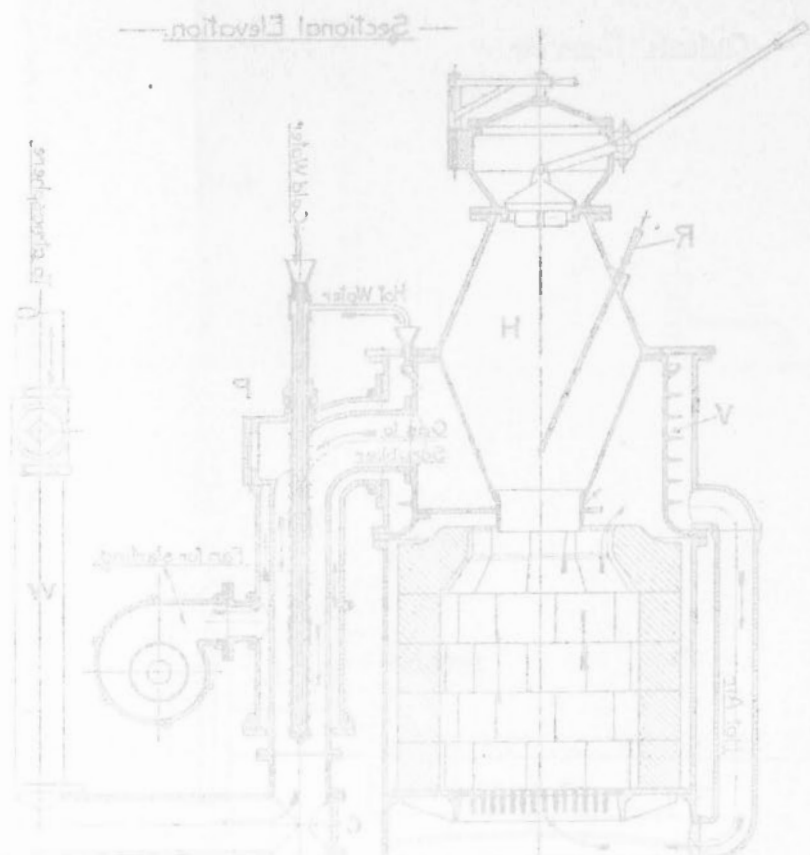
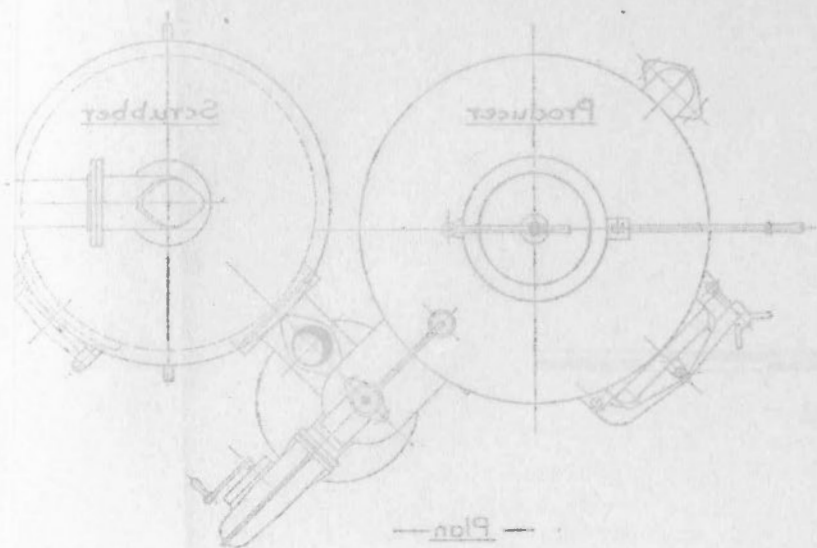


Fig. 44. Gazogène à suction (No. 1). Section du Génie mécanique, Université McGill.



rents projets soumis, cependant sembla indiquer qu'il serait possible d'imaginer un gazogène simple plus adapté aux conditions spéciales de ce cas que tous les autres offerts. En janvier 1908, on crut qu'un gazogène du type à tirage descendant et à récipient d'eau devrait être essayé (en dépit du rendement inférieur que l'on doit attendre de certaines houilles avec un gazogène de cette sorte), d'autant plus que ce modèle de gazogène est le seul qui puisse fonctionner avec le dessus ouvert et qui donne une facilité complète pour le remuage, fonctionnant ainsi d'une façon satisfaisante avec les houilles qui collent. C'est ainsi qu'un gazogène de cette sorte (No. 4) fut dessiné par le Professeur Durley.¹ Il fut commandé le 26 Mars 1910, fut construit à Montréal et livré et installé en cinq semaines. Des essais préliminaires satisfaisants furent faits, en Mai 1908, et après quelques retards causés par des travaux malheureux d'expérience avec le gazogène No. 3 quatre essais satisfaisants, chacun d'une durée de vingt-quatre heures, furent faits avec le gazogène No. 4, et avec deux échantillons de houille bitumineuse achetés, dont l'un contenait 36 pour cent de matière volatile et 11 pour cent de cendres.

Pendant ces essais on fabriqua de bon gaz, la machine porta bien sa charge et d'une façon continue, et les appareils de lavage et de nettoyage se comportèrent bien avec les quantités comparativement petites de goudron et de poussière qui quittèrent le gazogène. Afin d'éviter un retard supplémentaire, on décida, en conséquence, de faire les essais officiels avec les gazogènes Nos. 1 et 4, le premier ne fonctionnant qu'avec l'anhracite et l'autre pour tous les autres combustibles. On peut dire ici que l'on trouva que le gazogène No. 4 fonctionna d'une façon satisfaisante avec toutes les houilles essayées quoique son rendement soit inférieur, et cela avec les houilles qui collent par suite de la proportion considérable de combustible non consommé qui passa à travers du récipient d'eau quand on dut recourir au remuage continu.

Dans le cas des échantillons d'anhracite, il fut naturellement avantageux de pouvoir faire des essais avec un gazogène à succion, d'un modèle étalon, afin de se rendre compte de l'adaptation de ces houilles à des appareils de ce modèle.

Construction.—Afin de faire face aux exigences du gazogène et de la machine, on construisit un léger édifice bien aéré de 75 × 18 pieds, ayant 16 pieds entiers d'espace vide et muni d'une grue à main d'une capacité de 2,000 livres. Les gazogènes furent installés à l'extrémité ouest, et les accessoires arrangés de façon à laisser l'espace nécessaire pour y accéder et veiller au fonctionnement. La charpente de l'édifice était en acier, avec murs composés de deux épaisseurs de lattes de fer recouvertes de ciment. Le toit était de bois ordinaire, de goudron et de gravier et le col en ciment.

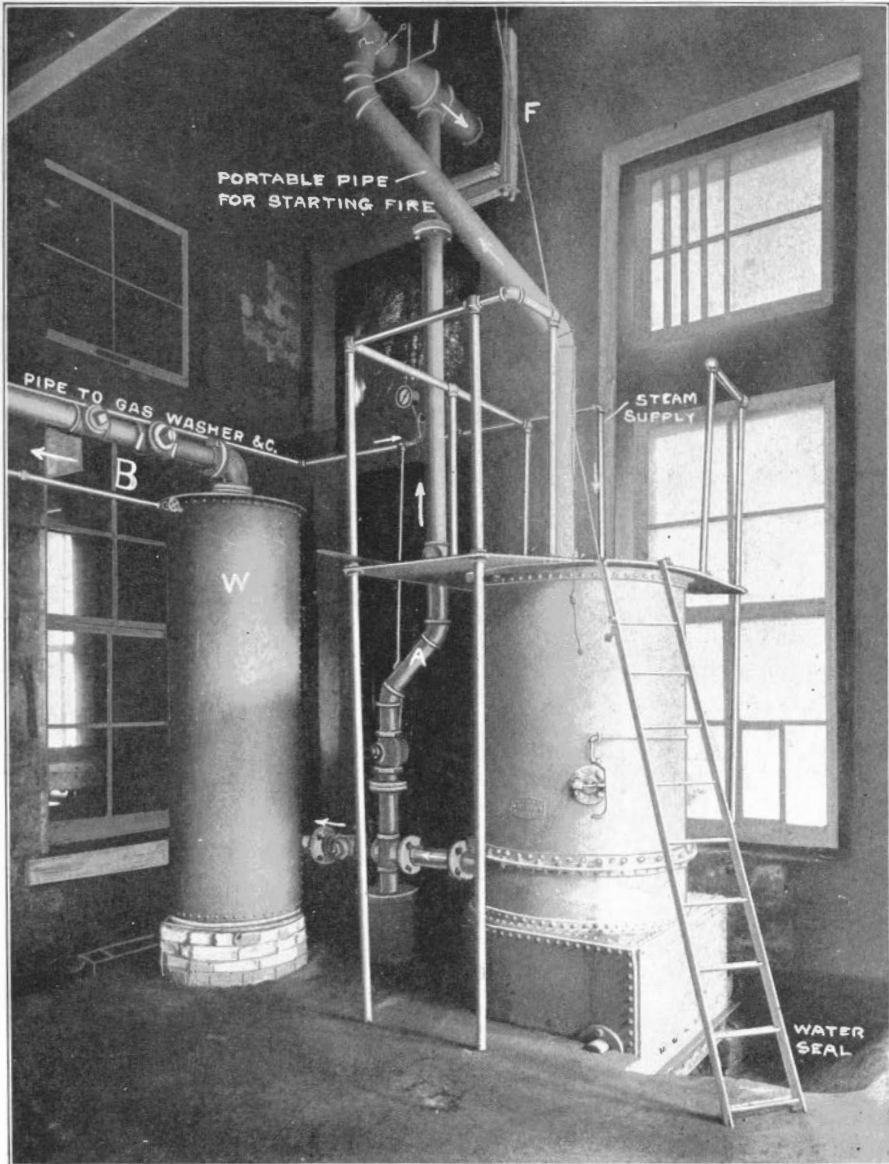
Gazogènes.—L'outillage définitif de l'installation comprenait ainsi deux gazogènes: (a) un gazogène à succion du type Dowson, construit

¹ On donne plus loin les dessins et la description de ce gazogène, voir p. 75, Planche XLVIII, et Fig. 45.

par la National Gas Engine Co., Manchester, Angleterre, considéré ici sous le No. 1 et construit pour brûler de l'antracite ou du coke; et (b) un gazogène à tirage inférieur et à récipient d'eau dessiné par le Professeur Durley, construit d'après ses dessins par Alexander McKay, de Montréal— et connu sous le nom de No. 4. Ces gazogènes sont représentés dans la Fig. 44 et 45 et leurs dimensions principales sont les suivantes:

	No. 1	No. 4.
Diamètre de l'extérieur du gazogène.	2'-7"	3'-7"
Diamètre intérieur des parois de briques	2'-0½"	2'-6"
Superficie de la couche de combustible. . .	2.3 p. c.	4 p. c.
Profondeur maxima possible et effective de la couche de combustible.	2'-3"	5'-6" avec extension 4'-0" sans "
Epaisseur des parois de briques réfrac- taires.	4"	6"
Hauteur générale du gazogène du sol à son point le plus élevé.	8' 0"	8'-8" avec extension 7'-2" sans .
Diamètre du tuyau d'échappement des gaz.	5"	4"
Hauteur et diamètre du nettoyeur hu- mide.	8'-0" × 2'-10"	8'-0" × 2'-6½"
Superficie de la section transversale du nettoyeur humide.	5.9 p. c.	4.92 p. c.
Hauteur et diamètre du nettoyeur hu- mide.		8'-0" × 2'-9½"

Le gazogène à succion (No. 1) et son appareil de vaporisation tel que montré en détail dans la Fig. 44 diffère plutôt en dessin des types montrés dans les figs. 39 et 40. En se rapportant à la Fig. 44 le trémie à combustible H, la grille et les parois du gazogène sont quelque peu similaires à ceux qui ont déjà été illustrés, tandis que le nettoyeur humide S ne présente aucune particularités spéciales. La quantité nécessaire d'eau pour l'approvisionnement de la vapeur est versée dans un tube qui conduit au bas d'un tuyau de chauffage P ayant des nervures à l'extérieur et exposé à un courant de gaz chauds conduisant au nettoyeur. La partie supérieure du gazogène forme le vaporisateur proprement dit V et l'eau chaude provenant de P s'écoule d'une auge circulaire sur les nervures sur lesquelles est également amené l'air qui provient de l'extérieur. L'air qui entre dans le gazogène est ainsi chauffé et l'eau évaporée par la chaleur provenant des gaz formés par le lit de combustible. On fait en sorte que ceux ci passent autour du trémie de combustible et à l'intérieur du vaporisateur en route pour la sortie. L'air pour la mise en marche est fourni par un ventilateur à man; quand l'appareil fonctionne le ventilateur à succion est fermé et l'air est réglé au moyen d'une ouverture d'entrée ajustable A. Des portes de nettoyage CC sont installées pour les espaces situés au-dessus et au-



Gazogène à tirage inférieur. Section du Génie Mécanique, Université McGill.

dessous de la grille et à différents points nécessaires dans le système des tuyaux. Le tuyau à déchets W est ouvert à l'air au commencement et la qualité combustible des gaz essayée dans le tuyau d'essai T. Le coke dans le nettoyeur est supporté par le grillage G et l'eau de nettoyage coule à travers un tuyau d'eau Q.

Le gazogène à tirage descendant (No. 4) est illustré par la Fig. 45 sur laquelle le nettoyeur humide ou à coke n'est pas représenté, car sa construction était la même que celui du gazogène No. 1. On n'employa aucun vaporisateur avec le gazogène No. 4 de même qu'on ne fit aucune préparation pour chauffer auparavant l'approvisionnement d'air. On pressentit qu'avec certaines des houilles essayées on était presque certain qu'il se produirait des ennuis dans un vaporisateur du modèle montré par les Figs. 39 ou 44 et par suite de l'époque tardive à laquelle on put se servir du gazogène No. 4, il fut impossible d'adapter un vaporisateur soit sous forme d'un tuyau enroulé dans la brique ou sous une autre forme qui a rendu d'appréciables services dans des gazogènes bitumineux de marques bien connues. On désira aussi obtenir un mesurage de la vapeur employée dans chaque essai; pour ces raisons et pour d'autres l'approvisionnement de vapeur fut pris dans un générateur séparé et conduit au haut du gazogène par un tuyau à anneaux juste au dessous de la plaque du dessus, la quantité fournie étant estimée d'après les lectures de pression sur les deux côtés d'un orifice calibré placé dans le tuyau principal de vapeur. Une plaque ronde séparée ainsi que les briques réfractaires nécessaires pour les parois furent obtenues et pouvaient être placées sur le dessus du gazogène de façon à ce que l'épaisseur de la couche de combustible puisse être augmentée si cela était nécessaire. Cependant, toutes les houilles essayées furent employées avec succès sans avoir recours à cette section supplémentaire. La garniture de briques réfractaires du gazogène fut posée sur une plaque de fonte et séparée de l'enveloppe extérieure par une couche d'asbeste de 1" et l'enveloppe et les parois pouvaient être enlevés par la grue sans démancher aucune jointure des tuyaux. Le combustible dans le gazogène reposait sur un monceau de cendres avec suffisamment d'espace pour permettre la sortie des gaz; le tirage direct à travers le tuyau d'échappement passait à travers un grillage de briques réfractaires B, supporté par des briques et du fer et protégé par sa position contre les dommages du remuage. Le combustible brûlé était retenu par une porte à bascule G située au bas d'un talus en briques, la grille étant munie de fourches à refroidissement plongeant dans le récipient d'eau W. Le dessus ouvert du gazogène pouvait être couvert en entier ou en partie au moyen d'une plaque à coulisse et trois trous d'observation (nécessaires seulement pour le remuage) étaient placés dans l'enveloppe du gazogène.

La Planche XLVIII est une reproduction photographique du gazogène No. 4 avec sa plateforme de chargement, les tuyaux pour la mise en marche du tirage supérieur, le tuyau de déchets atmosphérique A. le ventilateur de mise en marche F, le nettoyeur humide W et le tuyau de 4" B conduisant au laveur de gaz et à l'aspirateur.

Pour mettre ce gazogène en marche on baissa l'eau dans le récipient du bas et le haut ouvert fut relié par un tuyau portatif et un capuchon à un petit ventilateur d'aspiration; le gazogène fonctionna alors avec le tirage supérieur jusqu'à ce que l'on obtint une couche de combustible satisfaisante, après quoi le tirage inférieur fut rapidement nécessaire avant de mettre la machine en marche, ce pour quoi on se servit du petit ventilateur ou de l'aspirateur et le gaz fut déchargé dans l'atmosphère. Avec certaines houilles, on trouva que ce procédé pouvait être quelque peu réduit en mettant en marche avec du coke, mais lorsqu'on agit ainsi il fut nécessaire de fonctionner avec le tirage inférieur plus longtemps avant d'obtenir une condition vraiment stable.

Machine.—La machine installée était du type régulier, horizontal à quatre cycles, construit par la National Gas Engine Co., Manchester, Angleterre ayant un simple cylindre de 12" de diamètre × 20", construit pour marcher à 220 R.P.M. et capable à cette vitesse de développer 40 C.V.F. avec du gaz de 120 à 140 B.T.U. par pied cube. Sa construction et sa disposition sont montrées dans la Fig. 46 et il était muni d'un volant à eau refroidie et d'un frein à corde avec ignition magnétique. Il était muni d'une roue dentée indicatrice y compris d'un indicateur spécial à eau froide avec possibilité de pesage de l'eau quand il est nécessaire. La mise en marche fut effectuée en faisant partir l'air dans l'espace de compression au moyen d'un mélange explosif et en mettant le feu à la charge une fois le cran placé un peu plus loin que le centre mort et le piston au degré d'explosion. Le régulateur était du type touche et manque, régularisant la vitesse en supprimant entièrement la charge de gaz une fois en action.

Récipient à gaz.—On se munit d'un récipient à gaz d'une capacité de 400 pieds cubes. Il fut chargé de façon à donner une pression d'environ 3½" d'eau et fut construit de feuilles d'acier No. 17 renforcées par des angles comme requis. Un tuyau d'échappement vers l'atmosphère fut fixé de façon à ce que la sonnette du récipient à gaz, s'élevant au-dessus d'un certain point, ouvre automatiquement une valve de secours. De cette façon, un arrêt soudain de la machine ou une diminution inattendue dans son degré de consommation du gaz n'a pas besoin de causer de l'interruption dans le fonctionnement du gazogène. En quittant le récipient à gaz, le gaz passe directement dans la succion de la machine. On comprendra immédiatement que l'emploi du récipient à gaz était nécessaire dans tous les cas où le gaz devait être mesuré et on s'en servit, en effet dans tous les essais officiels, quoique dans plusieurs cas on aurait pu tout aussi bien travailler avec la succion de la machine seulement sans l'aspirateur, si ce n'eut pas été pour la nécessité de mesurer le gaz.

Aspirateur.—Le gaz fut retiré du gazogène par les nettoyeurs et les laveurs de gaz au moyen d'un aspirateur de gaz Sturtevant (une machine dans le genre du type à soufflets Root) et a travers fut déchargé le compteur dans le récipient. L'aspirateur n'exigea aucun soin spécial excepté d'être huilé de temps en temps avec de l'huile de charbon. Il était muni d'une valve de sûreté reliant sa décharge avec la succion de façon à ce que la quan-

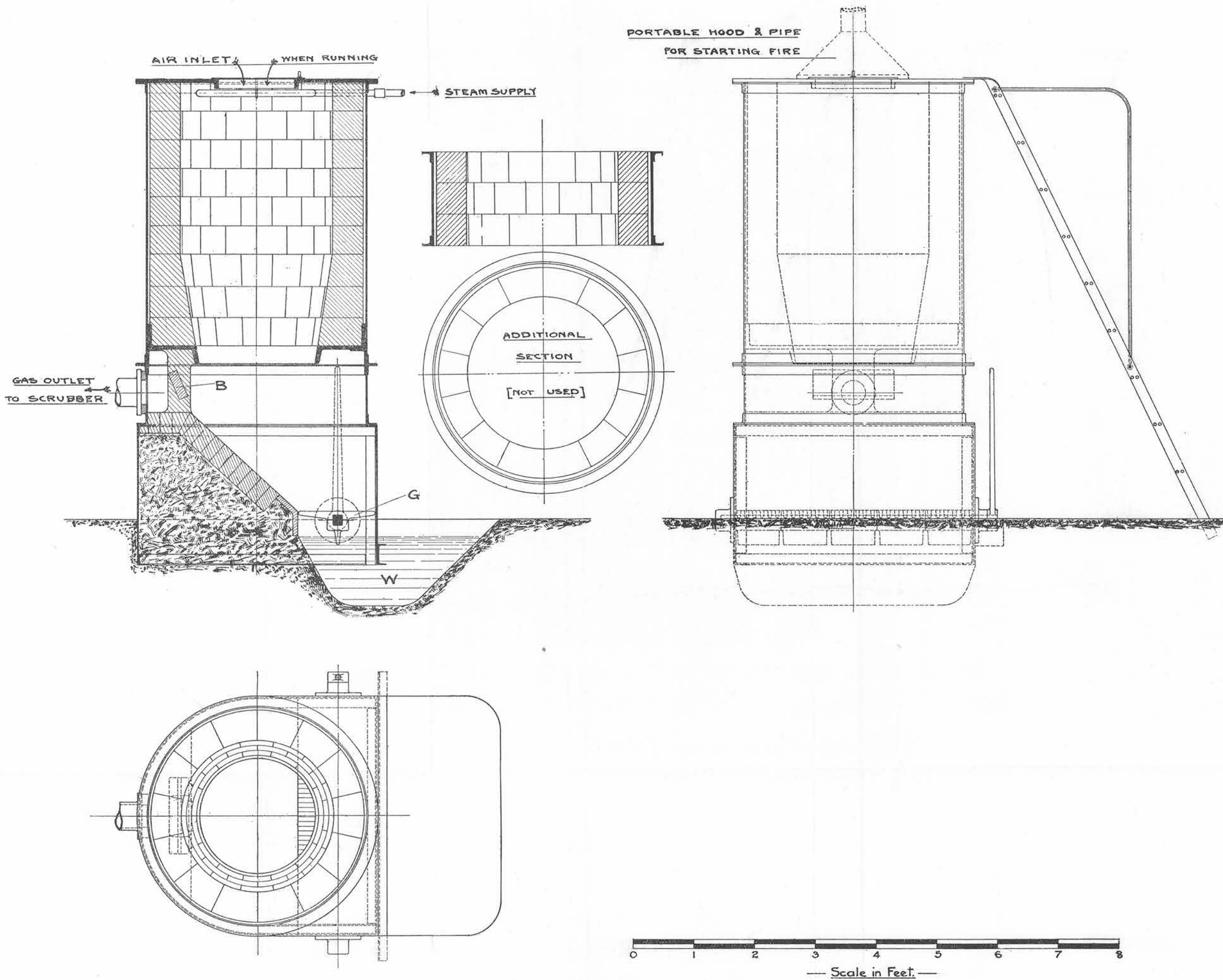


Fig. 45. Gazogène à tirage descendant (No. 4). Section du Génie mécanique, Université McGill.

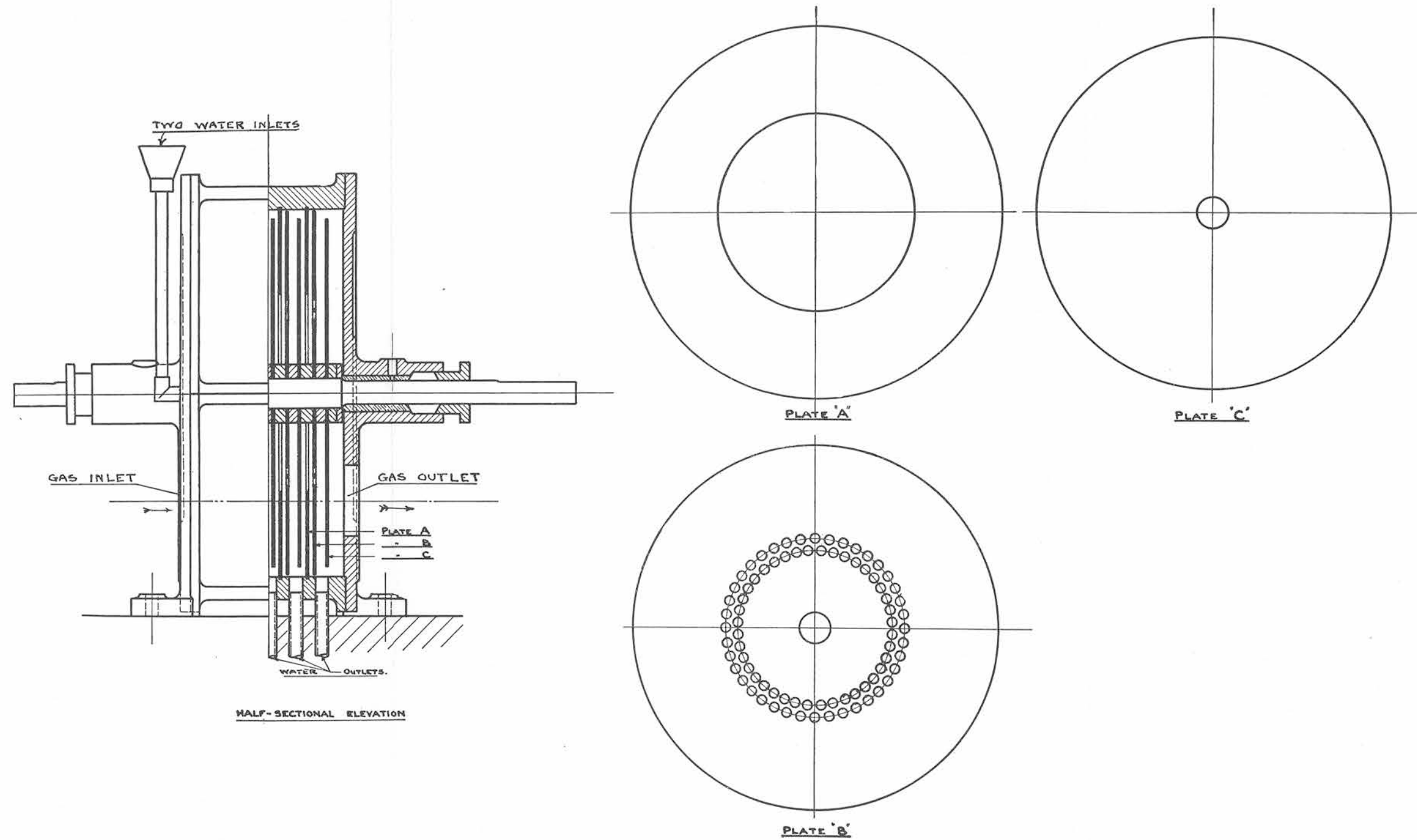


Fig. 47. Coupe d'un laveur de gaz. Section du Génie mécanique, Université McGill.

tité de gaz actuellement déchargée dans le récipient à gaz puisse être facilement ajustée.

Compteur à gaz.—Le compteur employé était un Westinghouse du type étalon à récipient d'huile. Il fut calibré périodiquement au moyen du récipient à gaz et donna un service satisfaisant; sa capacité était estimée à 8,500 pieds cubes par heure.

Laveur à gaz.—Un laveur à gaz fourni par la National Gaz Engine Co., fut placé entre le nettoyeur à coke et l'aspirateur. On eut au commencement énormément d'ennuis avec cette machine, l'arbre et les coussinets étant trop légers pour un service ardu et la balance défectueuse. Sa construction est représentée par la Fig. 47. Le gaz passait d'une extrémité à l'autre d'une case cylindrique dans laquelle se mouvait un arbre horizontal muni de dix plaques rotatives dont cinq étaient perforées. Des plaques stationnaires (A) attachées à la case séparaient les paires successives de plaques rotatives (B et C) et l'eau était admise à l'extrémité d'entrée de la case. L'eau goudronneuse de surplus s'échappait à travers cinq tuyaux d'échappement au fond de la case et passaient dans une auge en bois munie de pistons dans laquelle pratiquement tout le goudron extrait au moyen de l'appareil était ramassé. Une boîte à goudron similaire prenait soin de l'eau goudronneuse provenant du nettoyeur à coke.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES DE L'INSTALLATION ET DES ACCESSOIRES

Comme on le verra d'après les dispositions générales de l'installation, tel que le représente la Fig. 48. le système de tuyaux était arrangé de telle sorte que le gaz pouvait être pris soit: (a) du gazogène à suction (No. 1) au moyen de son nettoyeur à coke directement à la machine; (b) du gazogène No. 1 au moyen des nettoyeurs, du laveur de gaz, de l'aspirateur, et du récipient à gaz à la machine ou à l'atmosphère; (c) du gazogène à tirage inférieur (No. 4) au moyen des nettoyeurs, laveur, aspirateur, compteur et récipient, à la machine ou à l'atmosphère. On s'arrangea également pour que les lignes de tuyaux puissent passer auprès des nettoyeurs, laveurs compteur, récipient ou aspirateur. On se munit de moteurs électriques séparés pour le laveur à gaz et pour l'aspirateur—on se servit d'un troisième petit moteur et d'un ventilateur d'aspiration pour mettre en marche le gazogène No. 4 de la manière déjà décrite.

En quittant l'un ou l'autre des gazogènes, le gaz passa d'abord à travers un nettoyeur à coke, à travers lequel s'égouttait un jet d'eau, ladite eau tombant ensuite dans une boîte de dépôt ou autant que possible du goudron transporté était recueilli. Le gaz passait ensuite à travers le laveur. Après avoir passé le laveur, le gaz pouvait passer si nécessaire à travers un nettoyeur à sable (une boîte rectangulaire munie de plateaux et remplie de sciure de bois. En quittant cette boîte le gaz entra dans l'aspirateur et passait à travers un nettoyeur à sec et rempli d'"excelsior"; il était alors déchargé dans le compteur et de là entra dans le récipient à gaz. Le tuyau principal de gaz avait 4" sur toute sa longueur.

On doit noter que lorsque l'on fonctionnait avec l'aspirateur, le nettoyeur humide du gazogène, le laveur à gaz et le nettoyeur à sciure de bois étaient sous une pression légèrement moindre que la pression atmosphérique.

Le système entier était muni de boîtes d'eau à intervalles, arrangées de façon à agir comme égouttoires de goudron et de valves de sûreté dans le cas d'un excès de pression dans une partie quelconque des tuyaux à gaz. Les portes de nettoyage et les connexions pour les jauges de pression, les tuyaux d'échantillonnage de gaz, et les thermomètres furent placées là où le besoin s'en faisait sentir.

Les jauges de pression sur le tuyaux à gaz étaient du type ordinaire de tubes en U, marqués en pouces d'eau et arrangés de façon à ce que les pertes de pression puissent être tracées le long du système tout entier et que l'on puisse localiser ainsi toute obstruction.

Les échantillons de gaz pour l'analyse et les déterminations au calorimètre furent tirés d'un tuyau d'échantillonnage reliée au tuyau à gaz principal de 4" juste après avoir quitté le nettoyeur à sec et l'on se munit également d'un tuyau d'essai pour la flamme. Le gaz fut ainsi analysé après avoir passé à travers le nettoyeur humide, le laveur à gaz, le nettoyeur à sciure de bois (lorsque celui-ci fut employé) et le nettoyeur à sec.

Le calorimètre à gaz était du dessin Boys tel que décrit dans la IXème Partie de ce Volume.

Le calorimètre, tel qu'installé pour l'usage du laboratoire est représenté sur la Planche XLIX. Le calorimètre C avec ses deux thermomètres et ses vaisseaux pour le mesurage de l'eau est situé auprès du compteur à gaz M. A gauche se trouve le gouverneur à gaz G qui maintient un écoulement uniforme et continu du gaz dans le compteur.

L'appareil pour les analyses de gaz ainsi que les méthodes sont décrites dans la IXème Partie de ce Volume.

On se servit de balances étalon Fairbanks pour peser la houille et les cendres. On mesura l'eau employée par les nettoyeurs et le laveur de gaz.

La Planche L montre l'intérieur de la chambre du gazogène, avec la machine, les freins, le récipient à gaz et le nettoyeur à sec, vue prise de côté est. La vue prise du côté ouest est donnée sur la Planche LI. Dans cette photographie on verra le gazogène à suction P avec son ventilateur de mise en marche F, le nettoyeur humide W, le nettoyeur à sciure de bois S, l'aspirateur E, le récipient à gaz G, le nettoyeur à sec D et le compteur à gaz M.

MÉTHODES DE CONDUITE DES ESSAIS ET DE PRISE DES MESURES: JOURNAL ET CALCUL POUR UN ESSAI

PLAN GÉNÉRAL DES ESSAIS

De même que dans le cas des essais rapportés dans la VIIème Partie, l'objet du travail était de comparer l'attitude et les résultats industriels obtenus de différents échantillons de houilles Canadiennes; dans ce but on n'avait que juste assez de matériaux pour un seul essai avec chaque

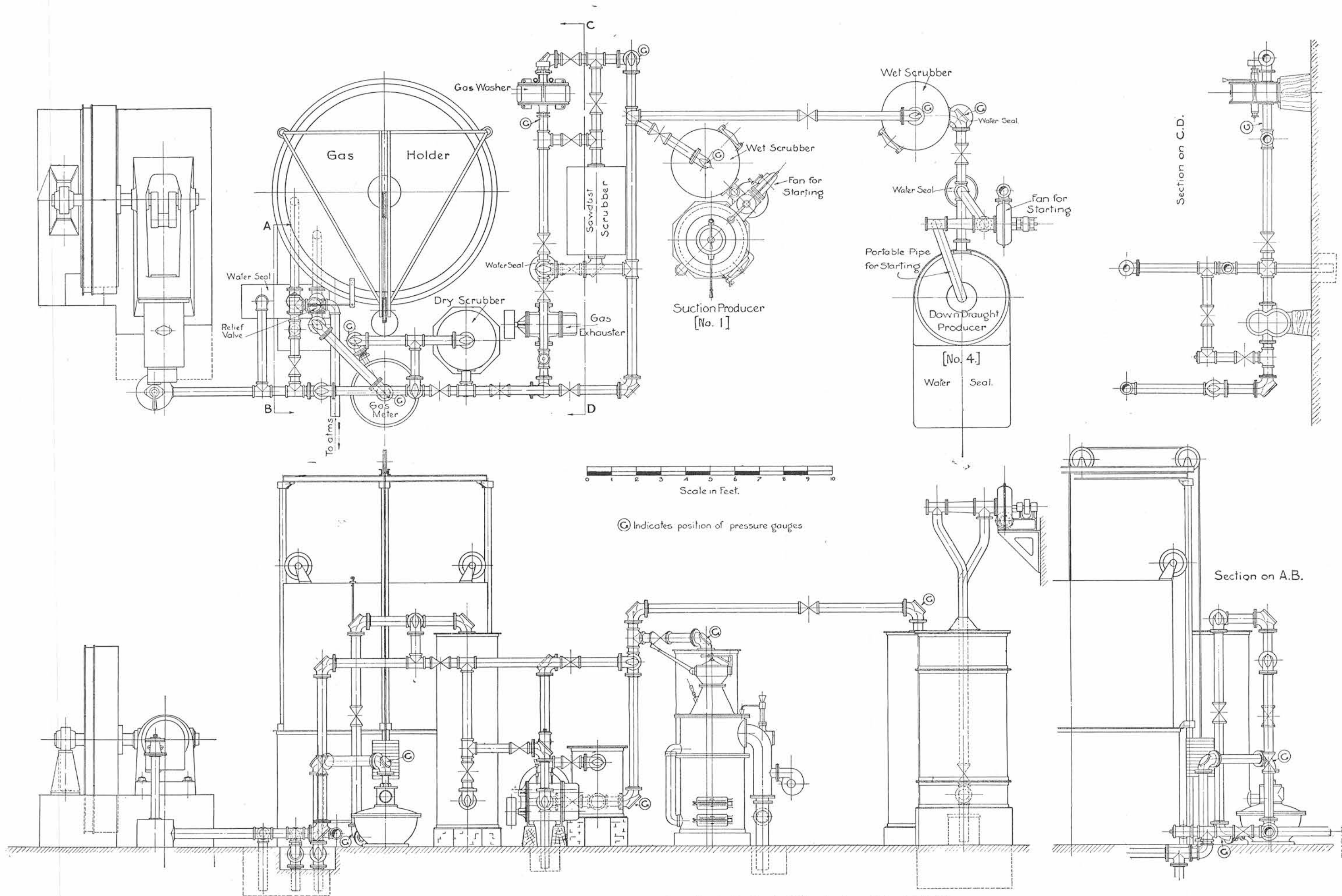


Fig. 48. Disposition générale d'une installation de gazogènes d'essai. Section du Génie mécanique, Université McGill.

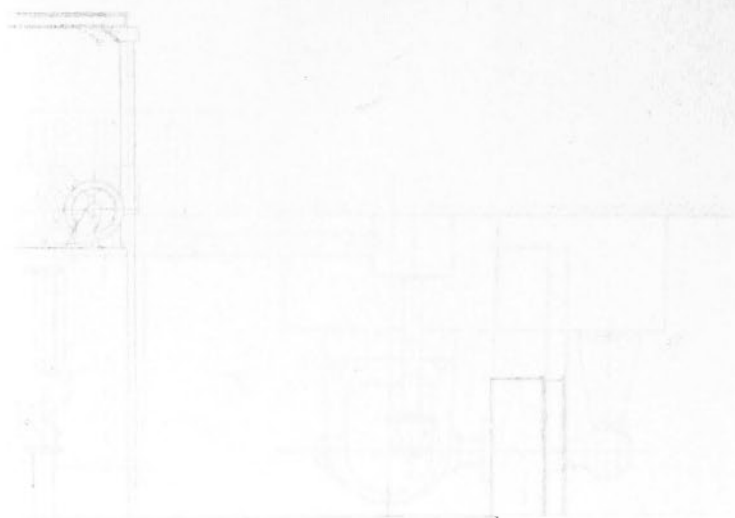
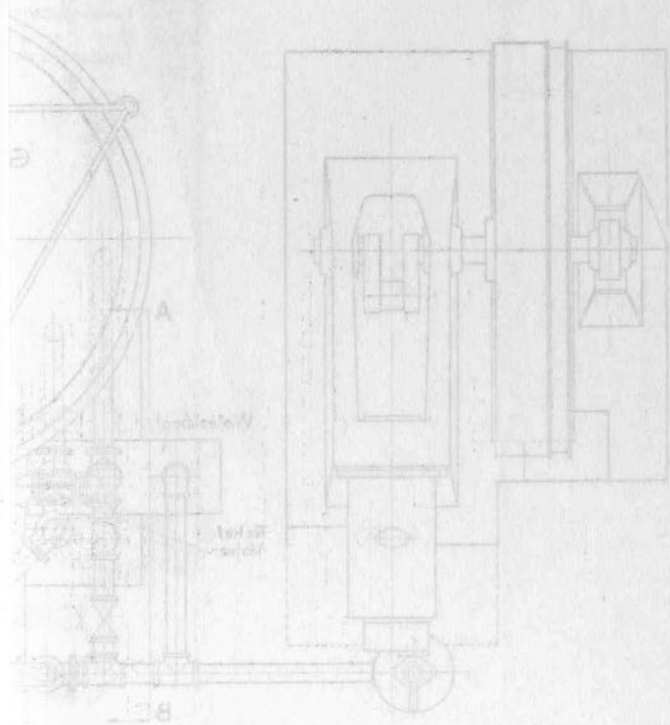
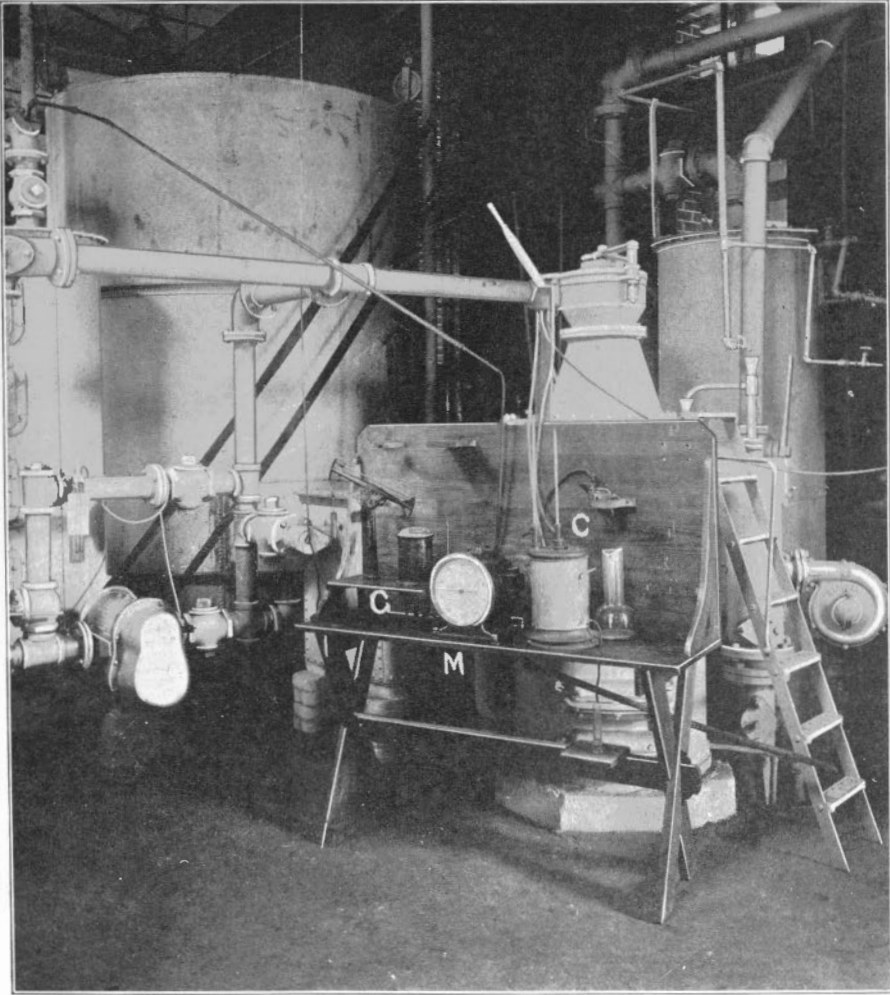
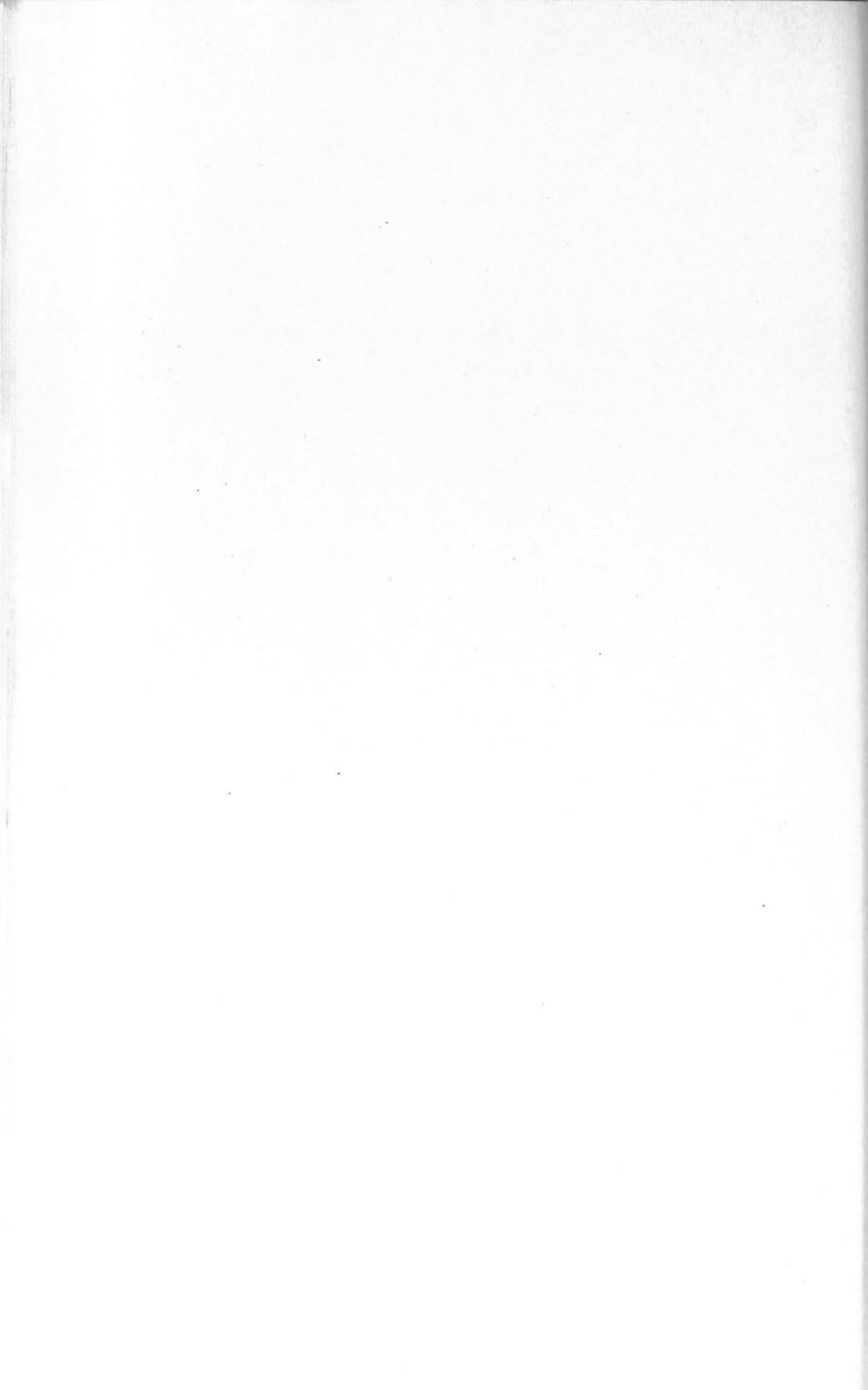


Planche XLIX.



Calorimètre à gaz Boys tel qu'installé pour les essais au gazogène. Section du Génie Mécanique, Université McGill.



houille, y compris une période préliminaire raisonnable pour ajuster les conditions de fonctionnement au commencement de l'essai. Dans un ou deux cas, cependant, on trouva qu'il était possible de faire des essais plus longs ou de faire des répétitions et ces essais là ont été dûment enregistrés. Afin d'obtenir des informations plus complètes quant aux caractéristiques de chaque houille, il eut été désirable de faire une série de trois ou quatre essais avec chaque combustible mais la dépense encourue et la longueur de temps requise rendaient cela impossible. La longueur d'un essai continu nécessaire pour obtenir un mesurage précis de la consommation de houille dans un essai de gazogène (dans les conditions ordinaires, d'après le degré de combustion) est d'au moins 100 heures, si le résultat doit être correct dans une limite de moins de $2\frac{1}{2}\%$ et une série complète d'essais de cette longueur ne pourrait pas être effectuée avec le personnel ou dans l'espace de temps destiné à ce travail. Avec les plus courts essais effectués, on ne prétend pas avoir obtenu le plus haut degré de précision dans le mesurage de la consommation de la houille, mais le jugement que l'on doit porter sur l'attitude d'une houille dans un gazogène dépend non seulement de sa quantité mais aussi des détails pratiques, tels que la quantité de main d'œuvre requise pour la manipulation de la houille et du rebut, l'uniformité ou la qualité du gaz produit et l'ennui qu'apportent le goudron ou la saleté, points sur lesquelles un essai de 24 heures donne suffisamment d'informations. On observa attentivement l'attitude de chaque houille dans ces différents cas.

On peut prendre en note que la période préliminaire mentionnée ci-dessus fut considérée comme trop courte dans la pratique et il est par conséquent certain que beaucoup des houilles essayées auraient pu être utilisées à un meilleur avantage. Par exemple, trois des échantillons étaient assez gros pour faire des essais répétés, dans des conditions quelque peu différentes de celles obtenues dans les essais originaux; avec deux de ces échantillons, le second essai donna de bien meilleurs résultats que ceux que l'on obtint dans les essais originaux; dans le troisième cas (lignite), le combustible s'était apparemment abîmé depuis qu'on l'avait conservé.

Dans les circonstances, on décida que dans chaque cas on devrait viser à une essai continu de 24 heures avec une période préliminaire de 4 à 5 heures durant laquelle on devrait si possible déterminer les meilleures conditions possibles de travail du combustible soumis à l'essai; la profondeur convenable de la couche de combustible et la quantité de combustible à fournir devant être déterminée durant cette période et avant de commencer l'essai proprement dit.

Dans un cas, en mélangeant les restes de deux échantillons de houille quelque peu similaires, il fut possible de faire un essai d'une durée de 100 heures, en travaillant 10 heures par jour. Cet essai fut fait principalement pour démontrer la capacité de l'installation dans des conditions similaires à celles de la pratique commerciale et pour vérifier les autres essais faits avec des houilles du même groupe.

Le délai inévitable dans l'installation d'un gazogène satisfaisant pour les houilles bitumineuses laissa si peu de temps disponible pour la série entière des essais que l'on dût en faire deux par semaine durant la période qui va de Novembre 1908 à Mars 1909 et ce programme fut dûment effectué à l'exception d'un arrêt pendant Noël. On crut qu'il était désirable de nettoyer complètement le gazogène après chaque essai avec chacune des houilles afin que l'on put recueillir des informations non seulement de l'analyse du rebut retiré pendant chaque essai, mais aussi de la composition de la couche de combustible tel qu'elle fut retirée à la fin de chaque essai. Ainsi qu'on le verra, les résultats de ces analyses furent d'une utilité considérable et l'adoption de ce système (tel que comparé avec la méthode de fonctionnement continu ou d'arrêter les feux entre les essais) assura d'une façon certaine qu'aucune matière provenant des essais précédents ne restait dans le gazogène et que chaque combustible recevait exactement le même traitement en ce qui regarde le commencement et l'arrêt des essais. La période de fonctionnement actuelle pour chaque houille (excepté quand il en fut autrement décidé et indique) fut d'environ 30 heures, sur lesquelles la machine travailla 26 à 28 heures avec la charge complète avec laquelle on désirait faire l'essai.

Pendant tous les essais, on désira produire du gaz qui fournirait 30 C.V.F. à la machine, mais par suite de difficultés dans le fonctionnement et la nécessité d'employer de grandes quantités de vapeur, certaines houilles produisirent un pauvre gaz et un rendement inférieur. Comme les différents combustibles donnèrent des gaz ayant des valeurs calorifiques différentes, cela conduisit à la nécessité de fonctionner avec différents degrés de combustion tel que dans le cas des essais au générateur.

*Devoirs du Personnel.*¹—Le personnel disponible pour le fonctionnement des appareils et pour les observations n'était pas suffisamment nombreux pour pouvoir travailler en deux équipes complètes. Il fut cependant possible de faire en sorte que les hommes dont le travail était le plus laborieux puissent être relevés au moins une fois pendant chaque essai de trente heures. Quatre hommes étaient de service à la fois; leur travail était le suivant.

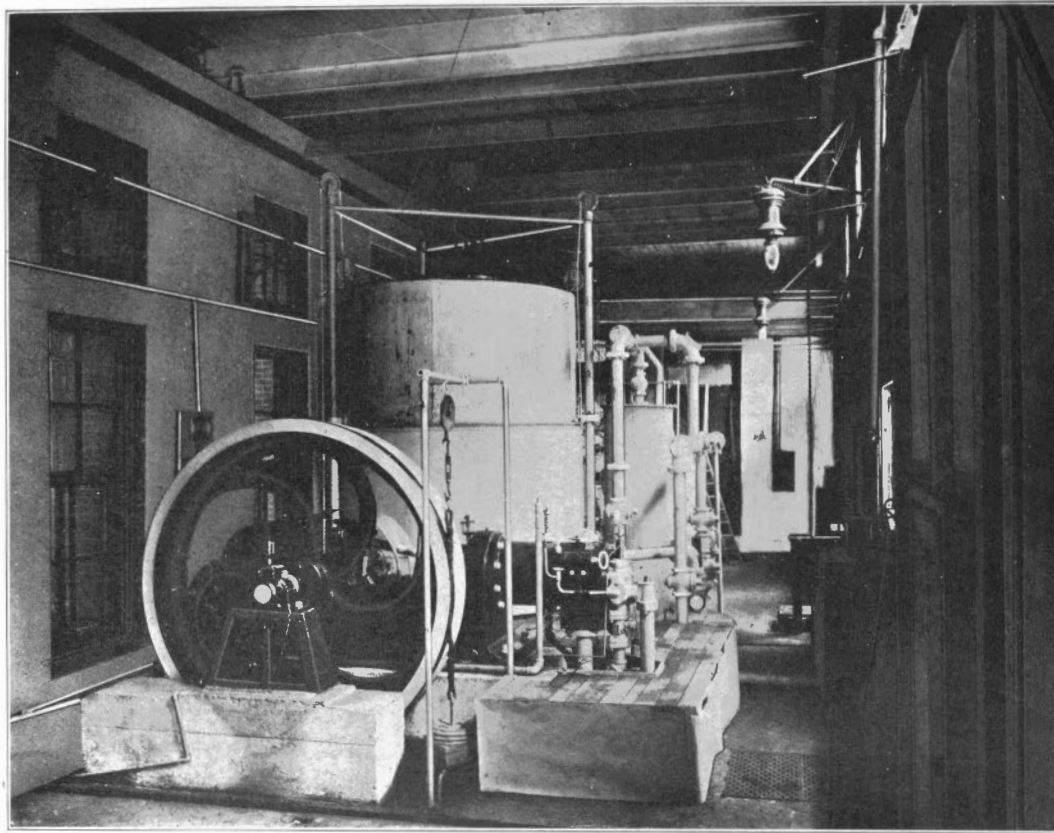
Opérateur No. 1. (Chargé du fonctionnement de l'installation). S'occupe du travail de la machine, du gazogène et des machines auxiliaires, nota les lectures du compteur, dirigea le chargement du combustible dans le gazogène et l'enlèvement des cendres.

Opérateur No. 2. (Chauffeur) Chargea la houille dans le gazogène enleva les cendres, fit fonctionner le feu dans le gazogène, enleva le goudron pour le pesage.

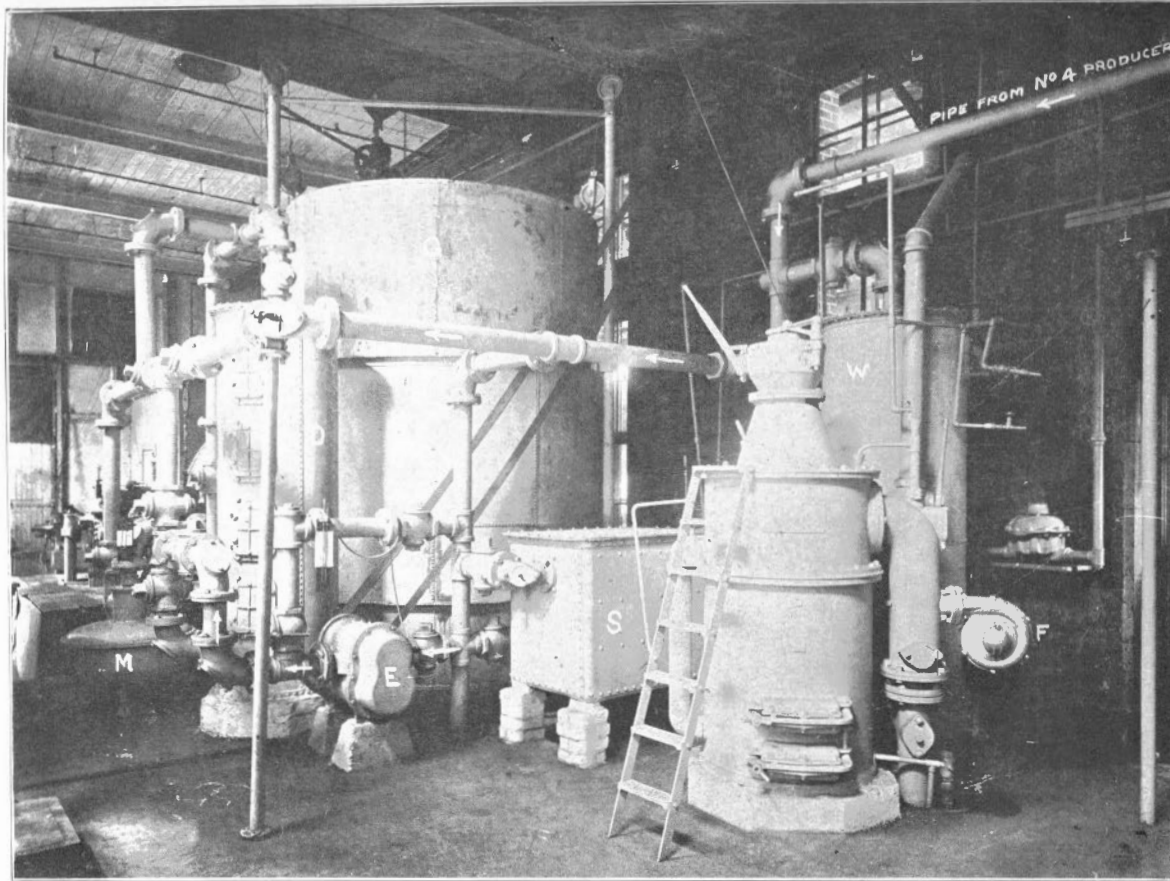
Observateur No. 1. Pesa la houille, observa les pressions les températures prit les lectures du compteur et les indications du diagramme.

Observateur No. 2. Fit fonctionner le calorimètre à gaz et échantillonna pour les analyses les gaz et le combustible.

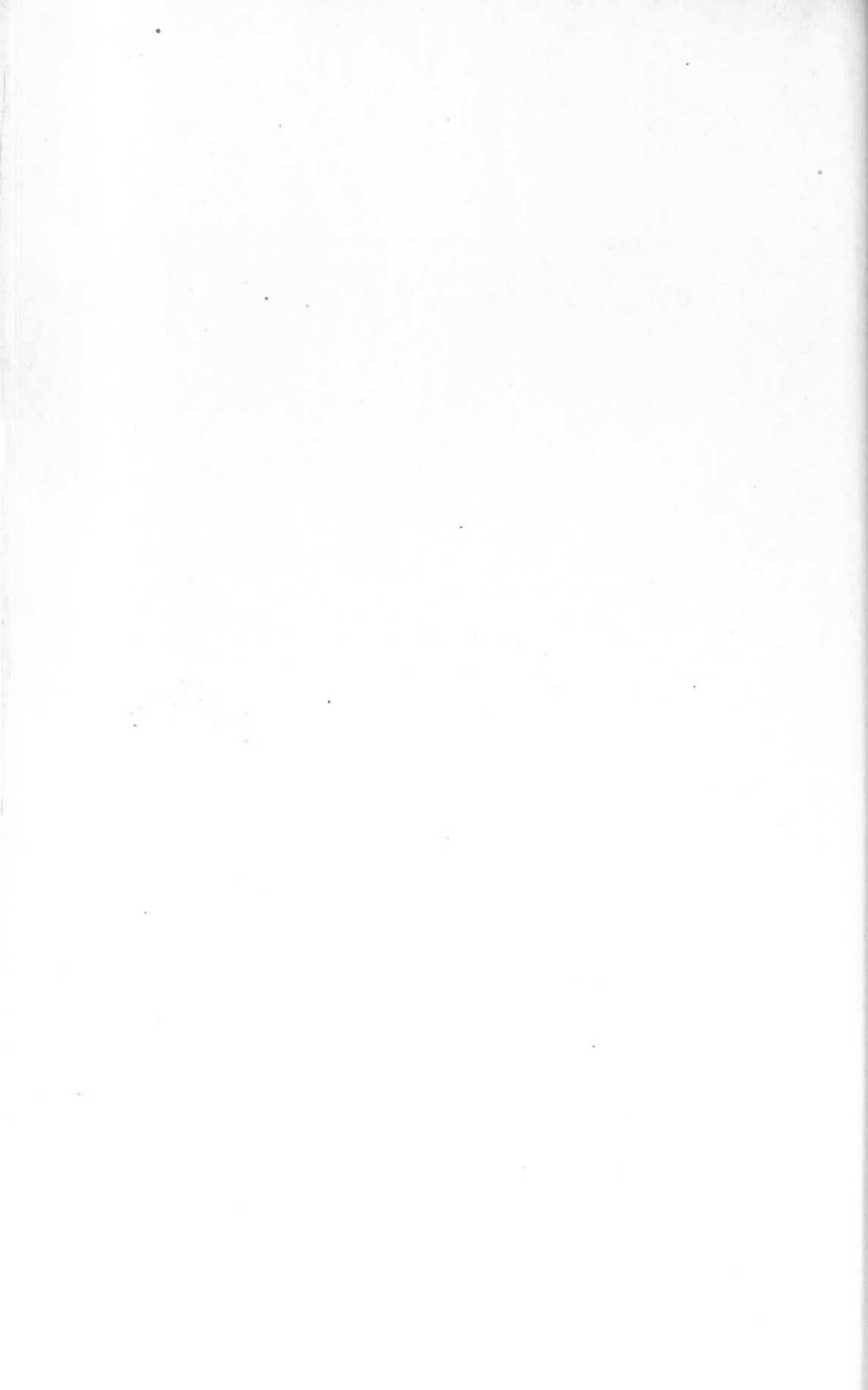
¹ Voir Ier Vol., p. 4 et 5.



Intérieur du laboratoire de gazogène, vue prise de l'ouest. Section du Génie Mécanique,
Université McGill.



Intérieur du la boratoire au gazogène, vue prise de l'est. Section du Génie Mécanique, Université McGill.



Ces observateurs changèrent de fonctions à l'occasion selon que cela fut trouvé nécessaire.

En plus des fonctions ci-dessus, un membre du personnel s'occupa continuellement de faire des analyses de gaz, de combustible et d'échantillon de rebut.

Les observations furent prises à 30 minutes d'intervalle.

Précautions générales.—Le gazogène et les boîtes à goudron furent nettoyées après chaque essai afin d'être sûr que ni mâchefer, ni goudron ou rebut ne soient placés au compte de l'essai suivant. On vérifia périodiquement tous les tuyaux et les jointures pour éviter les fuites. On ne commença aucun essai avant que la machine n'ait fonctionné avec sa charge d'une manière assez satisfaisante pour garantir la bonne condition de fonctionnement de la couche de combustible. Les valves de la machine ne furent pas nettoyées avant chaque essai mais furent enlevées pour être vérifiées habituellement environ après 60 ou 120 heures de fonctionnement. Le compteur à gaz principal et le calorimètre du compteur à gaz furent calibrés à intervalles d'environ une semaine. Le coke dans les nettoyeurs fut renouvelé une fois durant la série. Des balances furent essayées avec des poids étalon avant et après la série.

MÉTHODE DE MANIPULATION DU COMBUSTIBLE, DE MISE EN MARCHÉ ET D'ARRÊT DES ESSAIS.

Le gazogène ayant été nettoyé, l'espace au dessus de la grille fut rempli jusqu'au niveau du bas du tuyau d'échappement des gaz (voir Fig. 45) avec de la brique propre et cassée, libre de poussière, et d'une dimension à pouvoir passer à travers la grille si on la secouait; on eut généralement besoin de 800 livres de briques dans cette intention, la quantité dépendant de la dimension et de la sécheresse des morceaux. On commença alors le feu avec 50 livres de bois et 100 à 150 livres de coke à gaz criblé, l'air étant admis par la grille et les produits de la combustion aspirés par le petit ventilateur (Fig. 47). La houille devant être soumise à l'essai fut alors chargée jusqu'à ce que l'on obtienne la propre couche de combustible et le feu fut bien pris lorsque l'on commença à fonctionner avec le tirage inférieur. Aussitôt que l'on obtint un gaz convenable et uniforme dans le gazogène, habituellement une ou deux heures après l'avoir allumé, l'aspirateur fut mis en mouvement et on arrêta le petit ventilateur d'aspiration, le gaz étant alors déchargé dans le réservoir à gaz et de là dans l'atmosphère. La machine fut arrêtée et la charge placée plus tard à un temps propice et dans l'intervalle l'approvisionnement de vapeur fut ajusté en rapport avec les déterminations préliminaires au calorimètre. Après avoir fonctionné ainsi pendant une période de trois à cinq heures et lorsque l'on obtint des conditions constantes on commença l'essai; au même moment toute la cendre et le rebut furent enlevés du récipient d'eau et toute la brique broyée et les cendres obtenues en secouant la grille ou par le remuage furent enlevées et mises de côté. Par suite de la disposition du bas

du gazogène et de la nécessité (avec quelques houilles) de remuer inégalement dans différentes parties de la couche du gazogène, ou trouva habituellement qu'une partie du rebut formé durant la première partie du fonctionnement passait à travers la grille avant que toute la brique ait passé. Une partie de la brique passait ensuite à travers durant l'essai. Le rebut carbonacé (excluant la brique) qui se produisit durant l'essai fut mis de côté, pesé et échantillonné. Pendant l'essai on ajouta dans le gazogène certaines quantités de houille que l'on pesa et des quantités correspondantes de rebut furent enlevées à intervalles aussi réguliers que possible, mais on trouva qu'avec une houille qui ne donna aucun ennui avec le mâchefer ou en s'attachant à la couche de combustible, on dut souvent changer le degré régulier de chargement pour compenser l'effet du remuage. Les mêmes circonstances rendirent impossible le maintien d'une couche de combustible absolument constante en épaisseur et dans beaucoup d'essais la profondeur varia de quelques pouces; cependant on la ramena autant que possible à la fin de l'essai à la même épaisseur qu'au commencement. Heureusement le dessus ouvert du gazogène permit de mesurer de façon précise le niveau de combustible que l'on devait atteindre.

A la fin de chaque essai le contenu total du gazogène fut enlevé aussi rapidement que possible au moyen du récipient d'eau. On essaya de maintenir séparées les portions situées au dessous de l'échappement de gaz, de façon à pouvoir estimer la valeur du combustible à l'intérieur mais on trouva que cela était impossible et cette tentative fut abandonnée. Le contenu du gazogène, libre de toute brique qui fut enlevée à la main, fut pesé humide, puis l'on prit une proportion connue, soit 100 livres que l'on sécha, que l'on pesa de nouveau et que l'on échantillonna pour l'analyser. Le même traitement fut appliqué au rebut retiré durant l'essai. On peut dire que dans les trois premiers essais de la série (Nos. 8, 9 et 10) le rebut enlevé pendant l'essai fut par inadvertance mêlé avec le contenu du gazogène; par conséquent, pour ces essais il fut impossible de donner la composition du rebut formé durant l'essai. (Voir Tableau XXXIII, VIIIe Partie).

La houille pour chaque essai fut délivrée au laboratoire du gazogène par le personnel chargé de l'échantillonnage des houilles, chaque sac étant étiqueté avec le numéro de la série de la houille. (Voir 2ème Colonne, Tableau XXXIII. Toute la houille pour les essais de gazogène fut débarrassée de poussière avant d'être livrée au laboratoire du gazogène en passant sur un crible de $\frac{1}{2}$ ", mais à part cela ne reçut aucun autre traitement spécial. Pendant l'essai on prit des échantillons de houille de chaque sac pour les analyses de vérification et spécialement pour les déterminations de l'humidité.

TEMPÉRATURES, PRESSIONS ET AUTRES DÉTAILS DE L'ESSAI

Approvisionnement de vapeur.—L'approvisionnement de vapeur fut pris fourni par un tuyau portant environ 80 livres de pression par pouce carré et après avoir passé à travers le séparateur, la valve de réduction et

l'orifice de la jauge fut admis selon qu'il était requis dans le tuyau d'admission situé à l'ouverture de dessus du gazogène No. 4. Les jauges de pression à l'orifice de la jauge furent essayées périodiquement et l'appareil de jauge fut calibré en lui permettant de se décharger dans des conditions de travail presque identiques dans un condensateur à surface ou la décharge fut pesée. La quantité de vapeur ayant passé l'orifice avec toute lecture déterminée des deux jauges de pression fut ainsi déterminée.

Températures.—La température du gaz quittant le gazogène, fut prise au moyen d'un thermomètre électrique à thermo-jonction, et l'on se servit de ses indications comme d'un guide pour faire manœuvrer le gazogène. La température des gaz aux autres points fut prise avec des thermomètres à mercure étalon, ainsi que la température de l'eau chaude de la machine, cette dernière servant à indiquer d'une façon générale la nature satisfaisante et uniforme du fonctionnement de la machine.

Pressions.—Les différences de pression existant entre l'atmosphère et l'intérieur de la conduite principale de gaz furent prises au moyen de jauges d'eau ordinaires en U aux points suivants et pendant le fonctionnement régulier eurent approximativement les valeurs suivantes:

Pression quittant le compteur à gaz et entrant dans le			
récipient à gaz.....	3	à	3½ pouces d'eau.
Pression entrant dans le compteur à gaz.....	4½	à	4¾ " "
Pression quittant l'aspirateur.....	4½	à	5 " "
Succion entrant dans l'aspirateur.....	6	à	7 " "
Succion quittant le laveur à gaz.....	5¼	à	6¼ " "
Succion entrant dans le laveur à gaz.....	3½	à	4 " "
Succion quittant le nettoyeur humide.....	3½	à	3¾ " "
Succion quittant le gazogène.....	1¼	à	1¾ " "

La résistance de la couche de combustible était ainsi habituellement de 1" à 2" d'eau, celle du nettoyeur humide d'environ 2", celle du laveur à gaz d'environ 2" et celle du compteur d'environ 1¼"; l'aspirateur prit environ 2½ C.V. et fonctionna contre une différence totale de 10 à 14", dépendant de la condition des tuyaux des passages, du nettoyeur et du gazogène et du volume de gaz traité.

Compteur à gaz.—Ainsi qu'il a déjà été dit, le compteur à gaz était du type étalon Westinghouse à récipient d'huile; il fut calibré à chaque quatre essais en comparant ses indications avec celles montrées par l'élévation du récipient à gaz dont la capacité avait été déterminée avec soin. On trouva que dans chaque cas, l'erreur était insignifiante.

Calorimètre à gaz.—Le calorimètre était du type Boys (voir Planche XLIX et IXème Partie) et fut calibré par le personnel chimique avant d'être placé dans le laboratoire. Pendant l'essai afin de se prémunir contre les erreurs dues aux effets du goudron et de la saleté sur le régulateur à pression et le calorimètre du compteur à gaz, ceux ci furent fréquemment nettoyés et le compteur vérifié en faisant passer à travers un volume connu d'air provenant de la bouteille d'aspiration.

Combustible, rebut et analyse de gaz.—Les méthodes d'analyse chimiques et l'appareil employé sont discutés en détail dans la IX^{ème} Partie et il n'y a par conséquent nul besoin d'en parler ici.

Echantillonnage du gaz.—Les échantillons de gaz furent recueillis au-dessus de l'eau dans des bouteilles contenant environ 300 c.c. Celles-ci furent cachetées avec de la paraffine, étiquetées et envoyées au laboratoire chimique pour être analysées.

Collection et mesurage du goudron.—La série des essais commença avec les lignites de l'ouest pour lesquelles le gazogène à tirage inférieur sembla bien approprié, aucune trace de goudron n'étant pratiquement trouvée dans le gaz après qu'il eut quitté le gazogène. Avec ces houilles, de fait, le nettoyeur parut prendre peu ou pas de goudron des gaz et la même remarque s'applique au laveur à gaz, et dans certains essais, avec ces mêmes houilles on ne se servit pas du tout de ce dernier appareil. Quand on commença à se servir des houilles bitumineuses, cependant, on trouva que quoique le nettoyeur et le laveur à goudron nettoyaient certainement le gaz, on ne trouva cependant que peu de goudron dans les récipients d'eau dans lesquels s'effectuait leur décharge. On prit par conséquent des moyens immédiats pour inventer une boîte de dépôt dans laquelle le goudron pourrait être plus efficacement séparé de l'eau de lavage et après quelques expériences satisfaisantes on fabriqua des boîtes à goudron qu'on mit en service en 1909. Dans les essais faits avant cette époque les chiffres concernant le goudron ne sont pas, par conséquent, aussi complets que dans les derniers essais. L'emploi de la vapeur dans les tuyaux fut considéré comme une aide considérable pour recueillir le goudron après l'essai et dans certains cas avec un goudron très collant il fut nécessaire de nettoyer le laveur à gaz avec un jet de vapeur avant de le remettre en fonctionnement.

Mesurage de l'eau employée.—L'eau employée par le nettoyeur humide fut mesurée et prise dans les conduites d'eau de la ville. Celle qui fut employée par le laveur à gaz fut estimée d'après les résultats d'une série d'expériences spéciales. On n'essaya en aucune façon à économiser l'eau.

Mesurage des machines.—Les chevaux-vapeur du frein de la machine furent mesurés par un frein à câble (voir Planche L) dans lequel on fit flotter un poids mort entre les arrêts. La charge sur le côté faible du câble fut mesurée par une balance à ressort, les révolutions et les ignitions furent prises par deux compteurs Crosby reliés à l'ouverture de la valve et la roue du gouvernail respectivement et l'on prit chaque heure des diagrammes de l'indicateur (principalement pour vérifier le travail satisfaisant de la machine) par un indicateur de machines à gaz Crosby. On ne doit pas oublier que les essais furent réellement faits au point de vue du gazogène, la machine ne fonctionnant que pour démontrer l'adaptation du gaz à la génération de la force motrice plutôt que comme partie de l'essai de houille. Dans certains des premiers essais alors que l'on travaillait avec des houilles brûlant librement, et spécialement s'il en résultait des gaz d'une valeur calorifique inférieure, on trouva qu'il était difficile de régler le travail du gazogène de façon à éviter de faire plus de gaz que la machine

ne pouvait en prendre à sa vitesse ordinaire, même en chauffant chaque cycle. On tint compte de cela dans les calculs de C.V.F. en prenant les C.V.F. comme ceux qui eussent été maintenus si tout le gaz mesuré eut été envoyé à la machine, la consommation de la machine par U.T.B. par heure avec approximativement la même charge étant connue d'après la période durant laquelle tout le gaz mesuré avait passé à travers la machine. Dans les derniers essais, quand le personnel fut plus familier avec le travail du gazogène, ces ennuis ne se présentèrent plus.

DÉTERMINATION DU DEGRÉ DE CONSOMMATION DE COMBUSTIBLE

Cette quantité, par distinction du degré suivant lequel la houille est chargée dans le gazogène est peut-être la plus difficile à établir d'une façon précise et est certainement la plus importante dans un essai au gazogène. On a déjà discuté les différentes méthodes possibles de détermination du degré actuel de consommation du combustible. On espérait qu'en travaillant les résultats des essais rapportés ici, le combustible actuellement consommé pourrait avoir été estimé avec précision d'après la houille chargée à l'aide des données provenant des analyses chimiques provenant du rebut enlevé pendant l'essai et les contenus du gazogène à la fin de l'essai. On s'aperçut que cela était essentiellement désirable car la longueur de chaque essai fut limitée à 24 heures et toute différence dans la condition de la couche de combustible au commencement et à la fin de l'essai aurait par conséquent une influence comparativement grande sur la valeur apparente du rendement du gazogène.

En procédant à établir les essais de cette manière, on trouva que dans certains des essais on obtint des résultats quelque peu inconsistants quoique dans la plupart des cas on obtint un résultat satisfaisant avec les quantités connues de carbone traité et les conditions de la couche de combustible qui existaient probablement. Il fut par conséquent considéré préférable de ne spécifier que la quantité de houille actuellement chargée, se servant des analyses du rebut et du contenu du gazogène simplement comme une indication de la similarité ou autrement des conditions de la couche de combustible au commencement et à la fin de l'essai. C'est ce que l'on a fait en discutant les résultats des essais dans les pages qui suivent.

RÉSULTATS DÉTAILLÉS DE L'ESSAI AU GAZOGÈNE NO. 32.

Afin de donner un exemple des méthodes adoptées et des observations prises pendant les essais au gazogène, on a annexé le journal et les feuilles d'observation pour un essai (No. 32,) de même que les calculs qui en ont résulté expliqués en détail. Cet essai fut fait avec un échantillon de houille bitumineuse provenant de Cap Breton et est donné ici comme un représentant fidèle des autres houilles de la même région et comme étant fait de la même houille que celui pour lequel les calculs complets sont donnés dans le rapport des essais au générateur.

Des informations détaillées similaires en ce qui concerne le journal et les feuilles d'observation de la série toute entière d'essais sont données dans le Vème Volume de ce rapport.

Journal Détaillé

Essai au gazogène No. 4 avec la houille No. 36.
Date.—8 et 9 Mars 1909. Numéro de l'essai: 32.
Observations des conditions générales.
Observateurs: J. S. Cameron et G. Killam.

Notes générales.

Baromètre au commencement.....29·83 pouces.
" à 8.20 p.m.....29·88 "
" à la fin.....29·97 "
" moyen.....29·89 "

Compteur d'eau, 9 a.m.....96877 imp. gallons.

Compteur d'eau, 8 a.m.....99765 imp. gallons.

Différence.....2888 imp. gallons en 23 heures.

Brique à la base du gazogène.....935 livres.

Niveau moyen de la surface de houille sous la plaque de dessus du gazogène, 17"

2.40 a.m. 8 Mars.	Allumage du feu. Chargé: 5 lbs, copeaux, 40 lbs., bois 120 lbs coke.
3.20 " "	Tirage descendant, chargé 131 lbs. de coke.
4.30 " "	120 livres de coke.
5.40 " "	100 lbs. de houille
7.00 " "	100 lbs. de houille.
8.15 " "	Mise en marche de la machine, charge complète.
8.20 " "	Commencement de l'essai.
11.30 " "	Nettoyage du régulateur du calorimètre et nettoyage à la vapeur du laveur à gaz.
4.00 p.m. "	Jet de vapeur dans le nettoyeur à gaz.
5.20 " "	Laveur à gaz devenant chaud. Arrêté et fait passer le gaz par le nettoyeur sec.
6.20 " "	Mise en marche du laveur à gaz, mais les ennuis continuèrent ce qu'on fait qu'on l'arrêta jusqu'à la fin de l'essai.
8.20 a.m. 9 mars.	Fin de l'essai. Feu retiré. Les valves de la machine en bon ordre à part un peu de suie. Suction très forte durant la première partie de la matinée due à la saleté dans le long tuyau.

Résumé des observations

Date, 8 et 9 Mars 1909. Gazogène No. 4 à l'Université McGill.
 Allumage à 2.40 a.m. Essai commencé à 8.20 a.m., terminé à 8.20 a.m.
 Durée de l'essai, 24 heures. Sorte de combustible, houille No. 36.
 Observateurs et personnel durant l'essai: Killam, Cameron, Gardiner.
 Calculateurs: Killam, Cameron, Ford.
 Chimistes: Stansfield, Nicolls, Campbell.

Combustible—

1.	Total de la houille chargée durant l'essai.	liv. 450
2.	Humidité dans la houille chargée.	% 2.4
3.	Valeur calorifique de la houille mise au feu, par liv.	U.T.B. 13 520
4.	Valeur calorifique de la houille sèche, par liv.	U.T.B. 13 860
5.	Analyse approximative de la houille telle que chargée (par poids) carbone fixe, 57.6; matière volatile, 35.0; cendres 5.0; humidité 2.4%.	
6.	Combustible dans le rebut sec enlevé pendant l'essai; carbone fixe 38.1; matière vola- tile 4.7%	
7.	Épaisseur moyenne de la couche de combus- tible (mesurée du centre du tuyau d'é- chappement des gaz).	pcs. 43

Gaz—

8.	Total du gaz produit durant l'essai (d'après la lecture du compteur).	pieds cubes 79240
9.	Température moyenne des gaz quittant le gazogène.	°F. 783
10.	Température moyenne du gaz au compteur.	°F. 66
11.	Température moyenne de l'air dans la cham- bre du gazogène.	°F 64
12a.	Moyenne de la chaleur calorifique la plus éle- vée par pieds cubes par calorimètre (tel qu'observé).	U.T.B. 112.8
12b.	Moyenne de la chaleur calorifique la plus éle- vée par calorimètre (gaz sec à 60° et 1 4.7 lvs. par p.c.	U.T.B. 115.7
13.	Moyenne de la chaleur calorifique moins élevée par pied cube, par calorimètre (gaz sec à 60° et 14.7 livs. par p. c.	U.T.B. 106.5
14.	Moyenne de la pression barométrique.	liv. p. c. 14.65
15.	Moyenne de succion au gazogène.	" 0.98
16.	Moyenne de succion à l'aspirateur.	" 9.10
17.	Moyenne de pression du gaz au compteur.	" 4.62

Vapeur, Eau, etc.—

18.	Total de la vapeur employée dans le gazogène pendant l'essai.....	livs. 2160
19.	Total de l'eau employée dans le nettoyeur et le laveur à gaz.....	livs. 35910
20.	Total du goudron extrait du nettoyeur et du laveur à gaz.....	livs. 94
21.	Force motrice moyenne requise pour faire fonctionner l'aspirateur.....	C.V. 2.5
22.	Force motrice moyenne requise pour actionner le laveur à gaz.....	C.V. 1.5

Machine—

23.	Révolutions totales durant l'essai (d'après le compteur).....	320198
24.	Total des explosions durant l'essai (d'après le compteur).....	145794
25.	Moyenne de la charge effective sur le frein..	livs. 155.5
26.	Rayon effectif de la roue du frein.....	pieds 3.836
27.	Moyenne de la pression effective d'après les diagrammes de l'indicateur.....	livs, pces c. 69.6

28. Notes.—Feu remué à 8.20, 8.50, 9.20, 9.40, 9.55, 10.50, 11.15, 11.55, a.m., 12.05, 12.45, 1.05, 1.45, 2.40, 3.50, 4.50, 5.05, 7.10, 8.30, 10.50, 11.40 p.m., 2.10, 4.40, 5.40, 6.25 a.m.
Rebut enlevé à: 8.50, 9.55 a.m., 12.45, 2.45, 5.25, 8.30 p.m., 2.30, 3.50, 5.40 a.m.

Attitude de la houille: requit une attention soutenue; colle.

Moyenne du temps entre chaque remuage: une heure.

Mâchefer: peu d'ennuis. Goudron: une grande quantité.

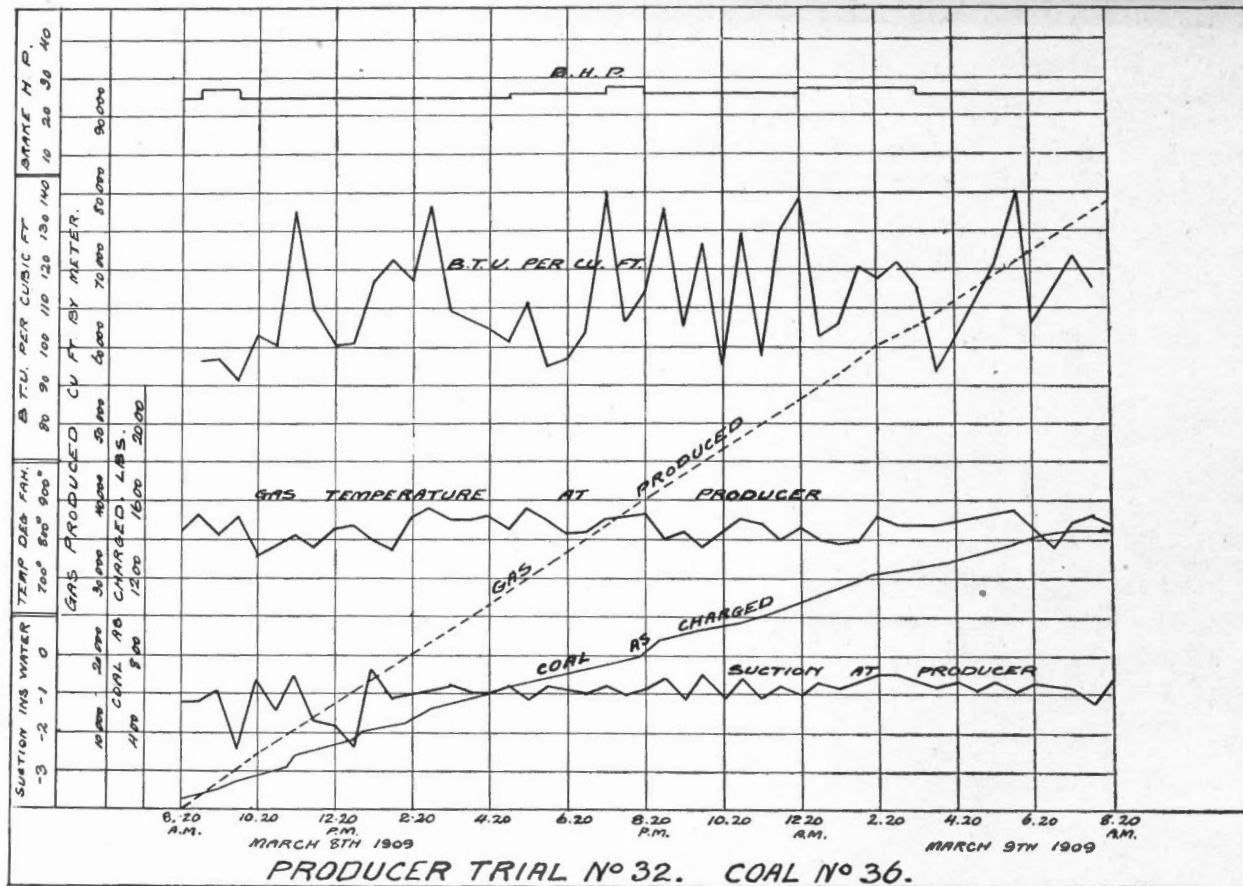
Etat des valves de la machine à la fin de l'essai: en bonne condition à l'exception d'un peu de suie.

Dernier nettoyage des valves: 23 Février 1909.

29. ANALYSE DE HOUILLE SÈCHE.	ANALYSE DE GAZ PAR VOLUME.
Hydrogène..... 5.0	Dioxyde de carbone.....10.9
Carbone.....76.7	Oxygène.....0.5
Nitrogène.....	Monoxyde de carbone.....11.4
Oxygène.....	Hydrogène.....11.4
Soufre..... 2.4	Méthane..... 3.2
Total du carbone contenu	Ethylène..... 0.1
dans la houille sèche 1085 livres.	Nitrogène.....62.5

Remarques—

Essai satisfaisant considérant la nature de la houille. On maintint une couche de combustible plutôt épaisse qui détruisit une bonne partie du goudron. Cette houille donne quelque ennui dans le gazogène mais le gaz fut assez uniforme pour éviter tout ennui dans la machine.



Exemple type des 32 feuilles de graphiques des essais de gazogène de l'Appendice III, Vol. V.

Quantités totales—

31.	Houille sèche chargée durant l'essai.....	livs. 1415
32.	Combustible chargé durant l'essai.....	livs. 1343
33.	Moyenne des C.V.F. de la machine pendant l'essai.....	C.V. 25·2
34.	Moyenne indiquée des C.V. de la machine pendant l'essai.....	C.V. 40·3
35.	Moyenne de C.V. prise par l'aspirateur et le laveur à gaz.....	C.V. 4·0
36.	Moyenne de C.V.F. pendant qu'eut lieu la consommation du gaz par la machine...	C.V. 25·2
37.	Moyenne de C.V.F. correspondant au total du gaz produit.....	C.V. 25·2
38.	Moyenne de C.V.F. correspondant au total du gaz produit et pouvant servir à un emploi extérieur, tenant compte de la quantité nécessaire pour la force motrice	C.V. 21·2

Quantités par heure—

39.	Houille chargée par heure.....	livs. 60·4
40.	Houille sèche chargée par heure.....	" 59·0
41.	Combustible chargé par heure.....	" 55·9
42.	Houille chargée par pied carré de couche de combustible par heure.....	" 15·1
43.	Houille sèche chargée par pied carré de couche de combustible par heure.....	" 14·7
44.	Combustible par pied carré de couche de combustible par heure.....	" 14·0
45.	Houille (telle que chargée) par heure équivalente à la force motrice dont on se sert pour les machines auxiliaires.....	" 9·6
46.	Houille (telle que chargée) par heure équivalente à la vapeur employée dans le gazogène.....	" 11·1
47.	Gaz (par compteur) fourni par le gazogène par heure.....	pieds c. 3302
48.	Gaz (sec à 60° et 14·7 livs. par p. carr.) fourni par le gazogène par heure.....	" 3220
49.	Gaz (par compteur) fourni à la machine par heure tandis qu'on prit la consommation du gaz.....	" 3302
50.	Gaz (sec à 60° et 14·7 livs. par pce. car.) fourni à la machine par heure pendant que l'on prenait la consommation du gaz	" 3220
51.	Valeur calorifique de la houille chargée par heure.....	U.T.B. 817000

52.	Valeur calorifique du gaz produit par heure (valeur inférieure).....	U.T.B. 342930
53.	Valeur employée dans le gazogène par heure.	livs. 90·1

Résultats industriels—

54.	Gaz (sec à 60° et 14·7 livs. par pce. car.) produit par liv. de houille chargée.....	pieds cub. 53·3
55.	Gaz (sec à 60° et 14·7 livs. par pce. car.) produit par livre de houille sèche chargée..	pieds cub. 54·6
56.	Gaz (sec à 60° et 14·7 liv. par pce. car.) produit par livre de combustible chargé...	" 57·6
57.	Gaz (sec à 60° et 14·7 liv. par pce. car.) employé par I.C.V. par heure.....	" 79·9
58.	Gaz (sec à 60° et 14·7 livs. par pce. car.) employé par C.V.F. par heure.....	" 127·7
59.	Vapeur employée dans le gazogène par livre de houille chargée.....	livres 1·49
60.	Eau employée dans le nettoyeur et le laveur à gaz par livre de houille chargée.....	" 24·77
61.	Eau employée dans le nettoyeur et le laveur à gaz par 1000 pieds cubes de gaz produit.....	" 453·5
62.	Rendement du procédé de production du gaz et de nettoyage basé sur la houille chargée	" 0·42
63.	Rendement de l'installation du gazogène en tenant compte de la force motrice employée pour les auxiliaires.....	0·35
64.	Rendement de l'installation de gazogène, tenant compte de la force motrice employée pour les auxiliaires et de la vapeur employée dans le gazogène.....	0·30
65.	Rendement thermal de la machine basé sur les C.V.F.....	0·187
66.	Rendement supplémentaire du gazogène et de la machine.....	0·078
67.	Valeur calorifique de gaz fourni à la machine par C.V.F. par heure.....	U.T.B. 13600
68.	Valeur calorifique de la houille chargée dans le gazogène par C.V.F. par heure.....	U.T.B. 32450

		Houille telle que mise au feu	Houille sèche	Combustible
69	Livres par heure chargées dans le gazogène par C.V.F. développés par la machine.....	2.40	2.34	2.22
70	Livres par heure chargées dans le gazogène par C.V.F. tenant compte de la force motrice employée pour les auxiliaires.....	2.85	2.78	2.64
71	Livres chargées par heure dans le gazogène par C.V.F. tenant compte de la force motrice employée ainsi que de la vapeur employée par le gazogène.....	3.37	3.29	3.12

TABLEAU XXIX.

Observations de la composition des gaz par volume

Essai du gazogène No. 4 avec la houille No. 36.

Date, 8 et 9 Mars 1909. No. de l'essai, No. 32.

Observateur: (Chimiste) W. B. Campbell.

NOTES.—Appareil R. B. employé. Echantillons pris sur le côté de la pression de l'aspirateur.

No. de l'échantillon	Temps de l'échantillonnage	Quan. prise c.c.	Dioxyde de carbone	Oxygène	Ethylène	Mon-oxide de carbone	Méthane	Hydrogène	Nitrogène	Gaz inflammables %
1	a.m. 9.05	100	8.9	0.8	0.3	8.6	4.4	11.7	65.3	25.0
2	10.00	100	9.7	0.5	0.1	14.4	3.2	10.4	61.7	28.1
3	11.00	100	9.1	0.6	0.0	13.4	2.6	7.5	66.8	23.5
4	12p.m.	100	10.0	0.5	0.2	8.4	4.2	9.8	66.9	22.6
5	1 "	100	10.0	0.3	0.0	13.9	2.5	4.1	69.2	22.6
6	2 "	100	10.9	0.4	0.1	10.0	3.2	7.6	67.8	20.9
7	3 "	100	12.3	0.2	0.2	10.4	3.3	14.4	59.2	28.3
8	4 "	100	12.9	0.3	0.0	11.6	2.0	14.4	58.8	28.0
9	5 "	100	13.7	0.2	0.0	10.4	2.9	12.2	60.6	25.5
10	6.30"	100	10.6	0.7	0.0	13.3	2.7	11.8	60.9	27.8
11	8 "	100	10.7	0.5	0.2	12.7	3.1	9.8	63.0	25.8
12	9.30"	100	10.3	0.6	0.0	15.1	2.5	9.6	61.9	27.2
13	a.m. 10.50	100	8.8	0.6	0.4	11.2	4.4	16.0	58.6	32.0
14	12.30	100	10.3	0.5	0.0	10.7	3.6	13.2	61.7	27.5
15	1.50	100	12.0	0.8	0.0	10.1	2.8	14.4	59.9	27.3
16	3.50	100	12.4	0.5	0.0	12.8	1.9	9.7	62.7	24.4
17	4.50	100	13.4	0.7	0.0	10.1	2.4	14.4	59.0	26.9
18	5.50	100	10.8	0.7	0.3	8.7	5.6	14.3	59.6	28.9
19	6.50	100	10.1	0.6	0.1	9.9	4.2	10.9	64.2	25.1
Moyennes	.....		10.9	0.5	0.1	11.4	3.2	11.4	62.5	

TABLEAU XXX.

Observation du compteur à gaz et C.V.F.

Essai au gazogène No. 4 avec la houille No. 36.

Date, 8 et 9 Mars 1909. Numéro de l'essai—32.

Observateurs: J. S. Cameron et G. Killam.

NOTES.—Tout le gaz produit fut employé par la machine et la valve de dégagement resta fermée durant tout l'essai.

Temps	Lecture sur le principal compteur à gaz	Pieds Cubes dans l'intervalle	Pds. Cub. Total du gaz par le compteur	Charges sur les cotés tendu et relâché du frein		Charge net sur le frein	Lecture des contre-révolutions (puits de côté)	Explosion Contre-lecture
				liv.	liv.			
a.m.				liv.	liv.	liv.		
8. 20	2430300	.....	.....	250	100	150	060961	064083
8. 50	2432190	1890	1890	275	110	165	.....
9. 20	2433890	1700	3590	275	110	165	.....
9. 50	2435710	1820	5410	250	100	150	.....
10. 20	2437355	1645	7055	250	100	150	.....
10. 50	2439080	1725	8780	250	100	150	077700	079393
11. 20	2440990	1910	10690	250	100	150	.....
11. 50	2442130	1140	11830	250	100	150	.....
p.m.								
12. 20	2443800	1670	13500	250	100	150	.....
12. 50	2445500	1700	15200	250	100	150	.....
1. 20	2447240	1740	16940	250	100	150	.....
1. 50	2448700	1460	18400	250	100	150	.....
2. 20	2450240	1540	19940	250	100	150	.....
2. 50	2451985	1745	21685	250	100	150	.....
3. 20	2453540	1555	23240	250	100	150	.....
3. 50	2455070	1530	24770	250	100	150	.....
4. 20	2456900	1830	26600	250	100	150	.....
4. 50	2458685	1785	28385	250	95	155	.....
5. 20	2460310	1625	30010	250	95	155	.....
5. 50	2462080	1770	31780	250	95	155	.....
6. 20	2463845	1765	33545	250	95	155	.....
6. 50	2465460	1615	35160	250	95	155	.....
7. 20	2467280	1820	36980	275	108	167	.....
7. 50	2468765	1485	38465	275	108	167	.....
p.m.								
8. 20	2470550	1785	40250	250	95	155	.....
8. 50	2472220	1670	41920	250	95	155	.....
9. 20	2473750	1530	43450	250	95	155	.....
9. 50	2475355	1605	45055	250	95	155	.....
10. 20	2477080	1725	46780	250	95	155	.....
10. 50	2478960	1880	48660	250	95	155	.....
11. 20	2480430	1470	50130	250	95	155	.....
11. 50	2482160	1730	51860	250	95	155	.....
a.m.								
12. 20	2483740	1580	53440	250	85	165	168030	161570
12. 50	2485340	1600	55040	250	85	165	.....
1. 20	2486790	1450	56490	250	85	165	.....
1. 50	2488500	1710	58200	250	85	165	.....
2. 20	2489950	1450	60650	250	85	165	.....
2. 50	2491550	1600	61250	250	85	165	.....
3. 20	2493220	1670	62920	250	95	155	187940	179360
3. 50	2494980	1760	64680	250	95	155	.....
4. 20	2497660	1780	66460	250	95	155	.....
4. 50	.....	.....	.....	250	95	155	.....
5. 20	2499900	3140	69600	250	95	155	.....
5. 50	2501500	1600	71200	250	95	155	.....
6. 20	2503200	1700	72900	250	95	155	.....
6. 50	2504660	1460	74360	250	95	155	.....
7. 20	2506240	1580	75940	250	95	155	.....
7. 50	2507910	1670	77610	250	95	155	.....
8. 20	2509540	1630	79240	250	95	155	221060	209877

TABLEAU XXXI.

Observations au calorimètre à gaz et houille pesée

Essai au gazogène No. 4 avec la houille No. 36.

Date: 8 et 9 Mars 1909. No. de l'essai—32.

Observateurs: J. S. Cameron et G. Killam.

NOTES.—Calorimètre de Boys' employé.

Temps	T. de gaz dég.	Pieds Cubes de gaz	Dégag. d'eau		Temp. Cent.	C.C. d'eau	B.T.U. par pieds cub.	Re-marques	Temps	Houille chargée	Total de la houille	Heure de partage	Heure d'enlèvement du rebut
			Int.	Ext.									
Calorimètre régulateur													
a.m.									a.m.				
8.20									8.20	50	50	8.20
8.50	59	5/12	6.00	11.58	1810	96.0	.....	8.50	25	75	8.50	8.50
9.20	58	"	5.57	10.97	1880	96.5	.....	9.20	25	100	9.20	
9.50	59	"	5.65	10.62	1930	91.3	.....	9.40	25	125	9.40	
10.20	60	1/3	6.05	11.09	1710	102.4	.....	9.55	25	150	9.55	9.55
10.50	60	"	6.09	11.09	1770	105.2	.....	10.20	25	175	.....	
11.20	59	1/4	6.57	11.87	1600	134.7	1	10.50	25	200	10.50		
11.50	60	5/12	6.52	12.90	1790	108.7	.....	11.05	25	225	.....	
p.m.								11.15	50	275	11.15		
12.20	61	1/3	6.25	11.54	1600	100.5	.....	11.35	25	300	11.55	
12.50	61	1/3	6.18	11.15	1710	101.0	.....	12.05	25	325	12.05	
1.20	62	"	6.52	11.60	1910	115.4	.....	12.45	25	350	12.45	12.45
1.50	62	1/2	6.31	15.71	1650	122.8	1	1.05	50	400	1.05		
2.20	63	5/12	6.55	13.29	1830	117.1	.....	1.45	25	425	1.45	
2.50	63	"	6.70	14.82	1770	136.5	.....	2.10	25	450	.....	
3.20	63	"	6.96	13.60	1730	109.1	.....					
3.50	64	"	7.45	13.62	1820	106.9	.....	2.45	75	525	2.40	2.45
4.20	64	1/3	7.51	13.01	1600	104.5	.....	3.50	50	575	3.50	
4.50	66	"	11.95	16.77	1770	101.2	.....					
5.20	65	"	7.89	13.18	1770	111.1	.....					
5.50	65	"	8.70	12.98	1870	95.2	.....	5.05	75	650	4.50	
6.20	65	1/2	8.60	15.63	1735	96.6	.....	6.05	50	700	5.05	5.25
6.50	65	"	8.98	16.47	1750	104.0	.....					
7.20	65	"	8.92	19.21	1725	140.5	.....	7.10	50	750	7.10	
7.50	64	5/12	9.35	16.40	1600	107.0	.....	8.10	50	800	.....	
8.20	64	"	9.37	16.11	1790	114.6	.....	8.40	75	875	8.30	8.30
8.50	63	7/12	9.32	20.33	1830	136.8	.....					
9.20	63	1/2	9.42	17.42	1660	105.2	.....					
9.50	63	"	9.47	18.90	1695	127.1	.....	9.40	50	925	.....	
10.20	63	"	9.82	16.98	1690	95.8	.....	10.50	50	975	10.50	
10.50	63	"	10.02	20.05	1625	129.0	.....	11.40	50	1025	11.40	
11.20	63	"	10.23	17.39	1755	198.7	.....					
11.50	64	"	10.00	19.22	1780	130.0	1						
a.m.													
12.20	64	5/12	7.59	16.70	1600	138.1	.....	12.15	50	1075	.....	
12.50	63	"	7.29	14.01	1610	102.9	.....	12.55	50	1125	12.55	
								1.35	50	1175	.....	
1.20	63	"	7.02	13.67	1660	105.0	.....	2.10	50	1225	2.10	2.10
1.50	63	"	7.09	14.81	1650	121.0	.....					
2.20	63	"	7.05	14.74	1620	118.4	.....					
2.50	63	"	6.27	14.07	1640	121.5	.....					
3.20	64	"	7.48	14.74	1670	15.3	.....					
3.50	64	"	7.31	12.85	1800	94.5	2	3.50	50	1275	.....	3.50
								4.40	50	1325	4.40		
4.20	63	"	7.20	12.88	1900	102.5	.....	5.40	50	1375	5.40	5.40
4.50	62	"	6.71	13.36	1950	123.0	3						
5.50	63	1/3	7.15	14.56	1600	141.0	3						
6.20	63	1/3	6.97	12.95	1640	106.5	.....					
6.50	63	"	6.99	12.75	1690	115.7	.....	6.25	50	1425	6.25	
7.20	63	5/12	7.00	14.06	1850	124.0	.....	7.20	25	1450	.....	
7.50	63	"	7.10	13.80	1840	117.0	.....					

1. Après avoir chargé et ringardé. 2. Avant de charger. 3. Après avoir chargé.

TABLEAU XXXII

Observations des températures et pressions

Essai au gazogène No. 4 avec la houille No. 36.

Date, 8 et 9 Mars 1909. Numéro de l'essai—32.

Observateurs: J. S. Cameron et G. Killam.

Temps	Températures de				Pression Pouces d'eau				Succion Pouces d'eau		Pression de la vapeur Liv. pc. c.	
	Dégag. à la sortie du gazogène	Deg. du gaz au com- p- teur	Deg. de la cham- bre	Deg. de la ma- chine à re- froid. d'eau F	Compteur		Aspirateur		Entrée du laveur à gaz	Sor- tie du gazogène	jauge d'entrée	jauge de sortie
					Ext.	Int.	Ext.	Int.				
a.m.												
8.20	820	64	60	103	3.7	7.2	7.4	9.2	3.4	1.2	74	70
8.50	810	65	59	143	3.6	7.0	7.2	10.5	4.7	1.2	73	69
9.20	810	65	58	141	3.4	5.7	5.9	7.6	3.4	0.9	70	66
9.50	860	65	61	140	3.7	6.6	6.8	11.0	5.3	2.5	74	70
10.20	760	66	62	138	3.4	5.3	5.5	7.0	3.2	0.7	72	68
10.50	780	66	62	136	3.5	5.8	6.0	8.8	4.1	1.4	74	70
11.20	810	66	62	140	3.0	5.7	5.9	5.8	2.7	0.5	57	53
11.50	780	66	61	137	3.1	5.7	5.9	7.8	4.0	1.7	75	72
p.m.												
12.20	820	70	64	128	3.7	6.6	6.8	10.3	4.8	1.8	72	68
12.50	840	70	64	127	3.6	6.3	6.5	10.7	5.5	2.4	70	66
1.20	800	69	65	128	3.4	5.5	5.7	7.8	3.3	0.6	70	67
1.50	770	68	62	140	3.1	4.6	4.8	7.5	3.7	1.1	70	66
2.20	850	67	63	140	3.4	6.4	6.8	9.5	4.6	1.0	74	71
2.50	880	64	65	139	3.4	6.3	6.5	9.6	4.7	0.9	74	70
3.20	850	67	65	145	3.2	5.4	5.6	8.0	3.7	0.8	73	69
3.50	850	67	67	138	3.6	6.4	6.6	10.4	4.8	1.0	73	68
4.20	860	67	66	140	3.6	6.5	6.7	11.1	4.9	1.0	71	69
4.50	830	68	70	138	3.3	5.3	5.5	7.4	4.0	0.8	65	60
5.20	880	71	67	139	3.5	6.2	6.4	9.8	5.3	1.1	68	64
5.50	850	71	67	138	3.4	6.1	6.3	8.5	4.7	0.8	69	65
6.20	820	70	66	139	3.3	5.3	5.5	8.7	4.6	0.9	70	66
6.50	820	68	65	143	3.5	6.0	6.2	8.8	5.1	1.0	54	50
7.20	850	66	64	141	3.6	6.4	6.6	9.6	4.1	0.8	42	38
7.50	860	66	64	140	3.6	6.7	6.9	9.6	5.4	1.0	78	74
8.20	810	64	63	152	3.4	5.4	5.6	9.2	5.2	0.9	56	61
8.50	800	63	63	141	3.1	5.7	5.9	7.2	3.8	0.6	54	50
9.20	820	63	63	136	3.6	6.6	6.8	9.5	5.5	1.0	55	51
9.50	780	62	63	132	3.0	5.5	5.7	8.0	4.2	0.5	50	45
10.20	820	62	64	132	3.4	6.1	6.3	9.4	5.4	1.0	52	48
10.50	850	62	65	133	3.6	6.6	6.8	8.5	5.0	0.6	52	48
11.20	840	63	65	130	3.6	6.6	6.8	9.9	5.9	1.1	50	46
11.50	800	64	65	135	3.0	5.0	5.2	7.8	4.6	0.8	61	57
a.m.												
12.20	830	64	64	132	3.2	5.3	5.5	9.5	5.4	2.0	55	52
12.50	800	65	64	132	3.3	5.3	5.5	10.0	5.9	0.7	44	40
1.20	790	65	63	133	3.1	5.1	5.3	10.2	6.0	0.8	60	57
1.50	800	65	64	132	3.1	4.8	5.0	7.8	4.7	0.6	50	47
2.20	860	66	65	129	3.3	5.3	5.5	7.8	4.7	0.5	60	56
2.50	840	66	65	130	3.2	5.7	5.9	7.0	4.6	0.5	58	55
3.20	840	66	65	132	3.3	5.4	5.6	8.7	5.2	0.7	65	62
3.50	840	67	66	131	3.4	6.0	6.1	9.4	5.8	0.8	64	61
4.20	850	67	65	130	3.4	6.0	6.1	9.4	6.0	0.7	55	52
4.50	860	66	64	128	3.5	6.1	6.3	9.7	6.0	0.9	51	48
5.20	870	66	64	132	3.2	5.8	6.0	9.5	5.9	0.7	50	47
5.50	880	66	64	130	3.3	6.0	6.2	9.4	6.0	0.7	54	50
6.20	820	66	64	132	3.4	6.4	6.8	11.0	7.0	0.9	61	58
6.50	780	66	64	135	3.2	5.5	5.7	10.0	6.0	1.0	63	60
7.20	840	66	62	134	3.3	5.5	5.7	12.5	7.0	0.9	59	55
7.50	860	66	62	131	3.2	5.4	5.5	11.6	7.1	1.2	48	45
8.20	840	66	63	133	3.4	5.6	5.8	10.9	7.1	0.7	60	57

**Calculs pour l'essai 32 produisant les chiffres donnés dans le sommaire
des observations et résultats, pp. 97 à 102**

Item 3. Valeur calorifique de la houille telle que mise au feu, par livre.

Elle est obtenue par l'item 4 et par la valeur connue de la quantité d'humidité dans la houille telle qu'échantillonnée durant l'essai et donnée dans l'item 5.

Item 4. Valeur calorifique de la houille sèche par livre.

Elle a été mesurée directement dans chaque cas par le personnel chimique. Pour détails des méthodes de calorimètre à houille, voir la IXème Partie.

Item 12a. Valeur calorifique supérieure du gaz par pied cube, par calorimètre (tel qu'observé). Cela a été pris directement toutes les 30 minutes pendant l'essai au moyen d'un calorimètre de Boys.

La moyenne dans ce cas a été de 112·8 U.T.B. par pied cube à 63°F. et 1" d'eau.

Item 12b. Valeur calorifique supérieure du gaz par pied cube par calorimètre (gaz sec à 60° et 14·7 livres par pce. car.)

La moyenne de la pression du gaz et de la vapeur au compteur du calorimètre était la pression barométrique + 1" d'eau. Un pouce d'eau étant équivalent à 0·0361 livres par pce car., la pression totale du gaz et de la vapeur au compteur du calorimètre était alors de

$$\text{Item 14} + 0\cdot0361 = 14\cdot65 + 0\cdot036 = 14\cdot686 \text{ livres par pce car.}$$

De cette pression, nous devons déduire la pression de la vapeur d'eau afin de trouver la pression du gaz lui-même.

D'après les tableaux (Kent's Mechanical Engineer's Pocket Book. Ed. 1904, p. 484) nous trouvons que la pression de la vapeur saturée d'eau correspondant à 63°F. est 0·56 pouces de mercure ou 0·274 livres par pouce carré.

De là la pression du gaz au compteur du calorimètre était

$$14\cdot686 - 0\cdot274 = 14\cdot412 \text{ livres par pouce carré.}$$

Et un pied cube de gaz à 60° et 14·7 livres par pouces car. devient

$$1 \times \frac{524}{521} \times \frac{14\cdot70}{14\cdot41} = 1\cdot026 \text{ pieds cubes à } 63^\circ \text{ et } 14\cdot41 \text{ livres par pce car.}$$

La valeur calorifique supérieure d'un pied cube de gaz sec à 60° et 14·7 liv. par pce car. est alors

$$\text{Item 12 b} = 112\cdot8 \times 1\cdot026 = 115\cdot7 \text{ U.T.B.}$$

Item 13. Valeur calorifique inférieure du gaz par pied cube (sec à 60° et 14·7 liv. par pce car.)

D'après les observations il semble que, dans cet essai, la chaleur fournie par la condensation de la vapeur formée par l'hydrogène dans un pied cube de gaz étalon (à 60° et 14·7 liv. par pce car.) était 9·2 U.T.B.

La valeur calorifique inférieure est alors

$$\text{Item 13} = \text{Item 12b} - \text{chaleur correspondant à la condensation de la vapeur } 115\cdot7 - 9\cdot2 = 106\cdot5 \text{ U.T.B.}$$

Item 19. Total de l'eau employée dans le nettoyeur à gaz.

D'après l'expérience on trouva que l'on employait 240 livres d'eau par heure dans le nettoyeur de gaz, ce qui fait que l'on en employa $240 \times 24 = 5760$ livres.

D'après les observations, on employa 28880 livres d'eau dans le nettoyeur humide pendant les 23 heures de l'essai et de là, $\frac{24}{23} \times 28880 = 30150$ livres furent employées pendant l'essai entier.

Le total de l'eau employée dans le nettoyeur et le frotteur à gaz est par conséquent

$$\text{Item 19} = 5760 + 30150 = 35910 \text{ livres.}$$

Item 31. Houille sèche mise au feu durant l'essai. On la trouve d'après le poids total de la houille mise au feu moins le poids de l'humidité et elle est égale à

Total de la houille mise au feu (Item 1) \times (1 — humidité par livre de houille (d'après l'item 2) = $1450 (1 - 0.024) = 1415$ livres.

Item 32. Combustible chargé pendant l'essai.

On le trouve d'après le poids total de la houille mise au feu et la composition connue de la houille (Item 5) et elle est égale à

$$\begin{aligned} \text{Total de la houille mise au feu} &\times \frac{\% \text{ de carbone fixe} + \% \text{ de matière vo-}}{100} \\ \text{latile} &= 1450 \times \frac{57.6 + 35.0}{100} = 1450 \times 0.926 = 1343 \text{ livres.} \end{aligned}$$

Item 33. Moyenne de C.V.F. de la machine durant l'essai.

On la trouve ainsi qu'il suit:

Travail effectué sur le frein par minute = charge effective sur le frein \times circonférence effective de la roue de frein \times révolutions par minute

$$\begin{aligned} &= \text{Item 25} \times 6.28 \times \text{Item 26} \times \frac{\text{Item 23}}{\text{durée de l'essai}} \\ &= 155.5 \times 6.28 \times 3.836 \times \frac{320198}{24 \times 60} \\ &= 833500 \text{ pds. liv.} \end{aligned}$$

$$\text{Par conséquent C.V.F.} = \frac{833500}{33000} = 25.2$$

Item 34. Moyenne indiquée de chevaux vapeur de la machine pendant l'essai.

On la trouve d'après le travail effectué sur le piston par minute = superficie du piston \times pression effective moyenne sur piston \times coups \times nombre d'explosions par minute.

$$= 113 \times \text{Item 27} \times 1.666 \times \frac{\text{Item 24}}{\text{Durée de l'essai}}$$

$$\text{De là I.C.V.} = \frac{132600}{33000} = 40.3$$

Item 35. Pris d'après les lectures de l'ammètre et du voltamètre sur les moteurs actionnant l'aspirateur et le laveur de gaz respectivement et donné dans les items 21 et 22.

$$\begin{aligned} \text{Item 35} &= \text{Item 21} + \text{Item 22} = 2.5 + 1.5 \\ &= 4.0 \end{aligned}$$

Item 36. Moyenne de C.V.F. pendant le moment que l'on prit la consommation de gaz de la machine.

Pris d'après les lectures du compteur à révolutions et de la charge sur le frein pendant la période durant laquelle tout le gaz mesuré fut livré à la machine qu'aucun gaz ne s'échappait par la valve d'échappement. Dans cet essai la valve d'échappement est restée fermée pendant les 24 heures entières. Les items 36 et 37 sont par conséquent les mêmes que l'item 36.

Si, cependant, comme cela est arrivé dans certains essais, du gaz s'était perdu par la valve d'échappement, on aurait trouvé que l'item 37 eut été ainsi qu'il suit: choisissant une période d'au moins une heure, durant laquelle la machine avait pris tout le gaz produit, la lecture du compteur donne item 49, gaz (tel que mesuré) fourni à la machine par heure; et l'item 50 (gaz sec à 60° et 14.7 livres par pce car.) fourni à la machine par heure) peut être calculé d'après l'item 49 de la manière expliquée ci-dessous. D'une manière similaire on trouve les items 47 et 48. Alors, assumant que la consommation du gaz par C.V.F. par heure doit rester constante pendant l'essai.

Item 37. Moyenne de C.V.F. correspondant au total du gaz produit

$$= \text{Item 36} \times \frac{\text{Item 48}}{\text{Item 50}}$$

total du gaz fourni par le
gazogène par heure

$$= \text{C.V.F. tandis que l'on prit} \times \frac{\text{total du gaz fourni par le}}{\text{la consommation du gaz}} \frac{\text{gazogène par heure}}{\text{gaz par heure fourni tandis}} \\ \text{que l'on prenait la consom-} \\ \text{mation de la machine.}$$

Item 38. Moyenne de C.V.F. correspondant au total du gaz produit et utilisable pour un usage externe.

Si l'aspirateur et le laveur de gaz avaient été actionnés directement par la machine, l'installation eut été capable de fournir une quantité de force motrice représentée par

$$\begin{aligned} \text{Item 38} &= \text{Item 37} - \text{Item 35} \\ &= 25.2 - 4.0 = 21.2 \end{aligned}$$

Dans cet item on ne tient pas compte du pouvoir équivalant à la vapeur employée par le gazogène.

Item 39 = Houille mise au feu par heure.

$$\text{Item 39} = \frac{\text{Item 1}}{\text{durée de l'essai}} = \frac{1450}{24} = 60.4 \text{ livres.}$$

Item 40. Houille sèche mise au feu par heure.

$$\text{Item 40} = \frac{\text{Item 31}}{\text{durée de l'essai}} = \frac{1415}{24} = 59.0 \text{ livres.}$$

Item 41. Combustible mis au feu par heure.

$$\text{Item 41} = \frac{\text{Item 32}}{\text{durée de l'essai}} = \frac{1343}{24} = 55.9 \text{ livres.}$$

Item 42. Houille mise au feu par pied carré de couche de combustible par heure.

$$\text{Item 42} = \frac{\text{Item 39}}{\text{section transversale du gazogène}} = \frac{60.4}{4.0} = 15.1$$

On trouve de la même manière les items 43 et 44 d'après les items 40 et 41.

Item 45. Houille (telle que mise au feu) équivalente par heure à la force motrice employée pour les auxiliaires.

L'item 35 donne la quantité de force motrice employée pour les auxiliaires. Si cette force motrice avait été fournie par la machine, la quantité correspondante de houille mise au feu eut été de:

$$\begin{aligned} \text{Item 45} &= \frac{\text{Item 39}}{\text{Item 37}} = \text{Item 35} \\ &= \frac{60.4}{25.2} \times 4.0 = 9.6 \text{ livres} \end{aligned}$$

Item 46. Houille telle que mise au feu (par heure) équivalent à la vapeur employée.

Là on considère que chaque livre de vapeur fournie au gazogène requiert 1000 U.T.B. pour sa production et qu'un rendement de 60 pour cent pour un générateur est possible; par conséquent que chaque livre de vapeur correspond à la consommation d'une quantité de houille dont la valeur calorifique est $\frac{1000}{0.6}$ ou 1666 U.T.B.

Ces conditions présumées correspondent presque à la génération de la vapeur à une pression atmosphérique provenant de l'eau d'alimentation à 180° F. Nous avons alors

$$\begin{aligned} &\text{Houille par heure équivalant à la vapeur employée} \\ &= \frac{\text{Livres de vapeur employée (item 18)}}{\text{durée de l'essai}} \times \frac{1666}{\text{Valeur calorifique de la houille}} \\ &\hspace{15em} \text{item 3} \\ &= \frac{2160}{24} \times \frac{1666}{13520} = 11.1 \text{ livres.} \end{aligned}$$

Item 47. Gaz (au compteur) fourni au gazogène par heure

$$\text{Item 47} = \frac{\text{Item 8}}{\text{durée de l'essai}} = \frac{79240}{24} = 3302 \text{ pieds cubes.}$$

Item 48. Gaz (sec à 60° et 14.7 livres par pce car.) fourni par le gazogène par heure.

Le gaz passant à travers le compteur fut naturellement saturé de vapeur d'eau provenant du frotteur et du laveur et sous une pression totale quelque peu plus grande que celle de l'atmosphère. Cette pression est Item 14 + Item 17. La température est fournie par l'item 10.

Puisque 1" d'eau correspond à une pression de 0.0361 livres par pce carré la pression totale dans la conduite principale de gaz au compteur était:

Item 14 + 0.0361 × Item 17 = 14.65 + 0.0361 × 4.62 = 14.816 liv. par p.c.

La pression de la vapeur saturée d'eau à une température de 66°F. (Item 10) est donnée par les tableaux¹ comme 0.647 pouces de mercure ou 0.317 livres par pce carré. Par conséquent, la pression du gaz sec est 14.816 - 0.317 = 14.499 ou disons 14.50 livres par pce carré.

Le gaz produit par heure, s'il est à 66°F. et à une pression de 14.70 livres par pouce carré, au lieu de 14.50, aurait un volume donné par

$$\text{Item 47} \times \frac{14.50}{14.70}$$

De plus, si la température eut été 60°F. (521° absolue) au lieu de 66° (527° absolus) le volume de gaz par heure eut été

$$\begin{aligned} \text{Item 48} &= \text{Item 47} \times \frac{14.50 \times 521}{14.70 \times 527} \\ &= 3302 \times \frac{14.50 \times 521}{14.70 \times 527} = 3220 \text{ pieds cubes.} \end{aligned}$$

Item 49. Gaz (au compteur) fourni par heure à la machine tandis que l'on prenait la consommation.

On l'obtient évidemment d'après les lectures du compteur pris durant une période au cours de laquelle la quantité du gaz produit alla à la machine (dans ce cas l'essai tout entier peut être pris) et dans cet essai c'est la même chose que l'item 47.

Item 50. On l'obtient de l'item 49 exactement de la même méthode que celle employée en obtenant l'item 48 de l'Item 47. Evidemment dans ce cas, item 50 = 3220 pieds cubes.

Item 51. Valeur calorifique de la houille chargée par heure

$$\begin{aligned} \text{Item 51} &= \text{Item 39} \times \text{Item 3.} \\ &= 60.4 \times 135.20 = 817000 \text{ U.T.B.} \end{aligned}$$

Item 52. Valeur calorifique du gaz produit par heure.

La valeur calorifique du gaz telle que mesurée par le calorimètre (item 12) n'est pas tout à fait la même que celle du gaz lorsqu'il passe à travers la conduite principale de gaz, par suite des différences dans la pression et la température. Par conséquent, on peut obtenir l'item 52 des gaz produits par heure réduits à 60° et 14.7 livres par pce car. (Item 48) et sa valeur calorifique (Item 13)

$$\begin{aligned} \text{Item 52} &= \text{Item 48} \times \text{Item 13} \\ &= 3220 \times 106.5 \\ &= 342.930 \text{ B.T.U.} \end{aligned}$$

¹Kent's Mechanical Engineers' Pocket Book Ed. 1904, p. 484.

On emploie la valeur inférieure parce que la machine s'épuise tellement à une température aussi élevée qu'aucune partie de la chaleur perdue en condensation ne peut être utilisée.

Item 53. Vapeur employée dans le gazogène par heure

$$\text{Item 53} = \frac{\text{Item 18}}{\text{durée de l'essai}} = \frac{2160}{24} = 90.1 \text{ livres.}$$

Item 54. Gaz (conditions étalon) par livre de houille mise au feu.

$$\text{Item 54} = \frac{\text{Item 48}}{\text{Item 39}} = \frac{3220}{60.4} = 53.3 \text{ pieds cubes}$$

Item 55.

$$\text{Item 55} = \frac{\text{Item 48}}{\text{Item 40}} = \frac{3220}{59.0} = 54.6 \text{ p. cubes.}$$

et

Item 56.

$$\text{Item 56} = \frac{\text{Item 48}}{\text{Item 41}} = \frac{3220}{55.9} = 57.6 \text{ p.c.}$$

Item 57. Gaz (conditions étalon) brûlé par I.H.P. heure.

$$\begin{aligned} \text{Item 57} &= \frac{\text{Item 48}}{\text{moyenne I.H.P. correspondant au total du gaz produit}} \\ &= \frac{\text{Item 48}}{\text{Item 37} \times \frac{\text{Item 34}}{\text{Item 33}}} \\ &= \frac{3220}{25.2 \times \frac{40.3}{25.2}} = 79.9 \text{ pieds cubes.} \end{aligned}$$

Item 58. Gaz (conditions étalon) consommé par C.V.F. heure.

$$\text{Item 58} = \frac{\text{Item 49}}{\text{Item 36}} = \frac{3220}{25.2} = 127.7 \text{ pds. cubes.}$$

Item 59. Vapeur employée dans le gazogène par livre de houille mise au feu.

$$\text{Item 59} = \frac{\text{Item 18}}{\text{Item 1}} = \frac{\text{Item 53}}{\text{Item 39}} = \frac{90.1}{60.4} = 1.49 \text{ livres.}$$

Item 60. Eau employée dans les frotteurs et le laveur de gaz par livre de houille mise au feu.

$$\text{Item 60} = \frac{\text{Item 19}}{\text{Item 1}} = \frac{35910}{1450} = 24.77 \text{ livres.}$$

Item 61. Eau employée dans les frotteurs et le laveur de gaz par mille pieds cubes de gaz produit.

$$\text{Item 61} = \frac{\text{Item 19} \times 1000}{\text{Item 8}} = \frac{35910 \times 1000}{79240} = 453.5 \text{ livres.}$$

Item 62. Rendement du procédé de production et de nettoyage des gaz, basé sur la houille mise au feu.

$$\text{Item 62} = \frac{\text{Item 52}}{\text{Item 51}} = \frac{342930}{817000} = 0.42$$

Item 63. Rendement de l'installation du gazogène en tenant compte de la force motrice employée pour les auxiliaires.

Là, les C.V.F. pouvant être employés pour l'usage extérieur (*Item 38*) est 21·2 et le C.V.F. brut (*Item 37*) était 25·2. Le gaz dépensé par heure à produire le 21·2 C.V.F. avait par conséquent une valeur calorifique.

$$\text{Item 52} \times \frac{\text{Item 38}}{\text{Item 37}} = 342930 \times \frac{21 \cdot 2}{25 \cdot 2} = 288,400 \text{ B.T.U.}$$

Le rendement requis sera alors de

$$\begin{aligned} \text{Item 63} &= \text{Item 52} \times \frac{\text{Item 38}}{\text{Item 37}} \div \text{Item 51.} \\ &= \frac{288400}{817000} = 0 \cdot 35 \end{aligned}$$

Item 64. Rendement de l'installation du gazogène en tenant compte de la force motrice employée pour les auxiliaires et de la vapeur employée pour le gazogène.

Là, la chaleur répandue par heure est la valeur calorifique de la houille chargée dans le gazogène (*Item 51*) + la valeur calorifique de la houille équivalente à la vapeur employée (*Item 46* + *Item 3*) et le rendement requis sera

$$\begin{aligned} \text{Item 64} &= \frac{\text{Item 52} \times \frac{\text{Item 38}}{\text{Item 37}}}{\text{Item 51} + (\text{Item 46} \times \text{Item 3})} \\ &= \frac{288400}{817000 + 150000} = \frac{288400}{967000} = 0 \cdot 30 \end{aligned}$$

Item 65. Rendement thermique de la machine basé sur C.V.F. Cela est pris comme la proportion

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Travail fait au tuyau de la machine par heure}}{\text{Travail corr. à la valeur calorifique du gaz fourni par heure.}} \\ &= \frac{\text{Item 37} \times 33000 \times 60}{778 \times \text{Item 52}} = \frac{25 \cdot 2 \times 33000 \times 60}{778 \times 342930} = 0 \cdot 187 \end{aligned}$$

Item 66. Rendement supplémentaire du gazogène et de la machine. Voici la proportion:

$$\begin{aligned} &\frac{\text{Chaleur correspondant à C.V.F. brut.}}{\text{Chaleur répandue;}} \\ &= \frac{25 \cdot 2 \times 33000 \times 60}{778 \times 13520 \times 60 \cdot 4} = \frac{49,900}{635,000} = 0 \cdot 078 \end{aligned}$$

On peut également trouver l'item 66 comme le produit des items 62 et 65.

$$0 \cdot 42 \times 0 \cdot 187 = 0 \cdot 078$$

Item 67. Valeur calorifique du gaz fourni à la machine par C.V.F. par heure.

Cela est évidemment l'Item 58 \times Item 13 ou $\frac{\text{Item 52}}{\text{Item 53}}$

$$= 127.7 \times 106.5 \text{ ou } \frac{342930}{25.2} = 13600 \text{ B.T.U.}$$

Item 68. Valeur calorifique de la houille chargée dans le gazogène par C.V.F. par heure.

$$\text{cela est } \frac{\text{Item 51}}{\text{Item 33}} = \frac{817000}{25.2} = 32450 \text{ B.T.U.}$$

Item 69. Les chiffres dans la ligne 69 seront respectivement

$$\begin{array}{ccc} \frac{\text{Item 39}}{\text{Item 33}} & \frac{\text{Item 40}}{\text{Item 33}} & \text{et } \frac{\text{Item 41}}{\text{Item 33}} \\ \text{ou } \frac{60.4}{25.2} & \frac{59.0}{25.2} & \frac{55.9}{25.2} \\ \text{ou } 2.40 & 2.34 & \text{et } 2.22 \text{ livres.} \end{array}$$

Item 70. La houille mise au feu contenait 0.976 de son poids de houille sèche et 0.926 de son poids de combustible (Items 2 et 5), par conséquent les items dans la ligne 70 seront respectivement

$$\begin{array}{ccc} \frac{60.4}{21.2} & \frac{60.4 \times 0.976}{21.2} & \text{et } \frac{60.4 \times 0.926}{21.2} \\ \text{ou } 2.85 & 2.78 & \text{et } 2.64 \text{ livres.} \end{array}$$

Item 71. La houille par heure y compris celle équivalente à la vapeur employée est 71.5 livres, de là les items dans la ligne 70 seront respectivement

$$\begin{array}{ccc} \frac{71.5}{21.2} & \frac{71.5 \times 0.976}{21.2} & \text{et } \frac{71.5 \times 0.926}{21.2} \\ \text{ou } 3.37 & 3.29 & \text{et } 3.12 \text{ livres.} \end{array}$$

REMARQUES SUR LES ESSAIS AU GAZOGÈNE ET LEURS RÉSULTATS. VALEUR DES HOUILLES POUR LE TRAVAIL DU GAZOGÈNE.

Une houille qui donne de satisfaisants résultats quand elle brûle dans un générateur à vapeur n'est pas nécessairement appropriée au travail du gazogène. La valeur industrielle d'une houille quand on s'en sert dans un gazogène à force motrice dépend:

(a). Du rendement de chaleur que l'on peut obtenir dans le gazogène ou de la proportion de la valeur calorifique de la houille que l'on peut obtenir dans le gaz produit.

(b). L'uniformité dans la qualité du gaz et l'adaptation des gaz au service des machines, tel que le démontre l'absence de poussière et de goudron et sa valeur calorifique.

(c). La quantité de main d'œuvre requise pour manipuler la houille ainsi que le rebut qui est produit et pour veiller au feu dans le gazogène.

(d). Le coût de la houille livrée à la chambre du gazogène.

Les résultats des essais qui sont rapportés ici donnent des informations sur lesquelles on peut se former une opinion quant aux trois premiers items, sans avoir aucun rapport cependant avec le quatrième. De tels résultats ne peuvent par conséquent être utiles au lecteur pour juger la qualité d'une houille, pour le travail du gazogène, que lorsqu'ils sont accompagnés de données précises en ce qui concerne le prix de la houille et le coût de la main d'œuvre à l'endroit où l'on a l'intention de se servir du combustible.

TRAITEMENT ET CONDITION DES HOUILLES LORSQU'ELLES SONT ESSAYÉES

Le traitement des différentes houilles avant d'être livrées à la chambre du gazogène est indiqué dans la 5ème colonne, XXXIIIème Tableau. On peut dire qu'en général toutes les houilles passèrent au-dessus d'un crible d' $\frac{1}{2}$ " avant d'être employées dans le gazogène, ce qui fait que les petits morceaux et la poussière ne furent pas employés. Cela ne s'applique pas à l'anhracite (No. 23M) qui était un mélange des grosseurs sarrazin et pois, ou à la houille employée dans les deux longs essais, Nos. 16 et 42.

Aucune houille lavée ne fut essayée dans le gazogène, car il n'y a aucune justification commerciale à faire une telle expérience.

RÉSULTATS GÉNÉRAUX

Les principaux chiffres de la série entière des essais se trouvent dans le XXXIIIème Tableau (Rapport Sommaire des Essais au Gazogène) dans lequel les houilles sont arrangées par ordre géographique correspondant à celui dont on s'était servi pour donner les résultats au générateur¹. En choisissant les houilles à essayer dans le gazogène, on pensa utile de choisir au moins une houille représentative de chaque groupe, et cela fut fait en autant que le permettait la dimension des échantillons. On notera cependant que toutes les houilles essayées dans le générateur ne furent pas essayées dans le gazogène. Heureusement on eut suffisamment de toutes les lignites pour faire une série d'essais au gazogène suffisamment complète.

Les remarques faites dans la VIIème Partie² sur la composition générale des houilles peuvent également s'appliquer aux combustibles employés dans le gazogène.

Le degré de travail du gazogène, tel que jugé par la quantité de houille actuellement brûlée par heure par pied carré de section transversale du gazogène n'excéda probablement pas 16 livres par heure par pied carré dans le cas de n'importe lequel des houilles bitumineuses essayées. Dans certains cas on trouve des chiffres supérieurs à ceux-ci pour la houille chargée par heure dans le gazogène, mais dans beaucoup d'essais, on trouvera que par suite de la difficulté à travailler la houille et la nécessité constante de partager le feu, une quantité considérable passa à travers le gazogène

¹ Voir VIIe Partie, Tableau IV.

² Voir page 36.

1	2	3
No de la livre	No de la houille	No de la livre
1	38	32
2	38	31
3	38	34
4	37	33
5	13	30
6	15	31
7	3	34
8	8	30
9	3	33
10	5	33
11	10	37
12	11	39
13	2040	8
14	2040	17
15	42	15
16	43	10
17	48	11
18	43	13
19	44	13
20	40, 42, 43, 44, 46	18
21	48	14
22	34	36
23	38	35
24	33	40
25	37, 30	42
26	35	37
27	35	38
28	33, 34	41
29	33, 34	19
30	33, 34	26
31	38	30
32	38	30
33	38	30
34	38	30
35	38	30
36	38	30
37	38	30
38	38	30
39	38	30
40	38	30
41	38	30
42	38	30
43	38	30
44	38	30
45	38	30
46	38	30
47	38	30
48	38	30
49	38	30
50	38	30

partiellement consommée. Avec les lignites, on obtint des degrés supérieurs de combustion, jusqu'à 20 livres par heure par pied carré, et sans aucun trouble provenant du mâchefer.

On désirait engendrer du gaz de chaque houille à un degré suffisant pour permettre à la machine de développer 30 C.V.F., la machine étant aisément capable de donner 40 C.V.F. avec un gaz d'une valeur calorifique suffisamment élevée. Avec beaucoup de houilles cependant, il fut impossible de faire un gaz suffisamment riche ou bien la qualité varia trop pour permettre à cette force motrice d'être développée, et l'on verra que tandis que la moyenne de C.V.F. pendant les 24 heures atteignit jusqu'à 34.8 dans un essai, dans d'autres elle tomba aussi bas que 23.8. Il est probable que si des essais répétés avaient été faits avec beaucoup d'échantillons on aurait pu conserver une force motrice moyenne plus élevée et engendrer un gaz d'un pouvoir calorifique plus uniforme et plus élevé. Dans quelques cas, il fut nécessaire de limiter le rendement du gazogène dans le but d'éviter un ennui excessif provenant du mâchefer. Ainsi les résultats indiquent qu'avec beaucoup de houilles Canadiennes les gazogènes devraient être estimés à un degré très conservateur, et qu'environ 15 livres par pied carré de couche de combustible par heure est un degré de combustion qui ne devrait pas être dépassé dans les estimés du rendement probable continu pour un gazogène d'une dimension donnée.

On notera que la quantité de vapeur employée dans la plupart des essais était de une à trois fois le poids de la houille mise au feu. Naturellement une portion seulement de cette vapeur fut décomposée par le combustible et le reste, en conservant la température du gazogène inférieure à ce qu'elle eut été autrement dans un autre cas, contribua en quelque sorte au pourcentage élevé du dioxyde de carbone dans le gaz en résultant et jusqu'à un certain point aux rendements inférieurs du gazogène que l'on obtint. La grande quantité de vapeur fut cependant usée dans un certain but, parce que l'on trouva que l'opération continue (que l'on ne peut obtenir que s'il n'y a pas d'ennuis sérieux provenant du mâchefer) devait être la première considération, vis-à-vis de laquelle la haute valeur calorifique du gaz ne peut être que de nature secondaire. Il n'y a pas de doute qu'avec plus de pratique dans la manipulation des houilles, les houilles de la plupart des échantillons pourraient avoir été travaillées avec succès et avec moins de vapeur qu'il en fut actuellement fourni.

RENDEMENT DU GAZOGÈNE

En essayant d'examiner et de classer les trente deux essais dont les résultats sont donnés dans le XXXIIIème Tableau, la question s'élève de suite de savoir jusqu'à quel point les différences dans le rendement du gazogène (et par conséquent en valeur industrielle) telles que démontrées par les expériences, sont réellement dues aux causes inhérentes aux houilles elles-mêmes et jusqu'à quel degré on en tient compte par les différences dans la méthode d'exploitation du gazogène et dans la manière d'exploiter

l'installation pendant les essais. Puisque les essais furent inévitablement trop courts pour des résultats d'une précision extrême, il est désirable de discuter ce point.

Il a déjà été démontré que le degré auquel on chargeait du combustible dans le gazogène pendant des essais de courte durée ne correspondait pas au degré auquel le combustible était consumé. Le rendement apparent du gazogène (basé d'après la houille chargée et donné dans la 42ème colonne du Tableau XXXIII) est influencée par conséquent par les considérations suivantes:

(a). La couche de combustible, à la fin de l'essai, peut être plus pauvre en combustible et contenir plus de cendres et de rebut qu'au commencement. Si la couche de combustible est ainsi trop brûlée, le rendement apparent sera trop élevé et la consommation de la houille trop basse puisque la houille mise au feu est considérée comme ayant engendré le gaz qui a été réellement obtenu en appauvrissant la couche de combustible. Ou alors, le contraire peut avoir été obtenu et le rendement apparent peut être inférieur au rendement réel. Les variations dans le rendement réel provenant de cette cause n'ont évidemment aucun rapport avec la nature du combustible employé.

(b). Par un travail de grille plus ou moins continu, par le partage ou le dérangement de la couche de combustible, le rebut contenant une proportion indue de carbone ou de combustible peut être passé à travers le gazogène. Ce rebut a, naturellement, rendu la plus grande partie de ses constituants de combustible volatile, mais est remplacé par l'addition de combustible frais, de telle manière que le combustible chargé dans un temps spécifié est évidemment plus grand que le combustible consumé et actuellement utilisé pour la génération du gaz pendant la même période.

Cette nécessité pour le dérangement de la couche de combustible et conséquemment de cette perte de combustible peut provenir soit de la nature de la houille, dont le collage et les qualités adhésives au contact de la chaleur ont permis la suspension des couches de combustible, ou de la dimension restreinte ou de la construction impropre du gazogène. Puisqu'il n'est presque jamais possible d'utiliser la valeur combustible du rebut enlevé pendant le travail du gazogène¹ l'effet dans les deux cas consiste à réduire le rendement.

(c). Une troisième source d'erreur dans les résultats au cours des expériences est due au fait que le gazogène peut avoir été mal travaillé puisqu'il est impossible d'être certain, (avec un ou deux essais seulement) que les meilleures conditions de travail adaptées à chaque houille particulière aient été obtenues. C'est également pour cette raison que dans la plupart des cas, les rendements apparents seront également trop bas.

Afin d'illustrer cet aspect de la série d'essais, on a préparé le Tableau XXXIV (Proportion du combustible dans la houille, dans le rebut et dans le contenu du gazogène à la fin de l'essai), tableau qui sera considéré en rapport avec la Fig. 49 dans l'analyse des résultats de l'essai. Par

¹ Excepté pour conserver les feux la nuit, comme dans les essais spéciaux 16 et 42.

Proportion de combustible dans la houille, le rebut et le contenu du gazogène

11

Houille No.	Essai No.	Houille chargée			Carbone fixe dans le combustible %	Combustible dans le rebut %	Combustible dans le contenu du gazogène %	Proportion		Rendement basé sur la houille chargée %
		Carbone Fixe %	Matière Volatile %	Combustible %				b/a	c/a	
				a		b	c			
36	32	57.6	35.0	92.6	62.0	42.8	79.5	0.46	0.86	42.0
35	31	52.6	35.1	87.7	60.0	68.5	73.6	0.78	0.84	40.8
38	34	58.8	32.5	91.3	64.5	75.0	72.1	0.82	0.79	38.5
37	33	52.6	34.2	86.8	61.0	51.2	59.8	0.59	0.69	43.2
12	30	53.2	35.4	88.6	60.0	52.2	70.7	0.59	0.80	49.1
15	21	49.2	35.3	84.5	58.0	62.9	63.8	0.74	0.75	39.8
2	24	56.3	30.9	87.2	65.0	42.1	53.7	0.48	0.61	53.3
8	26	61.6	27.5	89.1	69.0	66.5	71.3	0.74	0.80	39.3
3	23	62.7	24.0	86.7	72.5	57.9	67.7	0.67	0.78	57.8
5	22	59.4	31.4	90.8	65.5	61.8	65.1	0.68	0.72	43.8
10	27	45.0	34.4	79.4	57.0	48.8	64.0	0.61	0.81	48.6
11	29	53.3	32.7	86.0	62.5	55.5	61.5	0.65	0.71	53.1
2040	8	36.7	32.8	69.5	53.0	*	53.0	.....	0.76	57.8
2040	17	32.2	43.3	75.5	42.5	47.8	61.0	0.63	0.80	48.8
42	15	42.8	28.7	71.5	60.0	37.3	58.0	0.52	0.81	51.4
43	12	44.5	26.6	71.1	62.5	53.4	54.2	0.75	0.76	53.4
44	13	47.6	35.2	82.8	57.0	40.6	49.1	0.49	0.59	52.2
45	10	46.0	31.2	77.2	59.5	*	56.7	.....	0.73	56.6
46	11	41.1	30.9	72.0	57.0	34.4	54.2	0.48	0.75	65.7
48	14	51.1	29.2	80.3	63.5	54.1	61.9	0.67	0.77	39.7
Mixed**	16	40.8	31.1	71.9	57.0	49.0	49.1	0.68	0.68	49.5
34	36	56.4	24.4	80.8	70.0	33.4	50.5	0.41	0.62	52.9
29	35	67.8	25.1	92.9	73.0	66.1	60.4	0.71	0.65	45.7
27 et	30	64.6	24.8	89.4	72.0	66.0	64.8	0.74	0.72	59.9
26	40	62.7	25.6	88.3	71.0	39.5	43.9	0.45	0.50	67.6
25	37	70.5	15.6	86.1	82.0	61.8	69.6	0.72	0.81	43.4
25	38	70.3	16.7	87.0	81.0	44.7	51.3	0.51	0.59	60.0
23M	41	77.7	11.4	89.1	87.0	50.6	51.0	0.57	0.57	59.8
22M	18	47.8	36.2	84.0	57.0	70.4	50.9	0.84	0.61	36.6
22M	25	46.9	36.9	83.8	56.0	51.4	57.3	0.61	0.68	58.2
18	20	44.5	40.3	84.8	52.5	63.0	72.5	0.74	0.85	51.5
17	19	41.5	39.7	81.2	51.0	71.8	60.6	0.88	0.75	39.0

117

*Dans ces essais, le rebut n'a pas été analysé séparément.

**Un mélange des houilles Nos. 40, 42, 43, 44 et 46 a servi pour cet essai.

exemple, il ressort du XXXIVème Tableau que dans les essais 24, 13, 40, 38 et 41, le contenu du gazogène quand on l'enleva à la fin de l'essai ne contenait seulement que de 50 à 60% de la proportion de combustible contenue à l'origine dans la houille chargée, ce qui fait que la valeur moyenne de cette proportion pour tous les essais était d'environ 72%. Alors le lit de combustible, à la fin des essais énumérés ci-dessus était relativement pauvre en combustible; indiquant qu'il était partiellement brûlé et qu'il contenait moins de combustible qu'il eût dû, le combustible consommé (donné dans les colonnes 36 et 37, XXXIIIème Tableau) pour les houilles employées dans ces essais (houilles Nos. 2, 44, 26, 25 et 23M) est par conséquent probablement plus basse et les rendements plus élevés. Il est possible, naturellement, que cet appauvrissement de la couche de combustible puisse s'être également présenté dans d'autres essais et que son effet puisse avoir été masqué par quelqu'autre condition de l'essai. De plus, il semble probable que les rendements donnés par le gazogène pour les essais 32, 31, 30, 26, 27, 15, 17, 37 et 20, (houilles 36, 35, 12, 8, 10, 42, 20, 40, 25 et 18) sont quelque peu trop bas, parceque dans ces cas, la couche de combustible à la fin de l'essai semble avoir été relativement riche en combustible.

Dans certains autres cas, (par exemple essai 18, houille 22M) on obtint un rendement inférieur par suite de la grande quantité de rebut riche en combustible qui passa à travers le gazogène. Cela est évident lorsqu'on compare l'essai 18 avec l'essai 25 (Fait avec la même houille). Ces cas sont tous discutés en détail dans les notes suivantes:—

Puisque la composition actuelle de la couche de combustible au commencement de tout essai particulier est inconnue, il est impossible de donner la quantité exacte par laquelle la houille chargée (telle que donnée dans la 34ème colonne, IVème Tableau) est plus ou moins grande que la quantité réellement consommée. Cependant, il sera intéressant de s'enquérir de la quantité maxima probable de cette différence et un estimé peut en être facilement fait.

Par exemple, prenant la houille No. 36, (essai 32) pour lequel on a déjà donné le journal et les feuilles d'observation, nous trouvons que le contenu du gazogène à la fin de l'essai contenait 79.3 pour cent de combustible au poids tandis que la houille d'origine contenait 92.6 pour cent. Cela correspond à une proportion de 0.857 tandis que la valeur moyenne (pour tous les essais) de cette proportion

$$\frac{\% \text{ combustible dans la couche de feu à la fin}}{\text{combustible dans la houille chargée}}$$

était de près de 0.72. A la fin de l'essai 32, 665 livres de combustible et de cendres furent enlevées, correspondant, par conséquent à $(0.793 \times 665) = 527$ livres de combustible. Si la couche de combustible au commencement eût été de la même pesanteur qu'à la fin, et si nous assumons qu'elle eût dû contenir 72% de la valeur combustible de la houille chargée, le contenu de combustible eût été $(0.72 \times 0.926 \times 665) = 444$ livres de combustible. La différence, $(527 - 444) = 83$ livres de combustible,

correspond à $\frac{83}{0.926}$ ou 90 livres de houille.

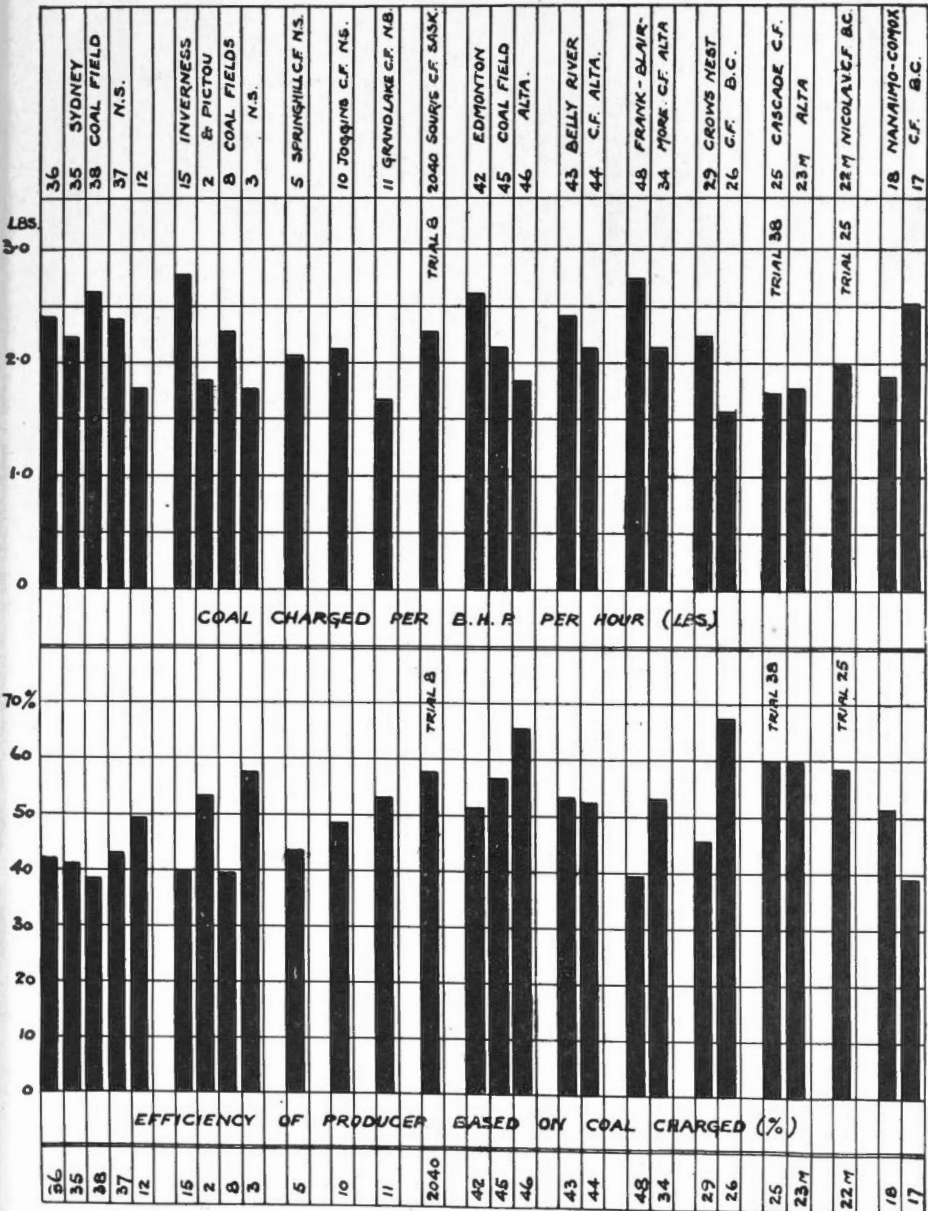
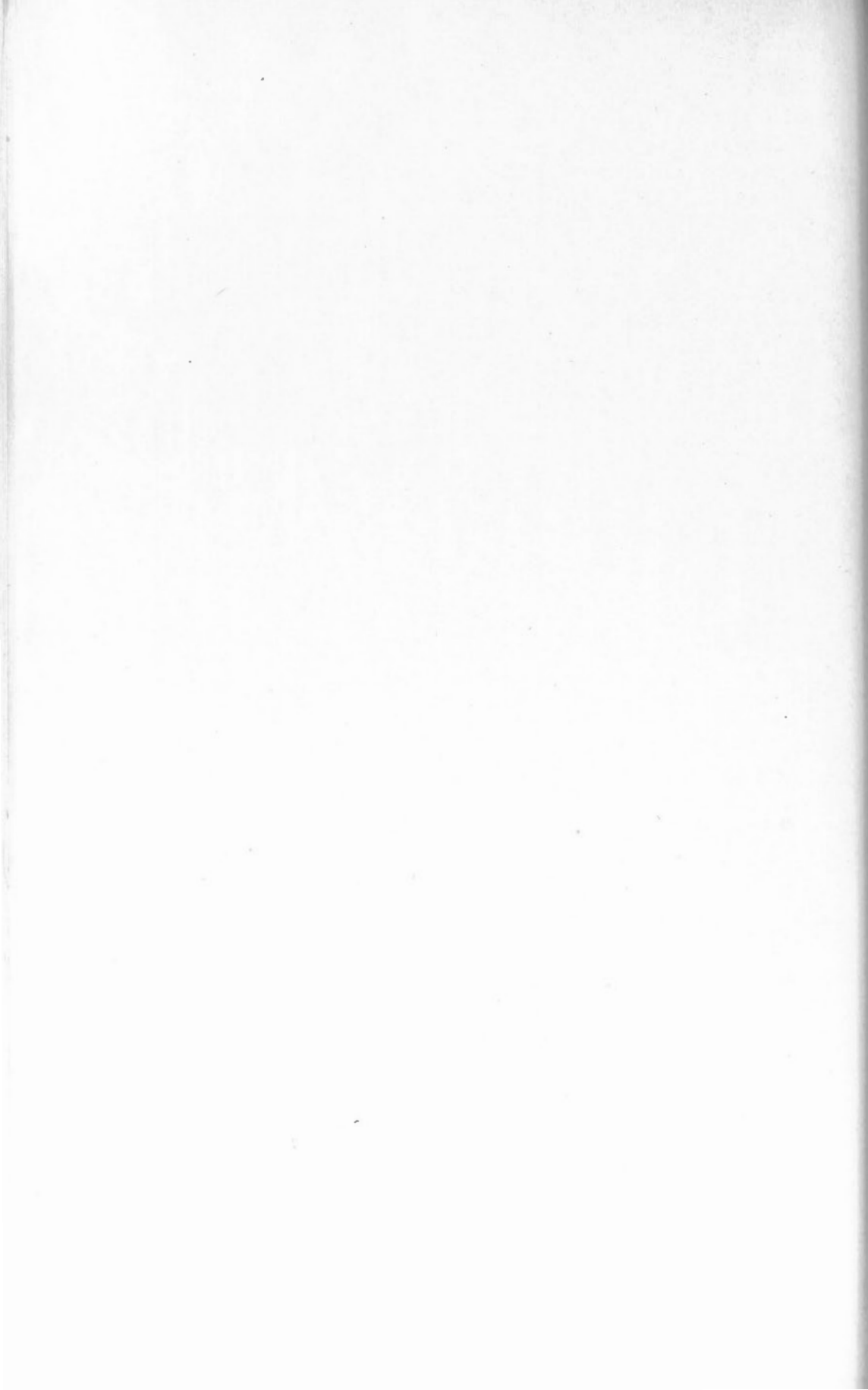


Fig. 49. Diagramme montrant le rendement du gazogène et la consommation de la houille par C. V. F. par heure.



Dans ce cas, avec les présomptions ci-dessus, la houille chargée sera plus grande que la houille actuellement consommée, d'au moins 90 livres, ou la houille consommée serait $(1450 - 90) = 1360$ livres. Le rendement réel au lieu d'être 42 pour cent serait alors $0.42 \times \frac{1450}{1360} =$ presque 0.448, une augmentation d'environ $6\frac{1}{2}$ pour cent.

L'estimé ci-dessus ayant été fait pour l'un des cas les plus remarquables, il semble probable que les rendements tels que donnés dans la 42ème colonne et la consommation de la houille telle que prise dans la colonne 34 du XXXIIIème Tableau ne semblent pas être en défaut de plus de 7 à 10% par suite de la condition surchargée de la couche de combustible à la fin des essais comparée à la condition au commencement.

Le diagramme inférieur de la Fig. 49 montre d'une manière graphique, dans un but de comparaison, les rendements du gazogène basés sur la houille, chargée et sur la valeur calorifique inférieure du gaz engendré. Le diagramme supérieur permet de faire une comparaison entre la houille chargée par C.V.F. par heure dans les différents cas. Lorsque deux essais ont été faits avec la même houille, le meilleur essai des deux est donné.

MÉRITE RELATIF DES HOUILLES

Pour différentes raisons, on n'a pas cru nécessaire d'assigner de numéros d'index comme guide aux mérites relatifs des différentes houilles essayées dans le gazogène, la principale difficulté dans la désignation de tels numéros provenant de l'incertitude dans laquelle on se trouve de savoir si les meilleurs résultats ont été obtenus dans chaque cas, et du fait qu'un seul gazogène dut être employé pour toutes les houilles bitumineuses pour lesquelles sa construction était mieux appropriée que pour d'autres. De plus, il n'y a à présent aucune houille étalon qui occupe la même position bien connue en ce qui concerne le travail du gazogène que la houille Welsh, Pocahontas, ou George Creek en rapport avec les essais au générateur. Les comparaisons lorsqu'elles sont faites, doivent par conséquent être plus générales dans leur nature que dans le travail de la VIIème Partie et on doit également se rappeler que les résultats industriels donnés eussent été considérablement plus élevés si le travail eût pu être fait sur une plus grande échelle.

Dans les notes suivantes, les houilles sont prises par groupes géographiques et l'on croit que les informations données sont suffisantes pour permettre au lecteur de se former une opinion sur les difficultés que présente telle ou telle houille dans le gazogène de même que sur sa valeur industrielle probable.

On trouvera dans le Vème Volume des détails plus complets sur les essais, alors que les journaux complets et les feuilles d'observation sont reproduites pour la série toute entière.

REMARQUES SUR LES HOUILLES TELLES QU'ARRANGÉES
GÉOGRAPHIQUEMENT PAR TERRAINS HOUILLERS

TERRAIN HOILLER DE SYDNEY, COMTÉ DE CAP BRETON, N.E.

Quatre essais au gazogène furent faits sur des houilles provenant des mines de la Dominion Coal Co., et un essai sur de la houille de l'une des mines de la Nova Scotia Steel and Coal Co.¹

Ce sont toutes des houilles bitumineuses contenant de 50 à 60 pour cent de carbone fixe, 32 à 35 pour cent de matière volatile et une quantité variable de cendres. Elles fournirent un gaz quelque peu inférieur en valeur calorifique et le rendement du gazogène fut plutôt inférieur avec les échantillons de la D.C.C. par suite de la nécessité d'un fréquent partage et du combustible perdu dans le rebut. La houille No. 12 fut la plus satisfaisante et ensuite la houille No. 37. Les résultats des Nos. 36, 35 et 38 sont probablement légèrement trop bas, car on trouva que la couche de combustible était trop riche à la fin des essais dans les deux cas. Les houilles Nos. 12 et 37 sont tout à fait appropriées au travail du gazogène; les autres requièrent un travail considérable dans un petit gazogène, mais donneraient peut-être de meilleurs résultats sur une plus grande échelle.

¹NOTA.—Tous les essais, à moins qu'autrement spécifié, furent faits avec ce gazogène No. 4.

TABLEAU XXXV.

Résultats avec les houilles de Cap Breton

Houille No.	36	35	38	37	12
Description	Veine Hub D. C. Co.	Veine Harbour D.C. Co.	Veine Phalen D.C. Co.	Veine Emery D.C. Co.	Houillère No. 2, N.S.S. & C. Co.
Matière Volatile	35.0	35.1	32.5	34.2	35.4
Cendres	5.0	10.9	6.5	11.1	7.8
Humidité	2.4	1.4	2.2	2.1	3.6
Valeur Calorifique de la Houille chargée B.T.U.	13520	13800	13700	12840	13180
Val. Cal. du gaz (inf.) par pds. cubes B.T.U.	106.5	107.3	110.0	100.3	98.0
Rendement du gazogène	0.420	0.480	0.385	0.432	0.49
Houille par C.V.F. par h. lvs..	2.40	2.21	2.63	2.39	1.76
Collage de la houille	tendance à coller	quelqu' ennui	tendance à coller	léger	aucun ennui
Intervalle moyen entre le par- tage	1 heure	55 min.	1 heure	2 heures	1 $\frac{3}{4}$ heure
Mâchefer	pas d'ennui	un peu d'ennui	petite quantité	pas d'ennui	pas d'ennui
Goudron	94 liv.	184 liv.	137 liv.	97 liv.	83 liv.
Uniformité dans la qualité du gaz	plutôt variable	variable	plutôt variable	plutôt variable	assez uniforme
Quantité de vapeur employée.	modérée	modérée	petite	modérée	modérée
Combustible dans le rebut.	pauvre en combusti- ble	riche en combusti- ble	très riche en combusti- ble	assez modéré	modéré
Remarques	Requiert une attention considé- rable; aurait pu donner de meilleurs résultats	Requiert une attention considé- rable; aurait pu donner de meilleurs résultats	beaucoup d'attention pas bonne pour le travail du gazogène	pas beaucoup d'attention assez bonne pour le travail du gazogène	pas difficile à travail- ler et bonne pour le gazogène

TERRAINS HOUILLERS D'INVERNESS ET PICTOU, N.E.

Un essai fait avec la houille de la houillère de Port Hood, Richmond Railway and Coal Co., comté d'Inverness, deux provenant des mines de l'Acadia Coal Co., et un de l'Intercolonial Coal Co., comté de Pictou, N. E.

Ce sont des houilles bitumineuses, plutôt riches en cendres; la houille de Port Hood est plutôt riche en matière volatile et paraît être la moins appropriée à la production de gaz moteur. La houille No. 3 (houillère Drummond), malgré ses cendres, donna les résultats les plus satisfaisants. Ces quatre houilles furent facilement travaillées dans le gazogène. Les résultats industriels de la houille No. 8 sont probablement trop bas, car la couche de combustible était trop riche à la fin. Cet essai eut été répété si l'on eût eu une quantité suffisante de matière. Dans l'ensemble ces houilles donnèrent de très bons résultats.

TABLEAU XXXVI

Houille No....	15	2	8	3
Description	Houillère Port Hood, Richmond Ry. & Coal Co., co. d'Inverness N.E.	Veine Cage Pit, Houil. Albion Acadia Coal Co. Stellarton, co. de Pictou N.E.	Veine Main, Houil. Acadia, A.C. Co., Westville, co. de Pictou, N.E.	Veine Main, Houillère Drummond I.C. Co., Westville,
Matière volatile.....%	35.3	30.9	27.5	24.0
Cendres.....%	12.7	10.9	9.0	12.0
Humidité.....%	2.8	1.9	1.9	1.3
Valeur cal. de la houille chargée..... B.T.U.	11440	12920	13600	12780
Valeur cal. du gaz (inf.) par pds. cubes B.T.U.	116.1	93.6	91.9	97.7
Rendement du gazogène Houille par B.H.P. par h. lvs.....	0.398	0.533	0.393	0.578
Collage de la houille....	2.78	1.83	2.28	1.76
Intervalle moyen entre le partage.....	très peu	pas d'ennui	pas d'ennui	pas d'ennui
Mâchefer.....	2½ heures pas d'ennui	2½ heures pas d'ennui	2 heures pas d'ennui	2½ heures pas d'ennui
Goudron.....	70 liv.	7 liv.	55 liv.	45 liv.
Uniformité dans la qua- lité du gaz.....	assez uniforme	assez uniforme	modérée	assez uniforme
Quantité de vapeur em- ployée.....	petite	considérable	petite	considérable
Combustible dans le re- but.....	plutôt riche	pauvre en combustible	riche en combustible	modéré
Remarques.....	assez approprié au travail du gazogène	facile à travailler bonne pour le gazogène	travail facile produit un pauvre gaz; aurait dû faire mieux	très peu d'attention requis; bonne pour le gazogène

TERRAINS HOUILLERS DE SPRINGHILL ET JOGGINS N.E. ET DE
GRAND LAKE, N.B.

Trois essais furent faits, un avec une houille de chaque endroit. Ces houilles bitumineuses sont de bonne qualité pour l'usage du gazogène, quoique plutôt riches en cendre. La houille No. 11 donna les résultats les plus satisfaisants, mais produisit beaucoup de goudron. Tous les trois furent faciles à travailler dans le gazogène et donnèrent un gaz d'une valeur calorifique inférieure. Avec la houille No. 10, la couche de combustible fut plutôt riche à la fin de l'essai et le rendement donné est par conséquent légèrement inférieur à la valeur réelle.

123
TABLEAU XXXVII

Houille No.	5	10	11
Description	Houillère No. 2, Cumberland Ry. & Coal Co., Springhill, N.E.	Houillère Joggins Canada Coal & Ry. Co., Joggins, N.E.	Mine King's Minto, N. B.
Matière volatile.....%	31.4	34.4	32.7
Cendres.....%	7.3	18.1	12.7
Humidité.....%	1.9	2.5	1.3
Valeur cal. de la houille chargée.....B.T.U.	13120	11300	12720
Valeur cal. du gaz (inf.) par pds. cubes.....B.T.U.	93.8	98.9	98.3
Rendement du gazogène.....	0.438	0.486	0.531
Houille par B.H.P. par h. lvs.....	2.07	2.11	1.69
Collage de la houille.....	pas d'ennui	pas d'ennui	très peu d'ennui
Intervalle moyen entre le partage	1 heure	1 h. 50. m.	2 heures
Mâchefer.....	pas d'ennui	pas d'ennui	pas d'ennui
Goudron.....	34 liv.	41 lbs.	119 liv.
Uniformité dans la qualité du gaz	plutôt variable	variable	assez uniforme
Quantité de vapeur employée.....	modérée	modérée	modérée
Combustible dans le rebut.....	modéré	modéré	modéré
Remarques.....	donna un gaz pauvre facile à travailler	pauvre gaz mais travail facile	pauvre gaz et beaucoup de gou- dron, mais facile à travailler

TERRAINS HOUILLERS DE SOURIS, SAS., EDMONTON ET BELLY
RIVER, ALTA.

Sept essais ordinaires au gazogène (dont une répétition) et un essai spécial avec les lignites et les houilles lignitiques de l'Alberta et de la Saskatchewan. Les échantillons furent extraits par la Western Dominion Collieries Co., Ltd., Taylorton, Sas.; Parkdale Coal Co. Ltd., et Standard Coal Co., Ltd., Edmonton, Alta., Strathcona Coal Co., Ltd., Strathcona, Alta.; Canada West Coal Co., Taber, Alta; et L'Alberta Railway and Irrigation Co., Ltd., Lethbridge, Alta.

Ces combustibles sont tous excellents pour l'emploi dans le gazogène à tirage descendant; la plupart d'entre eux ne requièrent aucune vapeur et certains donnent si peu de goudron que l'on put se dispenser du laveur de gaz. Tous possèdent une valeur calorifique inférieure, sont modérément riches en cendres et contiennent une grande quantité d'humidité intrinsèque. Elles sèchent rapidement et se brisent dans le gazogène. De bons rendements furent obtenus dans chaque cas avec des gaz d'une valeur calorifique élevée et d'une qualité uniforme. Le feu ne requit que très peu d'attention et avec la plupart des échantillons, le gazogène eut pu fonctionner sans l'aspirateur comme gazogène à suction. Les houilles de Belly River (Nos. 43 et 44) requièrent une attention légèrement plus grande que les autres et dans l'ensemble le No. 46 (Strathcona) donna les meilleurs résultats.

En rapport avec la houille No. 2040 (lignite de Taylorton) on doit considérer que sept semaines (durant lesquelles le combustible fut conservé dans des sacs dans un endroit sec) s'écoulèrent entre l'essai 17. Le changement dans la composition de la lignite durant cette époque est bien démontré, mais le procédé de la faire vieillir ne sembla pas la rendre moins appropriée à l'emploi dans le gazogène.

TABLEAU XXXVIII
Travail accompli avec les lignites et houilles-lignites.

Houille No.	2040	2040	42	45	46	43	44
Description	Lignites de la Western Dominion Collieries Ltd., Taylorlton, Sask.		Lignite de la Parkdale Coal Co., Ltd., Edmonton, Alta.	Lignite de la Standard Coal Co., Ltd., Edmonton, Alta.	Lignite de la Strathcona Coal Co., Ltd., Strathcona, Alta.	Lignite de la Canada West Coal Co., Ltd., Taber, Alta.	Houille lignitique de la houillère Galt, Alta. Ry. & Irrigation Co., Ltd. Lethbridge, Alta.
	Essai 8	Essai 17					
Matière volatile....%	32.8	43.3	28.7	31.2	30.9	26.6	35.2
Cendres.....%	7.2	11.1	11.2	7.5	11.9	16.3	9.4
Humidité.....%	23.3	13.4	17.3	15.3	16.1	12.6	7.8
Val. cal. de la houille chargée....U.T.B.	8300	9370	8940	9610	9010	9650	10800
Val. cal. du gaz (inf.) par pds. cub. B.T.U.	112.7	117.4	119.5	118.6	119.0	120.0	122.4
Rendement du gaz....	0.578	0.488	0.514	0.566	0.657	0.534	0.522
Houille par C.V.F. par heure.....	2.28	2.48	2.61	2.13	1.83	2.42	2.13
Collage de la houille..	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	aucun	très léger
Intervalle moyen entre les partages.....	5 heures	6 heures	2½ heures	5 heures	12 heures	2½ heures	1¾ heures
Mâchefer.....	léger	aucun	aucun	léger	léger	léger	aucun
Goudron.....	aucun	pas de laveur de gaz, pas de goudron	aucun	aucun	aucun	très peu provenant du frotteur	
Uniformité dans la qualité du gaz.....	très uniforme	très uniforme	très uniforme	assez uniforme	assez uniforme	très uniforme	assez uniforme
Quantité de vapeur employée.....	très peu	aucune	aucune	aucune	très peu	petite quant.	petite quant.
Combustible dans le rebut.....	(pas analysé)	modéré	modéré	(pas analysé)	peu	plutôt riche	peu
Remarques.....	très approprié au travail du gazogène, facile à travailler	très approprié au travail du gazogène, facile à travailler	travailler approprié au travail du gazogène	travailler approprié au travail du gazogène	travailler dans le gazogène	peu d'ennuis facile à travailler	bon pour le travail du gazogène peu d'ennuis

En vue du bon résultat obtenu avec ces combustibles et du fait que quelques sacs des Nos. 40, 42, 43 et 44 et 46 furent laissés, il fut décidé de les mélanger et de faire fonctionner l'installation 10 heures par jour jusqu'à ce qu'ils fussent consumés, conservant le feu la nuit comme on le fait dans les entreprises commerciales. L'essai 16 fut conduit dans ces conditions et dura trois jours (28 heures de fonctionnement, 28½ heures avec le feu emmagasiné). Une partie du rebut enlevé durant la journée fut employée pour conserver le feu la nuit avec 200 livres de nouveau combustible. Le gaz ne fut pas lavé pendant l'essai et on n'employa pas le frotteur à sciure de bois. On n'eut aucune difficulté avec le goudron ou le machefer; le feu ne requit que peu d'attention et le gaz pour commencer fut facilement obtenu après s'être maintenu toute la nuit.

Les principales particularités de cet essai sont les suivantes:

Essai Spécial No. 16 avec mélange de lignites (Nos. 42, 43, 44 et 46) (28 heures de fonctionnement, 28½ heures d'emmagasinement)

Composition de la houille:—

Carbone fixe 40·8; matière volatile, 31·1; cendres 9·6; humidité 18·6%.

Valeur calorifique telle que chargée, 8,900 B.T.U. par livre.

Gaz: Valeur calorifique (inférieure) 122·2 B.T.U. par pd. cub. à 60°F et 14·7 liv. par pce. car.

Vapeur: pas de vapeur fournie

Total de la houille chargée pendant l'essai. 2365 livres

Total de la houille employée pour conserver le feu. . 200 “

Total de la houille employée pour recommencer

l'essai. 350 “

Moyenne de C.V.F. durant l'essai. 30·3

	Temps de l'essai seulement	Y compris la houille employée pour conserver le feu et la mise en marche
Houille chargée par C.V.F. par h. .	2·79 liv.	3·44 liv.
Rendement du gazogène et de l'appareil de nettoyage des gaz.	0·495	0·401

Remarques:—Combustible très approprié pour être employé dans un gazogène à tirage descendant sans approvisionnement de vapeur.

Tous les combustibles essayés dans ce groupe furent faciles à travailler et donnèrent de bons résultats. Le No. 46 donna le meilleur rendement. Ils semblent être mieux appropriés pour être travaillés dans un gazogène d'une construction propre que dans un générateur de vapeur ordinaire. L'analyse de la couche de combustible indique qu'un peu trop de com-

bustible fut chargé dans le cas des Nos. 42 et 2040 (essai 17) tandis qu'avec la houille 44, la couche était pauvre en combustible. Le rendement apparent est, par conséquent, probablement trop bas pour le No. 42 (essai 17) et le No. 2040 et légèrement trop élevé pour la houille 44.

TERRAIN HOULLER DE FRANK BLAIRMORE, ALTA.

On fit deux essais au gazogène avec des houilles extraites respectivement par la Leitch Collieries Ltd., Passburg, Alta., et l'International Coal & Coke Co., Coleman, Alta. Ce sont des houilles bitumineuses riches en cendres (18 pour cent); les dernières semblent plus appropriées au travail du gazogène. Toutes les deux produisirent du gaz d'une valeur calorifique plutôt inférieure. Le rendement apparent donné pour le No. 48 est probablement légèrement trop bas, car la couche était plutôt riche en combustible à la fin de l'essai. Ces houilles ne sont pas travaillées aussi facilement dans le gazogène que les houilles du dernier groupe et le No. 48 semble meilleur comme houille à vapeur que pour l'emploi du gazogène.

TABLEAU XXXIX

Résultats avec les houilles de Frank Blairmore

Houille No.....	48	34
Description	Houillère Leitch, Passbug, Alta.	Veine No. 2, Houillère Denison, Coleman, Alta.
Matière volatile.....%	29.2	24.4
Cendres.....%	18.7	18.1
Humidité.....%	1.0	1.1
Valeur cal. de la houille chargée... B.T.U.	12120	11590
Valeur cal. du gaz (inf.) par pds. cubes B.T.U.	103.9	97.3
Rendement du gazogène.....	0.397	0.529
Houille par C.V.F. par h. lvs.....	2.74	2.14
Collage de la houille.....	colle considérablement	colle légèrement
Intervalle moyen entre le partage.....	55 minutes	2½ heures
Mâchefer.....	ennuyeux	pas d'ennuis
Goudron.....	26 livres	45 livres
Uniformité dans la qualité du gaz.....	pas très uniforme	plutôt variable
Quantité de vapeur employée.....	modérée	modérée
Combustible dans le rebut.....	modéré	peu
Remarques.....	Les frotteurs et les laveurs n'enlevèrent pas complètement le goudron qui était suffisant pour rendre collantes les valves de la machine. La houille requit beaucoup d'attention.	Aucun ennui provenant du goudron; très approprié au travail du gazogène.

TERRAIN HOULLER DE CROWSNEST, C.B.

Deux essais réguliers au gazogène furent faits avec des houilles représentatives de Crowsnest (Nos. 29 et 26) provenant des mines Michel et Fernie de la Crowsnest Pass Coal Co., Ltd., De plus, un long essai (100 heures) fut fait avec les Nos. 27 et 30. Toutes ces houilles sont de qualité supérieure et travaillèrent avec facilité dans le gazogène. Le No. 26 donna les meilleurs résultats et un rendement apparent très élevé (67·6%). L'analyse de la couche de combustible cependant, montre qu'à la fin de l'essai le contenu de combustible était peu élevé, et il est par conséquent probable que le rendement réel était inférieur à 67%. Probablement le rendement fourni par un long essai (avec une composition de houille très similaire) est plus précis (59·9%). Toutes les houilles de Crowsnest essayées semblent très appropriées au travail du gazogène.

TABLEAU XL

Résultats avec les houilles de Crowsnest

Houille No.....	29	26
Description	Mine No. 8, Houillère Michel Crowsnest Pass Coal Co., Ltd., Michel, C.B.	Mine No. 5, Coal Creek Crowsnest Pass Coal Co., Ltd., Fernie, C.B.
Matière volatile.....%	25·1	25·6
Cendres.....%	6·0	10·9
Humidité.....%	1·1	0·8
Valeur cal. de la houille chargée, B.T.U.	13330	13370
Valeur cal. du gaz (inf.) par pds. cub. B.T.U.	102·3	95·2
Rendement du gazogène.....	0·457	0·676
Houille par B.H.P. par heure lvs.....	2·23	1·53
Collage de la houille.....	très léger	un peu
Intervalle moyen entre les partages.....	2 heures	3½ heures
Mâchefer.....	pas d'ennuis	très léger
Goudron.....	50 livres	24 livres
Uniformité dans la qualité du gaz.....	assez	très uniforme
Quantité de vapeur employée.....	modérée	considérable
Combustible dans le rebut.....	plutôt élevé	modéré
Remarques.....	bon travail dans le gazogène	très bon et facile à travailler

Une quantité suffisante de deux autres houilles de Crowsnest (Nos. 27 & 30) était disponible pour un essai d'environ 100 heures et au lieu de faire des essais réguliers avec ces houilles on décida de faire un essai spécial dans les conditions commerciales ordinaires, par durées de 10 heures en conservant le feu la nuit et le dimanche. En conséquence cet essai fut fait du 13 au 24 Avril 1909 et les résultats en sont donnés ci-dessous. Les houilles employées étaient d'un caractère similaire aux Nos. 29 et 26. La composition donnée dans le XXXIIIème Tableau est la moyenne des

échantillons réunis durant l'essai, mais comme les houilles n'étaient pas mélangées et que le No. 30 fut employé après que tout le No. 27 eût été employé, on peut noter que la valeur calorifique de ces deux houilles (telles que mises au feu dans les essais au générateur) étaient respectivement 13680 et 13230 U.T.B. Les résultats principaux de ces essais sont ainsi qu'il suit:

Essai spécial No. 42 avec les houilles de Crowsnest Nos. 27 et 30

(Essai de 100 heures, feu conservé 162½ heures.)

Houille employée: No. 27, de la Mine No. 2, Coal Creek, Fernie, C.B. et No. 30, de la Mine No. 7, Houillère Michel, Michel, C.B.

La première de ces houilles fut mise au feu, les 13, 14, 15, 16, 17, 19 et 20 Avril (70 heures d'essai) et la houille No. 30 les 22, 23 & 24 (Essai de 30 h.) Le feu fut conservé pendant la nuit, ainsi que toute la journée du 18 (Dimanche) et le 21. (Un défaut dans le tuyau d'épuisement découvert dans la machine le matin du 21, nécessita de si longues réparations qu'il fut impossible de le faire marcher toute la journée et le feu fut par conséquent conservé cette journée la. Les deux houilles étaient d'une qualité si semblable et recurent dans le gazogène un traitement si semblable que l'on n'a pas cru nécessaire d'essayer de séparer leurs résultats industriels.

Composition de la houille (moyenne des deux sortes).

Carbone fixe 64·64; matière volatile 24·82; cendres 9·57, humidité 0·97%.

Valeur calorifique telle que chargée 13580 B.T.U. par livre.

Gaz: valeur calorifique (inférieure) 89·9 B.T.U., par pd. c. à 60° Fet 14·71 par p. c.

Vapeur:—2·6 livres de vapeur par liv. de houille chargée pendant l'essai.

	No. 27	No. 30	Total
Total de la houille chargée pendant l'essai.	2875	1375	4250 liv.
Total de la houille employée pour commencer le feu, l'entretenir et le répartir.	1225	275	1500
			5750
Moyenne de B.C.V. durant le temps d'essai..			27·75
			Essai entier
Moyenne de la houille par heure pendant l'essai.	41·1	45·8	42·5
Moyenne de la houille par heure pendant la nuit.	9·13	9·82	9·84
Gaz par heure (60°F. et 14·71 par p.c.) pieds cub.			34840

	Temps de l'essai seulement.	Essai entier comprenant la houille employée la nuit et pour repartir.
Houille chargée par B.C.V. par heure.....	1.53	2.07
Rendement du gazogène et de l'appareil de nettoyage de gaz	0.599	0.442

Remarques:—Il y eut si peu de goudron que le laveur de gaz fut fermé étant considéré comme inutile après six jours d'expérience. On fit passer le gaz à travers le frotteur à sciure de bois pendant le reste de l'essai. Une partie du rebut contenait assez de combustible pour être employé pour conserver le feu la nuit. La valeur calorifique du gaz fut plutôt inférieure, mais de qualité uniforme. Les deux houilles furent travaillées avec facilité et il n'y eut aucun ennui provenant du mâchefer. La condition de la couche de combustible à la fin de l'essai, telle que jugée d'après l'analyse, était normale. Le feu fut partagé à intervalles d'environ $2\frac{1}{2}$ heures. Les valves de la machine étaient presque libres à la fin de l'essai.

TERRAINS HOUILLERS DE CASCADE, ALBERTA

On fit trois essais réguliers et un essai spécial avec deux échantillons (Nos. 25 et 23 M), respectivement extraits par H. W. McNeil Co., Ltd., et par la Bankhead Mines Ltd., Bankhead, Alta. Ce sont des houilles Canmore anthracite contenant de 10 à 13 pour cent de cendres et 11 à 16% de matière volatile. 23 M est une anthracite plus typique que l'autre et peut être employée avec succès dans un gazogène à succion.

Les deux houilles furent travaillées avec succès dans le gazogène No. 4 et il n'y eut aucun ennui provenant du goudron ou du mâchefer. Le premier essai (No. 37) avec le No. 25 fut peu satisfaisant d'abord, par suite de l'irrégularité dans la qualité du gaz, mais on put l'améliorer en employant plus de vapeur. Le second essai (No. 38) fut plus satisfaisant relativement à la qualité du gaz, mais la couche de feu était plutôt pauvre à la fin de l'essai, ce qui fait que le rendement donné est probablement trop haut. Celui qui est donné pour l'essai 37 (XXXIIIème Tableau) est probablement trop bas.

TABLEAU XLI

Résultats avec les houilles de Cascade

Houille No.....	25 (Essai 38)	23 M (Essai 41)
Description	Mine No. 1, H. W. McNeil Co., Ltd., Canmore, Alta.	Mélange pois et sarrasin, Bankhead Mines, Ltd., Bankhead, Alta.
Matière volatile.....%	16.7	11.4
Cendres.....%	12.3	9.9
Humidité.....%	0.7	1.0
Valeur cal. de la houille chargée, . . . B.T.U.	13120	12950
Valeur cal. du gaz (inf.) par pds. cub. B.T.U.	87.2	102.1
Rendement du gazogène.....	0.600	0.598
Houille par C.V.F. par heure.....	1.72	1.78
Collage de la houille.....	aucun	aucun
Intervalle moyen entre les partages.....	3½ heures	8 heures
Mâchefer.....	très peu, pas d'ennuis	pas d'ennuis
Goudron.....	20 livres	6 livres provenant du frotteur (le laveur de gaz ne fut pas employé)
Uniformité dans la qualité du gaz.....	assez	très uniforme
Quantité de vapeur employée.....	grande	grande
Combustible dans le rebut.....	peu	peu
Remarques.....	travailla bien mais donna un gaz d'une valeur calorifique très pauvre, pas d'ennuis, bonne houille à gazogène	feu libre, houille travailla bien, pas d'ennuis.

Ce qui restait de la houille 23 M après l'essai 41 était malheureusement en petite quantité, mais fut employé dans un essai, No. 43 avec le gazogène à suction No. 1. L'essai fut naturellement trop court pour mesurer d'une façon précise la consommation de la houille mais on obtint un gaz de bonne valeur calorifique (considérablement plus élevée que celle obtenue avec le grand gazogène No. 4), et la machine porta 35.8 C.V.F. Le gaz ne fut pas mesuré car le gazogène fut employé par suction directe. On n'éprouva aucun ennui avec le mâchefer et on peut se servir avec succès de cette houille dans un gazogène à suction régulier si elle n'est pas brûlée à un degré trop élevé par pied carré de couche de combustible. Une petite quantité de goudron commença à se montrer sur la machine vers la fin des six heures.

(8) HOUILLES DES TERRAINS HOUILLERS DE NICOLA VALLEY ET DE NANAIMO.

Quatre essais réguliers (dont une répétition) furent faits avec les houilles 22M, 18 et 17, provenant des mines de la Nicola Valley Coal and Coke Co., Ltd., Coutlee, C. B. et de la Western Fuel Co., Ltd., Nanaimo, Ile de Vancouver, C. B.

Ce sont des houilles bitumineuses, riches en matière volatile (35 à 40%) et comportant une quantité considérable de cendres (12 à 16%);

elles semblèrent assez appropriées au travail du gazogène, la troisième causant quelqu'ennui.

Le premier essai avec le No. 22 M. (essai 18) (voir XXXIIIème Tableau) donna un rendement inférieur, le feu ayant été dérangé et trop travaillé et une grande quantité de rebut, riche en combustible, ayant été retirée. Le nouvel essai (No. 25) donna des résultats satisfaisants et à la fin, la couche de combustible sembla normale. Le rebut dans l'essai 19 avec la houille No. 17 était relativement riche en combustible, mais un partage constant sembla inévitable avec cette houille.

TABLEAU XLII

Résultats avec les houilles de Nicola Valley et de Nanaimo

Houille No.....	22M	18	17
Description.....	M é l a n g e de houille de la veine Jewel, mine No. 1, et d'une petite quantité de la veine Rat Hole, mine No. 2, Houillère Mid-lesboro, Nicola Valley Coal & Coke Co., Ltd., Coutlee, C.B.	Veine Upper, Mine No. 1, Western Fuel Co., Ltd., Nanaimo, Ile de Vancouver C.B.	Veine Lower, Mine No. 1, Western Fuel Co., Ltd., Nanaimo, Ile de Vancouver, C.B.
Matière volatile.....%	36.9	40.3	39.7
Cendres.....%	12.0	13.7	16.8
Humidité.....%	4.2	1.5	2.0
Valeur cal. de la houille chargée, B.T.U.	11220	12640	12220
Valeur cal. du gaz (inf.) par pds. cub. B.T.U.	99.3	124.5	130.4
Rendement du gazogène.....	0.582	0.515	0.390
Houille par B.H.P. par heure, lv.	1.98	1.88	2.52
Collage de la houille.....	pratiquement aucun	léger	ennui
Intervalle moyen entre les partages.....	4 heures	53 minutes	1½ heures
Mâchefer.....	pas d'ennui	pas de difficultés	très peu d'ennuis
Goudron.....	30 livres	48 livres	1 livre
Uniformité dans la qualité du gaz	assez	assez	moyenne
Quantité de vapeur employée.....	modérée	modérée	modérée
Combustible dans le rebut.....	bas	modéré	élevé
Remarques.....	travail facile, aucun ennui provenant du goudron ou du mâchefer.	requit de l'attention mais le feu ne fut pas difficile à travailler. Ennui avec le goudron dans les valves de la machine.	requit beaucoup d'attention. Ennuis provenant du goudron que le laveur de gaz n'enleva pas complètement.

DÉPENSE DE CHALEUR AVEC LES DIFFÉRENTES HOUILLES.

Dans le XLIII^{ème} Tableau, les houilles essayées ont été arrangées dans l'ordre de la valeur calorifique de la quantité de houille chargée par C.V.F. par heure. Ce tableau donne les chiffres de la 43^{ème} Colonne, XXXI^{ème} Tableau mais dans un ordre différent et donnerait le coût proportionnel pour le combustible, considérant que toutes les houilles sont vendues au même prix par mille U.T.B. Cette disposition n'est pas tout à fait juste pour certaines houilles et donne à certaines autres un certain avantage immérité, mais donne une idée générale de l'accomplissement relatif des différents groupes.

TABLEAU XLIII

Valeur calorifique de la houille chargée par C.V.F. par heure

(Houilles arrangées par ordre économique apparent)

No. de la houille	No. de l'essai	Description de la houille	C.V.F. /hr. U.T.B. par
46	11	Lignite, Strathcona Coal Co. Edmonton Alta.....	16490
2040	8	Lignite, Western Dominion Collieries Ltd. Taylorton Sask.	18924
26	40	Houille, Crowsnest Pass Coal Co. Fernie C.B.....	20460
45	10	Lignite, Standard Coal Co. Edmonton. Alta.....	20470
27 et 30	42	Houille, Crowsnest Pass Coal Co. Fernie et Michel C.B.....	20780
11	29	Houille, Mine King's Minto, N.B.....	21497
22M	25	Houille, Nicola Valley Coal Co., Coutlee, C.B.....	22200
3	23	Houille, Intercolonial Coal Co., Westville, N.E.....	22493
25	38	Houille, H. W. McNeil Co., Ltd., Canmore, Alta.....	22566
23M	41	Houille, Mines de Bankhead Ltd., Bankhead, Alta.....	23000
44	13	Houille lignitique, Alberta Ry. & I. Co., Ltd., Lethbridge, Alta	23000
12	30	Houille, Nova Scotia S. & C. Co., Mines de Sydney, N.E.....	23200
42	15	Lignite, Parkdale Coal Co., Ltd., Edmonton, Alta.....	23330
43	12	Lignite, Canadian West Coal Co., Ltd., Taber, Alta.....	23350
2	24	Houille, Acadia Coal Co., Ltd., Stellarton, N.E.....	23650
18	20	Houille, Western Fuel Co., Nanaimo, C.B.....	23760
10	27	Houille, Canada Coal & Ry. Co., Ltd., Joggins, N.E.....	23840
34	36	Houille, International Coal & Coke Co., Coleman, Alta.....	24800
5	22	Houille, Cumberland Ry. & Coal Co., Springhill, N.E.....	27160
29	35	Houille, Crowsnest Pass Coal Co., Fernie, C.B.....	29730
35	31	Houille, Dominion Coal Co., Ltd., Glace Bay, N.E.....	30500
37	33	Houille, Dominion Coal Co., Ltd., Glace Bay, N.E.....	30690
17	19	Houille, Western Fuel Co., Nanaimo, C.B.....	30790
8	29	Houille, Acadia Coal Co., Ltd., Westville, N.E.....	31010
15	21	Houille, Richmond Ry. & Coal Co., Port Hood, N.E.....	31703
36	32	Houille, Dominion Coal Co., Ltd., Glace Bay, N.E.....	32450
48	14	Houille, Leitch Collieries Ltd., Passburg, Alta.....	33210
38	34	Houille, Dominion Coal Co., Ltd., Glace Bay, N.E.....	36039

Le résultat le plus frappant de la série d'essais est peut-être l'excellent résultat obtenu par les lignites, résultat que l'on voit bien par ce tableau, toutes les lignites occupant de bonnes positions. Les houilles de Crowsnest et les anthracites d'Alberta donnent également comme on peut le voir d'excellents résultats. Les positions inférieures dans le tableau sont occupées (généralement) par les houilles qui collent, ce qui rend leur travail difficile dans un gazogène de petite dimension.

LES
CHARBONS DU CANADA
ENQUÊTE INDUSTRIELLE
VOL. II.

NEUVIÈME PARTIE
TRAVAIL DANS LE LABORATOIRE CHIMIQUE
PAR
EDGAR STANSFIELD



NEUVIÈME PARTIE

TRAVAIL DANS LE LABORATOIRE CHIMIQUE

EDGAR STANSFIELD

INTRODUCTION

On reçoit le Laboratoire Chimique pour faire des analyses complètes de toutes les houilles échantillonnées et de tous les produits obtenus au cours des essais effectués dans les différentes sections de l'enquête. Le travail à faire était ainsi très considérable, spécialement du fait que toutes les méthodes et tous les appareils durent être essayés et que dans un certain nombre de cas de nouvelles méthodes durent être trouvées et des appareils nouveaux ou modifiés, dessinés ou construits. Tous les matériaux, bruts, intermédiaires ou définitifs durent être analysés et quoique l'on n'essaya pas de tenir compte du nombre des analyses effectuées, on peut se faire une idée générale de la quantité de travail fait, en mentionnant qu'une série complète d'essais pour une seule houille, nécessita quatre cents déterminations séparées et que plus de cent lots de houille furent essayés d'une façon plus ou moins complète. Ces faits, réunis à l'énumération suivante des différentes analyses, déterminations et enquêtes qui furent faites, donneront quelque impression de l'étendue du travail qui fut exécuté.

Matériaux analysés.—Echantillons de houille: principal, brut, séché, essai au générateur, essai au gazogène, essai de carbonisation, houille lavée, et produits séparés du laveur, essais de pesanteur spécifique, analyses au crible, et échantillons de coke: provenant des essais de carbonisation et des échantillons spéciaux. Echantillons de gaz: provenant des essais au générateur, des essais au gazogène et de la combustion dans le laboratoire de houilles brutes ou lavées.

Déterminations chimiques effectuées.—Carbone, hydrogène, oxygène, soufre, nitrogène, humidité, cendres, matières volatiles, carbone fixe et matière combustible en matières solides; et dioxyde de carbone, éthylène, oxygène, monoxyde de carbone, méthane, hydrogène, nitrogène, dioxyde de soufre et sulfite d'hydrogène en gaz.

Déterminations physiques effectuées.—Température de fusion des cendres, pesanteur spécifique, porosité et force des coques, valeur calorifique des combustibles solides et gazeux; pressions de vapeur; calibrage des compteurs à gaz des ammètres, des voltamètres, des pyromètres, des calorimètres, etc.

Des enquêtes spéciales ont été faites sur la détermination du soufre dans la houille, la détermination de la matière volatile dans la houille ainsi que dans le coke, la solubilité de la houille dans l'eau, la détermination des valeurs physiques du coke, le séchage de la houille, etc.

Le travail analytique a été en grande partie effectué dans le laboratoire chimique particulier du Professeur de Génie Minier à l'Université McGill; cette salle était convenablement située et bien outillée et à tous points de vue a donné toute satisfaction, mais ses dimensions ne permettaient pas à plus de deux chimistes de travailler ensemble sans inconvénients et par conséquent pendant les mois d'été, alors que les échantillons arrivèrent le plus rapidement, on se servit d'une autre salle attenante et plus grande et le personnel fut augmenté. Un certain nombre d'analyses de gaz et d'analyses finales furent faites dans les chambres spéciales mises de côté pour ces opérations dans la Section de la Chimie; d'autres analyses de gaz furent faites dans des salles suffisamment proches des générateurs d'expérience et des gazogènes; des essais de broyage de coke furent faits dans le laboratoire d'essai de la Section du Génie Civil. Les essais de fusibilité des cendres et certains autres essais furent faits dans la salle des fournaies de la Section Métallurgique; et certains instruments physiques furent calibrés dans les laboratoires de la Section de Physique. Des remerciements sont dus aux chefs des sections ci-dessus de l'Université McGill pour leur courtoisie en permettant l'usage des salles et de leur outillage.

Le travail d'échantillonnage, de purification mécanique et d'essais au générateur fut principalement effectué pendant les mois d'été alors que plusieurs laboratoires ne furent pas requis pour les besoins de l'éducation, mais le laboratoire chimique spécial, mentionné ci-dessus, fut placé exclusivement au service du personnel chargé des essais de houille, et c'est là que le travail fut continué sans interruption du printemps de 1907 au printemps de 1910. Pendant les mois d'été de chaque année, la préparation des échantillons et le travail avec certaines analyses requises d'urgence donnèrent au personnel un travail continu et à la fin de chaque été il y eut de considérables retards dans les travaux, retards qu'il fallut combler plus tard. Il eut été plus satisfaisant d'avoir fait une analyse complète de chaque échantillon de houille dès sa réception, mais cela eut nécessité un personnel beaucoup plus considérable ainsi qu'un outillage plus complet que ne le permettaient les circonstances.

Les méthodes régulières d'analyses adoptées dans les essais de routine décrites ci-dessous; on trouvera dans l'Appendice V, volume VI, les enquêtes préliminaires effectuées avant d'adopter ces méthodes ainsi que toutes les autres enquêtes spéciales. Un sommaire des résultats des analyses de tous les échantillons réguliers de houille est donné dans les LIV^{ème} et LXXI^{ème} tableaux à la suite de la page 184; les autres analyses se trouvent dans les V^{ème} et VI^{ème} Parties, 1^{er} Volume, VII^{ème} et VIII^{ème} parties, II^{ème} Volume et dans les différents appendices aux volumes suivants:

Les chimistes d'expérience dont les noms suivent ont aidé aux travaux: M. J. H. H. Nicolls, M. R. T. Mohan, M. P. H. Elliott, M. E. J. Conway, M. W. B. Campbell, M. W. B. Meldrum, M. R. S. Boehner, M. H. Hartley, et M. H. G. Morrison.

ASSEMBLAGE ET TRAITEMENT DES ÉCHANTILLONS.

ÉCHANTILLONS DE HOUILLE.

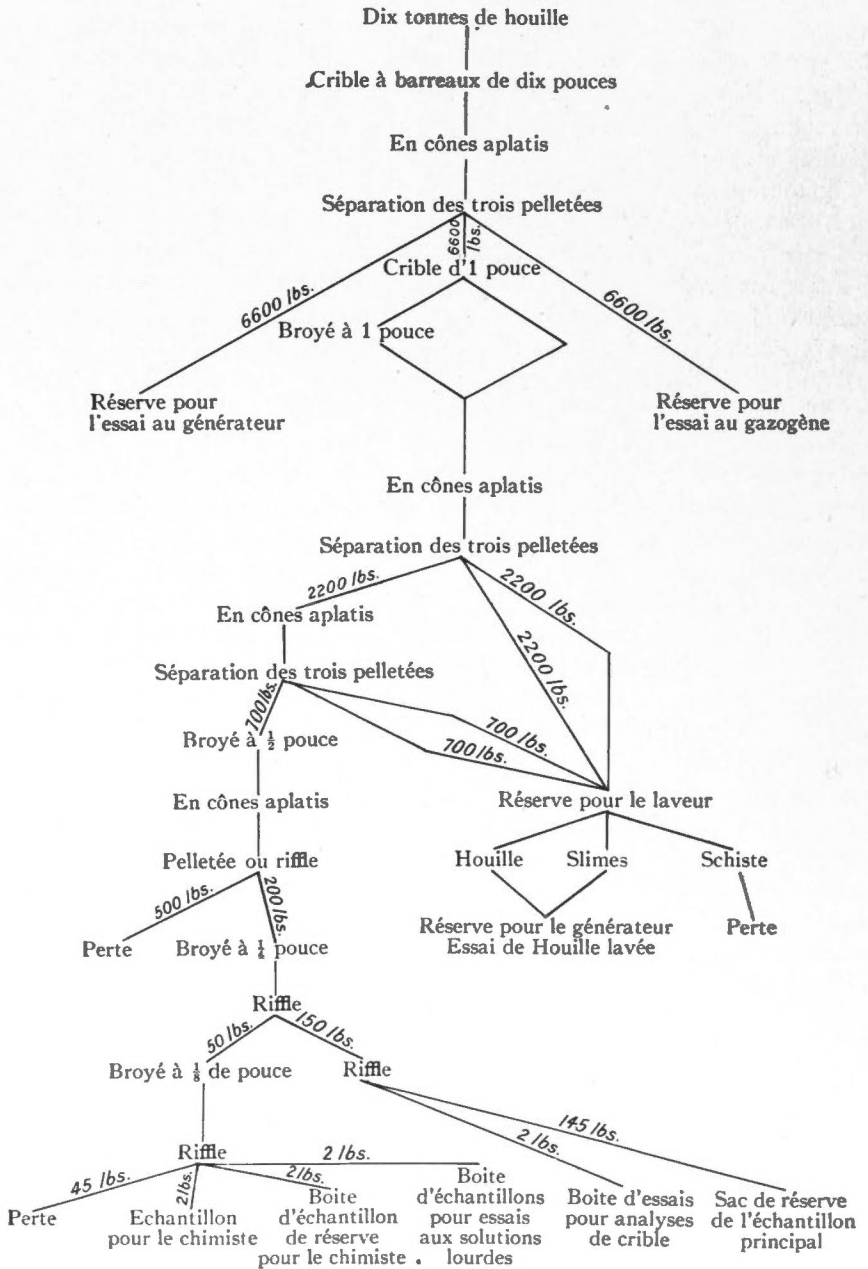
Echantillon régulier.—Chaque lot principal de houille fut échantillonné avec soin à son arrivée. Dans le cas des quelques premiers échantillons dont on s'occupa en 1907, en employa la méthode de cones et de division, mais ensuite on adopta les trois méthodes à la pelle dont on se servit tel qu'indiqué dans la feuille d'écoulement ci-contre. Les pesanteurs indiquées ne sont qu'approximatives et sont estimées pour un échantillon de dix tonnes.

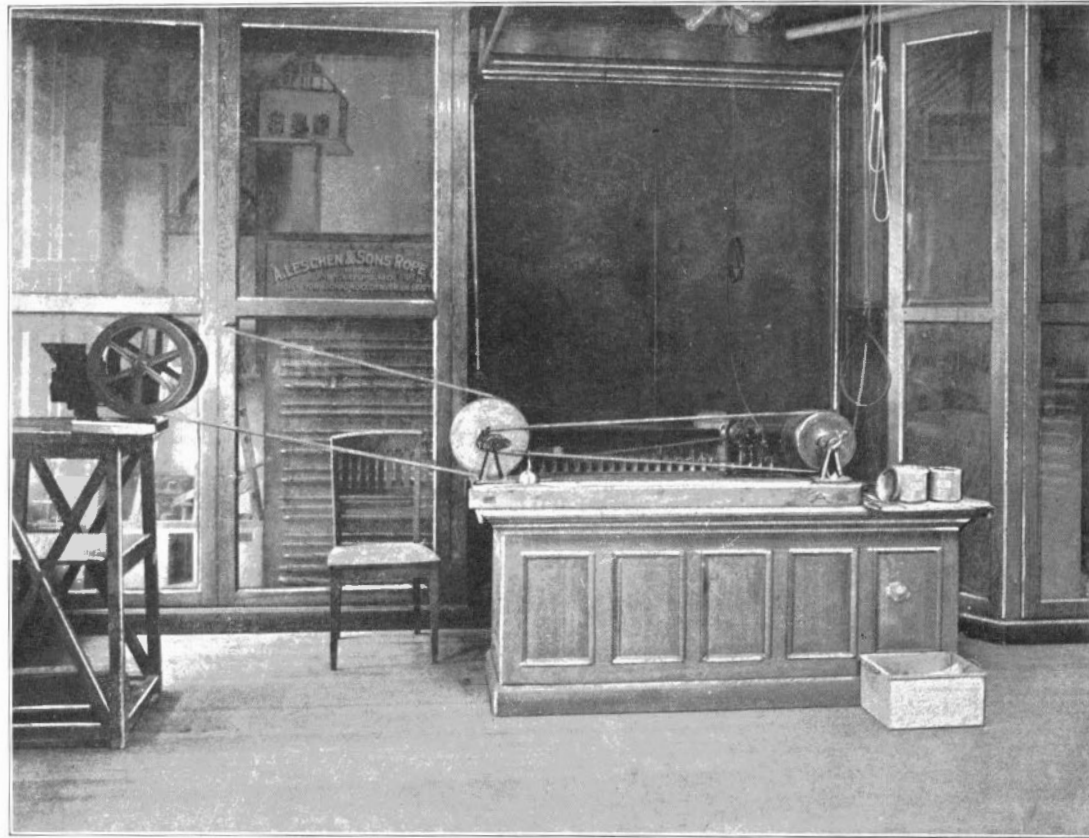
L'échantillon régulier du chimiste fut placé dans une boîte d'échantillon marqué avec soin et immédiatement envoyé au laboratoire ou le lot entier fut broyé pendant trois ou quatre heures dans un petit moulin à boules de fer de 8" de diamètre par 5" de profondeur, mesures intérieures, voir Planches LII et LIII. La charge ordinaire était: 4 boules d'acier durci de 1 $\frac{3}{4}$ " de diamètre 16 de 1 $\frac{1}{2}$ " et 4 de 1 et 2 livres de houille broyée; avec de plus petits échantillons on employa moins de boules. Dans tous ces cas, le moulin fonctionna à environ 100 révolutions par minute. La houille, ainsi réduite en une poudre presque impalpable, passa à travers un tamis de maille 30 afin qu'il n'y ait aucun nodule ou pyrite dans les quelques cas où l'on en rencontra, ils furent broyés dans un mortier en agate et remélangés avec soin avec l'échantillon.

Cet échantillon broyé fut ensuite réduit; environ 200 grammes furent brûlés pour fournir un échantillon de cendres; de 50 à 100 grammes furent répandues sur un plateau de 12" par 10" et séchés dans un four à 105°C. pendant une heure et le reste fut remis dans la boîte et emmagasiné. La houille sèche fut enlevée du four à l'expiration de l'heure et pendant qu'elle était encore chaude on remplit environ quatorze tubes spécimens, la houille étant prise à différents endroits du plateau au moyen d'une petite spatule. Les tubes furent immédiatement bouchés et placés dans une bouteille qui fut également bouchée, les tubes et la bouteille étant étiquetés avec soin "Houille sèche No.", la date étant également indiquée sur l'étiquette. Deux des tubes spécimens contenaient environ deux grammes chaque, les autres environ 1 gramme la houille provenant des plus gros tubes fut mise en briquettes pour le calorimètres, les autres tubes de houille furent employés pour les analyses régulières un tube neuf étant employé pour chaque détermination. A part des tubes ci-dessus, trois ou quatre tubes d'échantillons de 1 gramme furent remplis de houille provenant directement du moulin à boules; ceux-ci furent placés dans une autre bouteille et étiquetés "Houille brute No."

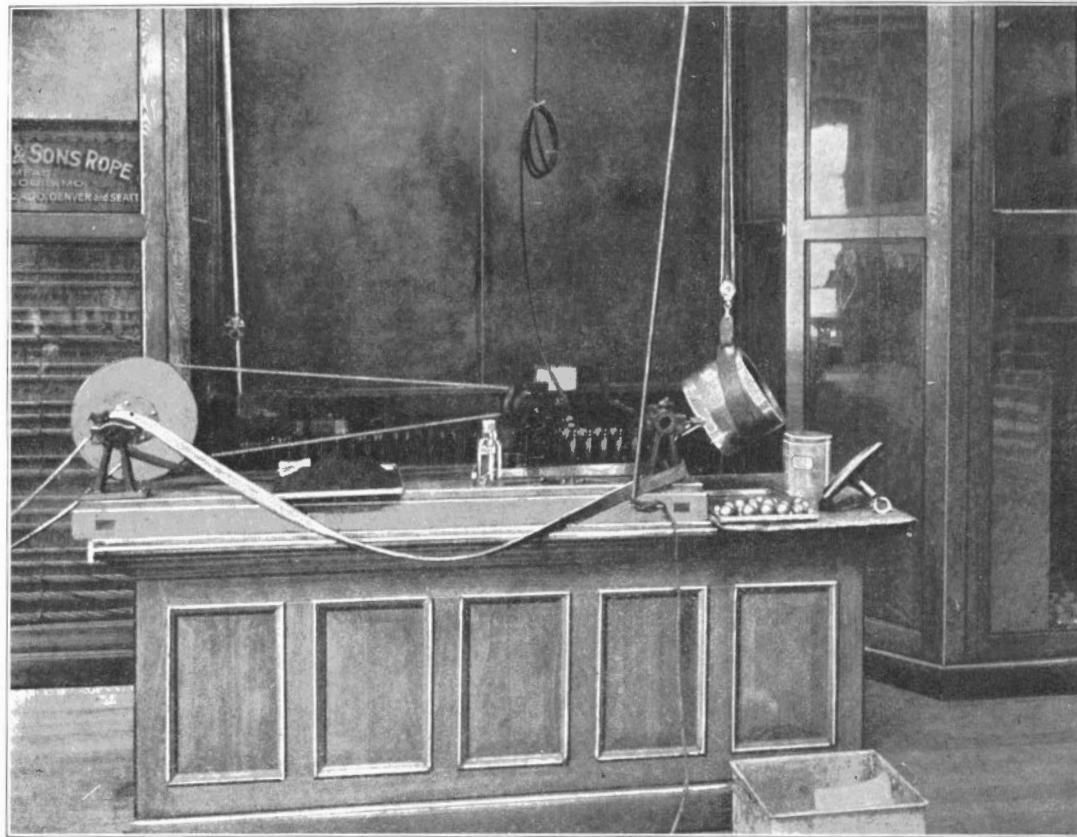
L'échantillon de Mine arriva généralement au laboratoire par express dans une boîte d'échantillon et bien avant le lot principal qui fut envoyé en sacs par fret; après avoir ouvert la boîte la houille fut rapidement passée à travers un broyeur à machoires mis à environ $\frac{1}{4}$ " et ensuite répandu sur un plateau d'environ 12" par 10", pesé et séché dans la boîte de séchage

FEUILLE SERVANT A DEMONTRER LE TRAITEMENT ORDINAIRE DE L'ECHANTILLON PRINCIPAL

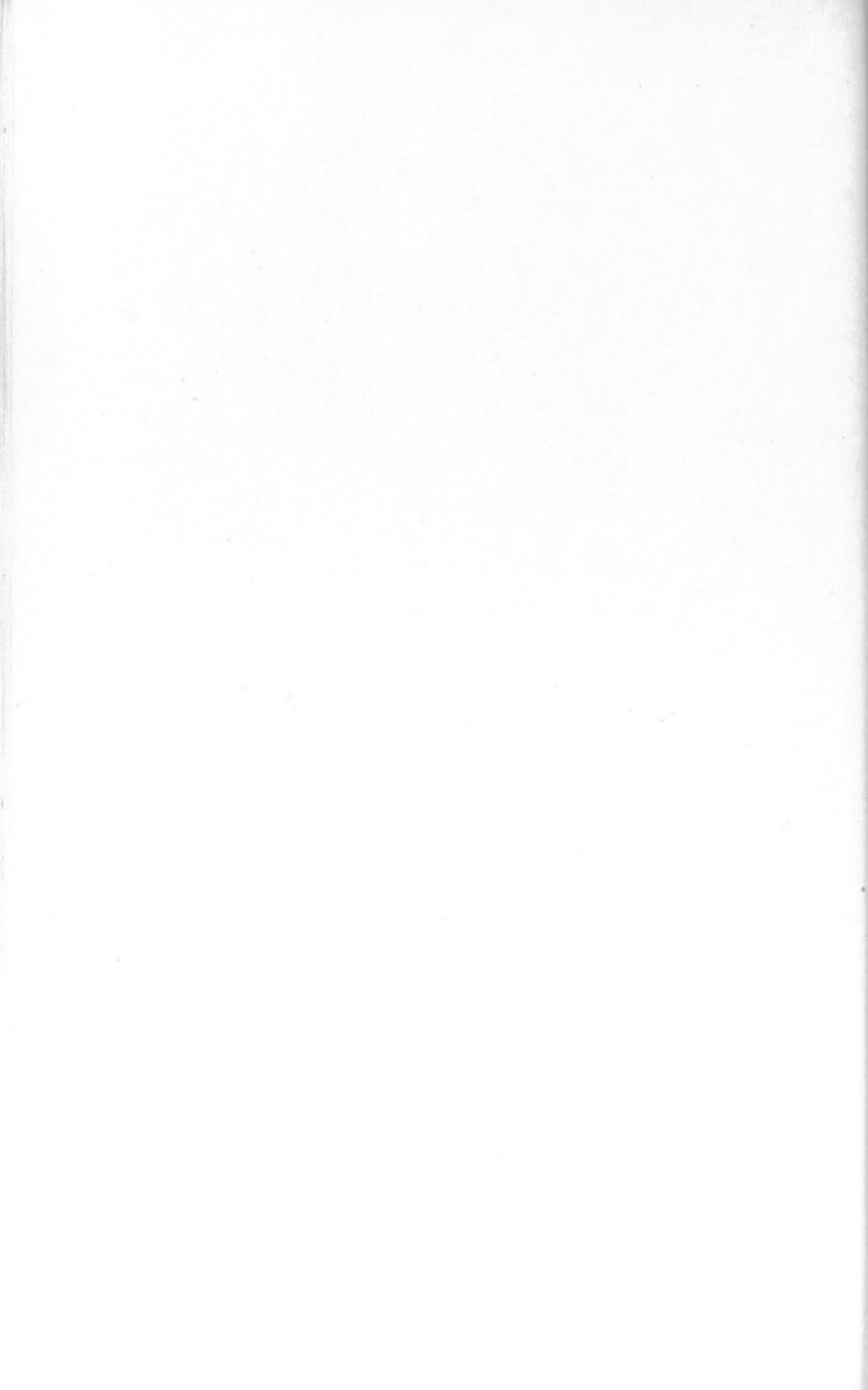




Petit moulin à boulets pour moudre les échantillons. Section des mines et de la préparation des minerais, Université McGill.



Petit moulin à boulets ouvert pour le nettoyage. Section des mines et de la préparation des minerais, Université McGill.



à air ainsi qu'il sera décrit plus loin. La houille séchée à l'air fut toute broyée dans le moulin à boules et les tubes d'échantillons furent remplis avec de la houille séchée à l'air immédiatement après l'ouverture du moulin à boules et avec de la houille sèche provenant d'un plateau de houille obtenue en enlevant la houille séchée à l'air du moulin et après séchage d'une heure dans un four à 105°C.

Echantillons de Houille pour déterminer l'action des éléments.—La manière dont ces échantillons furent traités est décrite dans l'Appendice V, VIème Volume.

Echantillon de Houille Lavée.—On obtint une boîte d'échantillon de houille du produit final de chaque lavage soit en mettant en cones, soit par la division soit par la méthode de la pelle, puis broyé dans le moulin à boules, etc., etc., exactement comme avec l'échantillon principal, excepté que dans certains cas quand une houille était visiblement humide, on la fit sécher au préalable sur un plateau avec une chaleur douce avant de la moudre; l'eau enlevée de cette façon fut déterminée et son poids ajouté à celui trouvé dans l'échantillon principal pour obtenir la totalité de l'eau de l'échantillon d'origine.

L'exemple suivant expliquera les calculs nécessaires:

947 grammes de houille perdirent 87 grammes d'eau dans le séchage préliminaire c'est à dire 9.19 pour cent.

0.9815 grammes de la houille partiellement séchée après être moulue, perdirent 0.0274 grammes d'eau quand on les chauffa pendant une heure à 105° C., c'est à dire 2.79 pour cent.

2.79 pour cent de la houille partiellement séchée équivalent à $2.79 \times \frac{100-9.19}{100}$ pour cent de l'échantillon d'origine, c'est à dire à 2.53%. Par conséquent le total de l'eau dans l'échantillon d'origine est de $9.19 + 2.53 = 11.72$ pour cent.

Des échantillons des différents produits provenant du laveur, et les portions obtenues par les solutions lourdes et les analyses au crible, etc., furent broyés sur une planche ou dans un mortier d'agate au lieu de l'être dans le moulin à boules, et les échantillons broyés furent emmagasinés dans des bouteilles de 2 onces au lieu de l'être dans des tubes spécimens.

Echantillons de Houille provenant des Essais au Générateur et au Gazo-gène.—Ces échantillons furent pris durant le cours d'un essai; une pelletée de houille fut enlevée de chaque lot pesé pour les essais au générateur ou de chaque charge dans le bas des essais au gazogène et placée dans un grand récipient en fer galvanisé avec un couvercle fermant étroitement. A la fin de l'essai l'échantillon tout entier fut envoyé à la salle d'échantillonnage où il fut broyé à $\frac{1}{8}$ " et taillé de façon à remplir une boîte d'échantillon. Cette opération put être accomplie en cinq minutes de façon à rendre inappréciable tout changement dans l'humidité. Cette boîte d'échantillon fut envoyée au laboratoire où il fut broyé dans le moulin à boules, et quelques tubes d'échantillons furent remplis avec de la houille fine provenant directement du moulin. Dans certains cas d'essais au générateur de houille lavée, il fut nécessaire avant de moudre de procéder à un séchage préliminaire, l'humidité enlevée étant déterminée et ajoutée à celle trouvée subséquemment.

Ces échantillons pour les essais au générateur devaient d'abord servir à déterminer l'humidité dans la houille mise au feu, quoique l'on détermina quelquefois aussi la cendre, la matière volatile et le carbone fixe. Les échantillons réguliers de la houille d'origine et de la houille lavée furent d'autant plus recueillis et analysés avec soin que l'on considéra que les résultats obtenus, corrigés d'après l'humidité trouvée dans les échantillons de houille tels que recueillis ci-dessus, seraient plus proches de la véritable analyse de houille que les résultats obtenus du produit d'après toute autre méthode d'échantillonnage possible pendant la durée de l'essai.

Les boîtes d'échantillons dont il est parlé ci-dessus étaient faites de fer étamé solide avec des couvercles à leviers, c.a.d. des couvercles hermétiques du genre communément employé pour les boîtes de peinture; elles avaient 5" de diamètre et 5" de haut et pouvaient contenir environ un kilogramme de houille broyée. Chaque boîte était contenue dans une autre légèrement plus grande avec couvercle à coulisse, le but de cette boîte extérieure étant de protéger la boîte intérieure de tout dommage physique. On découvrit que même ces doubles boîtes n'empêchaient pas complètement les changements d'humidité dans la houille y contenue, mais la perte d'humidité entre la mine et le laboratoire ne pouvait être que petite. Les couvercles des boîtes contenant les derniers échantillons de la mine, parmi lesquels se trouvaient les lignites furent scellés avec de la cire paraffine. Les boîtes d'échantillons furent marquées avec leur numéro au dessous et sur le couvercle des deux boîtes.

Toutes les bouteilles et les tubes spécimens furent fermés par des bouchons imprégnés de cire paraffine.

ÉCHANTILLONS DE CENDRES

Des échantillons réguliers de cendre furent obtenus en brûlant environ 200 grammes de l'échantillon de houille finement broyé sur des plateaux spéciaux dans une fournaise à moufle.

Les échantillons de cendres des essais au générateur et au gazogène furent obtenus en prenant toutes les cendres et le mâchefer enlevés pendant l'essai et en les broyant ou en les divisant d'une façon satisfaisante jusqu'à ce qu'un petit échantillon ait été obtenu qui fut finalement broyé sur une planche de façon à pouvoir passer sur un tamis à maille 80, et envoyé au chimiste dans une bouteille.

ÉCHANTILLONS DE COKE

Des morceaux représentatifs de coke furent choisis, tel que décrit dans la IV^{ème} Partie, Ier Volume; ceux-ci furent broyés à une petite grosseur et écrasés ensuite sur une planche à lessive de façon à passer sur un tamis à maille 80; le produit, qui pesait environ 100 grammes fut placé dans une bouteille, étiqueté et envoyé au laboratoire chimique.

On ne considéra pas désirable de moudre le coke dans un moulin à boules de fer, car l'abrasion tant du moulin que des boules d'acier était tout à fait visible.

ÉCHANTILLONS DE GAZ

Des échantillons provenant des tuyaux à gaz furent pris en arrière du générateur à l'entrée de l'ouverture donnant sur le tuyau conduisant à la cheminée, les détails complets étant donnés dans la VII^{ème} partie. Pour les trente premiers essais au générateur, les gaz des tuyaux furent retirés au moyen d'un tube de fer qui fut plus tard remplacé par un tube d'acier, émaillé à l'intérieur et à l'extérieur et que l'on employa dans tous les essais qui suivirent. Comme certains composés de ces gaz réagissent fortement ensemble quand ils passent sur la surface d'un fer fortement chauffé, le changement en un tube émaillé fut fait dans le but de prévenir tout changement dans la composition du gaz lors de son passage dans le tube d'échantillonnage qui est exposé à la chaleur des tuyaux du générateur.

Pendant l'été de 1907, les analyses des gaz des tuyaux furent faites dans un appareil Orsat-Muncke et le gaz fut aspiré du tuyau dans le tube d'échantillonnage et les tubes qui lui étaient reliés ainsi que par un robinet à trois branches jusque dans l'appareil lui-même. Quand tout l'air avait été déplacé par les gaz des tuyaux, le robinet à trois branches avait été tourné admettant ainsi l'échantillon directement dans le récipient à mesurage de l'appareil. Dans tous les essais subséquents au générateur les gaz furent retirés à travers le tube d'échantillonnage et à travers les autres tubes et un tube en T jusqu'à un épaisseur à jet d'eau. Un couple de deux bouteilles d'aspiration de 500 c.c. représenté sur la Planche LVII, contenant un mélange de parties égales de glycérine et d'eau et reliées ensemble à travers le tube de côté au fond de chaque bouteille par un tube de caoutchouc, furent employées pour recueillir l'échantillon. Une des bouteilles était reliée au tube en T mentionné ci-dessus par le tube en caoutchouc muni d'une pince à ressort; en élevant la seconde bouteille et en ouvrant la pince à ressort, la première bouteille et les tubes qui y étaient reliés furent remplis de glycérine et d'eau jusqu'à la jonction du tube en T au dessus duquel les gaz des tuyaux s'écoulèrent. Un échantillon du gaz fut alors amené dans la bouteille en abaissant la seconde, la pince à ressort fut fermée, le tube disjoint du tube en T et l'échantillon amené au laboratoire. Le gaz fut conservé sous pression en conservant la seconde bouteille sur le dessus jusqu'à ce qu'elle soit transportée à l'appareil d'analyses Randall et Barnhart, toute possibilité d'entrée d'air dans le gaz étant ainsi évitée.

Un mélange de glycérine et d'eau n'a qu'une légère action dissolvante sur les gaz du caractère de ceux essayés et c'est probablement le meilleur substitut au mercure dans l'assemblage des échantillons de gaz.

Les échantillons de Gaz du gazogène furent pris d'un robinet d'arrêt placé sur la conduite principale sur le côté de la pression du souffleur. Des bouteilles d'échantillons à aspiration du genre de celles décrites ci-dessus furent employées, l'échantillon de gaz transporté au laboratoire et de là dans l'appareil d'analyse des gaz; mais la nuit, lorsqu'il ne fut pas

possible de commencer de suite avec les analyses, les échantillons furent recueillis au dessus de l'eau dans des bouteilles de 250 c.c. l'eau étant rejetée autant que possible en dehors des bouteilles qui furent alors bouchées, étiquetées et placées le cou en bas dans un récipient contenant de l'eau. Quand le gaz fut requis pour l'analyse, les bouteilles furent débouchées sous l'eau et le gaz amené dans une bouteille d'échantillon à aspiration au moyen d'un tuyau de conduite en verre suffisamment recourbé.

Les échantillons de Gaz de Fours à Coke furent pris sur le dessus des fours à coke de la Nova Scotia Steel and Coal Co., ainsi que dans les tuyaux entre les fours et la cheminée. Un tuyau de fer ayant une ouverture de $\frac{3}{8}$ " et long de 20 pieds fut placé à travers le trou d'observation dans le dessus de la porte d'un four afin de retirer les gaz du dessus de la charge; un tuyau plus court fut employé pour recueillir les échantillons des tuyaux souterrains, des trous spéciaux étant percés à travers la brique du tunnel pour laisser passer le tuyau. Le gaz fut aspiré à travers le tuyau et les tubes adjoints, ainsi qu'à travers un tube d'échantillons en verre d'une capacité d'environ 20 c.c., au moyen d'une pompe à main en caoutchouc ou de deux grandes bouteilles employées comme aspirateur, cinq litres de gaz étant ainsi retirés. Les tubes à échantillons de gaz avaient la forme de petites éprouvettes cylindriques à liquides, avec un rétrécissement dans le tube de chaque côté de la boule; quand ils furent remplis des gaz requis, ils furent temporairement fermés par des pinces à pression sur les tubes en caoutchouc y reliés, emportés au laboratoire tout proche et immédiatement fermés aux rétrécissements par la flamme du gaz. Quand les échantillons furent requis pour l'analyse, les extrémités des tubes furent brisées dans le mercure dans un auge profonde et le gaz transféré dans les tubes d'analyse en verre dur dans lesquels ils furent enfermés sur le mercure jusqu'à ce qu'ils soient versés dans l'appareil à gaz de Bone et Wheeler; un tube plein de gaz fut suffisant pour au moins deux analyses complètes dans cet appareil.

NUMÉROTAGE DES ÉCHANTILLONS

Par suite du grand nombre d'échantillons de l'une et l'autre sorte qui furent obtenus de la houille prise de chaque houillère spéciale ou de veine échantillonnée, il fut nécessaire d'imaginer un système de numérotage qui pourrait indiquer de suite la relation de chaque échantillon avec son compagnon, tout en préservant son individualité. Le système adopté qui fonctionna très bien peut être expliqué de la manière suivante:

Quand un échantillon régulier ou l'échantillon principal fut pris à la houillère, il fut placé dans des sacs muni d'étiquettes de cuir portant un numéro de série allant de 1 à—; ce numéro fut incorporé dans le numéro du laboratoire se rapportant à tous les échantillons provenant de cette mine.

Un exemple rendra la chose plus claire:—

Supposons que l'échantillon principal de houille soit.....	33
L'échantillon de mine serait numéroté.....	133
L'échantillon final de houille lavée.....	233
L'échantillon de houille provenant de l'essai au générateur de la houille d'origine.....	333
L'échantillon de cendres de la houille d'origine.....	433
L'échantillon de houille de l'essai au générateur de la houille lavée....	533
L'échantillon de cendres de l'essai au générateur de la houille lavée..	633
L'échantillon de houille de l'essai de houille au gazogène.....	733
L'échantillon de cendres de l'essai de houille au gazogène.....	833
Si le reste de la houille d'origine était rééchantillonné à une date ultérieure, l'échantillon de laboratoire qui en résulterait serait..	1033
Un échantillon provenant de l'essai au générateur après ce rééchantillonnage serait.....	1333
Un second lot de houille de la même mine et veine serait.....	2033
Et un troisième lot.....	3033

Si la houille d'origine était par exemple 3, alors l'échantillon de mine serait 103 et ainsi de suite:

Dans certains cas, un échantillon de houille fut envoyé de la mine en deux parties qui furent échantillonnées séparément, puis mêlées et rééchantillonnées; ces trois échantillons furent analysés, mais les essais au générateur, etc., furent faits avec la houille mélangée seulement. Ces deux parties de l'échantillon furent à l'origine distinguées par les étiquettes de celui qui aurait été coupé avec un couteau. Supposons que le No. sur l'étiquette soit 22, alors:—

La houille des sacs ayant leur étiquette entière serait	22
La houille des sacs ayant leur étiquette partagée.....	22SP
Et la houille mélangée.....	22M
Un échantillon de houille provenant de l'essai au générateur de la houille mélangée.....	322M

Les échantillons de houille provenant d'essais avec des solutions lourdes, etc., portèrent le numéro de la houille d'origine, suivi de lettres et de numéros distinctifs.

Les échantillons supplémentaires de houille qui n'avaient pas été compris dans le système d'origine furent numérotés Ex. I, Ex. 2, etc.

Un échantillon de coke produit de la houille 33 s'il provenait d'un:—

Four Otto Hoffman à Sydney serait.....	C1/33
Four à ruches à Bridgeport.....	C2/33
Four Bernard aux mines de Sydney.....	C3/33
Four Bernard à Lille.....	C4/33
Four à ruches à Coleman.....	C5/33

Des échantillons spéciaux de coke furent marqués C1, C2, etc.

Les échantillons furent marqués secs, séchés à l'air ou bruts, suivant le traitement qu'ils avaient ou non reçus.

RECORDS ET CALCULS

Toutes les notes furent conservées ainsi que les poids, etc., et enregistrés par chaque chimiste dans son livre de laboratoire; les calculs nécessaires pour une détermination furent faits d'après les poids et enregistrés dans le même livre. De temps en temps ce travail fut transféré dans le livre régulier des records, un livre séparé étant conservé pour chaque classe de travail; on en garde un par exemple pour conserver la trace des échantillons reçus, un autre pour les déterminations d'humidité et ainsi de suite. On les écrivit avec un crayon dur, des duplicatas étant faits pour être conservés dans les voûtes de l'Université. Il n'y eut que les chiffres d'origine et essentiels qui furent copiés des livres du laboratoire lors du transfert des analyses; toutes les soustractions et autres calculs furent faites de nouveau d'après les données originelles telles que copiées et les résultats furent alors comparés avec ceux précédemment obtenus; cette méthode vérifiant ainsi à la fois la copie des données et l'exactitude des calculs. Quand les premiers calculs furent faits au moyen des logarithmes à quatre chiffres, on se servit d'une règle à coulisse de 10", si possible pour la vérification et vice versa; mais le quatrième chiffre significatif du résultat, si requis, fut toujours enregistré tel que trouvé par les logarithmes. Les résultats obtenus furent également enregistrés sur des feuilles de records, l'une d'elles étant conservée pour chaque houille; on verra la feuille d'échantillon ci-dessous que les résultats des déterminations actuelles sont entrés dans les trois premières colonnes, l'analyse finale telle que rapportée étant donnée dans la dernière colonne. La plupart des déterminations furent obtenues et les calculs faits de façon à donner un chiffre significatif de plus que dans le résultat final rapporté.

TABLEAU XLIV

Rapport de l'analyse de houille—Laboratoire des essais de Houille

UNIVERSITÉ MCGILL, SECTION DU GÉNIE MINIER

	1	2	3	Final
1 ECHANTILLON 27. <i>Mine No. 2, Houillère de Coal Creek, Crowsnest Pass Coal Co., Fernie, C.B. Houille commerciale criblée. Versée sur un crible à secousse de 2" et sur une courroie de triage de 70 pieds courant à 80 pieds par minute.</i>				
2 HUMIDITÉ—Dans l'échantillon de mine, perte sur le séchage à l'air	0.90			0.9 %
3 —perte supplémentaire à 105°C. (221°F.) (cendre dans l'échantillon = 5.13%)	1.34			1.3 %
4 —total de l'humidité	2.23			2.2 %
5 Dans la houille mise dans les générateurs—Essai au générateur No. G. C. T. 37 (cendre dans l'échantillon = 9.41%)	0.97			1.0 %
6 Dans la houille mise dans les gazogènes—Essai au gazogène No.				%
ANALYSE APPROXIMATIVE DE LA HOUILLE SÈCHE				
7 Carbone fixe (par différence)				64.7 %
8 Matière volatile—sur la houille sèche	26.42			26.3 %
9 —dans l'échantillon reçu corrigé pour l'humidité (0.55%)	25.86			%
10 Cendres—houille brûlée dans le manchon ..	8.96			9.0 %
11 —houille brûlée dans le brûleur				%
12 —houille brûlée dans l'oxygène	9.29	9.29		%
ANALYSE DÉFINITIVE DE HOUILLE SÈCHE				
13 Carbone	79.20	79.34		79.3 %
14 Hydrogène	4.41	4.44		4.4 %
15 Soufre—par la méthode d'Eskla	0.47			0.5 %
16 —par la méthode d'Eskla				%
17 —dans les ricures du calorimètre	0.34	0.37		%
18 Nitrogène	1.15	1.17		1.2 %
19 Oxygène (par différence)				5.6 %
POUVOIR CALORIFIQUE DE LA HOUILLE SÈCHE				
20 —par le calorimètre Malher Bomb				cal. par gram.
21 —par le calorimètre Malher Bomb				B.T.U. par liv.
22 —par le calorimètre de Kohler	7691	7667		7,680 cal. par gram.
23 —par le calorimètre de Kohler				13,820 B.T.U. par liv.
24 —par calculs basés sur l'eau à la température atmosphérique				7,690 cal. par gram.
25 —par calculs basés sur l'eau à la température atmosphérique				B.T.U. par liv.
26 PROPRIÉTÉS DE CARBONISATION DE LA HOUILLE				
—Large morceau de houille friable				
PESANTEUR SPÉCIFIQUE DE LA HOUILLE				
27 —apparente				
28 —réelle				
MATIÈRE COMBUSTIBLE DANS LA CENDRE SÈCHE				
29 —de l'essai au générateur No. G.C.T.37 ..	25.5			25.5 %
30 —de l'essai au gazogène No.				%
POINT DE FUSION DE LA CENDRE				
31 —degrés centigrades				°C
32 —degrés Fahrenheit				°F
33 AUTRES ANALYSES* <i>Proportion FC/VM..</i>				2.46
<i>Proportion C/H</i>				18.0
REMARQUES	CHIMISTE			

HOUILLE SÉCHANT A L'AIR

La quantité d'eau incluse dans la houille quand elle est achetée et vendue est d'habitude un item important. Différents lots de houille provenant de la même mine et de la même veine sont sujets à posséder une dose d'humidité qui diffère considérablement suivant les conditions climatiques. En même temps, cependant, il semble qu'il y ait pour chaque houille particulière un chiffre défini vers lequel le pourcentage d'humidité quand la houille est exposée à l'air, mais protégée de la pluie; ce chiffre peut être décrit comme le pourcentage d'eau dans la houille séchée à l'air. Comme ce pourcentage n'est qu'approximativement constant il augmente lors des temps humides et diminue dans les temps secs—on crut nécessaire d'établir, comme méthode étalon de séchage à l'air, une méthode qui serait indépendante des variations des conditions atmosphériques. La méthode que l'on décida de suivre consistait à exposer la houille à l'air humidifié au moyen d'une solution de chlorure de calcium d'une pesanteur spécifique 1.30, jusqu'à ce qu'elle cesse de perdre du poids et il est reconnu que la houille séchée à l'air est une houille qui a été traitée de cette façon.

La solution de chlorure de calcium de la force ci-dessus a une pression de vapeur qui est approximativement de 0.58 fois celle de l'eau, ce qui fait que l'air se tient en contact avec la solution à une humidité de 58 pour cent qui n'est pas affectée par les petits changements de température. 58% d'humidité fut choisi comme la condition atmosphérique moyenne.

Ce procédé de séchage à l'air ne servit qu'avec les échantillons de mine envoyés directement dans de doubles boîtes tel que décrit ci-dessus. Les boîtes furent ouvertes et la houille rapidement broyée à une grosseur de $\frac{1}{4}$ " dans un broyeur à mâchoires, répandue sur deux plateaux de 12" \times 10" et pesée; les plateaux furent ensuite placés dans une boîte spéciale faite de façon à être assez imperméable dans laquelle de petites lattes prirent la place de rayons pour permettre la libre circulation de l'air et dans laquelle furent également placés un certain nombre de plateaux contenant des morceaux de pierre ponce dans une solution de chlorure de chaux (pesanteur spécifique 1.30 déterminée à 15°C.) Voir Planche LIV. Les plateaux de houille furent pesés de temps en temps; on trouva en général qu'ils perdaient du poids pendant environ une semaine ou dix jours et ils recommencèrent ensuite à gagner légèrement, ce gain étant probablement dû à l'oxidation; la perte maxima fut considérée comme provenant de l'eau perdue pendant le séchage à l'air. La houille séchée à l'air fut broyée dans le moulin à boules et l'humidité laissée dans l'échantillon broyé déterminé comme à l'habitude. On trouva que certaines lignites ne donnaient pas un minimum de poids comme ci-dessus, même après six semaines, ce qui fait que le séchage à l'air fut arrêté quand le degré de perte devint presque nul, mais les résultats obtenus avec des houilles à grande humidité ne paraissent pas être très consistents.

La houille telle que chargée dans les générateurs ou les gazogènes (excluant les houilles lavées et les lignites) est ordinairement décrite comme

de la houille sèche. Un examen de 35 houilles montra que la moyenne de l'eau dans la houille telle que chargée dans le générateur était de 2.14 pour cent et dans les échantillons correspondants de mine séchés à l'air de 1.95 pour cent; vingt de ces houilles avaient une moyenne de 1.72% d'eau telles que chargées dans le gazogène et 1.60% dans les échantillons correspondants de mine séchés à l'air. La proportion est assez rapprochée, mais en même temps les chiffres donnés montrent que l'eau laissée dans la houille séchée à l'air telle que ci-dessus est approximativement la même que celle trouvée dans ce que l'on peut appeler la houille commerciale sèche. L'humidité moyenne dans les 35 échantillons de mine tels que reçus et avant le séchage à l'air était de 2.94%, la perte moyenne dans le séchage à l'air ayant ainsi été de 1.0 pour cent.

MÉTHODES ANALYTIQUES ET RÉSULTATS DÉRIVÉS

REMARQUES GÉNÉRALES

L'outillage du laboratoire comprenait les appareils suivants qui ne sont pas décrits dans toute autre partie de ce rapport: une balance de Sartorius et des poids; un mortier à moudre en agate mu par la force motrice; un four à air chaud spécialement construit; un hygromètre de Mason; une plaque chaude chauffée au gaz; une plaque chauffée à l'électricité; et les appareils et accessoires d'un laboratoire chimique. Aucun de ces appareils n'a besoin d'être décrit, excepté le four dont les dimensions intérieures étaient d'environ 24" × 12" × 12" avec six rayons, chauffé au gaz dans les côtés et disposé de façon à ce que l'air qui entrait par le fond passe au dessus de chaque rayon dans l'ordre avant de s'échapper par les trous pratiqués dans le toit. La température dans le four fut réglée au moyen d'un régulateur à pression à gaz "Modèle A", voir Fig. 50 (décrit dans un document lu par E. Stansfield devant la Société Farady, le 2 mai 1911).

On trouva qu'il était absolument impossible d'être consistant dans l'emploi des unités; certains appareils chimiques sont gradués et catalogués par les marchands en unités métriques et d'autres en unités anglaises. On pensa qu'il n'était pas nécessaire de donner les équivalents dans chaque cas car les unités données dans ce rapport sont celles qui sont d'un emploi le plus commun dans ce cas particulier, ex. un tube de combustion avec ouverture de 18mm. dont on parle en même temps qu'un tuyau en U de 6". Les chimistes emploient presque exclusivement les mesures et les poids métriques; mais les résultats qui doivent servir aux ingénieurs sont ordinairement rapportés en unités Britanniques.

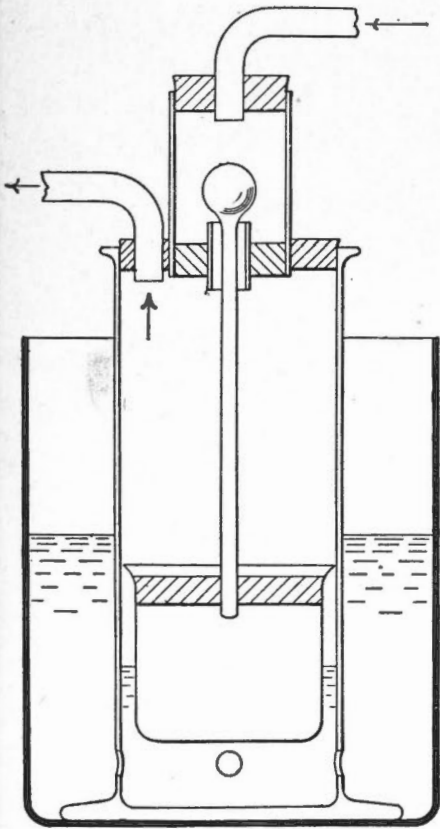
Quand des portions d'échantillons de houille requis pour toute détermination sont pesés d'une bouteille dans une grande cuiller, ou peut prendre un poids déterminé (p. ex. 1 gram.) mais on s'expose à un changement de l'humidité dans l'échantillon pendant le pesage et spécialement avec des houilles riches en soufre et en cendres, il y a danger que la matière plus lourde ne s'accumule au fond de la bouteille d'échantillon, ce qui fait que

l'on ne peut obtenir une portion représentative. Si l'échantillon est mélangé sur une feuille de papier avant d'en enlever une partie pour être analysée, on obvie à ce dernier danger, mais on s'expose davantage au changement d'humidité; et comme l'échantillon tout entier est ainsi exposé à l'air chaque fois qu'une portion est enlevée pour l'analyse, la différence entre la proportion d'humidité de la première et de la dernière portion peut être considérable. C'est afin de surmonter les difficultés ci-dessus que l'on adopta la méthode consistant à remplir un grand nombre de tubes spécimens avec l'échantillon. L'échantillon fut bien mélangé ainsi qu'il a été précédemment décrit, et chaque tube fut rempli d'une portion représentative; on se servit d'un nouveau tube pour chaque détermination et son contenu fut pesé sans être trop exposé à l'air. Quand une portion de l'échantillon fut requise pour une analyse, on prit un tube d'une dimension suffisamment grande, on l'essaya, on le pesa, la houille fut versée dans le récipient et le tube fut immédiatement rebouché et repesé, la différence dans le poids donnant le poids exact de la houille enlevée; il fut naturellement impossible de prendre un poids prédéterminé de l'échantillon. La méthode ci-dessus fut employée pour tous les échantillons réguliers de houille; mais pour les échantillons de coke et de cendres et pour les échantillons de houille moins importants, la méthode de pesage d'une bouteille dans une grande cuiller fut employée. Pour éviter la répétition d'explications, la phrase "un gramme de l'échantillon fut pris" a été employée dans ce rapport pour signifier à la fois le pesage d'exactlyment un gramme dans une cuiller et l'emploi du contenu d'un tube d'échantillon d'approximativement 1 gramme; le poids exact de ce dernier fut, naturellement employé pour faire les calculs nécessaires pour la détermination en question.

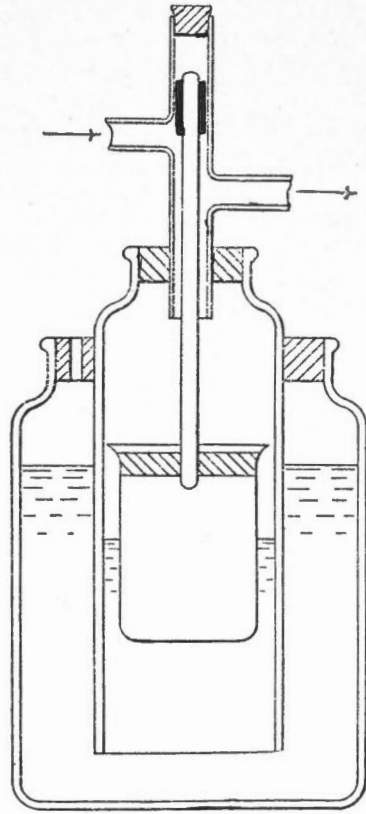
Quand un combustible est brûlé dans un calorimètre ordinaire, les produits de la combustion sont refroidis aux températures ordinaires et ils rendent ainsi toute la chaleur disponible. Dans un générateur à vapeur ou dans une machine à gaz, les produits de la combustion s'échappent toujours à une température supérieure à celle de l'eau bouillante; ainsi la chaleur sensible des gaz est perdue ainsi que la chaleur latente de vaporisation de toute vapeur présente. La chaleur sensible perdue variera avec les conditions mais comme la chaleur latente de la vapeur est une quantité définie et tout à fait considérable et est presque inévitablement perdue, elle est souvent soustraite de la valeur calorifique du combustible, le résultat étant appelé net ou inférieur pour le distinguer de la valeur calorifique déterminée qui est appelée grosse ou supérieure. La grosse valeur calorifique d'une houille peut être définie comme la chaleur émise par la combustion complète d'une unité de poids (ou volume) quand les produits de la combustion sont refroidis à des températures ordinaires. Dans tout ce rapport, on ne donne que les grosses valeurs excepté dans le cas des valeurs calorifiques des gaz calculée d'après les analyses alors que les deux valeurs sont données. Si la chaleur latente de la vapeur aux températures ordinaires est prise comme étant 596 calories par gramme (ou 1073 U.T.B. par livre) alors 6 calories par gramme (ou 11 U.T.B. par livre) doivent être



Appareil de séchage, laboratoire chimique. Section des mines et de la préparation des minerais, Université McGill.

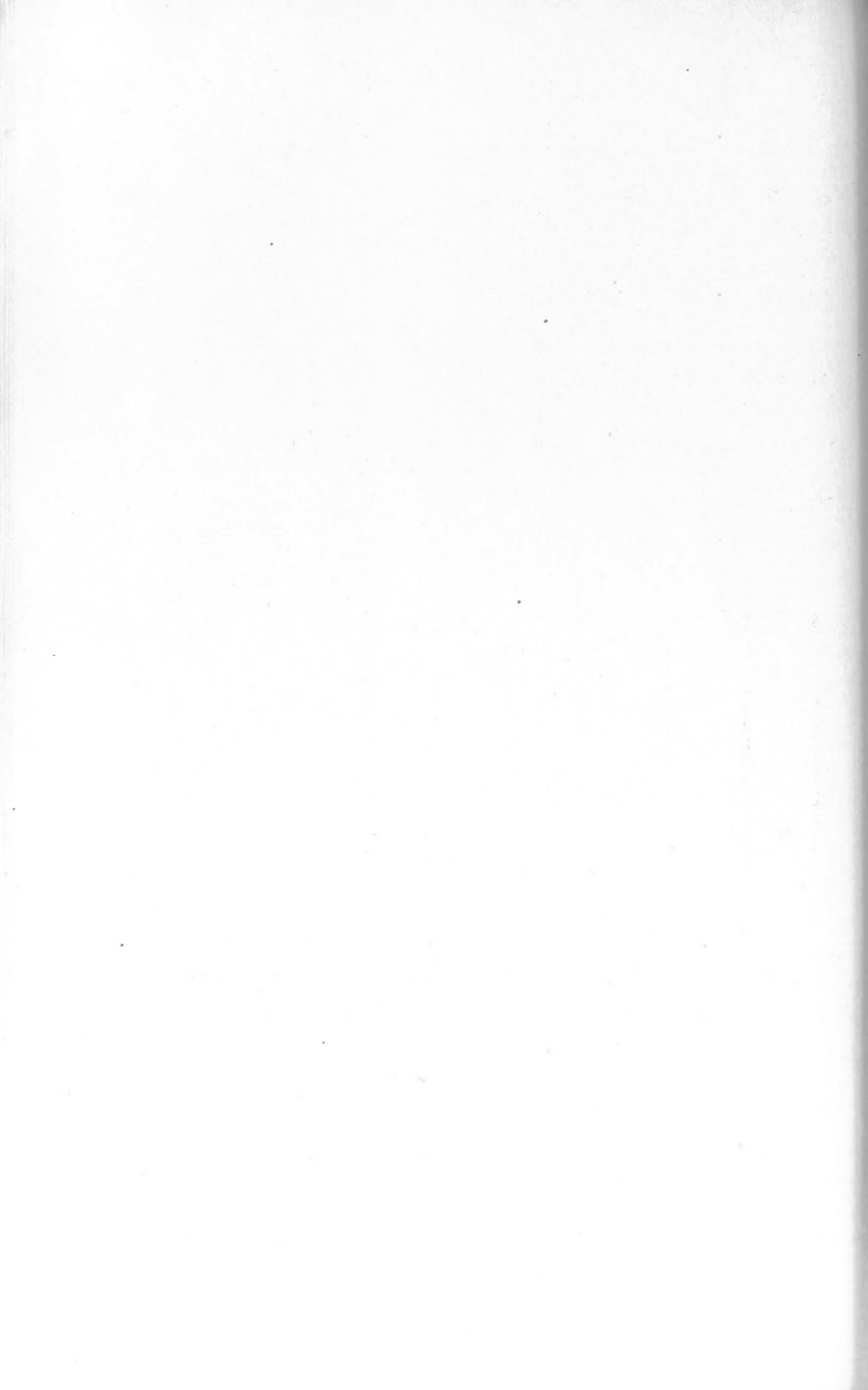


MODÈLE A.



MODÈLE B.

Fig. 50. Régulateurs à pression de Stansfield.



soustraites de la grosse valeur calorifique de la houille pour chaque pour cent d'eau qu'elle contient quand elle est brûlée et 53 calories par gramme (ou 96 U.T.B. par livre) pour chaque pour cent d'hydrogène qu'elle contient (autre que l'hydrogène de l'eau) afin d'obtenir la valeur calorifique nette.

Un exemple montrera la méthode de calculs et la magnitude de correction que l'on peut obtenir.

La houille No. 14, quand elle est sèche contient 4.8% d'hydrogène et a une grosse valeur calorifique de 6750 calories par gramme. Telle mise dans le générateur elle contenait 7.3 pour cent d'eau; son contenu d'hydrogène était par conséquent $4.8 \times \frac{100-7.3}{100}$ c'est à dire 4.5 pour cent (sans compter l'hydrogène dans l'eau), et sa grosse valeur calorifique $6750 \times \frac{100-7.3}{100}$ c'est à dire 6258 calories.

La correction pour l'eau dans la houille est $7.3 \times 6 = 44$ calories.

La correction pour l'hydrogène dans la houille est $4.5 \times 53 = 239$ calories.

Total 283 calories.

$6258 - 283 = 5975$

La valeur calorifique grosse de la houille telle que mise dans le générateur est par conséquent de 6260 calories et la valeur net de 5980 calories par gramme ou $4\frac{1}{2}$ pour cent de moins.

Pour les combustibles solides, les valeurs calorifiques sont données à la fois en calories par gramme et aussi en U.T.B. par livres; pour les combustibles gazeux elles sont données en U.T.B. par pieds cubes du gaz mesuré humide à 60°F et sous une pression de mercure de 30".

Les poids Internationaux Atomiques courants ont été employés dans tout le travail (oxygène = 16.00.)

HUMIDITÉ

On chauffa, refroidit et pesa un creuset ou une capsule de porcelaine, on prit un gramme de l'échantillon et on le plaça dans le creuset qui fut alors chauffé dans un four à air chaud à 105°C (221°F.) pendant une heure. A la fin de l'heure, le creuset fut transporté dans un déséchoir, où il put se refroidir au dessus d'acide sulphurique très forte; une fois froid il fut de nouveau pesé et recouvert durant le pesage par une plaque de verre à contrepoids. La différence entre le poids final et le total des poids d'origine du creuset et la houille ou le coke est la perte en poids due à l'eau qui a été chassée et d'après cela, le pourcentage d'humidité dans l'échantillon peut être calculé.

CARBONE FIXE ET MATIÈRE VOLATILE

La matière volatile dans la houille fut déterminée en chauffant un gramme de l'échantillon dans un creuset en platine de 20c.c. ayant un couvercle bien ajusté pendant sept minutes au dessus de la flamme d'un brûleur en porcelaine Chaddock; la perte dans le poids représenta la matière volatile. Le creuset était supporté par un triangle en platine s'appuyant sur le dessus d'une cheminée en argile réfractaire; le triangle étant environ à 9cm. au dessus de l'orifice du brûleur; le creuset était

entouré d'une cheminée de fer, garnie d'asbestos, ayant 3-4 cm. en hauteur, et 7 cm. de diamètre. La flamme libre du brûleur avait environ 20 cm. de haut, l'approvisionnement d'air étant disposée de telle façon que le cône intérieur de la flamme ne touche pas le creuset; l'extérieur du couvercle brûlant toujours tandis que l'intérieur était toujours recouvert de charbon.

Le carbone fixe fut calculé en soustrayant de 100 le total de pourcentage de matière volatile et de cendres.

La méthode ci-dessus est pratiquement celle qui est recommandée par l'American Chemical Society, avec cette exception que la houille sèche est employée dans ce cas au lieu de houille non sèche. Ce n'est qu'en 1909 deux ans après que la méthode ci-dessus fut adoptée que l'on reconnut dans le monde entier la méthode de l'American Chemical Society. Cette dernière méthode est décrite ainsi qu'il suit: Matière Volatile Combustible-Placez un gramme de houille fraîche, non sèche, en poussière dans un creuset en platine pesant 20 ou 30 grammes et ayant un couvercle fermant juste. Chauffez au dessus de la flamme totale d'un brûleur Bunsen pendant 7 minutes. Le creuset devrait être supporté par un triangle de platine avec le fond de 6 à 8 cm. au dessus de la partie supérieure du brûleur. La flamme devrait avoir 20cm. de hauteur alors qu'elle brûle en toute liberté, et la détermination devrait être effectuée dans un endroit libre de courants d'air. La surface supérieure du couvercle devrait brûler proprement, mais la surface intérieure devrait rester couverte de carbone. Pour trouver la "Matière Volatile Combustible" soustrayez le pourcentage d'humidité de la perte trouvé ici."¹

Les méthodes ci-dessus ne sont pas appropriées aux échantillons riches en matière volatile tels que les lignites ou la tourbe, car l'échappement rapide des gaz force la matière solide à être jetée hors du creuset. On donna aux lignites sept minutes avant de les chauffer, exactement comme les échantillons de houille, à cette exception que le chauffage fut très doux au commencement jusqu'à ce que la plupart de la matière volatile ait été chassée. Quelques houilles firent explosion lorsqu'elles furent chauffées par la méthodes régulière et durent être traitées comme les lignites.

Les méthodes ci-dessus ne sont également pas appropriées au coke qui n'engendre pas suffisamment de gaz pour exclure l'air du creuset pendant le procédé de chauffage; il y a en conséquence une perte inévitable de coke par oxidation qui ne doit pas être créditée à la matière volatile. On essaya un certain nombre de méthodes, vieilles et nouvelles. Le résultat de ces essais est donné dans l'Appendice V, VIème Volume et celui qui fut finalement adopté est le suivant:

On chauffa, refroidit et pesa un récipient en porcelaine rempli de coke broyé de façon à passer sur un crible à maille 80; il fut alors séché dans un four pendant une heure à une température variant entre 105° et 115°C, refroidi et repesé; l'augmentation de poids étant celle de la houille sèche enlevée. Le récipient fut alors allumé pendant 15 minutes à une tempé-

¹ Jour. Ame. Chem. Soc. XXIème Vol. (1899) p. 1122.

rature d'environ 90° dans une atmosphère de nitrogène dans un tube de combustion en platine. Une fois froid, le récipient fut repesé et la perte de poids prise comme matière volatile.

Le tube de platine avait environ 12" de long et $\frac{1}{2}$ " de diamètre avec de longs capuchons de platine à chaque extrémité auxquels on pouvait attacher des tubes de caoutchouc. Une fournaise de combustion à vingt brûleurs fut employée pour le chauffage; on n'alluma que les brûleurs allumés sous le tube et le robinet de ces brûleurs ayant été ajusté de façon à donner une flamme appropriée ne fut jamais changée; la pression du gaz à la fournaise fut maintenue à 1.6" au moyen du régulateur à pression de Stansfield, Modèle B, voir Fig. 30. La température à laquelle le tube fut chauffé dans ces conditions fut déterminée au moyen d'un pyromètre optique de Morse qui l'évalua à approximativement 900°C: une pression de gaz de 1" donna une température de 810°C et de 2" donna 922°C. Les extrémités du tube furent protégées des flammes en passant à travers des morceaux d'asbeste et les capuchons furent maintenus refroidis au moyen de linges les environnant sur lesquels de l'eau était répandue au moyen d'une petite bouteille à syphon. Les récipients de porcelaine avaient 4" de long et $\frac{1}{4}$ " de large et contenaient environ 0.6 gramme de coke; de plus grands récipients eussent été préférables mais ceux-ci furent les plus grands que l'on put faire entrer dans le tube de platine. Le nitrogène fut engendré par le chauffage d'une solution de poids égaux de nitrate de soude et de chlorite d'ammoniaque et fut emmagasiné dans un grand récipient à gaz en cuivre pesé de façon à donner environ 5" de pression d'eau. Le nitrogène fut purifié en passant sur du phosphore jaune et à travers de l'acide sulfurique fort; tout oxyde de nitrogène présent fut enlevé au moyen d'une spirale de cuivre réduit placée dans un récipient de porcelaine à l'extrémité de devant du tube de platine. Dans chaque expérience deux récipients contenant du coke sec et un plus petit récipient contenant le cuivre réduits furent placés dans le tube; un courant modéré de nitrogène passa pardessus pendant deux minutes, le gaz s'échappa à l'arrière par un tube de verre qui plongea sous une surface d'acide sulfurique fort. Le courant de nitrogène fut alors réduit en un courant lent et la fournaise fut allumée; au bout de quinze minutes la chaleur fut supprimée et les portes de la fournaise ouvertes de façon à faire refroidir le tube; dix minutes après on arrêta le courant de nitrogène et cinq à dix minutes après le récipient de porcelaine fut assez froid pour être enlevé et pesé. La spirale de cuivre était en général oxidée, ce qui fait qu'on la remit à neuf entre les essais en la chauffant à rouge et en la jetant dans un tube d'essai contenant quelques gouttes d'alcool.

CENDRES

On prit un gramme de l'échantillon et on le plaça dans un creuset préalablement pesé qui fut placé dans une fournaise à manchon chauffée au gaz, tranquillement au commencement et peu à peu plus fort jusqu'à

ce qu'elle devienne tout à fait rouge. Un chauffage d'une heure fut généralement suffisant pour brûler la houille; mais afin d'obtenir une combustion complète on fit généralement un chauffage de deux à trois heures. Le manchon avait un trou à l'arrière et la porte resta légèrement ouverte. Le creuset fut alors transporté dans un desséchoir, refroidi et pesé; le poids des cendres restant fut ainsi déterminé.

Dans le cas d'échantillons de rebut (cendre et mâchefer) provenant du générateur ou du gazogène, on suivit le même procédé; mais dans ce cas le pourcentage de la perte due à l'ignition de l'échantillon dans le manchon fut rapportée comme matière combustible de rebut.

La quantité de cendres fut quelquefois aussi déterminée en brûlant la houille dans un creuset sur un brûleur Bunsen; la méthode du manchon, cependant, fut préférée, car les résultats semblaient plus précis; douze creusets pouvaient être chauffés à la fois et le chauffage initial fut réglé plus facilement, ce qui fait qu'il y avait moins de risques que la houille soit rejetée hors du creuset par une combustion trop soudaine.

CARBONE ET HYDROGÈNE

On adopta la méthode habituelle pour la détermination du carbone et de l'hydrogène dans la houille. Une quantité de houille est brûlée dans courant d'oxygène dans un tube de verre dur chauffé dans une fournaise à combustion; les produits de la combustion sont alors passés sur de l'oxyde de cuivre fortement chauffé pour compléter leur oxidation et sur du chromate de plomb légèrement chauffé qui retient le soufre. L'eau et le dioxyde de carbone ainsi produits sont réunis en absorbents appropriés et pesés. Le poids de l'hydrogène dans la houille est calculé à 0.1119 ($\log = 1.0487$) fois celui de l'eau produite et le carbone à 0.2727 ($\log 1.4357$) fois le dioxyde de carbone.

On apporta deux modifications importantes à la méthode générale; la première de ces modifications était celle pratiquement adoptée par le Prof. N. W. Lord pour l'United States Coal Testing Plant de St. Louis.¹ On se servit d'une fournaise à combustion avec brûleur Bunsen pour chauffer un tube de combustion en verre Bohemian ou Jena de 100 cm. de long et d'un diamètre extérieur de 20 mm. dans lequel il y avait à partir de l'extrémité extérieure (là où les produits de la combustion quittent le tube): (1) un tampon détaché de 1½ cm. de long, formé d'une spirale de gaz de cuivre placée à 6 cm. de l'extrémité; (2) 14 cm. remplis de gros morceaux de chromate de plomb fondu; (3) un second tampon de gaze de cuivre après lequel se trouvait un espace de 38-40 cm. à l'entrée de l'ouverture intérieure dans laquelle se trouvait une spirale de gaze de cuivre d'environ 5 cm. de long. Le tube s'avancait d'environ 10 cm. au delà de chaque extrémité de la fournaise et était fermé aux deux extrémités par des arrêts en caoutchouc bien adaptés, a simple trou qui étaient protégés de la chaleur de la fournaise par des treillis d'asbeste. L'oxygène et l'air furent fournis

¹U. S. Geological Survey. Prof. Paper 48 (1906) p. 184.

par des récipients à gaz et furent purifiés en passant à travers un appareil à sécher de Traubers qui consistait d'une bouteille contenant de l'acide sulfurique fort, et d'une autre contenant une solution de un à un de potasse caustique, ainsi que d'un tube de 13" dont la première partie était remplie de soude granulée et la seconde de chlorure de chaux granulé; cette partie de matières purificatives était mise en double de façon à ce que l'oxygène put passer à travers une moitié et l'air à travers l'autre. Les deux moitiés étaient reliées par un tube en T à un tube en verre à robinet d'arrêt, dont une extrémité passait à travers l'arrêt en caoutchouc et se rendait jusque dans l'entrée du tube de combustion.

Les matières absorbantes à l'extrémité extérieure du tube de combustion se composaient d'un tube en U de 6" Marchand rempli de chlorure de chaux pour absorber l'humidité et d'une bulbe à potasse Geissler ou Geisler Wetzler avec tube spécial contenant du chlorure de chaux pour absorber le dioxyde de carbone. Après que le tube Marchand en U eut été rempli de chlorure de chaux, la partie ouverte fut scellée et un jet de dioxyde de carbone passa à travers pendant une heure afin de convertir tout oxyde présent en carbonate; le dioxyde de carbone fut chassée avec l'air sec avant que le tube ne fut employée. Un tube supplémentaire fut passé à travers le bouchon extérieur du tube de combustion une bulbe entre celui-ci et la partie du tube en U emmagasina la plupart de l'eau produite et comme celle-ci fut secouée et bouillie en dehors de la bulbe à la fin de chaque expérience, une dose de chlorure de calcium (environ 35 grammes) fut suffisante pour un grand nombre de déterminations; le tube de l'autre côté fut relié avec la bulbe de potasse par un tube en caoutchouc, entouré de fil de fer durant chaque expérience. Le tube en U et les bulbes à potasse furent munies lorsqu'elles n'étaient pas employées de capuchons à leurs extrémités formés de tubes de caoutchouc munis de tampons en verre, elles furent pesées auparavant ainsi qu'après chaque expérience et furent laissées au moins un quart d'heure dans la balance avant chaque pesage; les capuchons du tube ou de la bulbe furent enlevés; les extrémités où s'étaient trouvés les capuchons de caoutchouc avaient été soigneusement nettoyées et le tout brossé avec un pinceau avant d'être placé dans le plateau de la balance. Quelquefois elles furent pesées seules et d'autres fois, chacune d'elle fut pesée contre un faux tube ou une bulbe et la différence de pesanteur fut enregistrée.

Aux matières absorbantes succédaient un tube final de poussière de soude relié à une bouteille Marriott qui fournissait un pouvoir constant de succion. La succion était ajustée pour être presque mais non suffisamment forte pour tirer l'air à travers l'appareil tout entier; l'air ou l'oxygène étaient alors fournis aux matières purificatives sous une légère pression de façon à ce qu'ils puissent passer à travers l'appareil tout entier et comme l'intérieur du tube de combustion se trouvait sous une légère succion il y avait moins de danger de fuites qu'il y en aurait eu sous pression. Quand les matières absorbantes ne se trouvaient pas en position, le tube de garde était employé pour protéger l'extrémité de sortie contre le tube de combustion.

Avant que toute expérience ne soit faite avec le tube de combustion, on le chauffa fortement, et on fit passer à travers un jet d'oxygène de façon à brûler toute matière organique provenant du tube ou de son contenu. L'appareil entier fut aussi examiné au sujet des fuites.

Dans l'une des expériences cette partie du tube contenant de l'oxide de cuivre fut également chauffée à blanc à l'exception de quelques rares centimètres que l'on laissa à froid et la partie contenant le chromate de plomb fut chauffée au rouge à peine visible. Dans l'intervalle le tube au chlorure de chaux et la bulbe à potasse furent pesés et mis de côté et un récipient de platine ou de porcelaine qui avait été chauffé et refroidi fut pesé et chargé d'environ 0.2 gramme de l'échantillon à analyser: le tube d'échantillon contenant la houille fut pesé et une quantité suffisante de houille fut versée dans le récipient appuyé sur un bouchon muni d'une entaille à coulisse de façon à s'adapter au récipient et il fut recouvert d'une feuille d'étain; le tube fut immédiatement rebouché, le récipient placé dans un desséchoir et le tube repesé; la différence de pesanteur étant le poids exact pris pour l'analyse. Quand le tube de combustion fut proprement chauffé, les matières absorbantes furent reliées à l'extrémité de sortie, le bouchon d'intérieur fut enlevé, la spirale de cuivre fut temporairement enlevée et placée sur un verre propre et le récipient à houille introduit et poussé presque jusqu'au tampon placé près de l'oxyde de cuivre; la spirale de cuivre fut alors remise en place ainsi que le bouchon. Un courant lent d'oxygène fut alors envoyé à travers l'appareil tout entier; les brûleurs à l'extrémité d'entrée du tube furent alors allumés mais jusqu'à ce que la spirale de cuivre fut chauffée à vif, on ne laissa pas passer de chaleur près du récipient. La partie la plus critique de l'expérience consiste dans le chauffage gradué de la houille dans le récipient afin de faire partir la matière volatile. Cela doit être fait très tranquillement, car autrement le méthane et les autres hydrocarbures pourraient s'échapper du tube sans être brûlés; le chauffage fut fait en allumant progressivement les brûleurs sous le récipient en l'approchant des deux côtés avant d'allumer aucun brûleur sous lui; les flammes furent maintenues très basses au début puis grandirent petit à petit et finalement quand les flammes furent entières, les briques dans cette partie de la fournaise furent fermées une par une de façon à augmenter la température. Si l'expérience est proprement conduite il ne doit y avoir à aucun moment plus qu'une succession tranquille de bulles à travers la bulbe à potasse. Quand toute la matière volatile eut été chassée, le courant d'oxygène fut légèrement augmenté et maintenu jusqu'à ce que le coke laissé dans le récipient fut complètement brûlé: les progrès de la combustion purent être observés en observant l'éclat du feu dans le récipient; la chaleur fut réglée dans son intensité au moyen de l'oxygène et on ne la laissa pas devenir trop grande de façon à éviter la fusion des cendres. L'oxygène fut supprimé quelque cinq ou dix minutes après que la combustion eut semblé complète et l'on fit passer de l'air jusqu'à ce qu'il ne reste plus que l'air dans les matières absorbantes; chaque centimètre cube d'oxygène qui n'est pas remplacé par de l'air dans

le tube d'absorption le fait peser $1\frac{1}{2}$ de dixième de milligramme de trop. Le courant d'air fut très léger au commencement, mais fut augmenté ensuite; on retira environ un litre d'air en une heure. Pendant la dernière partie de l'expérience on fit en sorte que toute humidité qui s'était condensée dans la partie froide du tube fut renvoyée dans le tube de chlorure de chaux; s'il était nécessaire, cette partie était chauffée au moyen d'une brique chaude. La diffusion de l'eau, etc., dans l'extrémité d'entrée du tube au-delà de la spirale de cuivre, mise là pour arrêter cette diffusion, fut toujours empêchée si possible; mais si l'eau se condensait là, elle fut toujours rejetée en avant au moyen d'une brique chaude.

A la fin de l'expérience, on retourna les brûleurs sous l'extrémité d'entrée; les matières d'absorption ne furent plus reliées aux autres parties et les capuchons furent mis sur les tubes qui furent alors placés dans la boîte de la balance avant d'être pesée; le récipient fut alors enlevée et mis dans un desséchoir prêt à peser afin de déterminer le poids de la cendre restant.

La fournaise fut alors prête pour une autre détermination, et si dans l'intervalle une seconde série de tubes d'absorption avait été préparée et pesée, ainsi qu'un autre récipient de houille pesé, on recommençait de suite.

On prit de une à deux heures pour amener la fournaise à la chaleur voulue après que le récipient eut été introduit; pendant une heure supplémentaire l'oxygène passa à pleine chaleur et ensuite l'air passa pendant une heure pour enlever l'oxygène. Deux combustions complètes avec une seule fournaise nécessitèrent en général huit ou neuf heures, mais avec deux fournaises, un opérateur ne requit pas beaucoup plus de temps pour faire quatre déterminations.

On trouva qu'une analyse de lignite requérait beaucoup de soin au début du chauffage; il n'en était pas de même avec le coke ou l'antracite.

W. Pollard, de la Commission Géologique d'Angleterre et de Galles recommande que le récipient reste sur un morceau de feuille de platine dans le tube de combustion; "cela empêche toute possibilité de collage au tube et diminue la possibilité d'adhésion de tout oxyde de cuivre.

Les tampons et les spirales de diffusion sont décrites comme étant des spirales en gaze de cuivre. On verra naturellement facilement qu'à l'usage le cuivre s'oxyde rapidement et qu'après quelques expériences, les spirales sont presque entièrement oxydées, quoiqu'elles retiennent leur forme originelle.

L'oxygène employé fut fourni par la Dominion Calcium Light Co., Ltd. de Montréal. On la prépara, principalement pour l'usage médical en chauffant du chlorate de potasse. Des expériences à faux furent faites avec du sucre pour essayer la pureté de l'oxygène et l'exactitude de l'appareil avant de commencer les essais réguliers.

La seconde modification de la méthode générale de détermination du carbone et de l'hydrogène différa principalement de celle ci-dessus sur les points suivants:

(1). L'oxygène et l'air passèrent à travers l'appareil sous pression et on n'employa aucune succion.

(2). La série absorbante se composait de (a) un tube en U de 5" rempli de pierre ponce trempée dans l'acide sulfurique concentré; après chaque expérience, le tube fut re-rempli d'acide et l'excès rejeté avant l'expérience suivante; (b) un tube en U rempli de petits morceaux de potasse caustique et (c) un tube de garde rempli de soude et de chlorure de chaux.

(3). La série purificative fut modifiée de façon à s'adapter à la série absorbante; elle était dans l'ordre suivant: solution de potasse caustique, chlorure de chaux, soude et en dernier, acide sulfurique concentré à l'extrémité de la série située près de la fournaise.

SOUFRE

On détermina le soufre dans les échantillons de coke et de houille au moyen de la méthode de Eschka, et pour la vérifier, on le détermina également dans les résidus du calorimètre à bombe; d'abord gravimétriquement par précipité comme sulfate de barium puis au point de vue du volume par la méthode plus rapide de benzidine. Quelques échantillons sans importance furent traités en brûlant du peroxide de soude et en précipitant ensuite le soufre avec du chloride de barium.

Procédé d'Eschka

Les réactifs requis furent: (1) Mélange d'Eschka, composé de deux parties d'oxyde léger de magnésium et d'une partie de carbonate de soude bien mélangées. (2) Une solution saturée d'eau de brôme, faite en mettant du brôme dans de l'eau distillée; on peut ajouter davantage d'eau de temps en temps aussi longtemps qu'il reste du liquide de brôme au fond de la bouteille. (3) Diluer l'acide hydrochlorique, environ 5 fois normales (5N HCl) préparé en diluant l'acide pur concentré avec son volume d'eau. (4) Solution demi normale de chloride de barium, qui est une solution contenant 61 grammes de sel cristallisé par litre.

Les déterminations furent en général exécutées par fournées de 5 ou 6 en plus d'une expérience à blanc faite avec chaque fournée. Environ 1½ grammes de mélange d'Eschka furent placés dans une bouteille de pesage (3" × 1½") et on ajouta un gramme de l'échantillon; le contenu de la bouteille fut bien mélangé en étant secoué et placés ensuite dans un creuset en porcelaine No. 2 (50 c.c.) dont le fonds avait été garni d'un peu de mélange d'Eschka. La bouteille d'Eschka fut ensuite rincée avec un demi gramme supplémentaire du mélange d'Eschka et les ricures furent jetée sur le contenu du creuset; le creuset fut maintenu sur une feuille de papier glacé au moment d'être rempli de façon à ce que l'on puisse recouvrir tout ce qui pouvait se répandre. Le creuset pour l'expérience en blanc fut rempli de la même quantité de mélange d'Eschka mais sans houille ou coke. Afin de s'éviter de peser, on fit des marques sur les bouteilles

de pesage de façon à marquer les degrés auxquels s'élevaient $\frac{1}{2}$ gramme ou $1\frac{1}{2}$ gramme du mélange d'Eschka. Quand une fournée de creusets fut prête, elle fut placée dans une fournaise froide, à manchon. Le manchon fut alors chauffé au rouge vif—une chaleur plus forte eut pu occasionner la fusion de la charge—et maintenue à cette chaleur pendant environ deux heures; cette durée fut généralement suffisante pour brûler entièrement la houille (ou le coke) après quoi les creusets furent enlevés et mis à refroidir. Le contenu de chaque creuset fut alors transporté dans une casserolle de 350 c.c. et la matière soluble complètement enlevée au moyen d'eau distillée; pour arriver à ce résultat on mit environ 75 c.c. d'eau dans la casserolle qui fut alors chauffée sur une plaque chaude jusqu'à ce que l'eau bouille; alors on l'enleva, on laissa le contenu se fixer et on filtra la solution claire à travers un filtre de 11 cm. (C. S. et S. No. 597) dans un long tuyau jusque dans une coupe de 400 c.c.; on mit alors davantage d'eau dans la casserolle et le procédé pour bouillir, fixer et filtrer fut répété 2 ou trois fois; le résidu fut de nouveau lavé avec de l'eau chaude jusqu'à ce que le total filtré s'élève à environ 300 c.c. Dix c.c. d'eau de brôme furent ajoutés à la quantité filtrée de façon à transformer en oxyde tout sulfite ou sulfide en sulfate et la solution fut rendue acide par l'addition d'environ 4 c.c. d'acide hydrochlorique. La coupe fut alors chauffée sur la plaque chaude et son contenu bouilli tranquillement jusqu'à ce qu'il devienne sans couleur par l'enlèvement de tout excès de brôme. On laissa la solution se refroidir légèrement, on ajouta tranquillement 12 c.c. de solution de chlorure de barium chaud provenant d'une pipette à jet fin, le tout étant bien remué puis placé dans un endroit chaud pendant une heure. Le précipité de sulfate de barium fut filtré à travers un filtre de 9 cm. (C. S. et S. No. 589 Ruban Blanc) plié avec soin de façon à s'adapter à un tuyau de $2\frac{1}{4}$ " ; la solution claire fut versée à travers le filtre, on ajouta de l'eau chaude distillée au précipité, que l'on laissa reposer après l'avoir remué et le liquide clair passa à travers le filtre; ce procédé fut répété un certain nombre de fois. Le précipité fut alors lavé: ensuite tout ce qui put être enlevé par le jet de la bouteille de lavage fut mis sur le filtre, la coupe et la baguette à remuer furent entièrement nettoyées en les frottant alternativement avec une baguette de verre munie de caoutchouc et on rinça le filtre avec de l'eau provenant de la bouteille de lavage. Le précipité dans le filtre fut alors lavé avec de l'eau chaude jusqu'à ce que l'eau passant au travers ne soit plus laiteuse au moment où l'on ajouta la solution au nitrate d'argent. Le filtre contenant le sulfate de barium fut alors plié et placé dans un creuset en platine pesé qui fut légèrement chauffé jusqu'à ce que son contenu soit sec, puis plus fortement jusqu'à ce que le filtre soit complètement purifié, et enfin jusqu'à un rouge vif jusqu'à 10 ou 15 minutes après que le carbone du papier ait été complètement brûlé; cette ignition dans un creuset ouvert assure la réoxydation complète en sulfate de tout sulfide de barium qui se serait formé par l'action réductrice du carbone du papier sur le sulfate de barium. Ce creuset fut alors refroidi et pesé; l'augmentation du poids représenta le poids du sulfate de barium

plus le poids de la cendre du filtre. Dans l'expérience à vide, le poids trouvé était celui du sulfate de barium produit du soufre dans les réactifs ou absorbé par le gaz de la fournaise à manchon, avec la cendre du filtre. Le poids trouvé dans l'expérience à blanc fut soustraite de celui trouvé dans l'autre expérience dans la même fournée. Le poids du soufre correspondant à ce poids net du sulfate de barium fut calculé en multipliant ce dernier par le facteur 0.1374 ($\log. = 1.1378$); avec le poids du soufre ainsi trouvé dans la houille, on calcula facilement le pourcentage.

Toutes les bouteilles de pesage, les creusets, les casseroles, les tuyaux, et les coupes furent numérotées, 1, 2, etc., ou B pour l'expérience à blanc, et on prit note du numéro de l'échantillon correspondant à chaque numéro; on prit grand soin que dans tous les transvasages et les filtrages tout s'accomplît dans un ordre précis. Quand il fut possible on maintint tous les récipients couverts avec une plaque de verre. Le filtrage fut généralement effectué sur un support ajustable, construit pour tenir sept tuyaux; mais on trouva que sans mettre en danger la précision on pouvait économiser du temps en filtrant le précipité de sulfate de barium à travers un entonnoir passant à travers un bouchon placé dans le col d'un récipient tubulaire dans lequel on maintint une succion d'environ 6" d'eau au moyen d'une pompe à eau et d'une valve de sûreté quoique chaque détermination fut exécutée par elle-même à ce degré de l'expérience au lieu d'être filtrées toutes les sept ensemble. Afin de prévenir tout passage possible du précipité de sulfate de barium à travers les pores du filtre, on prépara ce dernier en plaçant dans les entonnoirs une petite quantité de pulpe de papier, en remplissant avec de l'eau et en laissant s'écouler. La pulpe de papier fut fabriquée en coupant quelques filtres de papier No. 589 et en les secouant dans une grande bouteille avec une considérable quantité d'eau jusqu'à ce que la désagrégation soit complète.

Soufre dans les rinçures du calorimètre

Les rinçures provenant du calorimètre à bombe, une fois prêtes pour les déterminations de soufre, furent ou neutres ou alcalines, car elles avaient été titrées auparavant avec du carbonate de soude pour déterminer l'acidité. Elles furent filtrées dans une coupe et par la méthode gravimétrique on les rendit acides avec 1 c.c. d'acide hydrochlorique (Normal 5) et on les chauffa puis on ajouta une solution chaude de chlorure de barium et la détermination fut faite tel qu'il est décrit ci-dessus.

Pour la détermination volumétrique par la méthode de benzidine, les solutions suivantes furent requises: (cf. F. Raschig. The Chemical Engineer, IVème Vol. No. 2, Juin 1906, p. 76) : (1) Chlorure de benzidine; 40 grammes de benzidine furent bien mélangés avec 40 c.c. d'eau, la pulpe étant mise avec $\frac{3}{4}$ de litre d'eau dans un litre; on ajouta au mélange 50 c.c. d'acide hydrochlorique concentré (pesanteur spécifique 1.19) de l'eau fut ajoutée jusqu'à la marque et le tout fut entièrement mélangé; il se produisit une solution brune qui fut filtrée si nécessaire. (2) Une solution

de 1 pour cent d'hydrochloride d'hydroxylamine. (3) Une solution étalon de potasse caustique, approximativement dix normal, dont la force est exprimée comme le poids du soufre, sous la forme d'acide sulfurique, équivalent à chaque centimètre cube. (4) Solution de phenophtaleine faite en dissolvant 1 gramme de solide dans 100 c.c. d'alcool à 86 pour cent.

Les rinçures froides filtrées du calorimètre, qui auraient un volume de 300 à 400 c.c. furent rendues acides par la méthode de benzidine avec quelques gouttes d'acide nitrique dilué; 10 c.c. de la solution d'hydrochloride d'hydroxylamine furent ajoutés; on y joignit 25 c.c. de solution de benzidine diluée à 100 c.c. avec de l'eau, la solution fut remuée et la coupe mise de côté pendant 15 à 30 minutes de façon à permettre au précipité de sulfate de benzidine de se fixer. Le précipité fut filtré avec succion, à travers deux filtres de papier de 5.5 cm., dans un entonnoir Buchner d'une dimension juste pour permettre au papier à filtre de rester à plat sur le disque du filtre. La succion fut arrêtée juste avant que l'entonnoir ne soit tout à fait sec et tout précipité laissé dans la coupe fut lavé dans l'entonnoir avec du liquide déjà filtré provenant de la même expérience ou d'une expérience précédente; comme le précipité à peu de tendances à adhérer au verre, deux rinçures rapides suffirent à nettoyer complètement la coupe. On pratiqua de nouveau la succion et aussitôt que la dernière partie de la solution eut passé à travers le filtre, le précipité fut lavé deux fois avec quelques centimètres cubes d'eau froide, et la succion fut de nouveau arrêtée quand le précipité fut juste sec. Le précipité est soluble à vue d'œil même dans l'eau froide, ce qui fait que l'on ne devrait n'en employer que peu et le retirer aussitôt. En conservant la succion trop longtemps, cela fait que le précipité se recouvre d'une peau sèche argentée qui est lentement attaquée par la potasse caustique des tiges subséquentes.

Le précipité et le papier furent transportés dans une bouteille d'Erlenmeyer de 20 c.c., l'entonnoir fut essuyé avec un morceau de papier et tout précipité subsistant fut rincé dans la bouteille au moyen d'eau chaude; on ajouta un peu de phenophtaleine, la bouteille fut fermée avec un bouchon de caoutchouc et secouée vivement jusqu'à ce que se produise la désagrégation complète du filtre de papier. Le bouchon et les parois furent alors rincés et la solution de la bouteille titrée avec la solution étalon de potasse caustique; on la maintint chaude tandis qu'on ajoutait la potasse caustique et on ne s'arrêta que lorsque la couleur rose produite resta permanente durant l'ébullition.

Le nombre de centimètres cubes de solution de potasse caustique requise, multiplié par le poids du soufre auquel est équivalent chaque centimètre cube donna le poids du soufre dans la houille prise, d'après lequel le pourcentage put être calculé.

Il est avantageux d'employer trois bouteilles de lavage pour la détermination ci-dessus: une pour l'eau froide, une pour l'eau chaude et l'autre pour contenir la solution filtrée. On peut effectuer un filtrage pendant que le précipité précédemment filtré est chauffé et titré dans la bouteille conique.

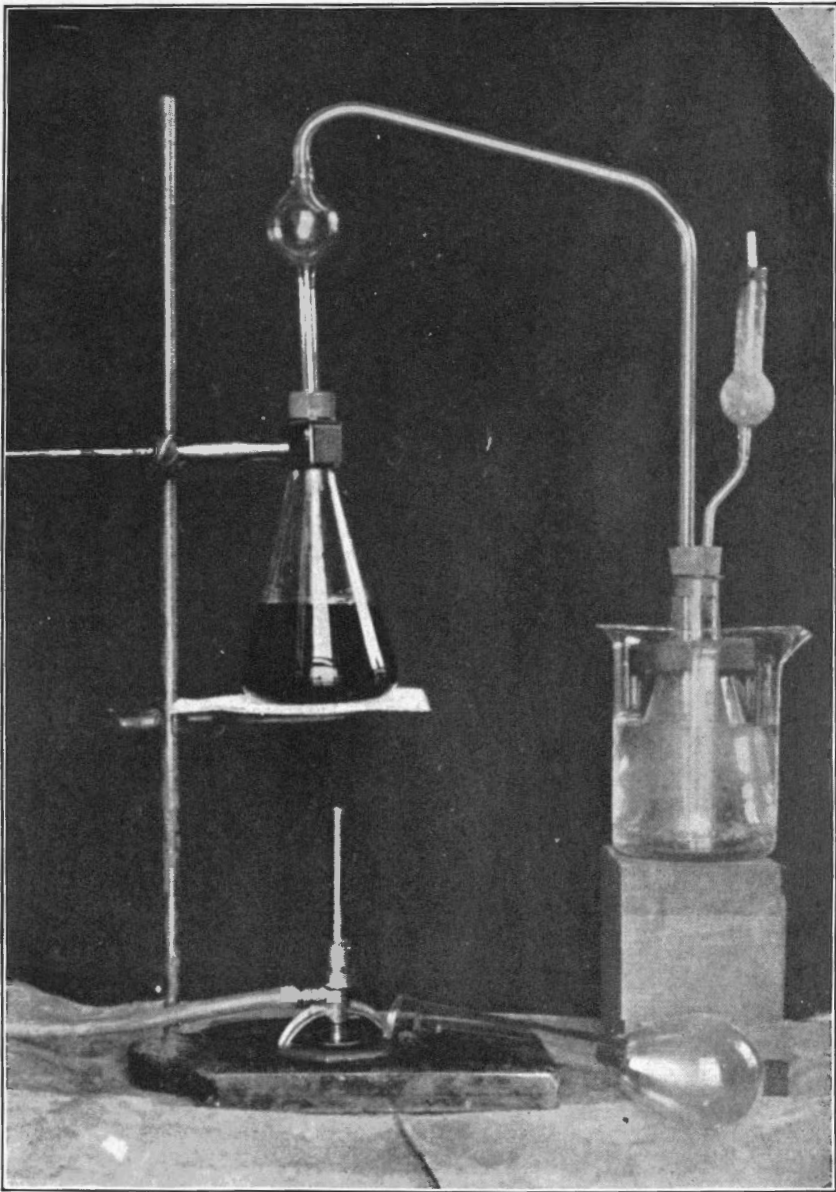
Par la méthode de benzidine tel que ci-dessus, il est possible de déterminer le soufre dans une fournée de sept rincures de calorimètre en 3 ou 4 heures. Cinq doubles lectures par le chlorure de barium et la méthode de benzidine donnèrent les différences suivantes; 0·11, 0·06, 0·02, 0·04 et 0·11, la dernière méthode donnant toujours le plus haut résultat. Le pourcentage de soufre déterminé dans les rincures du calorimètre fut toujours légèrement inférieur à celui déterminé par le procédé d'Eschka; cela fut probablement du en grande partie à l'acide sulfurique produit dans le calorimètre attaquant les gârettes en plomb de la bombe; si le lavage de calorimètre fut retardé ou une nouvelle bombe employée, la différence trouvée fut plus grande que d'ordinaire.

NITROGÈNE

Le nitrogène fut déterminé dans tous les échantillons réguliers de houille par la méthode de Kjeldahl. Dans cette méthode un poids défini de houille est dissous dans de l'acide sulfurique concentré avec addition d'un peu de mercure; le nitrogène de la houille est alors converti en sulfate d'ammoniaque; le mercure est alors précipité comme sulfure de mercure, la solution est rendue alcaline avec de la soude caustique et l'ammoniaque ainsi rendu libre est distillé dans une quantité définie d'acide sulfurique étalon, dont il neutralise une partie; la quantité d'acide neutralisée par l'ammoniaque est déterminée en titrant l'excès avec une solution étalon de soude caustique, et d'après cela on peut déterminer le poids du nitrogène dans la houille.

Les solutions suivantes furent employées: (1) Solution concentrée de soude caustique, 1·200 grammes de soude pour 2·000 c.c. d'eau. (2) Solution de sulfure de potasse, 40 grammes par litre. (3) Solution de cochenille, préparée en mélangeant une partie de cochenille pulvérisée avec dix parties d'alcool à 25 pour cent et en filtrant. (4) Solution d'acide sulfurique approximativement decinormale (0·1) et (5) solution de soude caustique (0·1 N) approximative dont la force exacte avait été déterminée et fut enregistrée comme le poids du nitrogène (comme l'ammoniaque) auquel chaque centimètre cube de la solution était équivalent.

Un gramme de houille fut pesé dans une bouteille de Kjeldahl de 200 c.c. —une bouteille en forme de poire avec un long cou—une goutte de mercure propre pesant environ 0·7 gramme fut ajoutée au moyen d'une burette dont le robinet d'arrêt de verre avait le trou partiellement rempli de plâtre de Paris de façon à donner la quantité exacte à chaque tour; on ajouta aussi 25 c.c. d'acide sulfurique concentré et la bouteille fut alors chauffée jusqu'à l'ébullition au-dessus d'une petite flamme (sans l'interposition de gaze en fil de fer). On fit bouillir tranquillement le mélange jusqu'à ce que les vapeurs de trioxide de soufre soient complètement épuisées; on ajouta alors 10 grammes de sulfate de potasse afin d'augmenter le point d'ébullition du mélange et le tout fut maintenu en état d'ébullition jusqu'à ce que la solution soit pratiquement sans couleur: la moyenne du temps requis pour dissoudre complètement la houille fut d'environ $1\frac{1}{4}$ heure,



Appareil de distillation au nitrogène Kjeldahl.—Laboratoire chimique.—Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.

mais avec des houilles riches en cendres, le produit fut toujours d'une couleur foncée, aussi longtemps que l'ébullition soit continuée. On laissa alors refroidir le contenu de la bouteille, on ajouta suffisamment d'eau pour dissoudre complètement tous les sels qui s'étaient cristallisés et la solution fut entièrement rincée dans une bouteille d'Erlenmeyer de 750 c.c.; on ajouta alors 25 c.c. de la solution de sulfide de potasse pour précipiter le mercure dissous, puis on ajouta certains fragments de porcelaine non glacée et un petit morceau de cire paraffinée pour prévenir les chocs et l'écumé, et quand tout fut prêt pour procéder à la distillation, on ajouta 150 c.c. de la solution de soude caustique concentrée et la bouteille fut immédiatement fermée par le bouchon à travers lequel passa le tube de livraison jusque dans la bouteille d'absorption. (Voir Planche LV). La bouteille fut alors chauffée et le contenu maintenu dans un état d'ébullition constante jusqu'à ce que la moitié se soit évaporée. Avant de commencer la distillation, 25 c.c. de l'acide sulfurique 0.1 N furent envoyés dans la bouteille d'absorption et un peu de la solution de cochenille fut versée sur les bulles. L'extrémité du tube de livraison alla jusqu'à environ $\frac{1}{2}$ pouce de la surface de l'acide dans la bouteille que l'on maintint en état de refroidissement en l'immergeant dans un bain d'eau; tout l'ammoniaque qui échappa à l'absorption par l'acide dans la bouteille fut rattrapé par l'acide humidifiant les bulles inférieures, et la cochenille démontra toujours que la couche supérieure des bulles tout au moins restait acide. Quand la distillation fut finie, l'extrémité du tube de livraison ainsi que le tube de globules furent rincés d'une façon parfaite dans la bouteille d'absorption, et l'excès d'acide laissé dans cette bouteille fut alors titré avec la soude caustique 0.1 N; la cochenille présente servit d'indication pour le titre.

De temps en temps, lorsqu'on employa tout réactif ou solution, on fit une expérience à blanc; le nombre de centimètres cubes de soude caustique requis dans toute détermination, soustrait du nombre requis pour l'expérience à blanc pour lequel on employa les mêmes solutions, donna le nombre de centimètres cubes correspondant à l'ammoniaque produit par le nitrogène dans la houille dont on se servit; ce nombre multiplié par le poids du nitrogène auquel un centimètre cube de soude caustique était équivalent, donna le poids du nitrogène dans la houille prise, d'après lequel le pourcentage put être calculé.

OXYGÈNE

Comme aucune méthode n'a encore été déterminée pour la détermination de l'oxygène dans la houille, le total des pourcentages déterminés du carbone de l'hydrogène, du soufre, du nitrogène et de la cendre dans l'échantillon fut soustrait de 100 et le résultat fut rapporté comme indiquant la quantité d'oxygène présente.

Cette méthode jette sur l'oxygène la somme d'erreurs des autres déterminations, non seulement les erreurs de manipulation, etc. mais

aussi les erreurs inhérentes aux méthodes employées, on discutera plus loin et plus longuement les différentes erreurs possibles, mais comme exemple, on peut en citer une qui est commune. Quand la houille contient des pyrites de fer (FeS_2) le soufre est déterminé comme tel, mais quand la houille est brûlée pour déterminer la quantité de cendres, les pyrites s'oxydent en oxyde de fer, ce qui fait que le poids des cendres comprend, en plus du fer l'oxygène de l'oxyde de fer qui ne se trouvait pas du tout dans la houille; le pourcentage de cendre dans la houille, sera par conséquent trop grand pour cette quantité et le pourcentage d'oxygène, par conséquent trop petit.

Différentes corrections possibles ont été suggérées; mais on crût qu'il était préférable de s'en tenir à la simple méthode donnée ci-dessus plutôt que d'adopter des méthodes de corrections douteuses. S'il est clairement compris que les termes "cendre pour cent" et oxygène pour cent sont des termes conventionnels, représentant des résultats obtenus d'une certaine manière étalon, plutôt que des pourcentage de constituants définis de l'échantillon d'origine, lors l'analyse chimique de la houille perd peu de sa valeur comme guide de la nature de la houille, en raison des erreurs du caractère ci-dessus. Les corrections sont de nature à introduire un élément personnel, peu désirable et à donner également un sentiment injustifié sur la précision des résultats.

La méthode simple adoptée offre de plus ce grand avantage qu'elle est le plus généralement adoptée, malgré la recommandation suivante faite par le "Committee on Coal Analysis of the American Chemical Society"¹—

"La méthode à employer en calculant l'oxygène de la houille présente peut être une question de la plus grande difficulté. Si l'on pouvait être sur que tout le soufre est présent sous forme de pyrites, et que cela se transforme en oxyde de fer dans la cendre, on devrait trouver l'oxygène en soustrayant de 100 le total de carbone, d'hydrogène, de nitrogène, de cendre et $\frac{2}{3}$ de soufre. C'est probablement la règle la plus sûre que l'on puisse donner pour un emploi général et spécialement pour les houilles riches en soufre. L'opérateur devrait, par conséquent être satisfait que la cendre soit pratiquement libre de sulfates et si possible que le soufre soit principalement sous la forme de pyrites. S'il est nécessaire, la règle devrait être modifiée en conséquence, dans le cas particuliers".

VALEUR CALORIFIQUE DE COMBUSTIBLES SOLIDES

La valeur calorifique des combustibles solides fut déterminée en brûlant une quantité déterminée du combustible dans un atmosphère d'oxygène comprimé à l'intérieur d'une bombe immergée dans l'eau, et en notant l'élévation de température de l'eau: l'élévation de température multipliée par le nombre d'unité de chaleur pour enlever la bombe, l'eau le récipient etc., d'un degré (un chiffre qui est connu comme l'équivalent d'eau

(1) Jour. Am. Chem. Soc. XXIème Vol. p. 1129, 1899.

du calorimètre) donne le nombre d'unité de chaleur produits par la combustion complète de l'échantillon pris.

Le calorimètre à bombe employé consistait d'un modèle amélioré de l'instrument de Mahler, fait par Fritz Koehler de Leipzig. Il comprend les parties principales suivantes: (A) la bombe avec accessoires, jauge de pression, et tubes de conduite, (B) le calorimètre avec trois chemises de protection contre la chaleur avec agitateur mécanique et le thermomètre de Beckmann.

La bombe, représentée dans la section par la Fig. 51 est un vaisseau d'acier de 275 c.c. de capacité, essayé à 300 atmosphères, avec un couvercle de cuivre vissé. La bombe est garnie d'émail, le couvercle est plaqué à l'intérieur avec du platine sur une épaisseur de 0.2 mm. et l'extérieur tant de la bombe que du couvercle ainsi que toutes les parties métalliques du calorimètre sont nickelées. Il y a deux ouvertures dans le couvercle qui donnent dans la bombe S K et S¹ K¹; elles peuvent être fermées au moyen de valves *c* et *c*₁: *c* est la valve d'entrée à travers laquelle est admis l'oxygène dans la bombe; l'oxygène passe à travers le tube de Platine R jusqu'au fond de la bombe ce qui fait que tous risques d'explosion du contenu du creuset C causé par l'entrée du gaz est évité; *c*₁ est la valve de sortie; il est d'habitude de la laisser ouverte pendant quelque temps lorsque la bombe est chargée d'oxygène afin que l'air dans la bombe puisse s'échapper. Dans le centre du couvercle se trouve un régulateur isolé avec une vis relié à la baguette de platine D à l'intérieur de la bombe; le régulateur et la baguette sont arrangés de façon que quoiqu'ils soient isolés électriquement du reste de la bombe, aucun gaz ne peut s'échapper autour d'eux. Dans les expériences préliminaires on eut des ennuis causés par la chaleur de la combustion à l'intérieur de la bombe brûlant l'isolation électrique malgré la protection d'un laveur en mica; le laveur en mica, fut plus tard, protégé et maintenu dans une position plus adhérente au couvercle au moyen d'un lourd laveur en platine vissé sur la baguette de platine. Le creuset en platine ou la capsule C a une branche qui s'adapte au tube R et retient le creuset dans la position voulue. La houille ou autre combustible dans le creuset C fut allumé au moyen d'une petite fusée de fil de fer fin passant de Z à Z et ayant un ou deux lacets arrangés de façon à toucher la houille; la fusée fut chauffée à l'électricité au moyen d'un courant passant à travers les fils reliés aux deux vis E et F; la vis E était reliée à une extrémité de la fusée de fil de fer par le régulateur et baguette isolée du reste du couvercle et la vis F était reliée à l'autre extrémité de la fusée par la valve C, le couvercle et le tube R; le courant fut pris dans un approvisionnement de 100 volts et passa à travers deux ou trois lampes de 32 bougies ou leur équivalent—disposées parallèlement; cela donna un courant de 2 à 3 ampères qui suffit pour chauffer presque instantanément chauffer la fusée à une température suffisante pour prendre feu et à brûler l'oxygène et cela arrêta le courant. Quand la bombe fut dans le calorimètre, les ouvertures S et S¹ furent fermées avec des tampons à vis. La jonction entre la bombe et son couvercle fut rendue imperméable au

gaz au moyen d'une gârcette en plomb; on prit soin de la maintenir propre et en bonne condition et de temps en temps, la gârcette et les différentes vis furent enduites d'un peu de gâzoline. La bombe avait trois chevilles au fond, qui ne sont pas représentées sur le dessin s'adaptant à trois trous d'un support spécial vissé sur le dessus d'une table (voir Planche LVI); quand la bombe est placée sur ce support, le couvercle peut être vissé au moyen d'une clef spéciale à double fins qui s'adapte au dessus. Il est peu désirable d'employer une force excessive quand on ferme soit le couvercle, soit les valves; si l'on prend soin de les conserver propres et en bonne condition il n'est pas besoin de grande force.

La jauge de pression est graduée en kilogramme par centimètres carrés (kg./cm²). — 1 atmosphère = 1.033 kg./cm². La jauge était reliée d'un côté à un cylindre d'oxygène à haute pression et de l'autre pouvait être reliée à la bombe par des tubes de cuivre capillaires munis à leurs extrémités de vis appropriées pour les relier.

Le calorimètre est un récipient de cuivre nickelé, d'une capacité d'environ 5 litres, avec un support intérieur, placé sur trois pieds non conductibles de la chaleur, sur lequel peut être placé la bombe. Le récipient du calorimètre lui-même repose sur trois pieds isolateurs dans un récipient plus large à double parois; il existe un espace d'air entre le calorimètre et le récipient extérieur, lequel a ultérieurement de l'eau entre ses doubles parois et est couvert d'une couche de feutre, fermé d'un couvercle vulcanique et repose sur un trépied en caoutchouc durci. La disposition générale est représentée dans la Fig. 52, sur laquelle on peut voir l'agitateur dans la chemise extérieure et l'agitateur dans le calorimètre; ce dernier fut élevé et on le laissa tomber en le reliant au moyen d'une corde passant sur une poulie à une bielle mue par un moteur électrique; les baguettes de l'agitateur passent entre des rouleaux à anti-friction sur le couvercle en caoutchouc vulcanisé qui permet à l'agitateur de se mouvoir facilement de haut en bas, mais l'empêche de toucher les parois du calorimètre ou de la bombe; chaque baguette est composée de deux parties reliées par des morceaux en caoutchouc vulcanisé pour empêcher l'échappement de la chaleur le long des baguettes. Un petit thermomètre enregistre la température de l'eau dans la chemise extérieure et un thermomètre de Beckmann, maintenu à une hauteur fixe par un crampon (qui n'est pas représenté) enregistre la température de l'eau dans le récipient du calorimètre.

Le thermomètre de Beckmann est fait de verre de Jena, et a une échelle qui lit de -0.25° à $+6.20^{\circ}$: chaque degré est divisé en centièmes et la longueur totale de l'échelle est 24.6 cm. ce qui fait qu'avec les lentes de lecture attachées au thermomètre, il est possible de lire les millièmes de degré. Le thermomètre possède un certificat de la Physikalisch-Technische-Reichenstalt (daté du 21 Aout 1906) qui démontre que l'on doit appliquer les corrections suivantes:

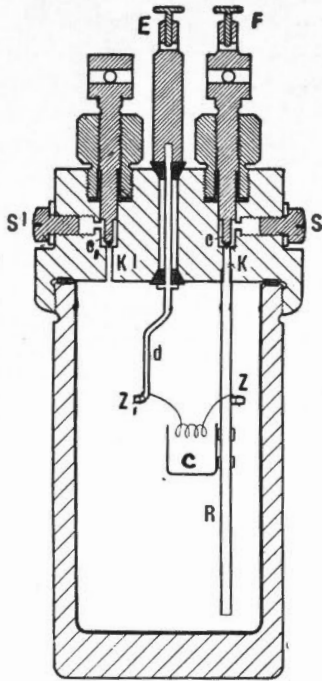


Fig. 51.—Section verticale, calorimètre à bombe de Koehler.

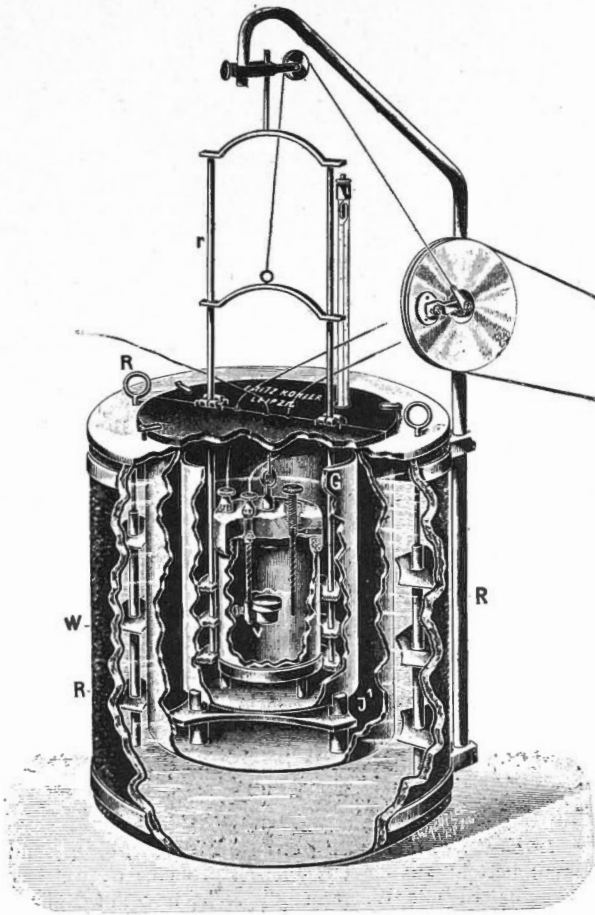


Fig. 52. Section verticale, Calorimètre de Koehler.

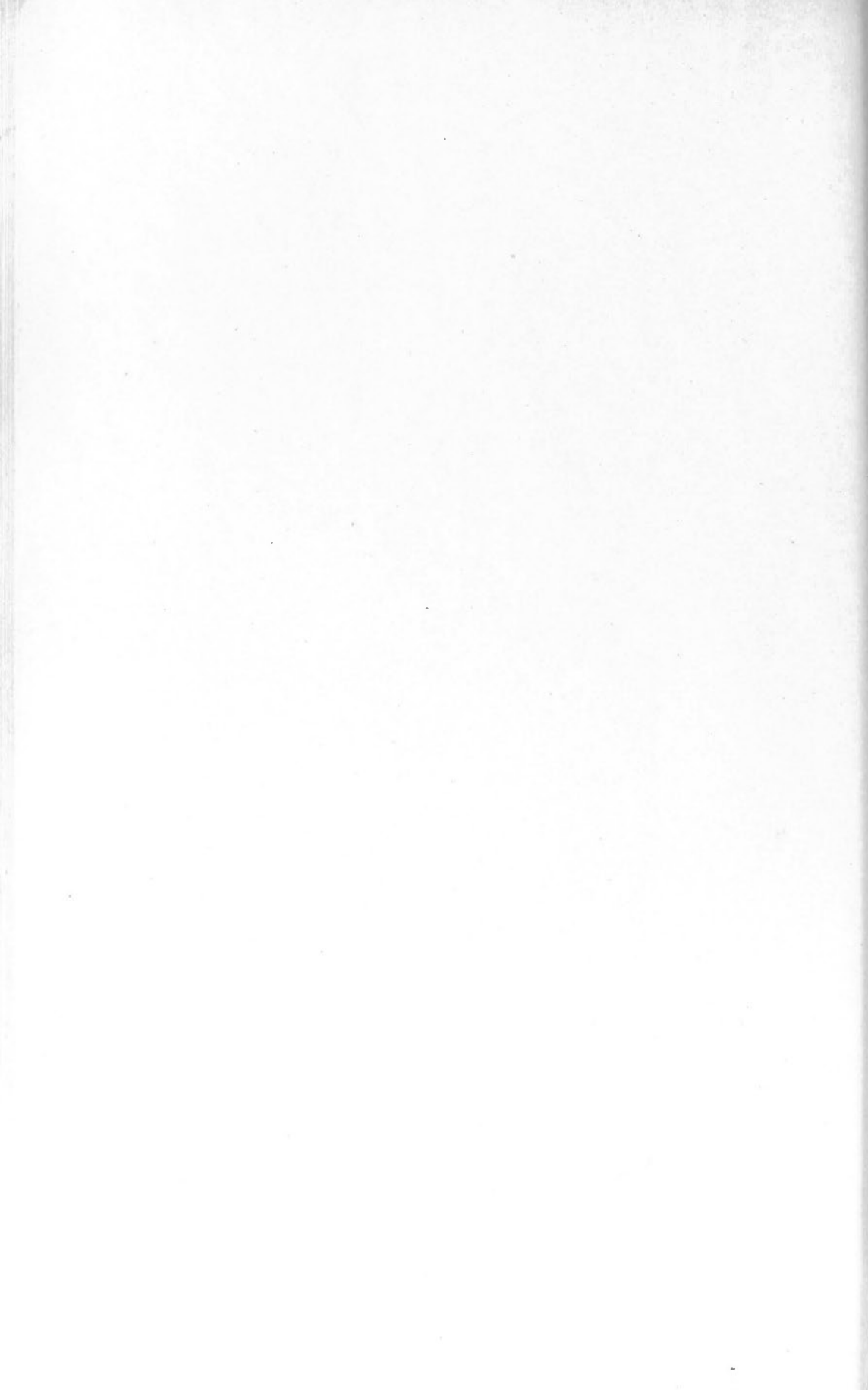
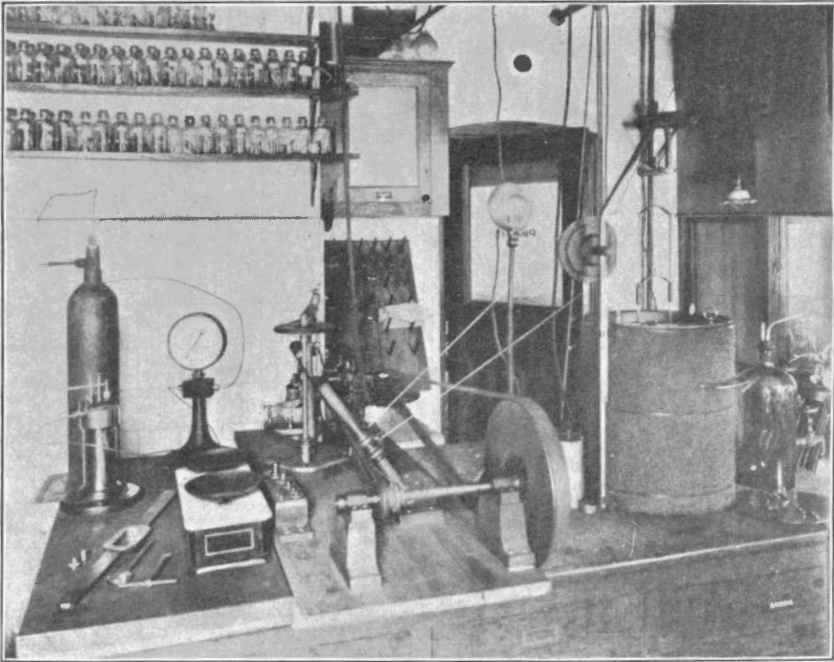


Planche LVI.



Calorimètre à bombe de Koehler; vue générale.—Section des Mines et de la préparation des Minerais, Université McGill.

(a) Corrections de calibration de T_{1000} de degré à $0^{\circ}..0$, à $1^{\circ}..0$, à $2^{\circ}..+2$, à $3^{\circ}..+3$, à $4^{\circ}..-18$, à $5^{\circ}..-6$, à $6^{\circ}..0$.

(b) Corrections pour le mercure dans la bulbe supérieure, etc., pour les différentes positions du thermomètre.

TABLEAU XLV.

Température enregistrée de l'eau dans le calorimètre

Position du thermomètre	Température moyenne de la portion extérieure du thermomètre	Valeur de l'échelle
Quand 0° à l'échelle correspond à..... 0°C	15°C	$1^{\circ}\text{B} = 0.999^{\circ}\text{C}$
Quand 0° à l'échelle correspond à..... 10°C	17°C	$1^{\circ}\text{B} = 1.004^{\circ}\text{C}$
Quand 0° à l'échelle correspond à..... 20°C	20°C	$1^{\circ}\text{B} = 1.008^{\circ}\text{C}$

Pour les températures intermédiaires et les positions des corrections proportionnelles furent faites. Comme les corrections de calibrage au dessus de 3° sont plutôt sérieuses, on évita la moitié supérieure de l'échelle. Quand le thermomètre était employé un petit bourdon électrique était attaché au dessus; la vibration empêchait le mercure de s'attacher au tube capillaire et le forçait à remuer constamment.

La presse à briquettes fournie avec le calorimètre fut modifiée de façon à ce qu'elle puisse faire une grande briquette dans un temps plus court; les briquettes de houille furent faites d'un diamètre de 6 mm. et avaient une telle longueur que quatre ou cinq réunies pesaient un gramme. On trouva qu'il était possible de réunir en briquettes tous les échantillons de houille examinés, mais les houilles anthracites et certaines lignites durent être moulues très fines et comprimées autant que possible avec la petite presse.

L'eau placée dans le récipient du calorimètre fut mesurée et non pesée. Le récipient à mesurer employé consistait d'une grande bouteille avec un bouchon cimenté dans le cou à travers lequel passait un tube d'entrée pour l'air et un tube de livraison pour l'eau; la bouteille était remplie jusqu'à une marque sur les tubes, un demi pouce au-dessus du bouchon et quand on la vidait on la laissait s'écouler pendant la même durée de temps; elle délivrait dans ces conditions, à 15°C , 3549 grammes, à 16° 3548, grammes à 17°C , 3548 grammes, à 18°C , 3547 grammes et à 19°C , 3546 grammes d'eau.

La méthode employée pour obtenir une détermination était la suivante: On ajusta les températures de la chambre et de l'eau dans la chemise extérieure du calorimètre pour les mettre si nécessaire à une différence de 2 à 3 degrés l'une de l'autre, et on ajusta la température d'environ 4 litres d'eau qui avaient été mis dans une bouteille de façon à ce qu'elle soit de 1 degré plus froide que l'eau de la chemise et vice versa; le thermomètre de Beckmann fut également remis en ordre, si nécessaire de façon

à ce que la température de l'eau puisse s'enregistrer sur la partie inférieure de l'échelle. En règle générale la température de l'eau seulement a besoin d'être ajustée. Un morceau de fil de fer d'une fusée fut coupé sur une longueur d'environ 10 cm. et pesé ; on fit un nœud dans le milieu (autour d'un morceau de baguette de verre) et les deux extrémités furent enroulées autour de Z et Z. Le creuset au préalable chauffé et refroidi fut pesé, on introduisit environ un gramme de l'échantillon sous forme de briquette; il fut alors repesé et fixé au tube de platine de la bombe de telle manière que le nœud de la fusée touche une briquette ou plus. Quand le creuset et la fusée furent en position le couvercle fut placé sur la bombe et vissé, le tube d'approvisionnement d'oxygène fut relié à S et avec les valves c et c¹ ouvertes, la valve du cylindre d'oxygène fut un peu ouverte; après qu'une quantité d'oxygène eut été introduite pour chasser la plupart de l'air de la bombe, la valve de sortie fut fermée; quand la pression dans la bombe s'éleva à 22 kg/cm², tel qu'enregistré par la jauge de pression, le cylindre d'oxygène fut fermé, la valve d'entrée fut fermée le tube d'approvisionnement du cylindre d'oxygène fut séparé et les deux tampons S et S¹ furent placés; la bombe fut alors placée dans le calorimètre et deux fils de cuivres isolés, furent reliés aux vis de la bombe. Dans l'intervalle la bouteille à mesurer avait été remplie avec de l'eau de la bouteille au moyen d'un syphon; cette eau fut alors précipitée dans le calorimètre, la bombe fut ainsi immergée excepté les parties du dessus du régulateur et les aiguilles des valves. Le couvercle fut alors placé sur le calorimètre, le thermomètre de Beckmann fut placé en position et l'agitateur mis en marche. Environ cinq minutes plus tard on fit marcher le bourdon sur le thermomètre de Beckmann et ensuite les lectures furent prises chaque minute pour déterminer le degré auquel s'élevait la température de l'eau dans le calorimètre. Si le degré d'augmentation semblait trop continu, on tournait l'aiguille après la sixième lecture et on la remettait aussitôt que les lampes s'éteignaient, montrant ainsi que la fusée avait brûlé; si cependant l'augmentation n'était pas continu, on continuait les lectures jusqu'à ce que se présente la situation décrite ci-dessus. La première lecture de cette période fut prise comme la température finale au moment du calcul de l'élévation de la température du calorimètre pendant la période de combustion. Le calorimètre fut alors enlevé de la chemise, la bombe fut sortie du calorimètre, séchée, ouverte et entièrement rincée avec de l'eau chaude dans une coupe, et tout fil de la fusée non brûlée fut séché et pesé; toute cendre facile à enlever fut enlevée du creuset qui fut allumé et mis dans un desséchoir pour refroidir; l'eau du calorimètre fut remise dans la bouteille, les différentes parties de la bombe et du calorimètre furent séchées et l'appareil fut alors prêt pour une autre détermination. Les rinçures du calorimètre furent titrées avec une solution étalon de carbonate de soude et le méthyl orange fut employé comme indicateur. Une heure fut suffisante pour une détermination complète, excluant la mise en briquettes de la houille et les calculs nécessaires.

L'élévation actuelle de la température pendant la période de combustion—c'est-à-dire depuis le moment du chauffage à la fin de la première période régulière au commencement de la seconde période régulière—dut être corrigée pour chaleur transmise du ou au calorimètre par radiation ou provenance de l'extérieure; cette correction de la radiation fut calculée d'après les degrés observés des changements de température pendant les périodes stables; on la garda aussi basse que possible par l'ajustement préliminaire approprié des températures de l'eau et des chemises, etc., ce qui fait que la chaleur gagnée durant la première partie de la période de combustion fut neutralisée par la chaleur perdue durant la dernière, quand la température du calorimètre se fut élevée au-dessus de celle de son environnement. Les températures enregistrées durent aussi être corrigées par suite des erreurs du calibrage du thermomètre, et l'élévation corrigée de la température convertie aux degrés Centigrades équivalents au moyen de corrections trouvées d'après le certificat du thermomètre. L'élévation corrigée de la température exprimée en degrés centigrades, multipliée par l'équivalent d'eau du système du calorimètre donne en calories la chaleur totale engendrée par la combustion dans la bombe; afin d'obtenir la véritable valeur calorifique du combustible ces chiffres durent être corrigés pour les combustions accessoires; p.e. la chaleur est fournie par la fusée qui brûle, le nitrogène dans la bombe peut brûler en acide nitrique, et le soufre dans le combustible, qui, normalement quand il brûle dans l'air brûle en dioxyde de soufre, brûle dans l'oxygène comprimé de la bombe en trioxyde de soufre qui se combine à l'eau présente pour former de l'acide sulfurique, donnant ainsi une quantité supplémentaire de chaleur qui ne peut pas être légitimement incluse dans la valeur calorifique de la houille. C'est pourquoi les chaleurs accessoires ci-dessus doivent être soustraites de la chaleur totale et la chaleur nette ainsi trouvée divisée par le poids en grammes du combustible pris, afin d'obtenir la valeur calorifique du combustible en calories par gramme.

Les méthodes employées pour enregistrer les lectures et le calcul des résultats d'une détermination sont exemplifiés par l'exemple suivant auquel on a ajouté quelques notes explicatives:—

Méthode d'enregistrement des lectures et calculs des déterminations

Déc. 7, 1907.		Houille No. 1 (sèche)	Détermination 1, Fournée 1.
Creuset + houille =	5.2290	fil de fer (1)	= 0.0106
"	= 4.1808	" (2)	= 0.0000
Houille No. 1 prise = 1.0482		grammes. Fil de la fusée brûlé	= 0.0106 grammes

Bombe: air chassé; chargée à 25 kg/cm²; légère fuite.
 Températures: eau = 16°C; chamise = 16.88°C; salle = 17.4°C.
 Position du Beckmann: 16.88°C = 1.32°B, voir note (a).

Temps	Lectures de température				
11.44 a.m.	0.453°B	} -15 (b).	(f) 2.262 + 0.002 =	2.264	
45	0.455		(g) 0.462 + 0.000 =	0.462	
46	0.456			1.802	
47	0.458			(h) 0.002	
48	0.459			(i) 1.804 × 1.006	
49	0.460			11	
50	0.462			1.815°C	
		(d) -15	(e) -6		
½	0.98		8	1	
51	1.98	+ 4		+ 3	
½	2.23		8	4	
52	2.26		8	8	
53	2.26		8	8	
54	2.262		8	8	
55	2.262	} + 8(c)	8	8	
56	2.261		+ 0.0024		
57	2.260				
58	2.259				
59	2.258		(j) Total de la chaleur produite: 1.815 × 4065 =	7378	
12.00 midi	2.258		(k) Fe: 1.06 × 17	= 18	
01 p.m.	2.257		HNO ₃ :	= 17	
			H ₂ SO ₄ : 1.048 × 1.4 × 13	= 19	
				54	
				7324	

Ringures pour coupe 1, 17 c. c. requis (de la solution de carbonate de soude).
 Tout sembla bien aller.

$$\frac{7324}{1.0482} = 6988 \text{ calories par gramme.}$$

Notes Explicatives.

(a). Le zéro sur l'échelle de Beckmann représente par conséquent 15.5°C et le facteur pour convertir les degrés de Beckmann en degrés centigrades est par conséquent, d'après le certificat du thermomètre, 1.006.

(b). C'est la chute moyenne de la température par minute durant la période initiale due à la chaleur perdue à (ou gagnée de) l'extérieur; elle est exprimée en dix millièmes de degrés sur l'échelle de Beckmann et comme la température montait actuellement, cela fut par conséquent négatif.

(c). C'est la chute moyenne de la température par minute durant la période finale en 0.0001°B .

(d). Cette colonne donne le degré en 0.0001°B par minute auquel le calorimètre refroidirait, à chaque moment que le thermomètre fut lu pendant la période de combustion, par suite de la perte ou du gain provenant de l'extérieur. On assure qu'en faisant ce calcul que le changement dans le degré de perte ou de gain est proportionnel au changement dans la température—ainsi à la température moyenne de la première période (0.46°) le degré était -15 par minute, à la température moyenne de la période finale (2.26°) le degré était $+8$, c'est-à-dire un changement total de 23; l'élévation en température de 0.46° à 0.98° (la température enregistrée à $11.50\frac{1}{2}$ a.m. une demi-minute après l'allumage) est 0.52° , ce qui fait que le changement en degré serait $23 \times \frac{0.52}{1.80} = 7$; par conséquent, à

$11.5\frac{1}{2}$ a.m. le degré de perte en température, due au gain ou à la perte provenant de l'extérieur est $-15 + 7$, c'est-à-dire -8 . Les autres nombres dans la colonne (d) sont calculés de la même manière.

(e). Cette colonne donne la perte calculée de température du calorimètre durant chaque intervalle de la période de combustion, due au gain ou à la perte de chaleur provenant de l'extérieur. La méthode de calcul est la suivante: le degré de perte à 11.50 a.m. par exemple, était -15 , une demi-minute plus tard, il était -8 , le degré moyen par minute durant la période était $-11\frac{1}{2}$ mais comme la période n'était seulement que d'une demi-minute, la perte actuelle pour cette période ne fut que de la moitié, c'est-à-dire $5\frac{3}{4}$ ou approximativement -6 . Le total algébrique des chiffres de cette colonne donne la quantité calculée par laquelle la température du calorimètre à la fin de la période de combustion, est inférieure à ce qu'elle eût été si aucune chaleur n'était partie à l'extérieur ou n'en était venue durant cette période: cela est connu sous le nom de correction de la radiation.

(f). C'est la température finale de la période de combustion, qui dura de 11.50 à 11.55 a.m.; on ajoute 0.002 qui est la correction du calibrage du thermomètre à cette température.

(g). C'est la température à 11.50 a.m. quand on commença l'allumage; la correction de calibrage dans ce cas est zéro. Soustrayant (g) de (f) donne l'élévation actuelle de la température.

(h). C'est la correction de la radiation, calculée tel que ci-dessus qu'on ajoute pour corriger la chaleur perdue.

(i). L'élévation nette de la température ainsi trouvée est convertie en degrés centigrades en multipliant par 1.006.

(j). La chaleur totale engendrée dans la bombe en calories est calculée en multipliant l'élévation nette en degrés centigrades par l'équivalent d'eau du système du calorimètre (4065 dans le présent cas).

(k). Les valeurs thermales données par les différentes autorités pour les réactions qui se produisent dans les combustions accessoires varient considérablement; les corrections furent faites ainsi qu'il suit:—

Fer.—Le nombre de centigrammes brûlé fut multiplié par 17.

Acide Nitrique.—Les ringures du calorimètre furent titrées avec une solution de carbonate de soude contenant 3.706 grammes de sel anhydreux par litre et on fit la correction de un pour chaque centimètre cube de la solution (on considéra dans ce cas que toutes l'acidité était due à l'acide nitrique).

Acide Sulfurique.—Une correction supplémentaire fut requise pour cette portion de l'acidité due à l'acide sulfurique; cela fut effectué en multipliant le poids de la houille prise par le pourcentage de soufre qu'elle contenait (dans l'échantillon ci-dessus, $\frac{1}{4}$ pour cent) et en multipliant le produit par 13.

Les corrections ci-dessus qui sont en calories, soustraites de la chaleur totale, donnent la chaleur nette totale de la combustion de la houille dans des conditions normales; ce chiffre divisé par le poids de la houille prise donne la valeur calorifique de la houille en calories par grammes qui peuvent être convertis en Unités Thermales Britanniques par livre en multipliant par 1.8.

Toutes les déterminations de valeur calorifique furent faites en duplicata et on ne considéra que les déterminations de vérification qui ne différaient que par moins de 25 calories; quand la combustion fut complète et que l'on ne nota aucune source d'erreur douteuse, la différence fut rarement aussi grande que 25. Dans les premières déterminations, on prit environ un gramme de houille; après plus tard après quelques échecs qu'il était préférable de prendre une quantité variable suivant la qualité du combustible de façon à pouvoir obtenir une élévation de 1.50 à 1.80C.

L'équivalent d'eau du système du calorimètre fut déterminée (a) en y brûlant des substances d'une valeur calorifique déterminée; (b) en pesant les parties et en multipliant le poids de chaque matière constituant le système par sa chaleur spécifique; (c) en ajoutant une quantité pesée d'eau chaude d'une température connue et en observant l'augmentation de température du calorimètre et (d) en engendrant par l'électricité une certaine quantité de chaleur à l'intérieur de la bombe et en observant l'élévation de la température.

Pour la première de ces méthodes, on employa la naphaline, l'an-thracène, l'acide benzoïque, l'acide hippurique et le sucre de canne, mais on trouva qu'il était plus difficile d'obtenir des résultats consistants avec ces substances qu'avec la houille et la méthode fut abandonnée.

La seconde méthode nécessita que l'on estimât le poids du plaquage en nickel, de la garniture d'émail, etc., ainsi que les chaleurs spécifiques de l'acier, du cuivre, etc., d'après leur composition probable; une partie du récipient du calorimètre, de l'agitateur, du thermomètre, etc., ne sont pas plongées dans l'eau et de ce fait ne sont pas chauffées jusqu'au même degré par la combustion; leur équivalent d'eau fut, de ce fait calculé séparément et un tiers seulement de cet équivalent ajouté à l'équivalent d'eau déterminé pour le reste du système. Comme l'eau requise pour immerger la bombe constitue plus de 85% de l'équivalent d'eau de tout le système, les erreurs possibles résultant des calculs de l'équivalent d'eau du reste du système due aux erreurs dans les estimés et les corrections ci-dessus, ne peuvent être qu'un petit pourcentage d'erreur de l'équivalent d'eau du système entier.

Pour la troisième méthode on fabriqua un récipient spécial d'où l'eau chaude se déversa dans le calorimètre; il était fait de cuivre avec un tube de livraison à l'extrémité fermé par une valve à ressort mue du dessus muni d'un agitateur et d'un thermomètre et enfermé dans une chemise extérieure pour amener à leur minimum les pertes de radiation. Le récipient fut fait de telle dimension qu'il pouvait se tenir sur le couvercle du calorimètre sans toucher à l'agitateur de ce dernier et était arrangé de façon à ce que le tube de livraison, qui passait à travers le trou dans le couvercle à travers lequel passait d'ordinaire l'un des fils d'allumage, puisse délivrer l'eau sans en répandre dans le récipient du calorimètre. Le calorimètre fut placé comme d'habitude à cette exception que ni houille ou fil de fusée ne furent placés dans la bombe et qu'une quantité d'eau pesée fut enlevée du récipient à mesurer avant que son contenu ne soit versé dans le calorimètre, ce qui fait que quand l'eau chaude (de 300 à 400 c.c.) fut versée, le niveau final de l'eau dans le calorimètre soit le même que d'habitude. La quantité d'eau chaude versée fut déterminée en pesant le récipient avant et après ainsi que les accessoires. Les corrections de refroidissement furent appliquées pour déterminer la température moyenne de l'eau versée ainsi qu'aux lectures du calorimètre. On requit deux expérimentateurs pour effectuer cette détermination.

Dans la méthode électrique étalon la fusée de fil de fer dans la bombe fut remplacée par un rouleau de fil de platine, dont la longueur et l'épaisseur variaient suivant les différentes expériences. L'appareil fut placé comme d'habitude, mais le courant passa à travers un ammètre, et le voltage à travers les extrémités de la bombe fut déterminé par un voltamètre. Les lectures des températures du calorimètre furent prises chaque minute pendant les périodes régulières du commencement et de la fin ainsi que pendant la période de chauffage; lectures de l'ammètre et du voltamètre furent prises deux fois à la minute pendant les vingt ou trente minutes que passa le courant. Le courant fut varié pendant les diverses expériences de quatre à neuf ampères et le voltage de treize à sept; cependant, on les maintint aussi réguliers que possible pendant chaque expérience. On trouva qu'il était nécessaire de vernir le régulateur isolé de la bombe

afin de prévenir l'électrolyse de l'eau entre cette partie et le reste de la bombe et l'on trouva avantageux d'avoir de l'oxygène comprimé dans la bombe pour accélérer le passage de la chaleur du rouleau de chauffage aux parois de la bombe. L'ammètre et les deux voltamètres employés furent rendus étalon dans les Laboratoires de Physique de l'Université McGill sous la direction du Prof. H. T. Barnes, aidé du Dr. R. W. Boyle et on établit une table de corrections. Si T est le temps en secondes pendant lequel le courant fut passé, A, la valeur moyenne corrigée du courant en ampères, V, la valeur moyenne corrigée du courant en volts, R, l'élévation corrigée de la température du calorimètre en degrés Centigrades et W l'équivalent d'eau du système du calorimètre, alors, la valeur de ce dernier est donnée par l'équation:—

$$W = \frac{A \times V \times T}{R \times 4.188}$$

Le pesage des parties du calorimètre donnèrent comme l'équivalent d'eau du système tout entier—y compris le poids de l'eau pris à la température habituelle employée ainsi que l'oxygène dans la bombe—la valeur de 4064 grammes. La méthode d'eau chaude donna, comme moyenne des neuf déterminations variant de 4041 à 4083, le résultat de 4066 grammes. La méthode électrique donna dans sept déterminations, des résultats variant de 4055 à 4070 avec une moyenne de 4062 grammes. On décida d'adopter la valeur de 4065 grammes.

Une bombe nouvelle et plus lourde fut employée pour toutes les déterminations après Nov. 1908, l'équivalent d'eau du système fut alors déterminé d'une manière similaire comme étant 4150 grammes.

Des détails plus complets sur la méthode d'emploi d'un calorimètre à bombe peuvent être trouvés dans un document publié par Atwater et Snelle¹.

VALEUR CALORIFIQUE DE LA HOUILLE LIBRE DE CENDRES

La houille libre de cendres ou libre de cendre et de soufre n'existe pas, ce qui fait que la valeur calorifique d'une houille calculée sur l'une ou l'autre base, n'a qu'une signification théorique et n'a probablement qu'une petite valeur commerciale. On crut cependant d'intérêt de calculer la valeur calorifique de la houille libre de cendre afin d'aider dans la comparaison des différents échantillons bruts et lavés provenant de la même veine. La méthode de calcul consista à multiplier la valeur calorifique déterminée par 100 et à diviser par 100 moins le pourcentage de cendre dans l'échantillon.

VALEUR CALORIFIQUE CALCULÉE D'APRÈS L'ANALYSE DE LA HOUILLE

Un grand nombre de différentes méthodes ont été suggérées pour calculer la valeur calorifique de la houille d'après son analyse; certains

¹Jour. Ame. Chem. Soc. XXVème Vol. No. 7, Juillet 1903, pp. 659-699.

de ces calculs sont basés sur des calculs approximatifs et d'autres sur l'analyse définitive de la houille. Les résultats des analyses approximatifs montrent souvent de grandes différences avec les valeurs calorifiques déterminées; on peut davantage compter sur les résultats provenant des analyses définitives, mais comme un essai au calorimètre est fait plus rapidement et plus facilement qu'une analyse définitive, et comme peu de laboratoires sont outillés pour faire des analyses définitives on gagne peu à faire de tels calculs. Le calcul fut cependant effectué pour tous les échantillons dont on avait fait l'analyse définitive et les résultats en sont donnés dans les rapports publiés en tableaux.

La formule adoptée fut celle de Dulong, recommandée par le "Committee on Coal Analysis of the American Chemical Society (1899)" qui est la plus connue, quoiqu'elle ne soit probablement pas la plus précise.

$8080 C + 34460 (H - \frac{1}{8}O) + 2250 S =$ valeur calorifique en calories par gramme (là où C est le poids du carbone dans un gramme de l'échantillon, H le poids de l'hydrogène) celui de l'oxygène et S celui du soufre.

PROPORTION DE COMBUSTIBLE

La proportion de combustible d'une houille, c'est à dire, le nombre obtenu en divisant le pourcentage de carbone fixe dans l'échantillon par le pourcentage de matière volatile, donne une idée considérable du caractère de la houille; plus élevée est la proportion, plus la houille a varié de sa nature de végétale d'origine. La proportion varia dans les échantillons examinés, de trois quarts pour les lignites à sept pour les anthracites. La détermination de la matière volatile dans la houille ne peut pas être classée comme une détermination précise, et toute erreur cause une erreur égale, quoique opposée dans le carbone fixe et c'est pourquoi une plus grande erreur dans la proportion des deux; on ne devrait par conséquent attacher aucune signification aux petites variations dans la proportion de combustible, mais comme il est dit ci-dessus la proportion ne donne pas une idée générale de la nature de la houille.

M. D. B. Dowling de la Commission Géologique du Canada a suggéré une forme modifiée de cette proportion qu'il appelle la proportion "Volatile Divisée".¹ Il propose une classification des houilles dans un but commercial basée sur la proportion, le carbone fixe plus une moitié de la matière volatile, divisé par l'humidité, plus une moitié de la matière volatile. On prétend que cette proportion varie davantage en rapport avec la valeur de chauffage de la houille que ne le fait d'ordinaire la proportion de combustible.

PROPORTION D'HYDROGÈNE DE CARBONE

Le carbone et l'hydrogène peuvent avoir de très exactes déterminations dans la houille ce qui fait que la proportion obtenue en divisant le pourcentage de carbone présent par le pourcentage d'hydrogène peut être

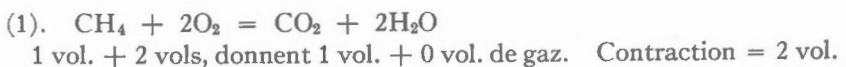
¹Rapport No. 1035 de la Commission géologique, Section du Ministère des Mines, p. 43. Voir aussi Can. Min. Jour. XXIXème Vol. p. 143, 1908.

déterminé d'une façon très précise. M. R. Campbell dans le rapport de 18 "U. S. Testing Plant" de St. Louis, recommande la proportion d'hydrogène comme la base la plus satisfaisante pour la classification des houilles; on devrait cependant noter avec soin que ces chiffres proviennent des analyses de houille séchée à l'air tandis que les analyses et les proportions données dans ce rapport sont celles de houille sèche. Séchant l'échantillon avant l'analyse a pour effet d'augmenter la proportion d'hydrogène de carbone; cela fait la plus sérieuse différence dans le cas des lignites; la proportion pourrait être facilement calculée de nouveau sur la base de l'air si on le désirait.

Pour une discussion plus complète de la méthode ci-dessus et des autres méthodes pour la classification des houilles d'après les analyses chimiques, voir l'article de M. R. Campbell, mentionné ci-dessus.¹

ANALYSES DE GAZ

Les constituants qui sont habituellement déterminés dans les échantillons de gaz du gazogène, du gaz de fours à coke, etc., sont: le dioxyde de carbone, hydrocarbures non-saturés (dont l'éthylène est le plus important; et leur pourcentage total, puisqu'il n'y a aucun moyen de les déterminer séparément, est généralement enregistré comme le pourcentage d'éthylène), l'oxygène le monoxyde de carbone, les hydrocarbures saturés (usuellement le méthane exclusivement) l'hydrogène et le nitrogène. Dans les échantillons de tuyaux à gaz, le dioxyde de carbone, l'oxygène, le monoxyde de carbone et le nitrogène sont les seuls constituants qui soient déterminés. Les quatre gaz mentionnés ci-dessus sont déterminés en les absorbant successivement au moyen de réactifs appropriés: un volume défini de gaz (100 c.c. en général) mesurés sous la pression atmosphérique passent du récipient de mesurage dans une pipette d'absorption contenant le premier réactif que l'on doit employer; après qu'un temps suffisant s'est écoulé pour l'absorption complète le gaz est ramené dans le récipient de mesurage et la réduction de volume à la pression atmosphérique donne le volume des gaz constituants absorbés par ce réactif. Après que les quatre absorptions ont été complétées, les résidus de gaz peuvent contenir du méthane de l'hydrogène et du nitrogène; on en prend une quantité définie, mélangée avec un excès d'oxygène de l'air et l'on pratique une explosion au dessus du mercure dans un récipient au moyen d'une étincelle électrique entre deux pintes de platine; la réduction dans le volume du gaz due à l'explosion est mesurée et alors le volume du dioxyde de carbone produit est mesurée par l'absorption dans la potasse caustique. Les réactions dans l'explosion sont:



¹U. S. Geol. Survey, Doc. 48 (1906) pp. 156-173.

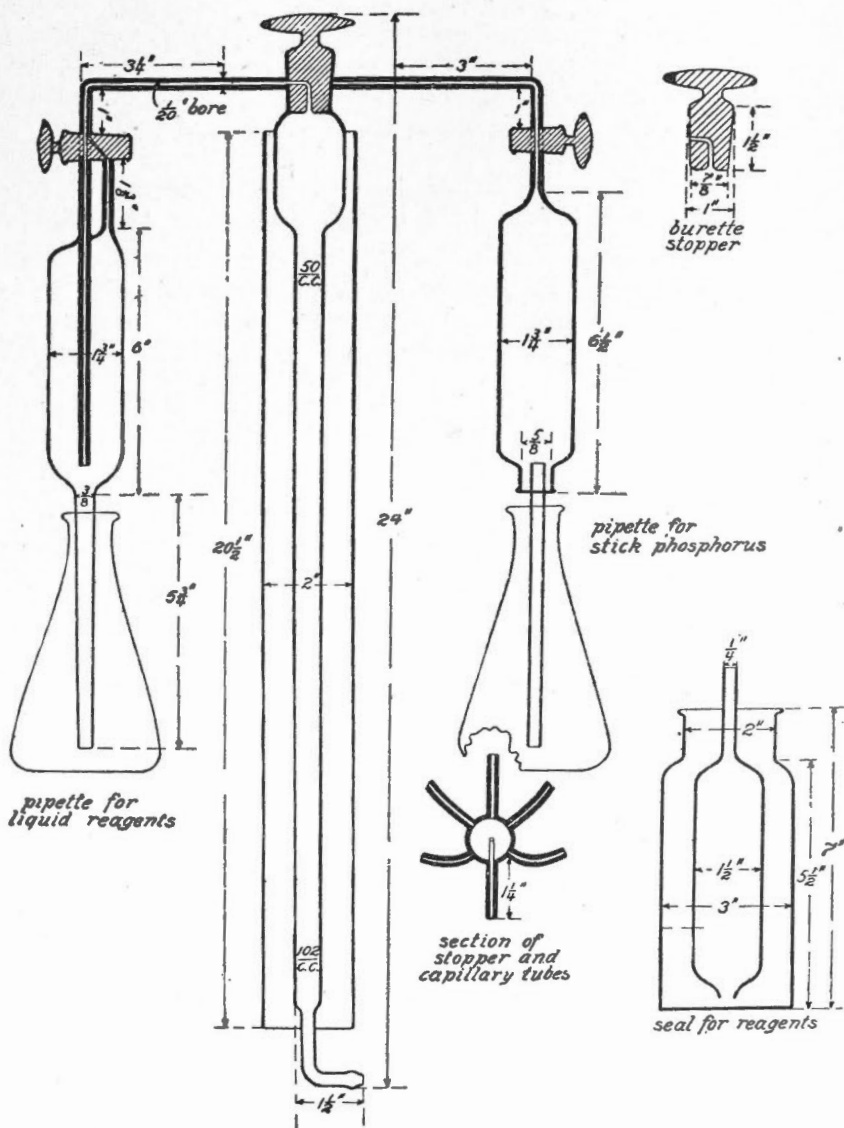
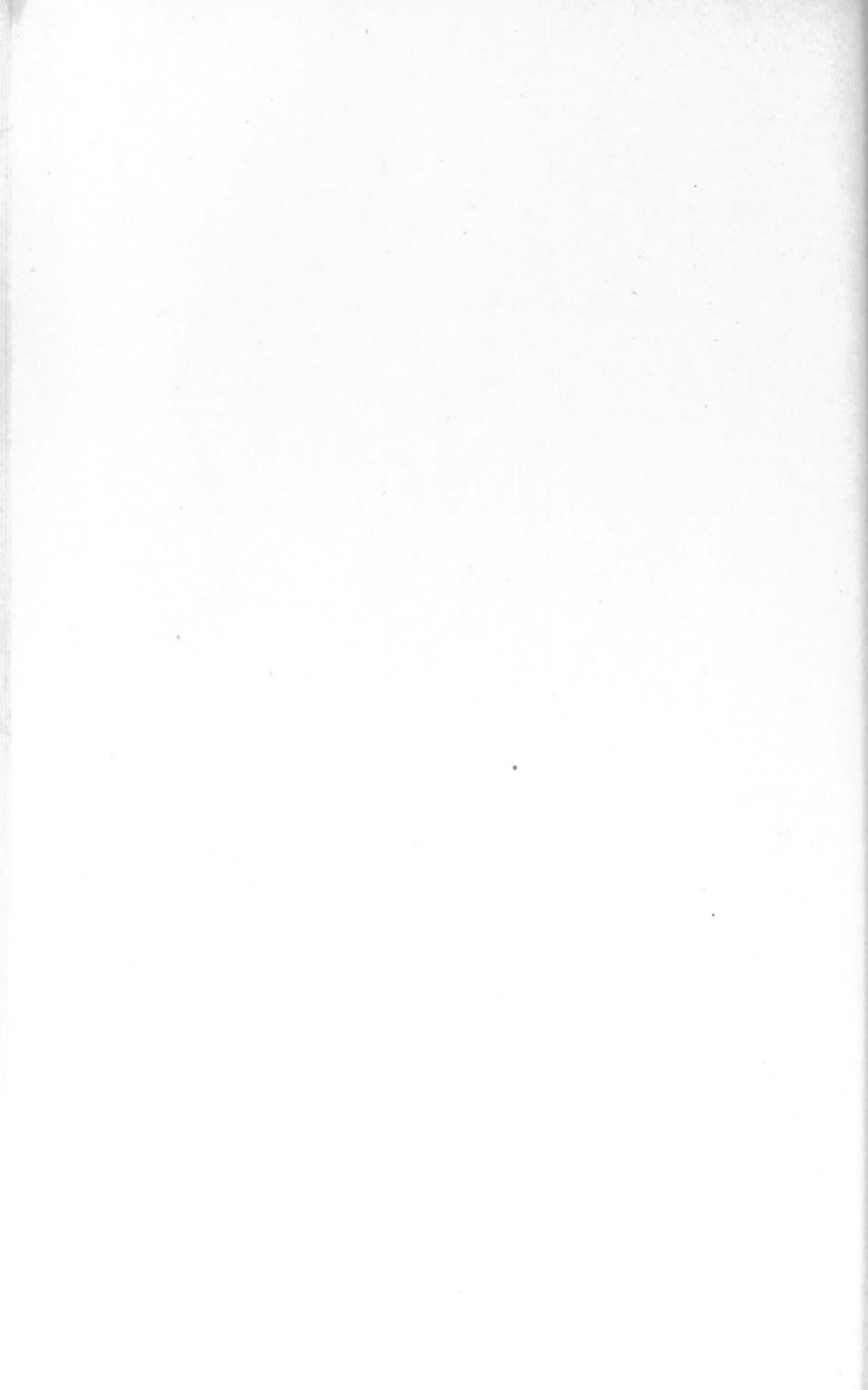
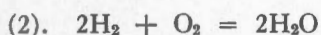


Fig. 53. Section des parties de verre de l'appareil à analyses de gaz de Randall et Barnhart.





2 vols. + 1 vol. donne 0 vol. de gaz. Contraction = 3 vols.

d'où l'on déduit la formule suivante:—

Volume de méthane = volume de dioxyde de carbone déduit.

Volume d'hydrogène = $\frac{2}{3}$ (volume de contraction moins deux fois le volume de dioxyde de carbone produit).

D'après le volume de méthane et d'hydrogène trouvé dans la quantité du résidu de gaz pris, on peut calculer facilement leur pourcentage dans l'échantillon d'origine. Si le gaz n'est pas assez riche pour faire explosion quand il est mélangé à l'oxygène, on ajoute au mélange un peu de gaz électrolytique. Le gaz électrolytique est formé par l'électrolyse d'eau acidulée et est composée d'oxygène et d'hydrogène dans les proportions requises pour former de l'eau; comme le gaz électrolytique retourne entièrement en eau quand il fait explosion, l'addition du gaz ne cause aucune différence au volume final après l'explosion. Le pourcentage de nitrogène est calculé en soustrayant de 100 le total du pourcentage des autres constituants.

Analyse de gaz avec l'appareil d'Orsat Muncke

L'appareil d'Orsat Muncke est trop connu pour être décrit. On ne l'employa que pour les analyses de gaz de tuyaux pendant l'été de 1907. Les absorbants employés furent: (1) potasse caustique pour absorber le dioxyde de carbone; (2) une solution alcaline de pyrogallol (acide pyrogallique) pour absorber l'oxygène; et finalement une solution de chlorure de cuivre pour absorber le monoxyde de carbone; les deux dernières solutions requièrent de fréquents renouvellements. La solution de pyrogallol fut faite pour dissoudre 7 grammes de sel dans 18 c.c. d'eau et plaçant la solution dans la pipette d'absorption, on ajouta une solution de 145 grammes de potasse caustique dans 95 c.c. d'eau et la pipette fut immédiatement fermée.

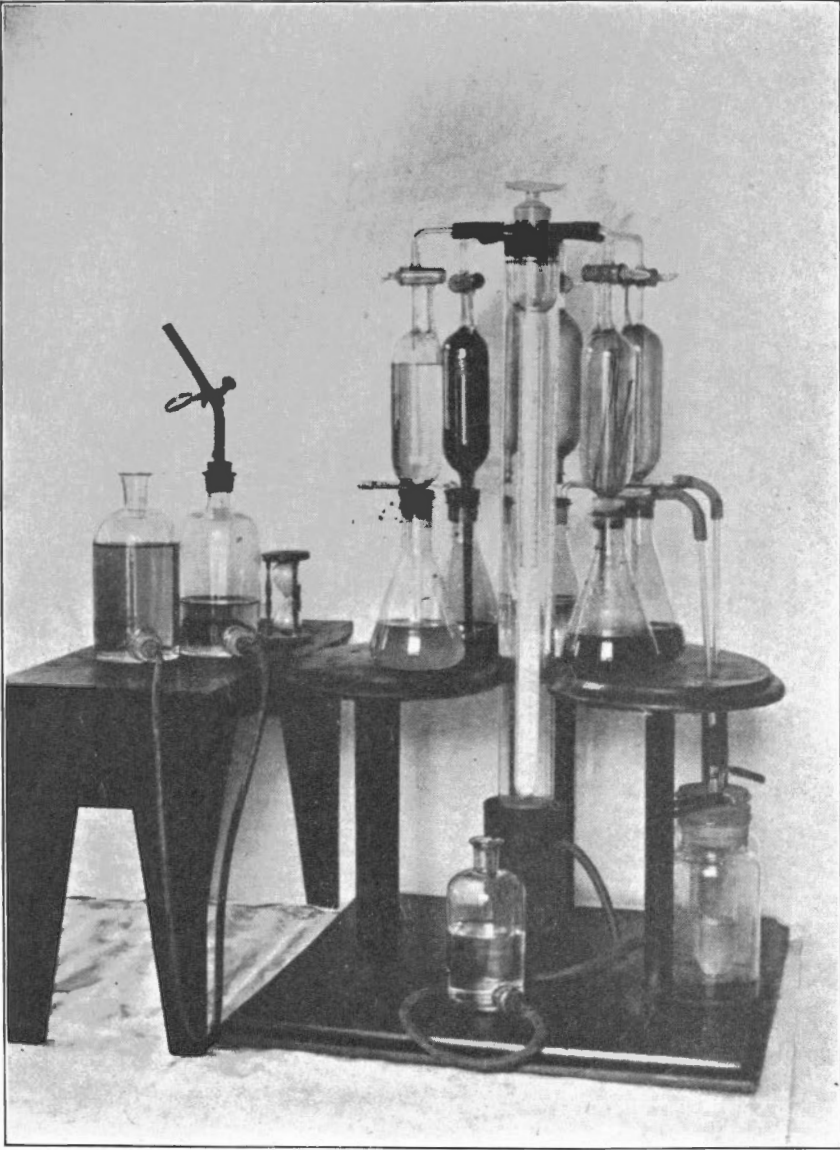
Analyse de gaz avec l'appareil de Randall et Barnhart

Cet appareil a été décrit par E. Barnhart dans *Electrochemical and Metallurgical Industry*, Vième Vol. (1907) p. 350. La Fig. 53 montre la section de toutes les parties en verre de l'appareil et la planche LVII est prise d'après une photographie de l'appareil une fois en position.

La burette de mesurage a plus de 100 c.c. de capacité; la partie la plus étroite est graduée en $\frac{1}{16}$ c.c. à l'extrémité et en 50 c.c. dans l'extrémité la plus large et à un arrière blanc avec raies bleues de façon à faciliter la précision des lectures. Le fonds de la burette se termine en un tube

étroit par un tube en caoutchouc qui le relie à une bouteille à niveau et l'extrémité supérieure est munie d'un large cou qui laisse la place à un robinet d'arrêt à six issues. A la circonférence extérieure se trouvent six tubes capillaires de $1\frac{1}{2}$ " de long qui communiquent chacun avec la burette, éliminant ainsi le long tube capillaire de l'appareil d'orsat et la nécessité, comme dans l'appareil de Hempel de changer les pipettes durant le cours de l'analyse. L'arrêt à six issues fut bien huilé et ne causa jamais aucun ennui. Les pipettes pour les réactifs liquides sont du type dans lequel le gaz est forcé à passer à travers le réactif; la pipette proprement dite se termine dans un tube étroit qui passe à travers un arrêt en caoutchouc à double trou, dans une bouteille Erlenmayer de 300 c.c. qui sert de support à la pipette et de réservoir au réactif; un second tube à travers l'arrêt en caoutchouc de la bouteille peut, si nécessaire, être relié à un sceau d'eau très simple mis auprès de l'appareil. Quand le gaz est passé dans la pipette, le robinet est tourné pour un moment dans une position pour que le liquide soit rejeté hors des deux capillaires qui conduisent à la pipette; on donne ensuite un demi-tour au robinet et le gaz est ainsi forcé de passer à travers le capillaire plus long et de s'élever parmi le liquide.

Les réactifs suivants furent employés comme absorbants: (1) solution de potasse caustique, pour absorber le dioxyde de carbone; préparée par la dissolution d'une partie en poids de potasse caustique en deux parties d'eau. (2) Eau de Brome, pour absorber les hydrocarbures non saturés, tels que l'éthylène; une solution saturée de brome dans l'eau fut employée; on ajouta quelquefois 5 pour cent de bromure de potassium pour réduire la pression de vapeur de brome; le gaz fut toujours renvoyé à la pipette de potasse pour enlever la vapeur de brome avant le remesurage. (3) Morceaux de phosphore jaune pour enlever l'oxygène; on les fabrique en mélangeant du phosphore jaune sous l'eau et en l'aspirant dans un tube de verre ayant une ouverture d'environ $\frac{3}{8}$ " , puis le refroidissant et en le faisant sortir du tube au moyen d'une baguette de verre; on doit faire en sorte en accomplissant l'opération ci-dessus d'éviter tout risque de feu ou d'empoisonnement. La pipette au phosphore fut peinte pour protéger le phosphore de l'action de la lumière. (4) Solution de chlorure de cuivre ammoniacale pour absorber le monoxyde de carbone; 15 grammes de chlorure d'ammoniaque furent dissous dans 60 c.c. d'eau dans la bouteille à réservoir, on y ajouta 57 grammes de chlorure de cuivre et on ajouta de l'ammoniaque concentré en secouant fréquemment jusqu'à ce que le sel de cuivre soit dissous; on ajouta alors de l'eau pour remplir la bouteille. Cette solution fut toujours protégée de l'air par un récipient rempli d'eau, l'air dans la pipette et dans le récipient fut déplacé par le nitrogène ou l'hydrogène quand la pipette fut remplie. (5) Acide chlorique cuivreux pour absorber tout monoxyde de carbone non préalablement absorbé; 16 grammes d'oxyde de cuivre furent dissous en chauffant avec 200 c.c. d'acide hydrochlorique concentré; on ajouta alors 100 c.c. d'eau et 26 grammes ou plus de cuivre sous forme de fil, gaz etc., et le tout fut chauffé jusqu'à ce que le mélange devienne sans couleur; la solution fut alors refroidie



Appareil à analyse de gaz de Randall et Barnhart; vue générale.—Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.

et transférée dans une pipette sans que l'air vienne avec en contact; le fil de cuivre fut maintenu dans la bouteille à réservoir de la pipette et la solution fut ainsi maintenue sans couleur.

L'appareil ci-dessus fut employé pour presque tous les échantillons de gaz de gazogène et pour tous les échantillons de gaz de tuyaux après le premier été.

La présente analyse fut conduite ainsi qu'il suit: chacune des pipettes fut remplie avec un réactif ou avec de l'eau dans le cas de la pipette à phosphore jusqu'à une marque juste au dessous du bouchon d'arrêt et la burette ainsi que le tube capillaire antérieur furent complètement remplis d'eau. La bouteille d'aspiration contenant l'échantillon, (voir page 127) fut placée sur un support en face de l'appareil, (le support et la bouteille d'échantillon sont représentés à gauche sur la Planche LVII); le tube de caoutchouc de la bouteille d'échantillon fut rempli d'eau pour déplacer l'air et fut ensuite relié au tube d'avant de la burette. En manipulant d'une manière appropriée les différents robinets et leviers des bouteilles, 102 c.c. environ des échantillons de gaz furent introduits dans la burette et la bouteille d'échantillon ainsi que le support furent enlevés. Après avoir laissé l'eau sécher des parois de la burette pendant une minute, la bouteille à niveau fut enlevé et le gaz comprimé à exactement 100 c.c.; le tube de caoutchouc au fond de la burette fut alors pincé avec le doigt et le pouce pour prévenir le changement de volume, tandis que le robinet d'arrêt fut tourné pour amener le gaz dans la burette en rapport momentané avec l'air extérieur. Comme le gaz était à une pression plus élevée que la pression atmosphérique, une certaine partie s'échappa, laissant 100 c.c. à la pression atmosphérique dans la burette. En tournant d'une façon appropriée les robinets d'arrêt et les bouteilles à niveau, le gaz fut chassé dans la pipette à potasse caustique, où on le laissa pendant une minute en le secouant à l'occasion. On renvoya alors le gaz à la burette et le réactif ramené à son niveau original dans la pipette. Après que l'on eut permis à l'eau de s'écouler dans la burette pendant une minute, le gaz fut ramené à la pression atmosphérique, en élevant ou en abaissant la bouteille à niveau jusqu'à ce que le niveau de l'eau soit le même que dans la burette pour lire le nouveau volume: la contraction fut alors prise comme le volume de dioxyde de carbone présent dans l'échantillon. Le gaz fut alors transféré dans la seconde pipette et ainsi de suite.

Le gaz fut laissé pendant une minute dans la solution de potasse, une minute dans celle de brôme, trois minute dans celle de phosphore, trois minutes dans la première solution de chlorure de cuivre et deux minutes dans la seconde et on le laissa toujours une minute dans la burette avant de lire son volume. On varia cependant les temps d'absorption d'une légère façon, suivant la fraîcheur et l'activité du réactif et le pourcentage probable des constituants à absorber.

L'emploi de chlorure de cuivre ammoniacal suivi de solution acide donna des résultats très satisfaisants; la solution ammoniacale avait un grand pouvoir d'absorption et la solution acide, qui avait une vapeur de

pression trop basse pour causer une erreur appréciable n'avait normalement que de très petites traces de gaz à absorber, ce qui fait que les deux réactifs pouvaient servir pour un grand nombre de déterminations.

Les déterminations d'hydrogène et de méthane, dans les résidus de gaz laissés après les absorptions ci-dessus furent faites au moyen d'explosions au-dessus du mercure, d'habitude dans une pipette Hempel qui pouvait être temporairement attachée au capillaire de devant; mais, à l'occasion, le gaz laisse après avoir enlevé le monoxide de carbone fut transporté dans un tube d'essai sur du mercure et l'analyse terminée sur le mercure dans l'appareil de Bone et Wheeler. Le gaz électrolytique, préparé par l'électrolyse d'une solution diluée d'acide sulfurique, fut employée pour enrichir le gaz pris pour l'explosion; le pourcentage d'hydrogène et de méthane dans un gaz de gazogène n'est pas en général, assez élevé pour que l'explosion se fasse sans une telle addition. L'emploi de l'appareil de Bone et Wheeler pour la détermination de l'hydrogène et du méthane et l'appareil de Randell et Barnhart pour la détermination des autres constituants du gaz, fut considéré comme une très bonne combinaison et l'on put ainsi faire de rapides analyses avec une précision raisonnable.

L'eau n'est pas entièrement satisfaisante comme liquide pour les analyses de gaz, car certains gaz se dissolvent dans l'eau d'une manière appréciable; mais l'emploi d'un appareil à mercure pour toutes les analyses eut nécessité un travail spécial que l'on ne considéra pas en rapport avec l'augmentation de précision à obtenir. Quoiqu'il soit possible d'employer l'eau avec une raisonnable précision pendant les absorptions, on ne peut s'en servir durant l'explosion, car le bioxide de carbone qui est produit, à la haute température fournie par l'explosion, est dissous dans l'eau à un degré considérable; et une petite perte de bioxide de carbone cause une erreur considérable dans le résultat.

L'exemple suivant montre la méthode de calcul du résultat d'une analyse avec l'appareil de Randall et Barnhart et la pipette d'explosion de Hempel:

TABLEAU XLVI

Analyse de gaz de gazogène avec l'appareil de Randall et Barnhart

Gaz pris (gaz de gazogène)	= 100.0 c.c.			
Après la potasse ...	= 90.2 "	contraction = 9.8 cc.	Dioxyde de carbone	= 9.8%
Après le brome	= 89.7 "	" = 0.5 "	Ethylène	= 0.5
Après le phosphore	= 89.1 "	" = 0.6 "	Oxygène	= 0.6
Après le chlorure de cuivre	= 80.2 "	" = 8.9 "	Monox de carb.	= 8.9
Volume de résidus de gaz pris pour l'explosion	= 22.2 "			
Après addition d'air	= 68.3 "			
Après addition de gaz électrolytique	= (79) "			
Après l'explosion	= 62.0 "	contraction = 6.3 cc.		
Après la potasse	= 61.0 "	" = 1.0 "	Méthane	= (a) 3.6
Contraction due à l'hydrogène	= 6.3 - (2 × 1.0)	" = 4.3 "	Hydrogène	= (b) 10.4
Par différence			Nitrogène	= 66.2
				100.0
Note (a) $1.0 \times 80.2 = 3.6$				
	22.2			
Note (b) $4.3 \times 2 \times 80.2 = 10.4$				
	3 22.2			

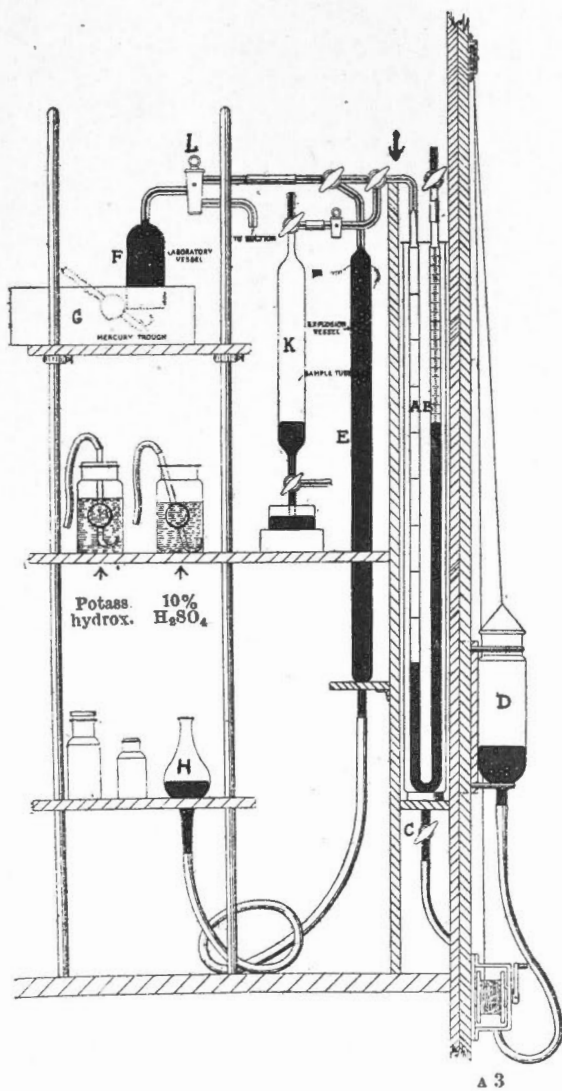


Fig 54. Diagramme de l'appareil à analyse de gaz de Bone et Wheeler.



Analyse de gaz avec l'appareil à analyse de gaz de Bone et Wheeler.

Cet appareil a été décrit par W. A. Bone et R. V. Wheeler dans le *Journal of the Society of Chemical Industry*, XXVIIème Vol. 15 Janvier 1908, p. 10. On s'en sert pour tous les échantillons de gaz de fours à coke, pour quelques échantillons de gaz de gazogène et aussi, tel que décrit ci-dessus, pour déterminer le méthane et l'hydrogène dans quelques échantillons de gaz de gazogène après que les autres constituants eussent été amenés dans l'appareil de Randall et Barnbart.

La Fig. 54 fournit un diagramme de l'appareil et les Planches LVIII et LIX montrent l'appareil tel qu'il est installé dans le laboratoire. L'appareil comprend trois parties essentielles, c.a.d.: (1) une combinaison de tubes de mesurage et de pression, A et B, communicant par le robinet de verre C avec le réservoir de mercure D; un récipient d'absorption F tenu au-dessus du mercure dans une auge d'acajou, G; (3) un tube d'explosion E, muni de fils d'allumage, et relié à un réservoir de mercure séparé H. Toutes les attaches entre A, E et F sont sous forme d'ouvertures capillaires, avec robinets de verre appropriés, partout où cela est nécessaire. Le diagramme montre également comment le tube de mesurage A est relié au tube d'échantillon K, chaque fois que ce dernier est employé pour introduire l'échantillon examiné; dans une photographie, on montre à la place du tube d'échantillon une petite pipette contenant des bâtons de phosphore; on essaye sans succès de remplacer le petrogallol par le phosphore pour l'absorption de l'oxygène dans cet appareil, mais le pouvoir d'absorption du phosphore diminue rapidement quand on se sert du mercure au lieu de l'eau.

Les échantillons de gaz furent généralement introduite dans l'appareil au moyen d'un tube d'essai ordinaire en verre dur, sous la large extrémité ouverte du récipient d'absorption F qui avait été auparavant rempli de mercure. La planche LX montre le râtelier spécial dans lequel les échantillons de gaz furent emmagasinés au-dessus du mercure, dans des tubes d'essai maintenus à plat dans des creusets de porcelaine; la base du support était munie de côté élevés pour empêcher la perte du mercure.

Avant de commencer une analyse, tout l'appareil y compris toutes les attaches entre A, E et F fut complètement rempli de mercure et toutes les manipulations suivantes furent faites au-dessus du mercure.

Les différentes parties de l'appareil sont montées sur des supports de bois de teck, avec quatre baguettes d'acier verticales supportant le rayon sur lequel repose l'auge au mercure; les mêmes baguettes supportent également deux autres rayons pour les bouteilles de réactifs. Le réservoir à mercure, D, peut être élevé ou abaissé (au niveau du sol, si nécessaire) au moyen d'une poulie munie de tous ses accessoires. L'appareil tout entier repose dans un plateau de bois 2'-4" X 1'-6" avec côtés élevés.

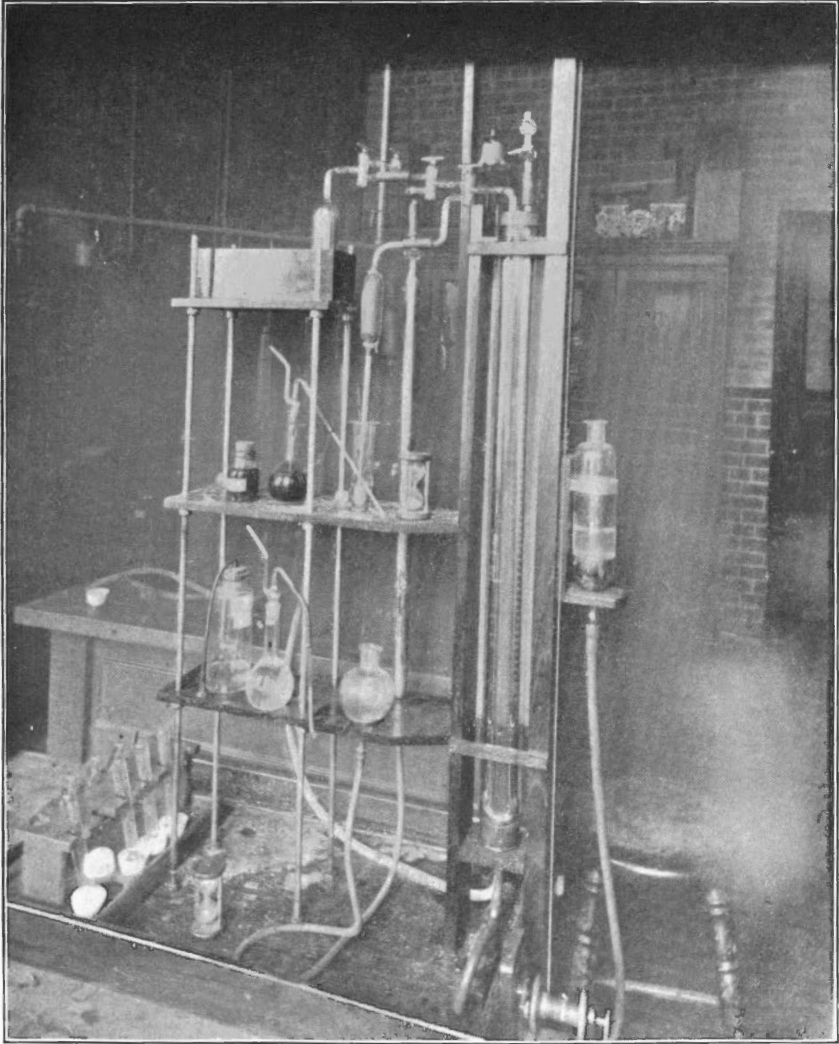
Les caractères saillants du travail effectué par l'appareil sont les suivants:

(1). Le principe de mesurage employé est celui du mesurage de la pression du gaz (en mm. de mercure) à volume constant. Dans ce but, le gaz est amené à une certaine marque de volume constant dans le tube de mesurage A, (par manipulation appropriée du réservoir de mercure D et du robinet C) et sa pression est lue sur le tube de pression B. Il y a une série de telles marques de volume constant sur A, coïncidant en niveau avec chaque cent mm. marque sur le tube de pression B ce qui fait que la pression actuelle du gaz est fournie en soustrayant de la lecture de pression les chiffres,) 0, 100 ou 200 suivant la marque particulière de volume constant choisie pour l'analyse. Les tubes A et B sont faits d'une seule pièce et sont entourés d'une chemise d'eau; leurs surfaces intérieures sont maintenues humides avec une solution très diluée d'acide sulfurique (1 dans 20) comme précaution contre les erreurs de mesurage dans un tube avec les alcalis; il est facile de voir que l'humectage de A et B avec le même liquide élimine l'influence de la vapeur d'eau sur les mesurages de gaz, les différentes pressions représentant celles du gaz sec sous examen. Le robinet fermant l'extrémité supérieure du tube de pression est reliée à cette dernière par un fort tube en caoutchouc, système qui donne une excellente jointure avec suffisamment d'élasticité pour empêcher la brisure dans le cas où le mercure en B monte dans le tube avec une rapidité inaccoutumée. Les avantages de cette méthode de mesurage sur la méthode ordinaire de déterminer le volume d'après la pression atmosphérique sont à doubles: (a) elle permet l'emploi de plus petits volumes de gaz pour une analyse—ainsi on peut prendre de 5 à 10 c.c. de gaz pour une pression de 100 m.m. suivant la marque de volume particulier choisi et cette pression peut être facilement lue sans employer un télescope) on fait mieux les lectures au moyen d'une lumière placée derrière le tube un peu au-dessus de la surface du mercure (b) les mesurages sont indépendants de la pression barométrique et en même temps ne sont pas affectés par la tension de la vapeur aqueuse.

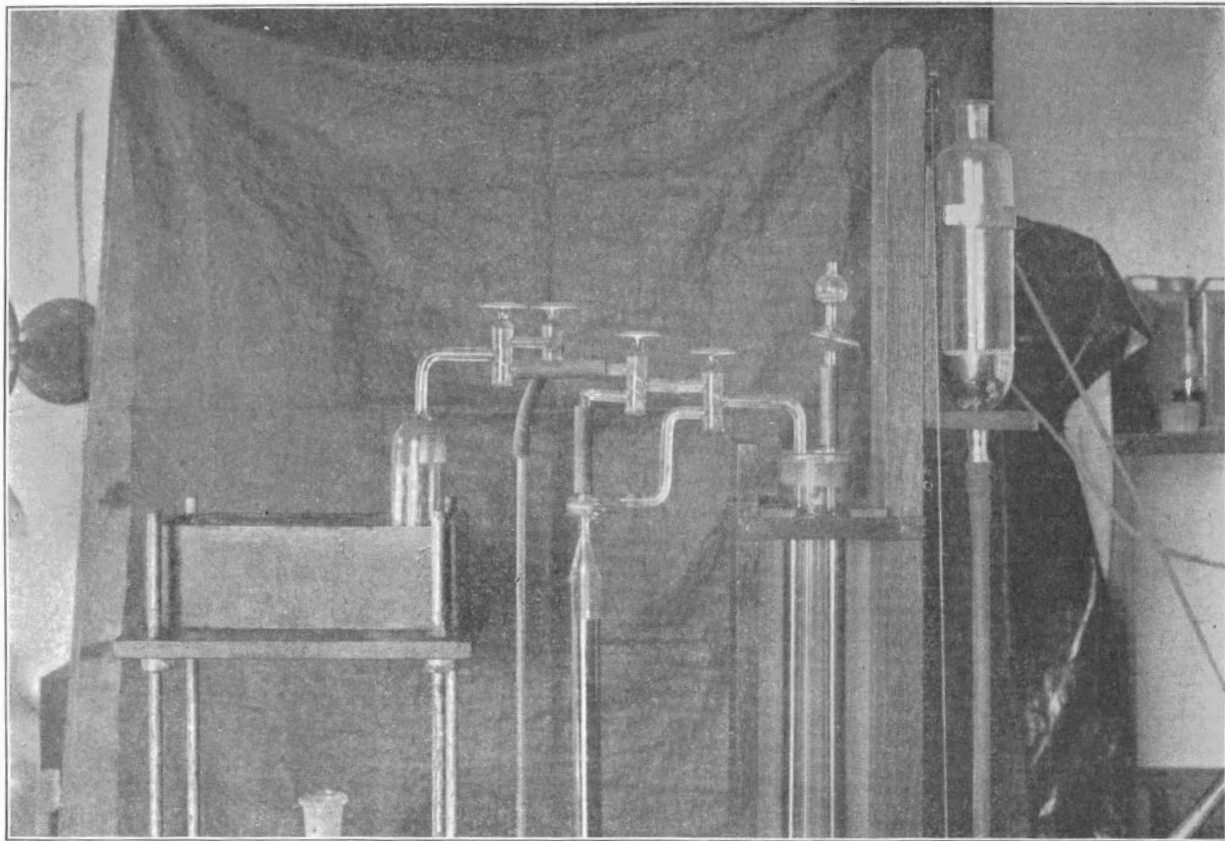
(2). La longueur du tube de pression B (environ 700 mm.) fournit ample espace pour la solution du mélange explosif dans une analyse d'explosion, même dans le cas d'un gaz riche, comme le gaz de houille.

Les arrangements pour les différentes absorptions sont simples. Au lieu d'employer un certain nombre de grands vaisseaux d'absorption contenant chacun un réactif particulier, que l'on ne change pas au cours des différentes analyses, toutes les absorptions furent effectuées au-dessus du mercure dans le seul récipient d'absorption F et dans chaque cas avec un volume relativement petit du réactif particulier que l'on emploie toujours frais et que l'on rejette ensuite.

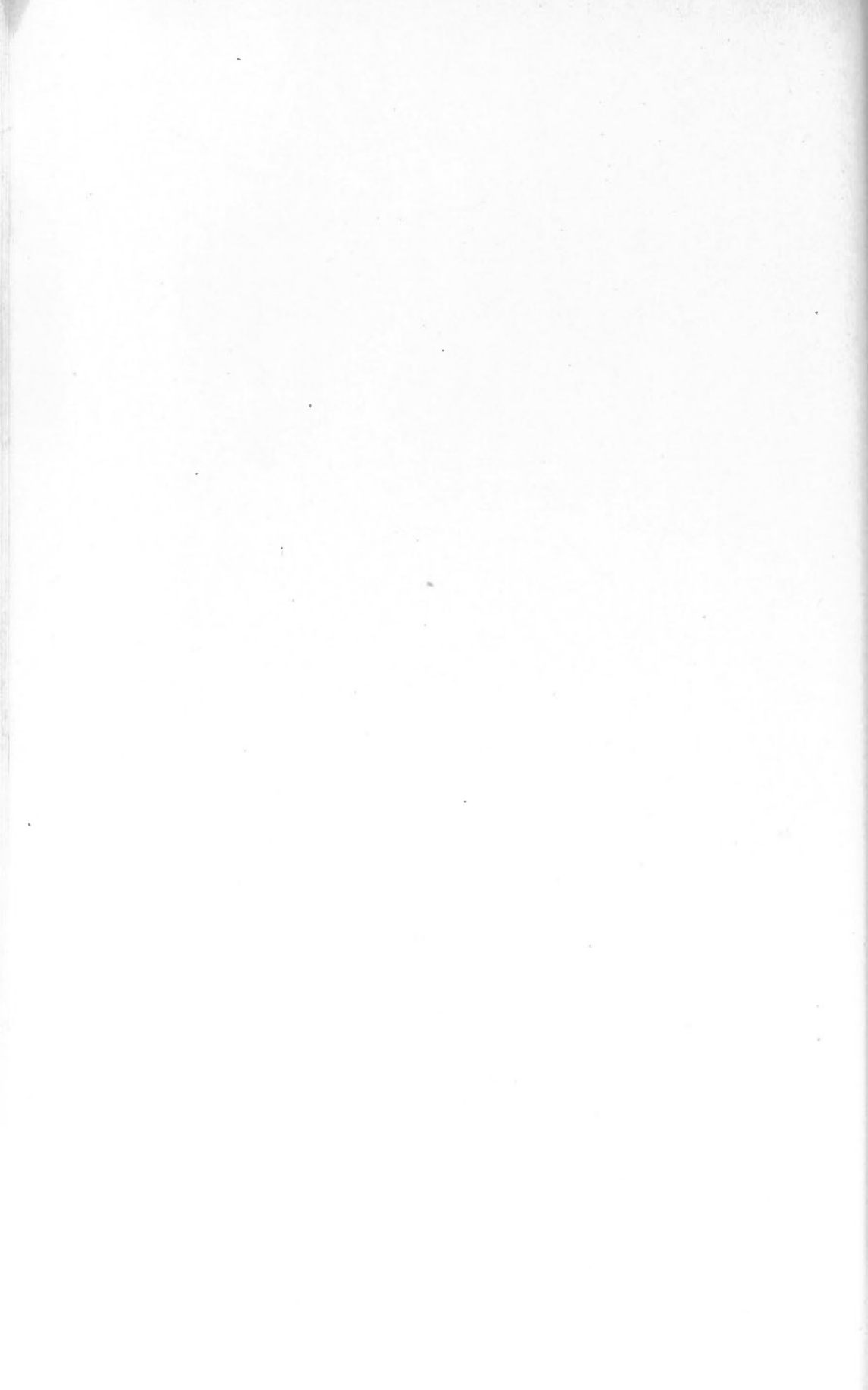
Pour faciliter l'introduction des différents réactifs, et le rinçage du récipient d'absorption avec de l'eau ou de l'acide sulfurique dilué "*in situ*" entre chaque réactif successifs, la large ouverture du récipient est plongée dans le mercure dans l'auge G tandis que le dessus se termine en un robinet à trois branches capillaires L. L'une des branches parallèles de ce robinet communique à travers une jointure solide en caoutchouc avec



Appareil à analyse de gaz de Bone et Wheeler, vue générale.—Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.



Appareil pour l'analyse des gaz de Bone et Wheeler; détails.—Section des Mines et de la Préparation des Minerais, Université McGill.



le récipient de mesurage A et l'autre avec une grande bouteille d'aspiration qui sert à rattraper le réactif qui a servi ainsi que tout mercure qui a passé. La bouteille est re-aspirée de temps en temps au moyen d'une pompe à succion à jet d'eau.

De 2 à 10 c.c. de ce réactif particulier dont on doit se servir sont introduits dans le récipient d'absorption (au préalable rempli de mercure) au moyen d'une pipette à jet courbe de dessous la surface du mercure dans l'auge. Toute bulle d'air accidentellement introduite dans le réactif peut être immédiatement chassée en ouvrant avec précaution la branche du robinet L qui conduit à la bouteille d'absorption ci-dessus mentionnés. Le gaz peut alors être amené du récipient de mesurage au "laboratoire" ou récipient d'absorption F, et secoué avec un réactif préalablement introduit. Quand l'absorption est complète, le gaz est renvoyé dans le récipient de mesurage, le robinet L est tourné aussitôt que le réactif l'atteint ce qui fait que le réactif passe dans la bouteille d'aspiration; le récipient "laboratoire" est alors rincé avec de l'acide dilué et les ringures enlevées; le robinet L est tourné avec précaution pour relier le récipient laboratoire avec le tube de mesurage et on laisse le mercure propre s'en aller le long des tubes reliés jusqu'à ce qu'il atteigne le point indiqué par une flèche; le robinet immédiatement derrière ce point est alors fermé, le gaz amené à sa marque de volume constant dans le tube de mesurage et la pression est lue; la différence entre la vieille et la nouvelle pression est la mesure du volume de gaz absorbé par le réactif particulier. On peut alors introduire un réactif frais dans le récipient et le procédé est répété. L'oxygène et le gaz électrolytique requis pour l'explosion sont également introduits dans l'appareil par le récipient "laboratoire".

Les réactifs employés, etc., furent ainsi qu'il suit: (1) Potasse caustique 1 partie en poids dissoute dans 2 parties d'eau. (2) Pyrogallol: environ 2 c.c. d'une solution faite en dissolvant 1 partie de sel dans 4 parties d'eau furent introduites dans le récipient de laboratoire, et ensuite quatre fois autant de la solution de potasse caustique furent également introduits; le pyrogallol conserve mieux l'acide, ce qui fait qu'il ne fut mélangé qu'à l'alcali quand on en eut besoin; on ajoute un excès de potasse pour empêcher le pyrogallol de donner naissance à du monoxide de carbone; mais même ainsi, on ne devrait jamais laisser un gaz plus de dix minutes au-dessus de son réactif. (3) Brôme: on employa une solution de brôme dans 10 pour cent de brômure de potassium; pour les hydrocarbures ne contenant que des petites parties d'hydrocarbures non saturés on employa une solution d'eau saturée à laquelle on ajouta ensuite du bromure de potassium et qui fut reconnue comme suffisamment forte. Comme ce réactif attaque légèrement le mercure, on ne laissa jamais le gaz plus de 5 minutes au-dessus, puis on rinça le récipient, d'abord avec une solution de potasse caustique, puis avec 5% d'acide sulfurique et le gaz fut ramené dans le récipient du laboratoire et traité avec de la potasse caustique pour enlever la vapeur de brôme avant de la remesurer dans le récipient de mesurage. (4) Chloride de cuivre: le gaz fut traité deux fois avec du chlo-

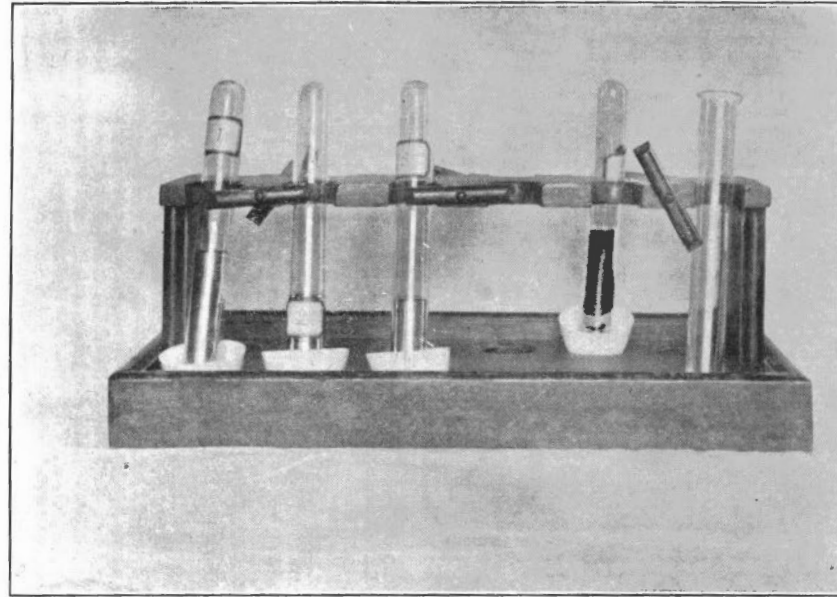
ride de cuivre ammoniacal, préparé tel que décrit sous l'appareil de Randall et Barnhart. Une solution ammoniacale de chlorure de cuivre, avec une tension négligeable de vapeur de cuivre ammoniacale, peut être également préparée en suspendant 75 grammes de chlorure de cuivre dans une solution de 15 grammes de chlorure d'ammoniaque dans 300 c.c. d'eau; on fait alors passer le gaz ammoniacal dans la solution (qui est maintenue hors de contact avec l'air) jusqu'à ce que, après avoir secoué la bouteille, la solution sente l'ammoniaque aussitôt après que le bouchon est enlevé; une heure ou plus est nécessaire pour saturer—on devrait éviter tout excès; on ajoute alors 10 ou 20 grammes de plus de chlorure de cuivre, la solution est bien secouée et emmagasinée dans une bouteille bien fermée.

Tout le gaz laissé de côté, après le traitement avec les réactifs ci-dessus, fut employé pour l'explosion; il fut ensuite mélangé avec un excès d'oxygène et son volume mesuré; puis, une fois 4 c.c. de gaz électrolytique ajoutés si nécessaire, le gaz passa dans le tube d'explosion E, allumé par une étincelle, renvoyé au tube de mesure, traité avec la potasse dans le récipient du laboratoire et mesuré de nouveau; les calculs furent faits tels que déjà décrit. Les règles relatives à la quantité d'oxygène, ou d'air, à ajouter pour l'explosion furent les mêmes que celles suivies dans le laboratoire du Dr. Bone—ajouter de l'oxygène suffisamment pour rendre le mélange explosif (c.à.d. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2$ et $2\text{H}_2 + \text{O}_2$) et excès d'oxygène (ou d'air) pour diluer au moins deux fois le volume du mélange. Ainsi, si 100 mm. de gaz sont pris pour une explosion dont probablement 30 mm. sont très inflammables, et se composent principalement d'hydrogène, on requiert 15 mm. d'oxygène pour sa combustion complète, ce qui fait que la quantité du "knallgas" serait 45 mm; il est par conséquent nécessaire de prendre au moins $15 + (2 \times 45)$, c'est à dire 105 mm. d'oxygène; ou en d'autres mots, avec les 100 mm. de gaz on devrait au moins faire 205 mm. avec l'oxygène. Cela est la plus basse limite; diluer plus abondamment est un avantage; si l'on dilue moins, les oxides de nitrogène et l'acide nitrique se forment et une partie de l'oxygène disparaît, en donnant une trop grande contraction.

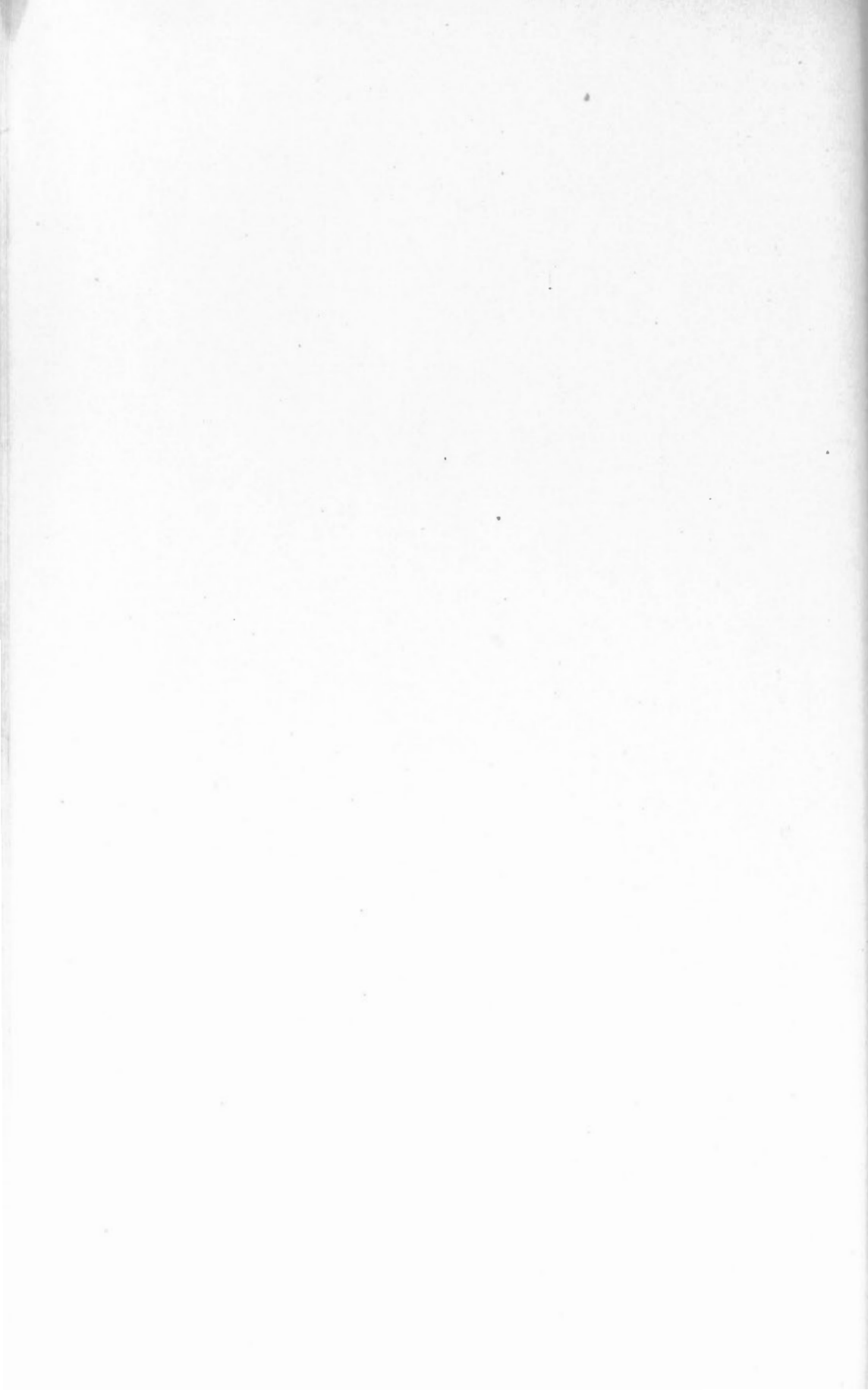
L'oxygène fut emmagasiné dans une bouteille au-dessus de l'eau; le gaz fut délivré au moyen d'un tube de livraison approprié dans le récipient du laboratoire. Le gaz électrolytique fut emmagasiné dans des tubes d'essai sur le mercure dans un râtelier tel qu'il a déjà été décrit. On huila les robinets d'arrêt avec une solution de caoutchouc dans de la vaseline, préparée en chauffant tranquillement 20 parties de caoutchouc pur, 10 de vaseline et une de cire paraffine; la chaleur fut maintenue et le mélange agité jusqu'à ce que le caoutchouc soit complètement dissous.

L'exemple suivant dépeint la méthode pour enregistrer une analyse faite avec l'appareil de Bone et Wheeler:

Planche I.X.



Support pour tenir et emmagasiner les échantillons de gaz.



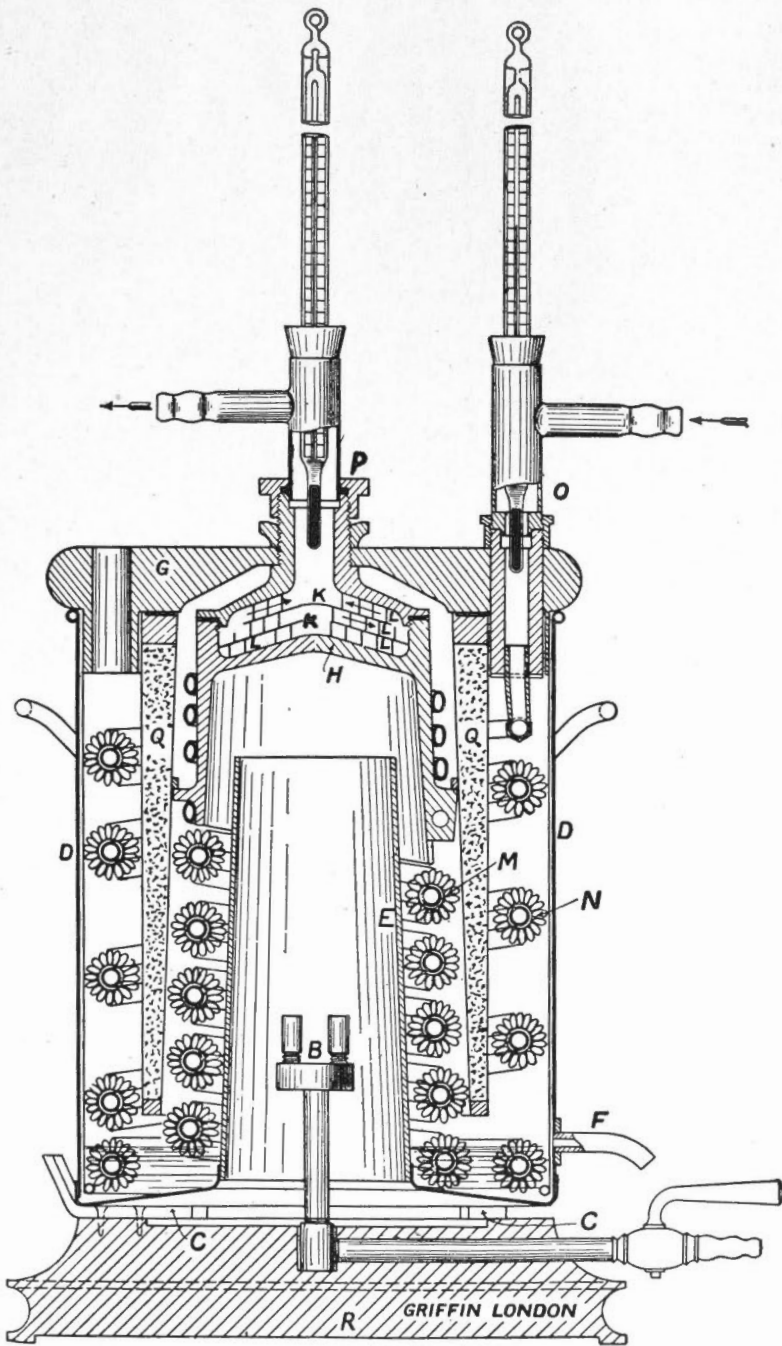


Fig. 55. Section verticale du calorimètre à gaz de Boys.

TABLEAU XLVII

Analyse de gaz de gazogène avec l'appareil de Bone et Wheeler

Lecture du vide	0.0 mm.				
Lecture initiale	120.5 "				
Gaz pris	120.5 "				
Après la potasse	109.4 "	Diminution	11.1 mm.	Dioxyde de car.	= 9.2%
Après le pyro.	108.7 "	"	0.7 "	Oxygène	= 0.6
Après le brome	108.5 "	"	0.2 "	Ethylène	= 0.2
Après le chlorure de cuivre	92.0 "	"	16.5 "	Monoxyde de car	= 13.7
Après l'oxygène	364.7 "				
Après le gaz électrolytique	424 "				
Après l'explosion	334.6 "	"	30.1 "		
Après la potasse	330.5 "	"	4.1 "	Méthane	= 3.4
Diminution due à l'hydrogène	30.1 - (2 × 4.1)	"	= 21.9 "		
	21.9 × $\frac{1}{2}$	"	= 14.6 "	Hydrogène	= 12.1
				Nitrogène	= 60.8
Par différence					100.0

VALEUR CALORIFIQUE DES COMBUSTIBLES GAZEUX

Le calorimètre employé pour déterminer la valeur calorifique du gaz de gazogène fut inventé par le Prof. C. V. Boys, et décrit par lui dans le Roy. Soc. Proc. 1906, 77 A, p. 122 (également Jour. Soc. Chem. Indust. 15 Mars 1906, p. 234).

La méthode habituelle de calorimétrie du gaz est employée; un jet de gaz est brûlé dans le calorimètre et la chaleur de la combustion est absorbée par un courant d'eau qui passe à travers l'instrument. Le degré d'écoulement du gaz est déterminé par son passage à travers son passage dans un compteur à gaz; l'élévation de la température est déterminée au moyen de thermomètres placés dans l'eau à l'entrée et à la sortie et le degré d'écoulement de l'eau est déterminé par le récipient de mesure dans laquelle elle s'écoule; d'après ces données on peut calculer la valeur calorifique de la houille.

Le calorimètre de Boys fut construit de façon à fournir un espace ample pour la circulation de tous les gaz brûlés de façon à ce qu'ils passent tranquillement et librement à travers l'instrument et qu'ils soient ainsi exposés d'une manière effective aux surfaces refroidissantes. Le contenu d'eau de l'instrument a, d'un autre côté, été réduit à sa plus petite quantité; ce qui fait que l'eau qui s'écoule atteint sa température extrême très rapidement après que le gaz est allumé et toute variation de température dans l'eau qui entre est rapidement suivie d'une élévation de température dans l'eau qui s'écoule. Toute l'eau qui circule s'écoule de la même manière, n'ayant aucune route à suivre et l'on évite ainsi tout chauffage inégal et l'irrégularité de la température à la sortie.

La description suivante de l'appareil est prise dans "Notification of the Metropolitan Gas Referees" (Londres, Ang.) en 1906.

Le calorimètre est visible sur la Fig. 55 dans sa section verticale. Il se compose de trois parties séparées: (1) La base, R, qui supporte deux brûleurs, b, pour les gazogènes, ces brûleurs sont remplacés par des tubes simples et un robinet régulateur. La partie supérieure de la base est couverte d'une plaque en métal sur lesquelles se trouvent trois blocs, ces blocs sont placés de façon à porter (2) le récipient D qui est muni d'une cheminée centrale de cuivre E et d'un échappement F pour l'eau condensée.

Appuyés sur le bord du récipient D, se trouvent (3) les parties essentielles du calorimètre attachées au couvercle G. Commencant au centre où est situé l'écoulement, se trouve une boîte de cuivre qui agit comme chambre pour l'égalisation de la température pour l'eau qui s'écoule. Deux plaques de cuivre léger K, K, sont maintenues en position par trois rouleaux de cuivre mince, L, L, L. La portion pendante ou inférieure de la boîte est tenue froide au moyen de l'eau circulant à travers un tube placé à l'extérieur de la cloche relié à ce tube à son point le plus bas, se trouvent six coudes de tuyaux de cuivre tels qu'on en emploie dans les radiateurs à force motrice connus sous le nom de Clarkson. Dans ceux-ci, une hélice de fils de cuivre est enroulée autour du tube et on passe là tout au moyen d'une immersion dans un bain de soudure fondue. Un second rouleau de tuyaux de dimensions similaires entourant le premier y est relié à l'extrémité inférieure, cela se termine à l'extrémité supérieure par un bloc auquel la boîte pour l'eau qui entre et le support du thermomètre sont attachés tel qu'il est montré dans O. Une boîte d'eau pour celle qui sort, P, ainsi que le support du thermomètre sont identiquement attachés au dessus de la chambre d'égalisation. Les coudes inférieures des deux rouleaux, M, N, sont plongés dans l'eau qui est d'abord placée dans le récipient D, mais à laquelle vient s'ajouter l'eau de condensation des gaz brûlés; l'excès d'eau s'échappe par le tuyau d'écoulement F.

Entre les rouleaux extérieurs et intérieurs N, M, est placée une brayette Q, faite de minces plaques de cuivre contenant de la poussière de liège agissant comme isolateur de chaleur. Une paroi de minces feuilles de cuivre, un peu plus petite que le récipient D. est adoptée au couvercle ce qui fait que lorsque l'instrument est enlevé du récipient, les rouleaux sont protégés contre tout accident. L'étroit espace d'air entre cela et le récipient D sert également à prévenir l'échange de chaleur entre le calorimètre et l'air de la salle. Les deux thermomètres pour la lecture des températures de l'eau et le troisième pour la température des gaz qui s'échappent sont presque tous ensemble et au même niveau; les deux premiers sont divisés en dixièmes de degrés d'après l'échelle centigrade et sont munis de lentilles de lecture; ils furent calibrés dans la Section de Physique de l'Université McGill. Le couvercle peut être tourné en rond dans toute position relativement au tuyau d'entrée des gaz de façon à pouvoir servir aux observations d'une façon utile, et les boîtes d'eau extérieures et intérieures peuvent elles-mêmes être tournées de façon à ce que leurs tubes d'embranchement puissent être pointés dans toute direction.

Les accessoires du calorimètre consistent dans un régulateur à pression de gaz; compteur à gaz avec cadran opal de 9" divisé en 100 parties, capacité $\frac{1}{2}$ " de pied cube par révolution; un récipient de mesurage de 2300 c.c. un tuyau de changement pour livrer l'eau dans l'évier ou un récipient de mesurage, tel que désiré; et un tuyau d'écoulement pour livrer l'eau au calorimètre d'une façon constante.

La Fig. 56 donne une vue générale du calorimètre et de ses accessoires, et la Planche XLIX (VIIIème Partie) montre le calorimètre tel que dressé

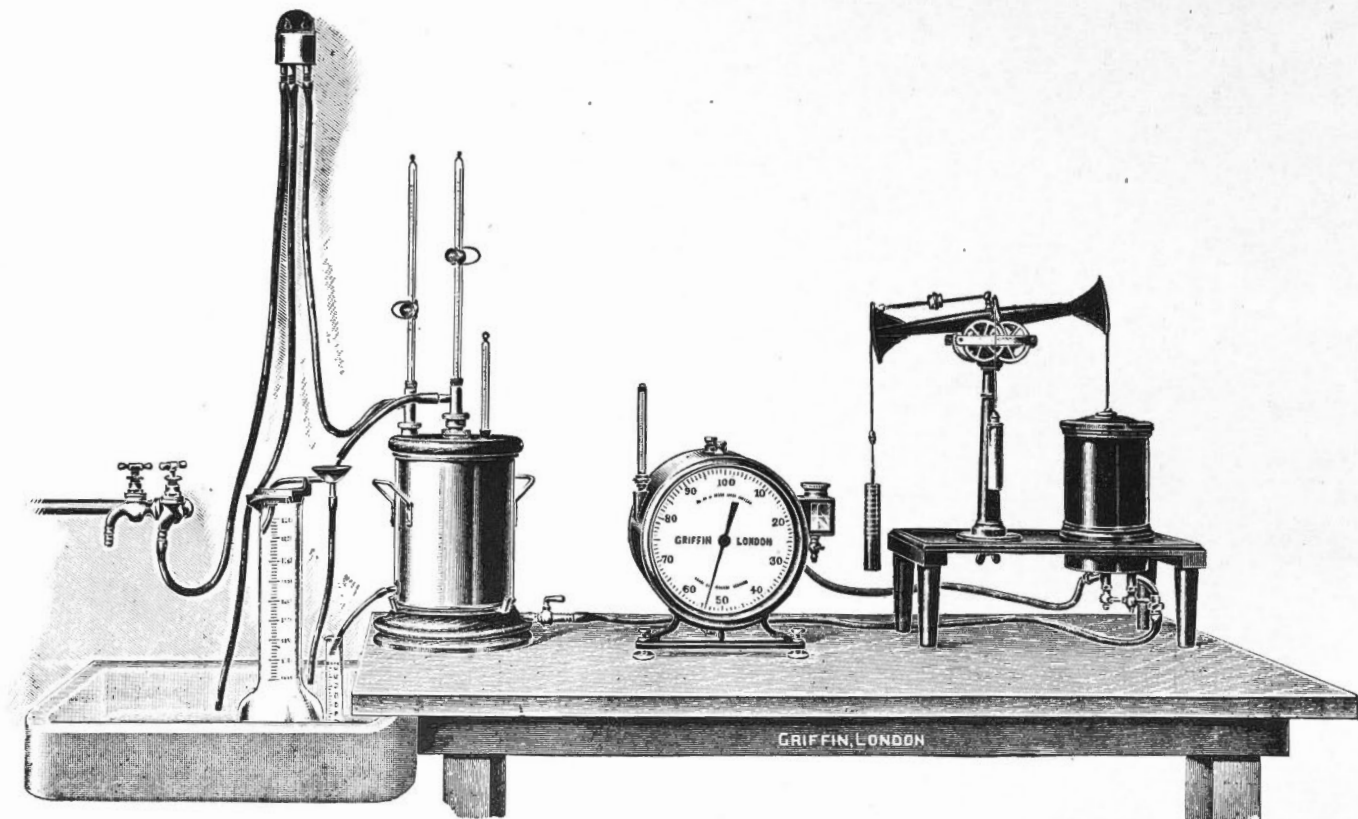


Fig. 56. Vue générale du calorimètre à gaz de Boys.

sur un banc spécial dans la salle du gazogène. Le gaz fut fourni à l'instrument par la conduite principale de gaz sur le côté de la pression du soufflet; il passa d'abord à travers le régulateur à pression, puis dans le compteur et fut finalement brûlé dans le calorimètre—on doit remarquer que cet ordre varie avec celui que l'on suit en essayant le gaz des villes, dans quel cas, le gaz passe d'abord à travers le compteur. Le tuyau de déchargement fut fixé à l'arrière du banc, à environ 3 pieds au-dessus du niveau de l'instrument; l'écoulement d'eau ainsi réglé ne fut pas changé par la suite; le gaz fut ajusté quand cela fut nécessaire au moyen du régulateur à pression, ce qui fait que lorsque le brûleur fut allumé il se produisit dans la température de l'eau une élévation de 5° à 8° C pendant son passage à travers le calorimètre. Le tuyau de changement fut placé sur un râtelier au-dessus du cylindre de mesurage et on s'arrangea de façon à ce que l'eau d'écoulement du calorimètre s'écoulât dans le tuyau et de là, normalement dans un tuyau de perdition ou en enlevant le tuyau dans le récipient de mesurage.

Le brûleur du calorimètre fut allumé au commencement de l'essai du gazogène et maintenu allumé pendant l'essai; une détermination fut faite aussitôt que la température devint régulière et répétée à intervalles réguliers pendant l'essai; on ne considéra aucune détermination comme satisfaisante à moins qu'il n'y ait une grande variation de température à l'entrée ou à la sortie. La méthode employée fut ainsi qu'il suit: au moment où le bras du compteur eut passé la marque zéro, le tuyau de changement fut remué de façon à se décharger dans le récipient de mesurage vide; des lectures de la température extérieure de l'eau furent alors prises une fois pendant chaque révolution du compteur jusqu'à ce que 1600 à 1900 c.c. d'eau eussent été recueillis, le tuyau de changement fut alors ramené en arrière quand le bras du compteur eût de nouveau passé zéro. La température à l'entrée fut lue au commencement, au milieu et à la fin de la période; à la fin on nota le volume de l'eau recueillie ainsi que la température du gaz dans le compteur et la pression garométrique. En général, $\frac{1}{2}$ ou $\frac{3}{4}$ de pied de gaz (6 ou 9 révolutions du compteur) furent brûlés pendant une expérience.

Si V = le volume de gaz brûlé en pieds cubes, tels que mesurés par le compteur.

W = volume d'eau recueillie, en litres.

T_1 = la température moyenne de l'eau à la sortie, en degrés Centigrades.

T_2 = la température moyenne de l'eau à l'entrée, en degrés Centigrades.

t = la température du gaz au compteur, en degrés Fahrenheit.

p = la pression de vapeur d'eau à t° , F., en pouces de mercure.

P = la pression barométrique, en pouces de mercure.

alors $V \times \frac{P-p}{30-0.5} \times \frac{459 + 60}{459 + t}$ est le volume du gaz brûlé, corrigé en

pieds cubes d'humidité de gaz mesurée à 60°F et 30" de pression de mercure (la vapeur de l'eau à 60°F. est 0.5" de mercure.)

$$\text{et } \frac{W \times (T_2 - T_1) \times 3.968}{V \times \frac{P-p}{30-0.5} \times \frac{459+60}{459+t}} \text{ ou } \frac{W \times (T_2 - T_1) \times (459+t) \times 0.2255}{V \times (P-p)}$$

donne la valeur calorifique du gaz en Unités Thermales Britanniques par pied cube de gaz mesuré humide à 60°F et sous une pression de 30" de mercure. (3.968 est le facteur pour convertir des calories par kilogrammes en U.T.B.)

Les chiffres ci-dessus donnent la valeur calorifique brute; on crut qu'il n'était pas nécessaire de recueillir l'eau des gaz brûlés afin de déterminer la valeur calorifique nette.

Le compteur employé fut calibré une fois par semaine en passant à travers l'air provenant d'un bocal de capacité connue. La nécessité de ce calibrage fut démontrée par le fait qu'un compteur qui avait été en usage pendant quelques années donna des lectures qui étaient presque de 11 pour cent trop basses: l'erreur étant due au goudron qui s'était emmagasiné dans le compteur.

VALEUR CALORIFIQUE CALCULÉE D'APRÈS L'ANALYSE DES GAZ

Au moyen des tableaux suivants les valeurs brut et net calorifiques de tous les échantillons de gaz de gazogène analysées furent calculés d'après l'analyse et exprimés en U.T.B. par pied cube de gaz mesuré humide à 60°F et sous une pression de 30" de mercure. Les données utilisées en compilant ces tableaux furent les suivantes:—

1 (Kilogramme) calorie = 1000 calories = chaleur requise pour élever 1 kg. d'eau de 15° à 16° C. = 3.968 U.T.B.

0°C. = 273° absolus. 60°F. = 15.5°C. = 288.5° absolus.

1 molécule d'1 gramme de gaz sec occupe 22.38 litres à 0°C. et 760 mm. de pression.

Pression de la vapeur d'eau à 60°F = 13 mm. de mercure.

30" = 762 mm.

1 pied cube = 28.31 litres.

C'est pourquoi le facteur requis pour convertir les calories par molécules d'un gramme en U.T.B. par pied cube de gaz humide à 60°F. et 30" de pression est:

$$\frac{28.31 \times 3.968 \times 273 \times (762-13)}{22.38 \times 288.5 \times 760} = 4.683$$

Gaz.	Valeur calorifique en cal. par molécule-gramme.	U.T.B. par pied cube à à 60° F. et 30"
Ethylène (C ₂ H ₄)	34.11	× 4.683 = 1597 brut
	319.3	" = 1495 net
Monoxide de carbone (CO)	68.2	" = 319.4 brut et net
Méthane (CH ₄)	213.5	" = 999.7 brut
	191.7	" = 897.6 net
Hydrogène (H ₂)	69.0	" = 323.0 brut
	58.1	" = 272.0 net

Les exemples suivants rendront plus clair l'emploi des tableaux:

Analyse des gaz		Valeur calorifique d'après les tableaux	
		Brute	Nette
CO.....	= 9.8%	.....	.....
C ₂ H.....	= 0.5	8.0	7.5
O ₂	= 0.6	.....	.....
CO.....	= 8.9	28.4	28.4
CH ₄	= 3.6	36.0	32.3
H ₂	= 10.4	33.6	28.3
N ₂	= 66.2	.....	.....
Total.....	100.0	106 U.T.B.	97 U.T.B.

TABLEAU XLVIII

Ethylène.

Valeur calorifique brute ou supérieure en U.T.B. par pied cube, humide, à 60°F. et 30"

Pourcentage d'Ethylène	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.0	1.6	3.2	4.8	6.4	8.0	9.6	11.2	12.8	14.4
1	16.0	17.6	19.2	20.8	22.4	24.0	25.6	27.2	28.8	30.3
2	31.9	33.5	35.1	36.7	38.3	39.9	41.5	43.1	44.7	46.3
3	47.9	49.5	51.1	52.7	54.3	55.9	57.5	59.1	60.7	62.3
4	63.9	65.5	67.1	68.7	70.3	71.9	73.5	75.1	76.7	78.3

Valeur calorifique nette ou inférieure en U.T.B. par pied cube à 60°F. et 30"

Pourcentage d'Ethylène	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.0	1.5	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	10.5	12.0	13.5
1	15.0	16.4	17.9	19.4	20.9	22.4	23.9	25.4	26.9	28.4
2	29.9	31.4	32.9	34.4	35.9	37.4	38.9	40.4	41.9	43.4
3	44.9	46.4	47.8	49.3	50.8	52.3	53.8	55.3	56.8	58.3
4	59.8	61.3	62.8	64.3	65.8	67.3	68.8	70.3	71.8	73.3

TABLEAU XLIX

Protoxyde de Carbone.

Valeur calorifique brute et nette en U.T.B. par pied cube, humide, à 60°F. et 30"

Pourcentage de Protoxyde Carbone	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
5	16.0	16.3	16.6	16.9	17.3	17.6	17.9	18.2	18.5	18.8
6	19.2	19.5	19.8	20.1	20.4	20.8	21.1	21.4	21.7	22.0
7	22.4	22.7	23.0	23.3	23.6	24.0	24.3	24.6	24.9	25.2
8	25.5	25.9	26.2	26.5	26.8	27.1	27.5	27.8	28.1	28.4
9	28.7	29.1	29.4	29.7	30.0	30.3	30.7	31.0	31.3	31.6
10	31.9	32.3	32.6	32.9	33.2	33.5	33.9	34.2	34.5	34.8
11	35.1	35.5	35.8	36.1	36.4	36.7	37.1	37.4	37.7	38.0
12	38.3	38.7	39.0	39.3	39.6	39.9	40.3	40.6	40.9	41.2
13	41.5	41.8	42.2	42.5	42.8	43.1	43.4	43.8	44.1	44.4
14	44.7	45.0	45.4	45.7	46.0	46.3	46.6	47.0	47.3	47.6
15	47.9	48.2	48.6	48.9	49.2	49.5	49.8	50.2	50.5	50.8
16	51.1	51.4	51.7	52.1	52.4	52.7	53.0	53.3	53.7	54.0
17	54.3	54.6	54.9	55.3	55.6	55.9	56.2	56.5	56.9	57.2
18	57.5	57.8	58.1	58.5	58.8	59.1	59.4	59.7	60.1	60.4
19	60.7	61.0	61.3	61.6	62.0	62.3	62.6	62.9	63.3	63.6
20	63.9	64.2	64.5	64.8	65.2	65.5	65.8	66.1	66.4	66.8
21	67.1	67.4	67.7	68.0	68.4	68.7	69.0	69.3	69.6	69.9
22	70.3	70.6	70.9	71.3	71.6	71.9	72.2	72.5	72.8	73.1
23	73.5	73.8	74.1	74.4	74.7	75.1	75.4	75.7	76.0	76.3
24	76.7	77.0	77.3	77.6	77.9	78.3	78.6	78.9	79.2	79.5
25	79.9	80.2	80.5	80.8	81.1	81.5	81.8	82.1	82.4	82.7
26	83.0	83.4	83.7	84.0	84.3	84.6	85.0	85.3	85.6	85.9
27	86.2	86.6	86.9	87.2	87.5	87.8	88.2	88.5	88.8	89.1

TABLEAU L

Méthane.

Valeur calorifique brute ou supérieure en U.T.B. par pied cube, humide à 60°F. et 30"

Pourcentage de Méthane	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0
1	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0	17.0	18.0	19.0
2	20.0	21.0	22.0	23.0	24.0	25.0	26.0	27.0	28.0	29.0
3	30.0	31.0	32.0	33.0	34.0	35.0	36.0	37.0	38.0	39.0
4	40.0	41.0	42.0	43.0	44.0	45.0	46.0	47.0	48.0	49.0
5	50.0	51.0	52.0	53.0	54.0	55.0	56.0	57.0	58.0	59.0
6	60.0	61.0	62.0	63.0	64.0	65.0	66.0	67.0	68.0	69.0
7	70.0	71.0	72.0	73.0	74.0	75.0	76.0	77.0	78.0	79.0

TABLEAU L (Suite)

Valeur calorifique nette ou inférieure en U.T.B. par pied cube, humide, à 60°F. et 30"

Pourcentage de Méthane	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.0	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1
1	9.0	9.9	10.8	11.7	12.6	13.5	14.4	15.3	16.2	17.1
2	18.0	18.9	19.8	20.6	21.5	22.4	23.3	24.2	25.1	26.0
3	26.9	27.8	28.7	29.6	30.5	31.4	32.3	33.2	34.1	35.0
4	35.9	36.8	37.7	38.6	39.5	40.4	41.3	42.2	43.1	44.0
5	44.9	45.8	46.7	47.6	48.5	49.4	50.3	51.2	52.1	53.0
6	53.9	54.8	55.7	56.6	57.5	58.4	59.3	60.1	61.0	61.9
7	62.8	63.7	64.6	65.5	66.4	67.3	68.2	69.1	70.0	70.9

TABLEAU LI

Hydrogène.

Valeur calorifique brute ou supérieure en U.T.B. par pied cube, humide à 60°F. et 30"

Pourcentage d'hydrogène	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.0	0.3	0.6	1.0	1.3	1.6	1.9	2.3	2.6	2.9
1	3.2	3.6	3.9	4.2	4.5	4.9	5.2	5.5	5.8	6.1
2	6.5	6.8	7.1	7.4	7.7	8.1	8.4	8.7	9.0	9.4
3	9.7	10.0	10.3	10.7	11.0	11.3	11.6	11.9	12.3	12.6
4	12.9	13.2	13.6	13.9	14.2	14.5	14.9	15.2	15.5	15.8
5	16.2	16.5	16.8	17.1	17.4	17.8	18.1	18.4	18.7	19.1
6	19.4	19.7	20.0	20.4	20.7	21.0	21.3	21.6	22.0	22.3
7	22.6	22.9	23.3	23.6	23.9	24.2	24.6	24.9	25.2	25.5
8	25.8	26.2	26.5	26.8	27.1	27.5	27.8	28.1	28.4	28.8
9	29.1	29.4	29.7	30.0	30.4	30.7	31.0	31.3	31.7	32.0
10	32.3	32.6	33.0	33.3	33.6	33.9	34.2	34.6	34.9	35.2
11	35.5	35.9	36.2	36.5	36.8	37.2	37.5	37.8	38.1	38.4
12	38.8	39.1	39.4	39.7	40.1	40.4	40.7	41.0	41.3	41.7
13	42.0	42.3	42.6	43.0	43.3	43.6	43.9	44.3	44.6	44.9
14	45.2	45.5	45.9	46.2	46.5	46.8	47.2	47.5	47.8	48.1
15	48.5	48.8	49.1	49.4	49.7	50.1	50.4	50.7	51.0	51.4
16	51.7	52.0	52.3	52.7	53.0	53.3	53.6	53.9	54.3	54.6
17	54.9	55.2	55.6	55.9	56.2	56.5	56.9	57.2	57.5	57.8
18	58.1	58.5	58.8	59.1	59.4	59.8	60.1	60.4	60.7	61.1
19	61.4	61.7	62.0	62.3	62.7	63.0	63.3	63.3	64.0	64.3
20	64.6	64.9	65.3	65.6	65.9	66.2	66.5	66.9	67.2	67.5

TABLEAU LI (suite)

Valeur calorifique nette ou inférieure en U.T.B. par pied cube, humide, à 60°F. et 30°

Pourcentage d'hydrogène	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	0.0	0.3	0.5	0.8	1.1	1.4	1.6	1.9	2.2	2.5
1	2.7	3.0	3.3	3.5	3.8	4.1	4.4	4.6	4.9	5.2
2	5.4	5.7	6.0	6.3	6.5	6.8	7.1	7.3	7.6	7.9
3	8.2	8.4	8.7	9.0	9.3	9.5	9.8	10.1	10.3	10.6
4	10.9	11.2	11.4	11.7	12.0	12.2	12.5	12.8	13.1	13.3
5	13.6	13.9	14.1	14.4	14.7	15.0	15.2	15.5	15.8	16.0
6	16.3	16.6	16.9	17.1	17.4	17.7	18.0	18.2	18.5	18.8
7	19.0	19.3	19.6	19.9	20.1	20.4	20.7	20.9	21.2	21.5
8	21.8	22.0	22.3	22.6	22.9	23.1	23.4	23.7	23.9	24.2
9	24.5	24.8	25.0	25.3	25.6	25.8	26.1	26.4	26.7	26.9
10	27.2	27.5	27.7	28.0	28.3	28.6	28.8	29.1	29.4	29.6
11	29.9	30.2	30.5	30.7	31.0	31.3	31.6	31.8	32.1	32.4
12	32.6	32.9	33.2	33.5	33.7	34.0	34.3	34.5	34.8	35.1
13	35.4	35.6	35.9	35.2	36.5	36.7	37.0	37.3	37.5	37.8
14	38.1	38.4	38.6	38.9	39.2	39.4	39.7	40.0	40.3	40.5
15	40.8	41.1	41.3	41.6	41.9	42.2	42.4	42.7	43.0	43.2
16	43.5	43.8	44.1	44.3	44.6	44.9	45.2	45.4	45.7	46.0
17	46.2	46.5	46.8	47.1	47.3	47.6	47.9	48.1	48.4	48.7
18	49.0	49.2	49.5	49.8	50.1	50.3	50.6	50.9	51.1	51.4
19	51.7	52.0	52.2	52.5	52.8	53.0	53.3	53.6	53.9	54.1
20	54.4	54.7	54.9	55.2	55.5	55.8	56.0	56.3	56.6	56.8

DIVERSES DÉTERMINATIONS

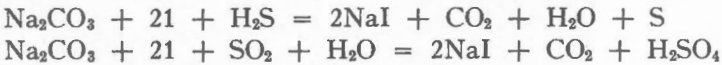
Pesanteur spécifique de la Houille.—On prit des morceaux types de houille, pesant environ 3 grammes chacun, suspendus à l'extrémité d'un fil mince et pesés dans l'air; on les fit ensuite bouillir dans l'eau distillée pendant une demi-heure à trois quarts d'heure, afin d'enlever l'air des pores et on les fit ensuite refroidir sous une pression réduite qui enleva tout l'air pouvant rester dans la houille qui fut ensuite pesée étant suspendue dans l'eau. Le premier poids de la houille divisé par la différence entre le premier et le dernier poids donne la pesanteur spécifique du morceau de houille pris. Cette détermination ne fut pas comprise dans les essais réguliers qui furent faits, car les essais aux solutions lourdes décrits dans le 1er Volume, Vème Partie, donnèrent des informations similaires, mais plus complètes et de plus de valeur.

Matière soluble dans la houille.—On traita un échantillon de houille avec de l'eau dans le but principal de déterminer si quelque composé de nitrogène était soluble dans l'eau. La houille pour l'expérience, le No. 2010, contenait 1.7 pour cent de nitrogène, 5.2 pour cent de soufre, et 16.9 pour cent de cendres. On prit un grand cylindre dans lequel on introduit la plus courte branche d'un tube de siphon qu'on relia à l'extrémité à un tuyau recourbé reposant sur le bas du cylindre. On mit un kilogramme de houille broyée à la grosseur $\frac{1}{4}$ " dans le cylindre que l'on remplit ensuite d'eau distillée; on fit fonctionner le siphon d'eau à une proportion d'environ un demi-litre par jour. On empêcha la houille d'entrer dans le tube à siphon au moyen du tuyau recourbé et on ajouta de temps en temps de l'eau fraîche pour remplacer celle qui était partie. On trouva que la matière dissoute se composait presque entièrement de sels de fer, formés probablement par la lente oxydation de pyrites de fer dans la houille, car ces sels se formèrent en plus grandes quantités quand on recommença à faire fonctionner le siphon après que l'on eut laissé le siphon être à sec et que la houille humide eut été amenée en contact avec l'air. Comme même après quatre ou cinq jours d'extraction, il ne semblait y avoir aucune réduction dans la matière transformée en solution, on arrêta l'extraction, la solution fut évaporée jusqu'à la sécheresse et on obtint ainsi 13.1 grammes de matière solide. On trouva que cette matière ne contenait que 0.18 pour cent de nitrogène sous forme de sels d'ammoniaque—correspondant à 0.0023 pour cent dans la houille—aucun nitrogène albuminoid et aucun nitrate.

Matière soluble dans l'eau.—On prit un litre d'eau de Montréal, telle qu'employée dans les essais de lavage, on la filtra et on l'évapora jusqu'à sécheresse dans un bassin de platine au-dessus d'un bain d'eau; le résidu, séché à 105°C, pèse 00.984 gramme; après avoir été allumé dans un manchon, il pèse 00.701 grammes. Ces deux poids correspondent à 9.84 et 7.01 parties par cent millièmes respectivement.

Sulfate d'hydrogène et dioxyde de soufre dans le gaz du gazogène.—Ils furent d'abord déterminés par la méthode décrite par J. C. Thomlinson

dans le "Chemical News" du 21 Fév. 1908. Le gaz fut aspiré lentement à travers une petite bouteille contenant 25 c.c. d'une solution aqueuse d'iode et de carbonate de soude, $\frac{1}{10}$ normale tant en ce qui concerne l'iode et le carbonate de soude, (préparée en ajoutant 50 c.c. d'une solution décimale d'iode dans une solution d'iodure de potassium à un volume égal d'une solution décimale de carbonate de soude et en mélangeant le tout à 250 c.c.): On arrêta le gaz aussitôt que l'iode fut décoloré. Le volume de gaz enlevé fut déterminé par le mesurage de l'eau enlevée de la bouteille d'aspiration; et tout acide sulfurique formé dans la petite bouteille fut déterminé par le titrage avec de l'alcali étalon; d'après ces données on calcula le pourcentage de sulfate d'hydrogène et de bioxyde de soufre présent dans le gaz. Les réactions qui eurent lieu sont montrées par les équations suivantes:



Comme on ne trouva aucun dioxyde de soufre dans les quelques premiers échantillons, qui furent essayés d'après cette méthode, on substitua plus tard une méthode plus simple pour déterminer le sulfate d'hydrogène seulement; d'après cette méthode, deux litres de gaz furent aspirés à travers une solution de potasse caustique; la solution fut juste acidifiée avec de l'acide chlorhydrique et le sulfate d'hydrogène présent fut de suite titré avec une solution d'iode normale au 50ème, avec addition d'un peu de solution d'amidon comme indicatrice.

Cette détermination ne fut faite que pour quelques essais au gazogène. On choisit deux essais dans lesquels la houille essayée contenait un pourcentage élevé de cendres et un troisième avec de la houille contenant un pourcentage moyen. Les résultats obtenus sont ainsi qu'il suit: gaz provenant de la houille No. 10 (5.4 pour cent de soufre) contenant, comme moyenne des trois déterminations, 0.22 pour cent de sulfate d'hydrogène; gaz de la houille No. 11 (5.8 pour cent de soufre) contenant, moyenne de dix déterminations, 0.40 pour cent de sulfate d'hydrogène; et gaz de la houille No. 36, (2.4 pour cent de soufre) contenant, moyenne de cinq déterminations, 0.22 pour cent par volume de gaz à sulfate d'hydrogène.

EXPÉRIENCES SUR LA FUSIBILITÉ DES CENDRES

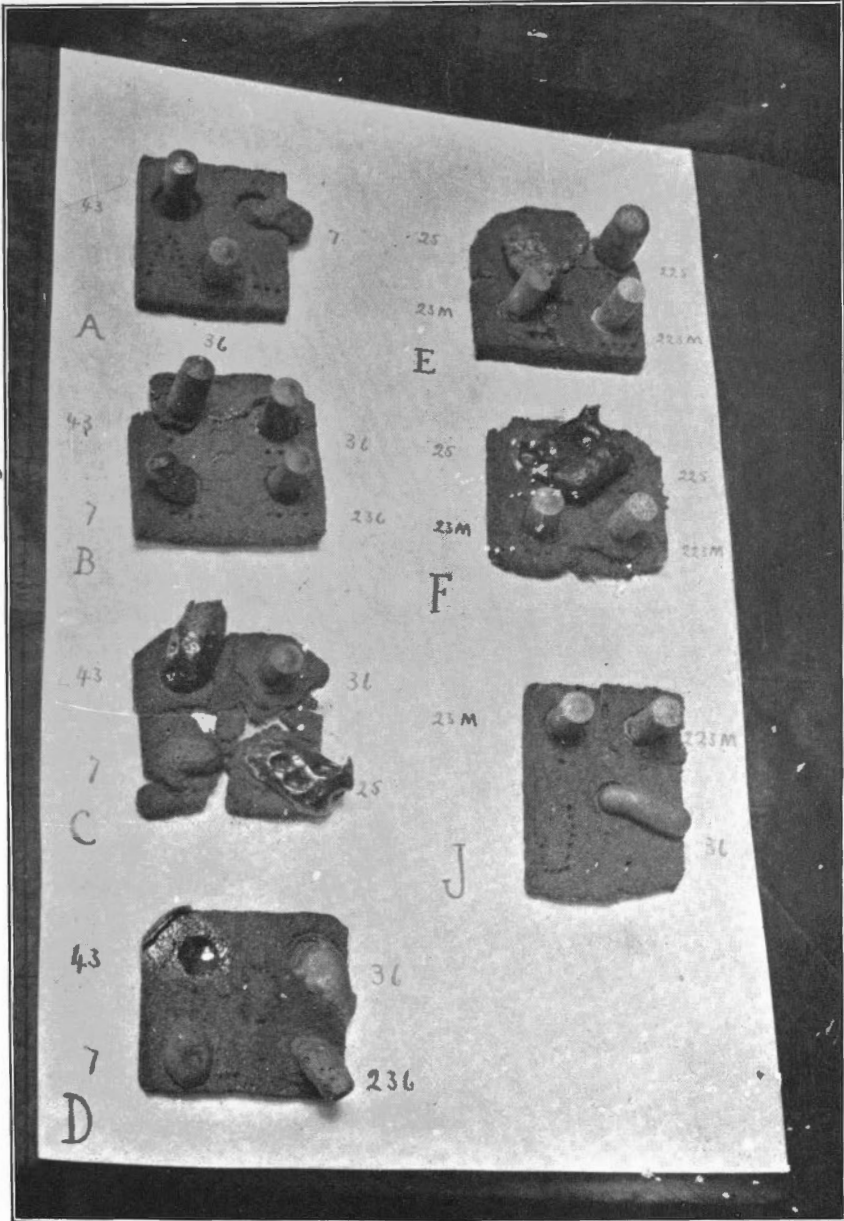
On fit certaines expériences pour savoir s'il était possible de prédire les ennuis qu'une houille donnerait dans un générateur ou un gazogène par suite de la formation de mâchefer au moyen de la détermination, dans le laboratoire de la fusibilité des cendres.

On trouva que la détermination de la fusibilité des cendres nécessitait des difficultés considérables, grandement dues au fait que la cendre n'a aucun point de fusion défini, mais semble devenir graduellement plus molle au fur et à mesure de l'élévation de la température. Dans la pre-

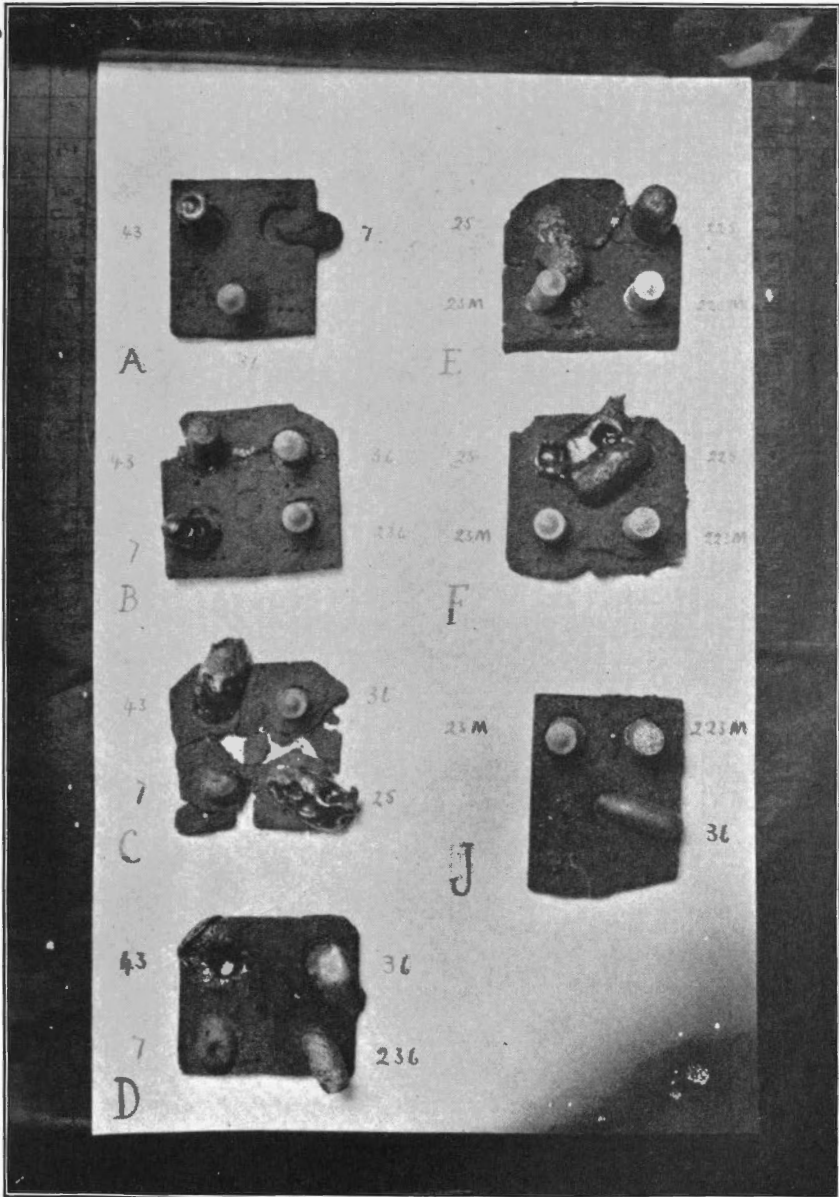
mière méthode employée, on fit des cônes de cendres que l'on chauffa dans un creuset à l'intérieur d'une fournaise et on nota la température à laquelle le cône se renversa ou donna des signes évidents de fusion; la température fut enregistrée au moyen d'un pyromètre consistant de platine, d'un thermocoupe en platine et iridium, la jonction chaude étant placée presque en contact avec le cône.

La cendre fut préparée en brûlant la houille finement pulvérisée dans le manchon d'une fournaise. Tous les essais pour faire les cônes dans un moule furent manqués, ce qui fait qu'ils durent être faits à la main, un peu de mélasse délayée dans l'eau étant employée pour faire tenir les molécules ensemble. On sécha d'abord les cônes dans un four, et on leur fit subir une chaleur légère pour les rôtir un peu avant de s'en servir. Chaque cône fut placé sur quelque matière neutre réfractaire (telle que le minerai de chromate de fer) au fond du creuset et le creuset fut chauffé dans une fournaise à gaz dans laquelle les flammes l'entourèrent. Quand le creuset devint chauffé à blanc, il devint difficile d'observer la cône, même avec des verres bleus, à moins qu'il ne soit plus chaud ou plus froid que le creuset, alors que la silhouette plus légère ou plus sombre pouvait être observée, mais dans de tels cas, on ne pouvait pas se fixer aux lectures du pyromètre pour donner la vraie température du cône. Le manque d'uniformité des cônes faits à la main causa des irrégularités dans les températures de fusion observées; un cône plus dense ou plus épais requiert une température de fusion plus élevée qu'un plus léger ou moins épais avant de se courber ou de s'écrouler. Il fut également démontré que là où des cendres pouvaient se ramollir à une température basse, et ne montrer que peu de changements avec une élévation considérable dans la température, une autre cendre pouvait ne pas s'amollir jusqu'à une haute température et pouvait ensuite devenir tout à fait liquide avec une légère élévation. Par conséquent, il était non seulement difficile d'obtenir par cette méthode des résultats consistants, mais l'information obtenue de cette manière était trop incomplète pour être de quelque valeur.

Dans la seconde méthode, on fit plusieurs cylindres de cendres avec chaque échantillon dans une presse à briquettes et on les chauffa séparément à une température définie, l'un étant chauffé à 1200°C, l'autre à 1300°C, un troisième à 1400°C et un quatrième à 1500°C; les températures furent déterminées au moyen d'un pyromètre optique de Morse et l'effet sur les cylindres de cendres fut noté, une fois qu'ils eurent été retirés du four. On employa une presse de forme simple pour faire les cylindres qui eurent $\frac{3}{8}$ " de diamètre, et 1" de long avec le bout légèrement pointu. On se servit d'une vis puissante pour appliquer la pression; la houille était juste assez humidifiée de mélasse et d'eau pour la solidifier. Les cylindres furent montés sur de petites plaques non fusibles faites de minerai de chromate de fer, moulées humides après l'addition d'environ 10 pour cent d'argile réfractaire; trois ou quatre cylindres faits d'échantillons différents furent montés sur chaque plaque. Ces cylindres furent chauffés sur leur plaque dans le bas d'une fournaise à gaz (dessinée par le



Cylindres de cendres après le chauffage; vus à une inclinaison.



Cylindres de cendres après le chauffage; vus de dessus.

Dr. A. Stansfield) dans laquelle le courant d'air est préalablement chauffé et dans laquelle on peut obtenir une température très élevée et uniforme; ils furent couverts d'un creuset en graphite recourbé ayant une ouverture dans le côté à travers laquelle on pouvait observer la température avec le pyromètre optique. Avec cette méthode il ne fut pas nécessaire de surveiller l'attitude des cylindres dans la fournaise et la température ou d'un cylindre ou du creuset put être déterminée par le pyromètre optique, en cas de différence.

Cette méthode ne fut pas développée avant que l'on eût terminé les essais au générateur et au gazogène et on ne crut pas nécessaire de faire un grand nombre d'essais; mais on chauffa sept séries de cylindres une fois que la méthode eût été entièrement développée. Les résultats sont montrés dans les Planches LXI et LXII. A fut chauffé à 1200°C, B et E à 1300°C, C et F à 1400°C, J à 1500°C et D à 1530°C. Les essais démontrèrent que dans les trois cas essayés, la cendre provenant d'une houille lavée était moins fusible que la cendre correspondante provenant d'une houille non lavée. Les résultats sont intéressants, mais il est difficile de voir beaucoup de rapport entre eux et les données suivantes prises dans le rapport des essais au générateur faits avec ces houilles; mais les différences apparentes peuvent être causées par les variations de températures dans le feu du générateur.

Houille 7 —Mâchefer mince, vitreux et adhérent.

“ 23 M—Mâchefer très mou et facile à enlever; houille très appropriée aux grilles à secousses.

“ 223 M—(Houille 23 M après lavage). Comme 23 M.

“ 25 —Mâchefer dur; la grille à secousses pourrait être employée avec la vapeur.

“ 225 —(Houille 25 après le lavage). Couche dure de mâchefer collant aux barreaux jusqu'à ce que la vapeur soit employée; on pourrait employer la grille à secousses avec la vapeur.

“ 36 —Mâchefer plastique bleuâtre facile à enlever.

“ 236 —(Houille 36 après lavage. Mâchefer ennuyeux jusqu'à ce que la vapeur soit employée.

“ 43 —Mâchefer visqueux; conditions améliorées avec la vapeur; on pourrait employer la grille avec la vapeur.

DISCUSSION DES MÉTHODES DE TRAVAIL

Éviter le changement d'humidité dans la houille pendant l'échantillonnage, le broyage et l'emmagasinage; déterminer l'eau et les effets de l'eau sur les autres analyses sont les problèmes difficiles des analyses de houille. Ces problèmes furent considérés avec soin avant d'adopter les méthodes employées et la plupart des changements qui furent apportés à ces méthodes le furent dans le but d'éviter ou d'amoindrir les erreurs dues à l'humidité.

Pendant les quatre dernières années, c'est-à-dire depuis que commença la présente enquête, on a publié un certain nombre de documents sur les effets de la température sur la houille et autres problèmes incidents qui démontrent que la houille subit une oxydation considérable quand elle est séchée à 105°C, ainsi que pendant l'emmagasinage aux températures ordinaires; ces faits étaient connus auparavant, mais les travaux récents ont souligné l'importance de les prendre en sérieuse considération dans toutes les analyses. Il est maintenant apparent que le travail du laboratoire dans cette enquête aurait été moins sujet à critique à ce point de vue si les analyses avaient été faites avec des échantillons séchés à l'air, ou si la houille avait été séchée dans une atmosphère de nitrogène ou de tout autre gaz inerte au lieu de l'être dans l'air chauffé. Cependant les analyses de houille sont plus utiles quand on les fait avec de la houille sèche, et il y a un avantage distinct en faisant les analyses de façon à ce que leurs résultats soient nets au lieu d'analyser des échantillons humides et d'être obligé de faire les corrections nécessaires pour l'humidité contenue. L'erreur causée par l'oxydation de la houille durant le séchage est heureusement rarement sérieuse, excepté peut-être avec les lignites, mais malheureusement le surcroît de travail pressé empêche de déterminer le degré exact de changement subi de cette manière. L'oxydation de l'échantillon moulu après le séchage eut pu être évitée en faisant une analyse complète de chaque échantillon aussitôt après avoir été préparé, mais comme on l'a déjà dit, cela eut été pratiquement impossible à moins d'avoir un personnel beaucoup plus nombreux et l'outillage plus grand.

Afin que les analyses faites puissent représenter la houille telle qu'extraite, il eut été nécessaire de prendre sous terre l'échantillon de houille, de l'expédier dans un récipient hermétiquement scellé au laboratoire et de faire l'analyse complète aussitôt après réception de l'échantillon; de telles analyses, cependant, auraient été d'une valeur douteuse, car elles n'eussent pas représenté le produit de la mine tel que le reçoit le consommateur.

La question entière des analyses de houille est si entourée de difficultés qu'il est presque impossible d'en éviter une sans en rencontrer une autre.

Un comité du International Congress of Applied Chemistry considère en ce moment la question de l'humidité dans les houilles (et les minerais) et il est à espérer qu'il sera capable de suggérer dans son rapport à la réunion de New York en 1912 quelque méthode d'analyse qui sera internationalement adoptée. En vue de cela, il n'est maintenant que nécessaire de discuter les avantages et les désavantages de quelques-unes des méthodes employées—non pour suggérer ou recommander ces méthodes pour leur adoption au Canada; on a suffisamment discuté les autres méthodes en les décrivant.

La méthode employée pour obtenir un échantillon du lot principal fut très complète, mettant en garde contre la plus grande difficulté dans l'échantillonnage qui réside dans le fait d'assurer qu'une proportion correcte de gros et de petits morceaux soit présente dans chaque portion chaque

fois que l'échantillon est subdivisé soit par la pelle, soit autrement. Dans le cas où une veine de houille contient deux portions, dont l'une est plus forte que l'autre, les petits et gros morceaux de houille diffèrent quelquefois considérablement en composition et il est difficile d'obtenir un bon échantillon. Une houille dans la série montra cette caractéristique à un degré exceptionnel, les différents échantillons subsidiaires étant considérablement différents les uns des autres (quant à leur contenu de cendres) ainsi que de l'échantillon principal; plusieurs échantillons frais de cette houille furent préparés et celui que l'on choisit finalement pour l'analyse fut celui dont le contenu de cendres se rapprochait le plus de la moyenne de celui des autres échantillons.

Il fut nécessaire de décider, au commencement de l'enquête, entre les échantillons occasionnels et la moyenne des autres échantillons pour les gaz des tuyaux et les gaz de gazogène; c'est-à-dire entre les échantillons pris à un certain moment et les échantillons pris pour représenter le gaz ordinaire produit durant un temps donné, environ une heure. Dans les essais au générateur l'analyse des gaz de tuyaux sert à indiquer, à la fois à ceux qui ont charge de l'essai pendant l'opération et à ceux qui étudient les rapports ensuite, la manière dont les choses se sont passées; pour ces deux cas, l'échantillon d'occasion pris lorsque le générateur est en fonction, mais non pendant l'allumage ou le partage du feu, donne l'information la plus complète. L'échantillon ordinaire est seulement meilleur pour donner des informations sur la quantité totale de chaleur perdue en haut de la cheminée; mais comme les autres avantages des échantillons d'occasion étaient plus importants, ce sont ceux-là que l'on adopta ainsi que pour les essais au gazogène.

Le système de séchage à l'air employé sembla dans l'ensemble être très satisfaisant; la longueur de temps requise pour sécher un échantillon fut un désavantage en ce sens que la houille, sans aucun doute, s'oxydait tranquillement pendant ce temps-là, mais comme les échantillons séchés à l'air ne furent pas employés dans la suite pour les analyses régulières de la houille cela n'eut pas une très grande importance. Dans ce cas et dans les autres déterminations d'humidité, on aurait pu obtenir un résultat un peu plus précis en pesant l'eau chassée de la houille, plutôt qu'en notant la perte dans le poids de l'échantillon, qui est affecté plus tard par toute perte due aux gaz qui s'échappent et par tout gain dû à l'absorption de l'oxygène, mais cette méthode, quoique praticable, aurait nécessité une quantité indue de travail.

On choisit le moulin à boulets pour moudre les échantillons de houille parce qu'il permet de moudre finement des morceaux de houille comparativement gros et bien mélangés sans apporter aucun changement notable à l'humidité. Une analyse au crible d'une houille moulue pendant trois heures dans le moulin montra que 0.05 pour cent seulement resta sur un crible à maille 100 et 1.25 pour cent sur un crible à maille 200; cette faculté de pouvoir moudre fin est un avantage en ce sens que toutes les impuretés seront entièrement disséminées dans tout l'échantillon; l'humidité

dité peut être facilement et complètement enlevée et des déterminations, telle que celle du soufre, peuvent plus facilement être faites avec de fins échantillons qu'avec de gros; c'est un désavantage en ce sens qu'une plus grande surface de houille est exposée et voilà pourquoi l'oxydation peut se faire plus rapidement et sur une plus grande échelle.

Les avantages de l'emploi de petits tubes à échantillons pour l'échantillon final ont été mentionnés; mais il a été démontré de la manière suivante que leur contenu était sujet à la détérioration, malgré que les tubes soient scellés avec de la cire et les bouteilles enfermées dans une autre. Des briquettes suffisantes pour deux déterminations de valeur calorifique furent habituellement faites aussitôt après que l'échantillon eut été préparé si pour toute raison celles-ci n'étaient pas suffisantes et que de nouvelles briquettes dussent être faites ultérieurement pour les déterminations supplémentaires, les briquettes fraîches donnèrent habituellement une valeur calorifique inférieure à celle des vieilles, montrant que la houille emmagasinée sous forme de poudre impalpable dans un tube se détériorait plus rapidement (par l'oxydation provenant de l'air dans le tube) que la même houille emmagasinée sous forme de briquettes fortement comprimées. La différence trouvée varia suivant les houilles, la plus élevée se trouvant dans les lignites, mais après deux ou trois mois d'emmagasinage, elle s'éleva à environ 50 calories par gramme. L'oxydation des échantillons de houille est également démontrée par la comparaison des analyses des échantillons réguliers et ceux obtenus plus tard pour les essais de carbonisation; ces derniers échantillons furent analysés peu de temps après réception et dans presque tous les cas, le pourcentage d'oxygène trouvé en eux fut inférieur à celui trouvé dans les échantillons correspondants, dont l'analyse fut retardée.

On sait fort bien que dans la détermination de la matière volatile dans la houille, la dimension du creuset employé, la température de la flamme employée, etc., affecteront le résultat obtenu. Les résultats obtenus dans cette enquête par les méthodes déjà décrites, ne sont probablement pas consistantes par elles-mêmes, mais concordent de très près avec les résultats qui seraient obtenus par d'autres chimiques dans la pratique générale. Comme on considère généralement comme nécessaire de déterminer la matière volatile sur l'air sec plutôt que sur la houille sèche, la détermination fut faite des deux manières avec presque tous les échantillons réguliers. Des 73 échantillons essayés des deux manières (à l'exception des lignites) 37 donnèrent le résultat le plus élevé avec la houille sèche et la différence ordinaire fut 0.74 pour cent, tandis que 36 donnèrent le résultat le plus élevé avec une différence moyenne de 0.51 pour cent.

Dans la détermination de la cendre, on trouva que les différentes méthodes donnaient des résultats légèrement différents; la cendre fut rarement déterminée dans tout échantillon par les trois méthodes employées, mais les comparaisons suivantes ont été calculées d'après les déterminations faites de deux ou plusieurs manières:

TABLEAU LII.
Détermination comparative des cendres

	Houille brûlée dans le manchon	Houille brûlée sur le brûleur	Houille brûlée en oxygène dans une fournaise à combustion
Moyenne de 11 déterminations. . .	14.45%	14.56%	14.59%
Moyenne de 80 déterminations. . .	10.72	.....	11.09
Moyenne de 3 déterminations. . .	.....	5.54	5.66

Il a déjà été démontré que la cendre laissée après l'oxydation de la houille n'est pas la même que l'impureté minérale originelle dans la houille; l'impureté minérale originelle dans la houille est changée de différentes manières suivant la rapidité de l'oxydation et la température à laquelle elle est soumise. Ainsi, par exemple, le soufre présent dans les pyrites de la houille, peut être partiellement oxydé en bioxyde de soufre et s'échapper comme tel ou peut être complètement oxydé en anhydride sulfurique et resté dans la cendre comme sulfate de chaux ou autre métal. Les carbonates peuvent être plus ou moins complètement décomposés, avec l'évolution du dioxyde de carbone, suivant la température employée. Les fourneaux à manchon donnent une température plus élevée et une oxydation moins énergique que dans le cas des fourneaux à combustion—deux conditions qui amènent à un résultat inférieur pour la cendre. W. Pollard a démontré¹ que dans un cas où le pourcentage de cendre trouvé dans un tube de combustion était plus élevé que dans un manchon, le pourcentage de soufre dans la cendre était comparativement plus élevé. Il vaut la peine de noter que dans les soixante-dix essais au générateur qui furent faits, la cendre et le mâchefer laissés à la fin de l'essai, après avoir déduit la matière combustible présente, pesaient en moyenne plus de 25% de moins que le poids des cendres mis dans le générateur; sans doute beaucoup de cette perte est due à la cendre transportée dans les tuyaux et la cheminée, mais il semble probable qu'une grande partie en est due aux conditions différentes dans la fournaise de générateur et la fournaise à manchon.

Certaines erreurs dans les analyses de houille sont plutôt dues à certains constituants de la houille qu'aux méthodes particulières employées pour les analyses; le Dr. Pollard, dans un article déjà mentionné, signale les erreurs suivantes:

Quand la houille contient des carbonates—habituellement de chaux et de magnésie—non seulement cela affecte la cendre tel que précédemment dit, mais dans la détermination de la matière volatile il se produit du bioxyde de carbone qui est ainsi compté tant comme de la matière volatile que comme cendre, comme il devrait l'être si la cendre doit être considérée comme la matière minérale originelle dans la houille; le bioxyde de carbone

¹Voir Chapitre sur "Accuracy on Coal Analysis" par W. Pollard dans "The Coals of South Wales", mémoire de la Commission Géologique d'Angleterre et de Galles, 1908.

qui s'échappe peut également être partiellement réduit aux dépens du carbone présent— $\text{CO}_2 + \text{C} = 2\text{CO}$ —le pourcentage du carbone fixe trouvé étant ainsi trop bas. Dans l'analyse finale, le pourcentage de cendre sera trop bas et le carbone et l'oxygène trop élevés. Si, cependant, la cendre est considérée comme le résidu laissé après l'oxydation complète, aucune erreur n'est causée, excepté que dans différentes déterminations, le carbonate sera décomposé en plus ou moins grandes quantités, suivant la température employée, ce qui fait que les duplicata ne concorderont pas.

Les protoxydes dans la houille deviennent sesquioxides lorsqu'ils sont brûlés, et en autant qu'ils sont concernés la cendre trouvée par l'analyse est plus volumineuse que dans la houille d'origine et l'oxygène que l'on trouve par différence est par conséquent inférieur.

Les pyrites dans la houille s'oxydent également quand la houille est brûlée, le fer restant comme oxyde de fer; pour 240 parties en poids de pyrites de fer dans la houille d'origine, on pèsara 160 parties d'oxyde de fer dans la cendre et 128 parties de soufre dans la détermination du soufre; le résultat, c'est que l'oxygène déterminé est inférieur à celui trouvé dans la houille d'origine.

La houille peut également contenir comme impuretés des minéraux contenant de l'eau comme constituant et non chassée par le séchage à 105°C . L'hydrogène et l'oxygène de cette eau apparaîtront dans les résultats de l'analyse comme hydrogène et oxygène de la houille au lieu d'être celles des cendres.

Le Dr. Pollard résume les erreurs approximatives considérées par lui dans le tableau suivant. "Aucune grande précision n'est réclamée pour ces chiffres; ils ne servent qu'à démontrer dans quelle direction et approximativement à quel degré la composition de la houille peut être affectée. Les chiffres donnés se rapportent au pourcentage des constituants calculé pour une houille libre de cendre et de soufre.

TABLEAU LIII.

Sommaire des erreurs approximatives dans les analyses de houille

	C %	H %	O %	N %	C/H Propor.
Carbonates.....	-1.14	-0.07	+1.22	-0.01	+0.1
Ditto dans les cas extrêmes.....	-4.4	-0.2	+4.7	-0.1	+0.8
Protoxydes dans la cendre.....	+0.2	.....	-0.2	.....	+0.1
Pyrites.....	+0.85	+0.05	-0.90	+0.01	.....
Minéraux hydratés.....	.....	+0.1	.....	.....	-0.4?
Maximum d'altération observée dans quatre houilles de Welsh après quatre années d'emmagasinage ¹	-1.39	0.21	+1.43	+0.17	+0.51

¹Deux de ces houilles étaient bitumineuses, l'une, houille à vapeur, l'autre anthracite. Le maximum d'altération se produisit avec les houilles bitumineuses; avec la houille à vapeur elle fut très légère, et pratiquement nulle avec l'anthracite.

Pour conclure, on devrait expliquer que les méthodes qui ont été employées ont été décrites au complet et les erreurs possibles indiquées afin que les analyses puissent être jugées d'après leur mérite. Il devrait être clairement compris que la majorité des erreurs possibles, quoiqu'affectant l'analyse absolue de la houille à un certain degré, n'aura que peu ou pas d'effets sur les mérites relatifs de la houille jugés d'après les analyses. Les houilles furent toutes analysées de la même manière, excepté pour des différences minimales déjà mentionnées, ce qui fait que les analyses sont consistantes par elles-mêmes.

Il semble également désirable d'appeler l'attention sur ce fait que les difficultés inhérentes et les erreurs de toute méthode connue d'analyse de houille sont telles que, quoique dans le cours de cette enquête on fit bien attention, tant au choix des méthodes qu'à l'exécution du travail, il serait cependant contraire à la science et cela donnerait une fausse idée de la précision de rapporter des analyses à un centième de un pour cent ou des valeurs calorifiques à un simple calorie. L'habitude très générale et trompeuse des chimistes houillers d'exprimer les résultats en un centième de un pour cent, même dans des analyses approximatives, où même les unités sont douteuses, n'est excusable que par la coutume et parce que ces chimistes, dont le travail est fait avec suffisamment de soin pour leur permettre de réaliser les erreurs inévitables, ne s'inquiètent pas de paraître faire des analyses moins attentionnées que les autres.

LISTE DES HOUILLES ESSAYÉES

TERRAIN HOULLIER DE SYDNEY, COMTÉ DE CAP BRETON, N. E.

- 50* Veine Gowrie, North Atlantic Collieries Ltd., Port Morien, N.E.
- 36 Dominion No. 7, Veine Hub Dominion Coal Co., Glace Bay, N.E.
- 35 Dominion No. 9, veine Harbour, Dominion Coal Co., Ltd.,
Glace Bay, N.E.
- 35SP. Dominion No. 5, veine Phalen, Dominion Coal Co., Ltd.,
Blace Gay, N.E.
- 38 Dominion No. 1, veine Phalen, Dominion Coal Co., Ltd. Glace
Bay, N.E.
- 37 Dominion No. 10, veine Emery, Dominion Coal Co., Ltd.,
Glace Bay, N.E.
- 39 Dominion No. 12, veine Lingan, Dominion Coal., Co Ltd.,
Glace Bay, N.E.
- 13 Houillère No. 1, Nova Scotia Steel and Coal Co., Ltd., Mines
de Sydney, N.E.
- 12 Houillère No. 3, Nova Scotia Steel and Coal Co., Ltd., Mines
de Sydney, N.E.

* Les nombres distinctifs des échantillons de houille leur furent arbitrairement assignés à l'époque, et ont été conservés pour faciliter les références. Ils n'ont aucune autre signification. J. B. P.

TERRAIN HOUILLER D'INVERNESS, COMTÉ D'INVERNESS, N.E.

- 14 Houillère Inverness, Inverness Railway and Coal Co., Inverness, N.E.
- 15 Houillère Port Hood, Richmond Railway Coal Co., Ltd., Port Hood, N.E.

TERRAIN HOUILLER DE PICTOU, COMTÉ DE PICTOU, N.E.

- 4 Veine Six Foot, Houillère Vale, Acadia Coal Co., Ltd., New Glasgow, N.E.
- 16 Veine Foord, Houillère Allan Shaft, Acadia Coal Co., Ltd., Stellarton, N.E.
- 1 Veine Third, Houillère Albion, Acadia Coal Co., Ltd., Stellarton, N.E.
- 2 Veine Cage Pit, Houillère Albion, Acadia Coal Co., Ltd., Stellarton, N.E.
- 8 Veine Main, Houillère Acadia, Acadia Coal Co., Ltd., Westville, N.E.
- 3 Veine Main, Houillère Drummond, Intercolonial Coal Mining Co., Ltd., Westville, N.E.

TERRAIN HOUILLER DE SPRINGHILL, COMTÉ DE CUMBERLAND, N.E.

- 49 Houillère No. 1, Cumberland Railway and Coal Co., Ltd., Springhill, N.E.
- 5 Houillère No. 2, Cumberland Railway and Coal Co., Ltd., Springhill, N.E.
- 6 Houillère No. 3, Cumberland Railway and Coal Co., Ltd., Springhill, N.E.

TERRAIN HOUILLER DE JOGGINS CHIGNECTO, COMTÉ DE CUMBERLAND, N.E.

- 7 Houillère Chignecto, Maritime Coal, Railway and Power Co., Ltd., Chignecto, N.E.
- 9 Houillère Minudie, Minudie Coal Co., Ltd., River Hebert, N.E.
- 10 Houillère Joggins, Canada Coal and Railway Co., Ltd., Joggins, N.E.

TERRAIN HOUILLER DE GRAND LAKE, COMTÉ DE QUEENS, N.B.

- 11 Mine King's, C. H. King, Minto, N. B.

TERRAIN HOUILLER DE SOURIS, SASK.

- 40 Western Dominion Collieries Ltd., Taylorton, Sas.
- 41 Eureka Coal and Brick Co., Ltd., Estevan, Sas.

EDMONTON COAL FIELD, ALTA.

- 46 Strathcona Coal Co., Ltd., Strathcona, Alta.
- 42 Parkdale Coal Co., Ltd., Edmonton, Alta.
- 45 Standard Coal Co., Edmonton, Alta.

TERRAIN HOUILLER DE BELLY RIVER, ALTA.

- 43 Canada West Coal Co., Ltd., Taber, Alta.
- 44 Houillère Galt, Alberta Railway and Irrigation Co., Ltd.,
Lethbridge, Alta.
- 47 Breckenridge and Lund Coal Co., Ltd., Lundbreck, Alta.

TERRAIN HOUILLER DE FRANK BLAIRMORE, ALTA

- 48 Veine Seven Foot, (Byron No. 1) Leitch Collieries Ltd., Pass-
burg, Alta.
- 32 Houillère de Hillcrest, Hillcrest Coal and Coke Co., Ltd.,
Hillcrest, Alta.
- 33 Houillère Bellevue, veine No. 1, West Canadian Collieries
Co., Ltd., Bellevue, Alta.
- 28 Houillère Lille, veine No. 1, West Canadian Collieries Co.,
Ltd., Lille, Alta.
- 34 Houillère Denison, veine No. 2, International Coal and Coke
Co., Ltd., Coleman, Alta.
- 34SP. Houillère Denison, Veine No. 4, International Coal and Coke
Co., Ltd., Coleman, Alta.

TERRAIN HOUILLER DE CROWSNEST, C.B.

- 31 Mine No. 3, Houillère Michel, Crowsnest Pass Coal Co., Ltd.,
Michel, C.B.
- 30 Mine No. 7, Houillère Michel, Crowsnest Pass Coal Co., Ltd.,
Michel, C.B.
- 29 Mine No. 8, Houillère Michel, Crowsnest Pass Coal Co., Ltd.,
Michel, C.B.
- 51 Veine No. 2 sud, Hosmer Mines Ltd., Hosmer, C.B.
- 52 Veine No. 6 sud, Hosmer Ltd., Hosmer, C.B.
- 53 Veine No. 8 sud, Hosmer Mines Ltd., Hosmer, C.B.
- 27 Mine No. 2, Coal Creek, Crowsnest Pass Coal Co., Ltd., Fernie,
C.B.
- 26 Mine No. 5, Coal Creek, Crowsnest Pass Coal Co., Ltd., Fernie,
C.B.

TERRAIN HOUILLER DE CASCADE, ALTA.

- 25 Mine Old ou No. 1, H. W. McNeil Co., Ltd., Canmore, Alta.
- 23 Grosseur Pois, Houillère Bankhead Mines Ltd., Bankhead,
Alta.

- 23SP. Grosseur Sarrazin, Houillère Bankhead, Bankhead Mines Ltd., Bankhead, Alta.
 23M Mélangé, 23 et 23 sp. Houillère Bankhead, Bankhead Mines Ltd., Bankhead, Alta.
 24 Briquettes de la Houillère Bankhead, Bankhead Mines Ltd., Bankhead, Alta.

TERRAIN HOUILLER DE SIMILKAMEEN, C.B.

- Ex. No. 1 Ouverture No. 1, Granite Creek, C.B.
 Ex. No. 2 Ouverture No. 2, Granite Creek, C.B.
 Ex. No. 3 Ouverture No. 4, Granite Creek, C.B.

TERRAIN HOUILLER DE NICOLA VALLEY, C.B.

- 22 Veine Jewel, Mine No. 1, Houillère Middlesboro, Nicola Valley Coal and Coke Co., Ltd., Coutlee, C.B.
 22SP. Veine Rat Hole, Mine No. 2, Houillère Middlesboro, Nicola Valley Coal and Coke Co., Ltd., Coutlee, C.B.
 22M Mélange de 22 et 22SP., Houillère Middlesboro, Nicola Valley Coal and Coke Co., Ltd., Coutlee, C.B.

TERRAIN HOUILLER DE NANAIMO COMOX, ÎLE DE VANCOUVER, C.B.

- 20 Veine Wellington, Houillère Wellington-Extension, Wellington Colliery Co., Ltd., Extension, C.B.
 18 Veine Upper, Mine No. 1, Western Fuel Co., Ltd., Nanaimo, C.B.
 17 Veine Lower, Mine No. 1, Western Fuel Co., Ltd., Nanaimo, C.B.
 21 Veine Lower, Mine No. 4, Houillère Comox, Wellington Colliery Co., Ltd., Cumberland, C.B.
 21SP. Veine Lower, Mine No. 7, Houillère Comox, Wellington Colliery Co., Ltd., Cumberland, C.B.
 21M Mélange des mines Nos. 4 et 7, Houillère Comox, Wellington Colliery Co., Ltd., Cumberland, C.B.

TERRAIN HOUILLER D'ALERT BAY, ÎLE DE VANCOUVER, C.B.

- Ex. 34 Mine Suquash, Pacific Coast Coal Co., Alert Bay, Ile de Vancouver, C.B.

TERRAIN HOUILLER DE WHITEHORSE, TERRITOIRE DU YUKON

- Ex. 31 Veine Upper, mine Tantalus, White Pass and Yukon Railway Co., Ltd., Yukon.
 Ex. 32 Veine Middle, Mine Tantalus, White Pass and Yukon Railway Co., Ltd., Yukon.
 Ex. 33 Veine Lower, Mine Tantalus, White Pass and Yukon Railway Co., Ltd., Yukon.

TABLEAU LIV.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

SYDNEY COAL FIELD, CAPE BRETON COUNTY, N.S.

1. Provenance de la houille—mine et veine.....	Houillère North Atlantic, Veine Gowrie, Port Morien	Dominion Coal Co., Glace Bay, Veine Hub, Dominion No. 7.						Dominion Coal Co., Glace Bay, Veine Harbour, Dominion No. 9.					Dominion Coal Co., Glace Bay, Veine Phaten, Dominion No. 5, ou Reserve Colliery.			Dominion Coal Co., Glace Bay, Veine Phalen, Dominion No. 1.					Dominion Coal Co., Glace Bay, Veine Emery, Dominion No. 10 Colliery.						Dominion Coal Co., Glace Bay, Veine Lingan, Dominion No. 12 Colliery.			Nova Scotia Steel & Coal Co., Mine de Sydney, Houillère No. 1.						Nova Scotia Steel & Coal Co., Mine de Sydney, Houillère No. 3.										
	Echantillon régulier sur crible de 1" et courroie de triage	Echantillon régulier sur crible de 2 1/2" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai de générateur	Recrible pour essai au gazogène	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1 1/2" et courroie de triage	Echantillon humide de houille	Echantillon pour essai au générateur	Recrible pour essai au gazogène	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1 1/2" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Recrible pour essai au gazogène	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Recrible pour essai au gazogène	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1 1/2" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Recrible pour essai au gazogène	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1 1/2" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Recrible pour essai au gazogène
3. Numéro de l'échantillon.....	50	36	136	336	736	236	536	2036	35	135	335	735	2035	35 SP	135 SP	2035 SP	38	138	338	738	2038	37	137	337	737	237	537	2037	39	139	2039	13	113	313	213	513	2013*	12	112	312	712	2012*				
4. Humidité dans la houille. Total de l'humidité.....	2.8	3.5	2.7	2.4	4.5	3.4	2.4	1.6	1.8	1.4	2.1	3.4	1.9	3.5	2.1	2.8	2.2	1.8	4.0	2.0	2.8	2.1	4.5	4.1	4.9	3.6	4.3	3.5	2.7	2.3	3.3	1.6	5.4	4.0	4.2	3.6	3.5									
5. Humidité restant après le séchage à l'air.....	2.8	3.5	2.7	2.4	4.5	3.4	2.4	1.6	1.8	1.4	2.1	3.4	1.9	3.5	2.1	2.8	2.2	1.8	4.0	2.0	2.8	2.1	4.5	4.1	4.9	3.6	4.3	3.5	2.7	2.3	3.3	1.6	5.4	4.0	4.2	3.6	3.5									
Analyse rationnelle de la houille sèche.																																														
6. Carbone Fixe (F.C.) par différence.....	53.0	57.6	59.1	59.1	58.3	55.5	53.3	54.9	59.5	58.2	59.8	60.2	60.4	53.8	53.9	57.3	58.5	57.9	58.8	55.4	56.3	52.6	54.3	55.3	48.4																					
7. Matière Volatile (VM).....	34.7	36.5	35.8	38.2	37.2	38.6	35.0	34.3	35.2	34.3	33.2	34.8	35.1	35.1	36.9	36.9	37.3	37.4	37.1	37.2	37.4	36.0	37.3	37.3	36.0	39.0	36.6	34.8																		
8. Cendre.....	12.3	5.9	5.2	8.9	5.1	5.9	5.0	4.2	6.1	6.6	5.9	7.7	4.1	6.6	11.1	8.1	10.1	11.3	5.7	6.0	4.8	6.4	4.1	7.2	5.7	4.0	3.5	3.8	11.4	39.0	6.7	5.3	36.6	16.8												
Analyse élémentaire de la houille sèche.																																														
9. Carbone (C).....	70.5	76.7	80.0	78.2	77.0	76.0	78.6	78.3	80.2	73.3	78.5	79.3	77.6	80.4	75.4	79.3	77.6	80.4	75.4	79.3	72.6	74.9	67.4																							
10. Hydrogène (H).....	4.8	5.0	5.2	5.2	5.2	4.7	5.1	5.1	4.9	4.9	5.2	5.2	5.2	5.5	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.1	5.4	5.1	4.7																							
11. Soufre.....	6.4	2.4	2.0	3.0	3.7	2.3	1.8	1.9	2.5	2.5	2.1	1.7	1.8	1.6	1.9	1.9	1.8	1.6	1.7	1.8	2.2	2.5	3.5																							
12. Nitrogène.....	1.0	1.6	1.7	1.5	1.5	1.4	1.4	1.5	1.4	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.3	1.2	1.6	1.6	1.6	1.3	1.6	1.4	1.3																							
13. Oxygène, par différence.....	5.0	8.4	7.6	6.7	6.7	7.4	6.8	7.0	6.8	7.0	7.1	6.6	7.0	6.6	7.0	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6						
Valeur Calorifique de la houille sèche.																																														
14. —par détermination..... calories	7010	7700	7950	7780	7780	7800	7780	7990	7780	7990	7710	7690	7690	8050	7650	7690	7690	8050	7650	7690	7650	7690	6870																							
15. —par détermination..... U.T.B.	12620	13860	14310	14000	14000	14040	14010	13120	13880	13790	13880	13790	13790	14490	13770	13790	13790	14490	13770	13790	13770	13790	6870																							
16. —par détermination calculé pour une houille libre de cendre..... calories	7990	8180	8270	8270	8270	8250	8250	8200	8250	8200	8190	8050	8050	8130	8250	8250	8130	8250	8250	8130	8250	8250	6870																							
17. —par détermination par calcul d'après l'analyse élémentaire..... calories	7290	7600	7840	7830	7740	7920	7920	7850	8030	7850	7960	7720	7720	7960	7720	7720	7960	7720	7720	7720	7720	6870																								
18. Proportion FC/VM.....	1.53	1.58	1.65	1.55	1.57	1.44	1.50	1.44	1.70	1.65	1.74	1.53	1.55	1.64	1.55	1.58	1.48	1.48	1.40	1.46	1.39	1.39																								
19. Proportion C/H.....	14.7	15.3	14.8	15.0	14.6	14.8	15.1	14.9	15.1	15.1	15.1	14.9	15.1	15.2	14.9	14.9	14.6	14.8	14.7	14.3	14.7	14.3																								

TABLEAU LV.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

TERRAINS HOUILLERS D'INVERNESS, COMTE D'INVERNESS, N.E.											
1. Provenance de la houille—mine et veine.....	Inverness Coal & Railway Co., Houillère Inverness.					Richmond Railway Co., Houillère Port Hood.					
2. Description de l'échantillon.....	Echantillon régulier sur crible et $\frac{3}{8}$ de courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon pour essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon régulier sur crible de $\frac{3}{4}$ " et courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon pour essai au générateur	Houille récriblée pour essai au gazogène	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur
3. Numéro de l'échantillon.....	14	114	314	214	514	15	115	315	715	215	515
4. Humidité dans la houille. Total de l'humidité.....%		9.3	7.3		9.2		4.7	3.3	2.8		5.5
5. Humidité restant après le séchage à l'air.....%		7.5					3.2				
6. Analyse rationnelle de la houille sèche. Carbone Fixe (F.C.) par différence.....%	49.6			51.0		48.3			50.0	51.2	
7. Matière Volatile (VM).....%	40.0			42.5		37.1			36.3	37.9	
8. Cendre.....%	10.4		9.3	6.5	6.5	14.6		14.7	13.7	10.9	10.1
9. Analyse élémentaire de la houille sèche. Carbone (C).....%	67.2			70.3		63.7				68.7	
10. Hydrogène (H).....%	4.8			4.8		4.2				4.4	
11. Soufre.....%	6.0			5.0		7.9				6.7	
12. Nitrogène.....%	0.9			0.6		0.8				0.6	
13. Oxygène, par différence.....%	10.7			12.8		8.8				8.7	
14. Valeur Calorifique de la houille sèche. —par détermination.....calories	6750			7110		6540				6970	
15. —par détermination.....B.T.U.	12150			12800		11770				12550	
16. —par détermination calculé pour une houille libre de cendre.....calories	7530			7610		7660				7820	
17. —par détermination par calcul d'après l'analyse élémentaire.....calories	6770			6900		6390				6840	
18. Proportion FC/VM.....	1.24			1.20		1.30			1.38	1.35	
19. Proportion C/H.....	14.0			14.6		15.1				15.6	

TABLEAU LVI.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

1. Provenance de la houille—mine et veine.....	TERRAINS HOUILLER DE PICTOU, COMTE DE PICTOU, N. E.																																		
	Acadia Coal Co., Houillère Vale, Thorburn, Veine Six Foot.						Acadia Coal Co., Houillère Allan, Shaft, Stellarton, Veine Foord.				Acadia Coal Co., Houillère Albion, Stellarton, Veine Third.					Acadia Coal Co., Houillère Albion, Stellarton, Veine Cage Pit.					Acadia Coal Co., Houillère Acadia, Westville, Veine Main.					Intercolonial Coal Co., Houillère Drummond, Westville, Veine Main.									
	Echantillon régulier sur crible de 3/4" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon supplémentaire	Echantillon régulier houille brut de mine sur courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier houille brut de mine	Echantillon pour essai au générateur Essai No. 17	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Houille d'origine ré-échantillonnée 12 mois plus tard	Echantillon pour essai au générateur Essai No. 31	Echantillon régulier houille brut de mine	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Houille criblée pour essai au gazogène	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1" et courroie de triage	Echantillon de mine humide	Houille criblée pour essai au gazogène	Echantillon de l'essai au générateur No. 11	Echantillon de l'essai au générateur No. 32	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 1" et courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon de l'essai au générateur No. 3	Echantillon de l'essai au générateur No. 7	Houille re-criblée pour essai au gazogène	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation
2. Description de l'échantillon.....	4	104	304	204	504	2004	16	116	316	2016	1	301	201	501	1001	1301	2	102	302	702	2002	8	108	708	308 (a)	308 (b)	2008	3	103	303 (a)	303 (b)	703	203	503	2003
3. Numéro de l'échantillon.....	4	104	304	204	504	2004	16	116	316	2016	1	301	201	501	1001	1301	2	102	302	702	2002	8	108	708	308 (a)	308 (b)	2008	3	103	303 (a)	303 (b)	703	203	503	2003
4. Humidité dans la houille..... %		2.1	2.8		3.9			3.6	1.8	2.8		2.0		3.0		2.0		3.6	2.3	1.9	1.7		1.8	1.9	1.6	1.5	1.4		1.4	1.1	1.2	1.3		1.7	1.7
5. Humidité restant après le séchage à l'air..... %		2.1						1.7										1.9					1.6						1.1						
6. Analyse rationnelle de la houille sèche..... %	50.6			54.2			55.4			57.1	55.5		56.9		57.7	58.1				60.7	64.8					64.4	60.8					63.4	63.4	63.9	
7. Carbone Fixe (FC) par différence..... %	32.1			33.2			33.3			33.7	29.8		30.8		28.5	31.4				29.5	26.0					27.4	24.7					24.4	25.3	22.6	
8. Matière Volatile (VM)..... %	17.3			12.6		19.1	11.3		12.3	9.2	14.7	13.1	12.3		11.8	10.5				11.1	9.2				9.5	8.2	14.5					12.2	11.3	13.5	
9. Cendre..... %																																			
9. Analyse élémentaire..... %	68.0			71.7			74.1			77.8	71.4		73.4		72.7	74.2				76.9	77.6					80.0	72.6						76.0	75.3	
10. Carbone (C)..... %	4.2			4.2			4.6			5.0	4.5		4.5		4.4	4.5				4.9	4.7					4.8	4.3					4.5	4.4	4.4	
11. Hydrogène (H)..... %	1.0			1.0			0.6			0.6	1.4		1.4		1.1	0.9				2.1	0.9					0.8	2.5					1.3	1.3	1.3	
12. Soufre..... %	1.8			1.7			1.9			2.2	1.7		1.5		1.6	2.1				1.7	1.6					2.2	2.1					2.0	1.9	1.9	
13. Nitrogène..... %	7.7			8.8			7.5			5.2	6.3		7.3		6.4	7.8				4.6	6.0					4.0	4.0					4.9	3.6	3.6	
14. Oxygène, par différence..... %																																			
14. Valeur Calorifique de la houille sèche..... calories	6680			7090			7350				6990		7250		6920	7320				7520	7700						7200						7530		
15. —par détermination..... U.T.B.	12020			12760			13230				12580		13050		12460	13180				13540	13860						12960						13550		
16. —par détermination pour une houille libre de cendre..... calories	8080			8110			8290				8200		8270		8030	8180				8340	8480						8420						8490		
17. —par calcul, d'après l'analyse élémentaire..... calories	6620			6890			7280			7780	7080		7190		7140	7220				7745	7670					7960	7230						7520	7460	
18. Proportion FC/VM.....	1.57			1.63			1.66			1.70	1.86		1.85		2.02	1.85				2.05	2.49					2.35	2.46						2.50	2.82	
19. Proportion C/H.....	16.2			17.1			16.1			15.6	15.8		16.3		16.5	16.5				15.7	16.5					16.7	16.9						16.9	17.1	

TABLEAU LVII.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

TERRAINS HOUILLER DE SPRINGHILL, COMTE DE CUMBERLAND, N. E.														
1. Provenance de la houille—mine et veine.	Cumberland Ry & Coal Co., Houillère No. 1, Springhill	Cumberland Railway & Coal Co., Houillère No. 2, Springhill							Cumberland Railway & Coal Co., Houillère No. 3, Springhill.					
2. Description de l'échantillon.	Echantillon spécial pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de $\frac{3}{4}$ " et courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon pour essai au générateur	Houille re-criblée pour essai au gazogène	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de $\frac{3}{4}$ " et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation
3. Numéro de l'échantillon.	49	5	105	305	705	205	505	2005	6	106	306	206	506	2006
4. Humidité dans la houille.														
4. Total de l'humidité. %	2.2		2.8	1.9	1.9		3.8	2.5		2.8	2.2		3.4	2.4
5. Humidité restant après le séchage à l'air. %			2.0							2.3				
Analyse rationnelle de la houille sèche.														
6. Carbone fixe (FC) par différence. %	63.3	58.5			61.2	59.8		62.0	55.0			57.0		61.6
7. Matière Volatile (VM). %	33.3	32.3			31.4	33.1		32.1	33.5			34.7		33.7
8. Cendre. %	3.4	9.2			7.4	7.1		5.9	11.5		11.9	8.3	7.7	4.7
Analyse élémentaire de la houille sèche.														
9. Carbone (C). %	81.5	75.1				76.9		79.5	73.1			75.4		81.2
10. Hydrogène (H). %	5.1	4.9				5.0		5.2	4.6			4.9		5.2
11. Soufre. %	1.0	1.6				1.4		0.9	1.8			1.5		0.9
12. Nitrogène. %	1.9	1.2				1.0		2.0	1.8			1.4		1.8
13. Oxygène, par différence. %	7.1	8.0				8.6		6.5	7.2			8.5		6.2
Valeur Calorifique de la Houille sèche.														
14. —par détermination. calories	7880	7430				7700		7710	7220			7540		
15. —par détermination. B.T.U.	14190	13370				13860		13880	13000			13570		
16. —par détermination, calculé pour une houille libre de cendre. calories	8160	8180				8290		8190	8160			8220		
17. —par calcul d'après l'analyse élémentaire. calories	8060	7450				7590		7964	7220			7440		8100
18. Proportion FC/VM.	1.90	1.81			1.94	1.81		1.93	1.64			1.64		1.83
19. Proportion C/M.	16.0	15.3				15.4		15.3	15.9			15.4		15.6

TABLEAU LVIII.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

TERRAIN HOUILLER DE JOGGINS CHIGNECTO, COMTE DE CUMBERLAND, N. E.																		
1. Provenance de la houille—mine et veine.....	Maritime Coal, Railway, & Power Co., Houillère Chignecto.					Minudie Coal Co., River Hebert, Houillère Minudie.					Canada Coals & Railway Co., Houillère Joggins.							
	Echantillon régulier trié à la main	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon régulier sur crible de $\frac{3}{4}$ " et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pur essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon régulier sur crible de $\frac{3}{4}$ " et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Re-criblé pour essai au gazogène	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon supplémentaire	Echantillon extra frais pour essai de carbonisation
2. Description de l'échantillon.....	7	107	307	207	507	9	109	309	209	509	10	110	310	710	210	510	2010	3010
3. Numéro de l'échantillon.....																		
4. Humidité dans la houille.....																		
5. Total de l'humidité..... %		3.6	3.0		5.3		3.8	2.8		3.5		1.3	2.9	2.5		3.8		4.8
5. Humidité restant après le séchage à l'air..... %		3.2					2.8					0.6						
Analyse rationnelle de la houille sèche.																		
6. Carbone fixe (FC), par différence..... %	45.7			49.6		48.8			51.7		44.8			46.1	51.6			50.1
7. Matière Volatile (VM)..... %	41.0			41.3		35.7			37.3		36.6			35.3	38.1		46.5	38.4
8. Cendre..... %	13.3			9.1		15.5			11.0		18.6		16.8	18.6	10.3	9.9	36.6	11.5
Analyse élémentaire de la houille sèche.																		
9. Carbone (C)..... %	66.2			70.0		64.8			68.2		63.5				70.3			68.8
10. Hydrogène (H)..... %	4.8			5.0		4.4			4.6		4.1				4.9			4.9
11. Soufre..... %	6.4			6.2		6.7			6.3		5.4				4.8			6.8
12. Nitrogène..... %	1.3			1.0		1.1			0.8		1.3				0.9	5.2		6.8
13. Oxygène, par différence..... %	8.0			8.7		7.5			9.1		7.1			8.8		1.7		1.6
Valeur Calorifique de la Houille sèche.																		
14. —par détermination..... calories	6750			7160		6570			7000		6440				7080			7130
15. —par détermination..... B.T.U.	12150			12890		11830			12600		11590			12740				
16. —par détermination, calculé pour une houille libre de cendre..... calories	7790			7880		7780			7870		7910			7890				
17. —par calcul d'après l'analyse élémentaire..... calories	6810			7140		6590			6860		6360			7100				
18. Proportion FC/VM.....	1.11			1.20		1.37			1.38		1.22		1.31	1.35		1.27		1.30
19. Proportion C/H.....	13.8			14.0		14.7			14.8		15.5			14.4				14.0

RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

TERRAIN HOUILLER DE GRAND LAKE, N. B.

1. Provenance de la houille, mine et veine.....	G. H. King, Mine Kings, Minto.					
2. Description de l'échantillon.....	Echantillon régulier sur crible de $\frac{3}{4}$ "	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Houille recriblée pour essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur
3. Numéro de l'échantillon.....	11	111	311	711	211	511
Humidité dans la houille.....						
4. Total de l'humidité.....%		1.3	0.7	1.3		1.7
5. Humidité restant après le séchage à l'air.....%		0.9				
Analyse rationnelle de la houille sèche.						
6. Carbone fixe (FC), par différence.....%	53.4			54.1	56.6	
7. Matière Volatile (VM).....%	32.2			33.0	34.0	
8. Cendre.....%	14.4			12.9	9.4	
Analyse élémentaire de la houille sèche.						
9. Carbone (C).....%	70.3				75.4	
10. Hydrogène (H).....%	4.6				5.0	
11. Soufre.....%	5.8				4.9	
12. Nitrogène.....%	0.6				0.5	
13. Oxygène, par différence.....%	4.3				4.8	
Valeur Calorique de la Houille sèche.						
14. —par détermination.....calories	7160				7680	
15. —par détermination.....B.T.U.	12890				13820	
16. —par détermination calculé pour une houille libre de cendre.....calories	8360				8480	
17. —par calcul d'après l'analyse élémentaire...calories	7220				7720	
18. Proportion FC/VM.....	1.66			1.64	1.66	
19. Proportion C/M.....	15.3				15.1	

	12-3 1-00		12-1 1-00
10) Production C.M.			
11) Production R.C.M. 70			
12) Production C.M. 70			
13) Production C.M. 70			
14) Production C.M. 70			
15) Production C.M. 70			
16) Production C.M. 70			
17) Production C.M. 70			
18) Production C.M. 70			
19) Production C.M. 70			
20) Production C.M. 70			
21) Production C.M. 70			
22) Production C.M. 70			
23) Production C.M. 70			
24) Production C.M. 70			
25) Production C.M. 70			
26) Production C.M. 70			
27) Production C.M. 70			
28) Production C.M. 70			
29) Production C.M. 70			
30) Production C.M. 70			
31) Production C.M. 70			
32) Production C.M. 70			
33) Production C.M. 70			
34) Production C.M. 70			
35) Production C.M. 70			
36) Production C.M. 70			
37) Production C.M. 70			
38) Production C.M. 70			
39) Production C.M. 70			
40) Production C.M. 70			
41) Production C.M. 70			
42) Production C.M. 70			
43) Production C.M. 70			
44) Production C.M. 70			
45) Production C.M. 70			
46) Production C.M. 70			
47) Production C.M. 70			
48) Production C.M. 70			
49) Production C.M. 70			
50) Production C.M. 70			
51) Production C.M. 70			
52) Production C.M. 70			
53) Production C.M. 70			
54) Production C.M. 70			
55) Production C.M. 70			
56) Production C.M. 70			
57) Production C.M. 70			
58) Production C.M. 70			
59) Production C.M. 70			
60) Production C.M. 70			
61) Production C.M. 70			
62) Production C.M. 70			
63) Production C.M. 70			
64) Production C.M. 70			
65) Production C.M. 70			
66) Production C.M. 70			
67) Production C.M. 70			
68) Production C.M. 70			
69) Production C.M. 70			
70) Production C.M. 70			
71) Production C.M. 70			
72) Production C.M. 70			
73) Production C.M. 70			
74) Production C.M. 70			
75) Production C.M. 70			
76) Production C.M. 70			
77) Production C.M. 70			
78) Production C.M. 70			
79) Production C.M. 70			
80) Production C.M. 70			
81) Production C.M. 70			
82) Production C.M. 70			
83) Production C.M. 70			
84) Production C.M. 70			
85) Production C.M. 70			
86) Production C.M. 70			
87) Production C.M. 70			
88) Production C.M. 70			
89) Production C.M. 70			
90) Production C.M. 70			
91) Production C.M. 70			
92) Production C.M. 70			
93) Production C.M. 70			
94) Production C.M. 70			
95) Production C.M. 70			
96) Production C.M. 70			
97) Production C.M. 70			
98) Production C.M. 70			
99) Production C.M. 70			
100) Production C.M. 70			

C. H. KRES. Mme KRES. Miro

LES VIZI HOCHTER DE CSAZD UTCE 7 B

KVĚLOKI ZOMNIVE DES VIVTAGES DE HOCHTE

TABLEAU LX.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

TERRAIN HOUILLER DE SOURIS, SASKATCHEWAN.

1. Provenance de la houille—mine et veine.....	Western Dominion Collieries Co., Taylorton.						Eureka Coal and Brick Co. Estevan.		
2. Description de l'échantillon.....	Echantillon régulier de houille brute	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Echantillon supplémentaire houille brute	Criblée pour essai au gazogène No. 8	Criblée pour essai au gazogène No. 17	Echantillon régulier houille brute	Echantillon humide de mine	Criblée pour essai au gazogène
3. Numéro de l'échantillon.....	40	140	340	2040	2740 (a)*	2740 (b)*	41	141	741
4. Humidité dans la houille.									
4. Total de l'humidité.....%		28.6	29.7		23.3	13.4		30.9	17.8
5. Humidité restant après le séchage à l'air.....%		18.0						18.2	
Analyse rationnelle de la houille sèche.									
6. Carbone fixe (FC), par différence.....%	42.9			47.9	48.8	37.6	43.2		49.2
7. Matière Volatile (VM).....%	49.0			42.7	42.7	49.8	40.0		35.5
8. Cendre.....%	8.1	11.4	8.6	9.4	8.5	12.6	16.8	14.1	15.3
Analyse élémentaire de la houille sèche.									
9. (Carbone C).....%	59.8			64.7			57.7		
10. Hydrogène (H).....%	4.8			4.5			4.3		
11. Soufre.....%	0.6			0.7			0.5		
12. Nitrogène.....%	1.0			1.1			1.0		
13. Oxygène, par différence.....%	25.7			19.6			19.7		
Valeur Calorifique de la houille sèche.									
14. —par détermination..... calories	5940			6010			5360		
15. —par détermination..... B.T.U.	10690			10820			9650		
16. —par détermination, calculé pour une houille libre de cendre..... calories	6470			6630			6440		
17. —par calcul d'après l'analyse élémentaire..... calories	5400			5930			5290		
18. Proportion FC/VM.....	0.88			1.12	1.15	0.75	1.08		1.38
19. Proportion C/H.....	12.5			14.4			13.4		

TABLEAU IX
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES

TERRAIN HOUILLEUX DE SOURIS

Western District, Colombie

1. Provenance de la houille - mine et terrain (voir page 10)

N ^o	Description de l'échantillon	Echantillon		Echantillon	
		pour essai au générateur	pour analyse chimique	pour essai au générateur	pour analyse chimique
1	Humidité dans la houille	10.7	10.7	10.7	10.7
2	Total de l'humidité	18.0	18.0	18.0	18.0
3	Humidité restante après le séchage à l'air	11.4	11.4	11.4	11.4
Analyse élémentaire de la houille sèche					
4	Carbone fixe (FC) par différence	81.1	81.1	81.1	81.1
5	Matière Volatile (VM)	13.9	13.9	13.9	13.9
6	Cendres	0.0	0.0	0.0	0.0
Analyse élémentaire de la houille sèche					
7	Carbone (C)	77.2	77.2	77.2	77.2
8	Hydrogène (H)	5.8	5.8	5.8	5.8
9	Soufre	0.0	0.0	0.0	0.0
10	Nitrogène	1.0	1.0	1.0	1.0
11	Oxygène, par différence	15.7	15.7	15.7	15.7
Valeur Calorifique de la houille sèche					
12	— par détermination	10600	10600	10600	10600
13	— par détermination	10600	10600	10600	10600
14	— par détermination, calculé pour une houille brute de cendre	9470	9470	9470	9470
15	— par calcul à partir l'analyse élémentaire	7400	7400	7400	7400
16	Proportion F.C. VM	15.7	15.7	15.7	15.7
17	Proportion C. H.	15.7	15.7	15.7	15.7

1	Humidité dans la houille	10.7
2	Total de l'humidité	18.0
3	Humidité restante après le séchage à l'air	11.4
4	Carbone fixe (FC) par différence	81.1
5	Matière Volatile (VM)	13.9
6	Cendres	0.0
7	Carbone (C)	77.2
8	Hydrogène (H)	5.8
9	Soufre	0.0
10	Nitrogène	1.0
11	Oxygène, par différence	15.7
12	— par détermination	10600
13	— par détermination	10600
14	— par détermination, calculé pour une houille brute de cendre	9470
15	— par calcul à partir l'analyse élémentaire	7400
16	Proportion F.C. VM	15.7
17	Proportion C. H.	15.7

TABLEAU LXI.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

TERRAIN HOUILLER D'EDMONTON, ALTA.											
1. Provenance de la houille—mine et veine	Strathcona Coal Co., Strathcona.			Parkdale Coal Co., Edmonton.					Standard Coal Co., (anciennement the City Coal Co.,) Edmonton.		
2. Description de l'échantillon	Echantillon régulier sur crible de 1½"	Echantillon humide de mine	Re-criblé pour essai au gazogène	Echantillon régulier sur crible de 1½"	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au gazogène	Re-criblé pour essais au gazogène No. 9	Re-criblé pour essai au gazogène No. 15	Echantillon régulier sur crible de 1½"	Echantillon humide de mine	Re-criblé pour essai au gazogène
3. Numéro de l'échantillon	46	146	746	42	142	342	742 (a)*	742 (b)	45	145	745
Humidité dans la houille.											
4. Total de l'humidité		22.7	16.1		22.5	19.7	14.9	13.6		23.5	15.3
5. Humidité restant après le séchage à l'air		18.2			18.9					19.8	
Analyse rationnelle de la houille sèche.											
6. Carbone fixe (FC), par différence	47.6		49.0	51.3			52.1	51.8	49.9		54.4
7. Matière volatile (VM)	41.0		36.8	37.8			34.9	34.6	42.0		36.8
8. Cendre	11.4	7.1	14.2	10.9	6.8	12.6	13.0	13.6	8.1	5.0	8.8
Analyse élémentaire de la houille sèche.											
9. Carbone (C)	62.9			65.3					65.6		
10. Hydrogène (H)	4.5			4.6					4.5		
11. Soufre	0.4			0.4					0.4		
12. Nitrogène	1.3			1.2					1.3		
13. Oxygène, par différence	19.5			17.6					20.1		
Valeur Calorifique de la houille sèche.											
14. —par détermination	5900			6060					6310		
15. —par détermination, B.T.U.	10730			10910					11360		
16. —par détermination, calculé pour une houille libre de cendre	6730			6800					6870		
17. —par calcul d'après l'analyse élémentaire	5820			6110					6000		
18. Proportion FC/VM	1.16		1.33	1.36			1.49	1.50	1.19		1.48
19. Proportion C/H	14.0			14.2					14.6		

Cet échantillon fut pris quelques semaines avant l'échantillon 742 (b) et par conséquent donne plus d'humidité. L'essai dans le gazogène n'a pas été satisfaisant et n'est pas rapporté.

		19	l'opération C II	
		18	l'opération B (V2)	
		17	—par calcul d'après l'analyse élémentaire	0.20
		16	—par détermination directe dans les bouillies	0.20
		15	—par détermination directe dans les bouillies	0.20
		14	—par détermination directe dans les bouillies	0.20
		13	l'opération par différence	0.3
		12	l'opération	0.3
		11	Soufre	0.4
		10	Hydrogène (H)	4.5
		9	Carbone (C)	63.0
	Analyse élémentaire de la bouillie sèche	8	Carbone	61.4
		7	Matière volatile (V2)	41.0
		6	Carbone fixe (C) par différence	47.8
	Analyse rationnelle de la bouillie sèche	5	Humidité restant après le séchage l'air	
		4	Total de l'humidité	
	Humidité dans la bouillie	3	Humidité de l'échantillon	
		2	Description de l'échantillon	
	Exposition 1904	1	Provenance de la bouillie—mine et usine	

TABLEAU LXII.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLES

TERRAIN HOILLER DE BELLY RIVER, ALTA.										
1. Provenance de la houille—mine et veine.....	Canada West Coal Co., Taber.				Alberta Railway & Irrigation Co., Houillère Galt, Lethbridge.				Lund-Breckenridge Coal Co., Lundbreck.	
	Echantillon régulier sur crible de $\frac{3}{4}$ "	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au gazogène	Re-criblé pour essai au gazogène	Echantillon régu- lier sur crible de $\frac{3}{4}$ " et table de triage	- Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Re-criblé pour essai au gazogène	Echantillon régulier	Echantillon humide de houille
3. Numéro de l'échantillon.....	43	143	343	743	44	144	344	744	47	147
4. Humidité dans la houille. Total de l'humidité.....%		13.0	11.3	12.6		8.4	8.3	7.8		5.0
5. Humidité restant après le séchage à l'air.....%		11.7				7.9				3.8
Analyse rationnelle de la houille sèche.										
6. Carbone (FC), par différence.....%	49.9			50.8	51.5			51.6	40.2	
7. Matière Volatile (VM).....%	36.0			30.5	37.5			38.2	30.1	
8. Cendre.....%	14.1	12.4	14.2	18.7	11.0	10.3	9.9	10.2	29.7	20.7
Analyse élémentaire de la houille sèche.										
9. Carbone (C).....%	64.5				66.5				54.8	
10. Hydrogène (H).....%	4.7				4.9				4.1	
11. Soufre.....%	1.4				0.8				1.2	
12. Nitrogène.....%	1.5				1.7				1.5	
13. Oxygène, par différence.....%	13.8				15.1				8.7	
Valeur Calorifique de la Houille sèche.										
14. —par détermination..... calories	6130				6510				5450	
15. —par détermination..... B.T.U.	11040				11710				9810	
16. —par détermination, calculé pour une houille libre de cendre..... calories	7140				7310				7750	
17. —par calcul d'après l'analyse élémentaire..... calories	6278				6430				5490	
18. Proportion FC/VM.....	1.39			1.66	1.37			1.35	1.33	
19. Proportion C/H.....	13.7				13.6				13.4	

TABLEAU LXIII.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLES

TERRAIN HOUILLER DE FRANK BLAIRMORE, ALTA.																															
1. Provenance de la houille—mine et veine.....		Leitch Collieries Ltd., Passburg, Houillère Leitch.					Hillcrest Coal & Coke., Houillère Hillcrest, Hillcrest.					West Canadian Collieries Ltd., Houillère Bellevue, Veine No. 1.					West Canadian Collieries, Ltd., Houillère Lille, Veine No. 1.			International Coal & Coke Co., Coleman, Houillère Denison, Veine No. 2.						International Coal & Coke Co., Coleman, Houillère Denison, Veine No. 4.					
		Echantillon régulier houille brute	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Criblé pour essai au gazogène	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier houille brute	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au gazogène	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier houille brute	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Criblé pour essai au gazogène	Houille lavée	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier houille brute	Echantillon humide de mine	Echantillon frais pour essai de carbonisation				
2. Description de l'échantillon.....	48	148	348	748	2048	32	132	332	232	532	2032	33	133	333	233	533	2033	28	128	2028	34	134	334	734	234	534	2034	34 SP	134 SP	2034 SP	
3. Numéro de l'échantillon.....																															
4. Total de l'humidité..... %		1.9	0.9	1.0	1.1		3.0	0.8		3.8	1.0		0.9	0.8		3.6	1.2		1.7	1.5		2.0	0.8		1.1		3.7	1.4		2.0	2.4
5. Humidité restant après le séchage à l'air..... %		1.0					1.3						0.2						0.8				0.7					0.6			
Analyse rationnelle la houille sèche.																															
6. Carbone fixe (FC), par différence..... %	55.1			51.6	53.2	55.4			60.4		56.5	56.9			58.9		59.2	58.6		58.9	55.1		57.0	62.0		55.1	59.9		58.4		
7. Matière Volatile (VM)..... %	27.0			29.5	28.7	29.3			29.8		30.0	27.6			28.4		26.7	25.0		25.3	25.1		24.6	26.4		23.7	23.9		22.9		
8. Cendre..... %	17.9	18.8	18.1	18.9	18.1	15.3	14.6	15.5	9.8	9.6	13.5	15.5	13.0	16.5	12.7	12.4	14.1	16.4	16.0	15.8	19.8	17.7	21.0	18.4	11.6	11.1	21.2	16.2	18.2	18.7	
Analyse élémentaire de la houille sèche.																															
9. Carbone (C)..... %	70.0					70.4			77.0		71.5	71.2			75.1		71.2				68.5			76.5			72.6				
10. Hydrogène (H)..... %	4.4					4.2			4.7		4.3	4.2			4.4		4.2				4.0			4.3			4.3				
11. Soufre..... %	0.6		0.6		1.4	0.6					0.8				0.5		0.9			0.6				0.4		0.5	0.6				
12. Nitrogène..... %	1.0					1.0			1.1		1.0				1.1		1.0			0.6				1.0		1.0	1.0				
13. Oxygène, par différence..... %	6.1					8.5			6.9		6.9				6.2		6.8				6.3			6.2			5.3				
Valeur Calorifique de la houille sèche.																															
14. —par détermination..... calories	6800				6790	6920			7450		7130	6880			7210		7000	6930		7010	6510			7320		6450	6960		6730		
15. —par détermination, B.T.U.	12240				12220	12460			13410		12830	12380			12980		12600	12470		12620	11720			13180		11610	12530		12110		
16. —par détermination, calculé pour une houille libre de cendre..... calories	8280				8290	8170			8260		8240	8140			8260		8150	8290		8330	8120			8280		8190	8310		8280		
17. —par calcul d'après l'analyse élémentaire..... calories	6910				6770	6770			7540		6970	6970			7310		6940	6940		6650	6650			7400		8190	7120		8280		
18. Proportion FC/VM.....	2.04			1.75	1.85	1.89			2.02		1.88	2.06			2.07		2.22	2.34		2.32	2.19			2.32		2.32	2.51		2.55		
19. Proportion C/H.....	15.9					16.7			16.4			16.6			17.0			16.9			17.1			17.8			16.9				

TABLEAU LXIV.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLES

TERRAIN HOUILLER DE CROWSNEST, C. B.																																				
Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Michel, Veine No. 3																																				
Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Michel, Veine No. 7.																																				
Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Michel, Veine No. 8																																				
Hosmer Mines, Ltd., Hosmer, Veine No. 2 Sud.																																				
Hosmer Mines, Ltd., Veine No. 6 Sud.																																				
Hosmer Mines Ltd., Hosmer, Veine No. 8 Sud																																				
Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Coal Creek, Fernie, Veine No. 2.																																				
Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Coal Creek, Fernie, Veine No. 5.																																				
1. Provenance de la houille—mine et veine.	Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Michel, Veine No. 3						Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Michel, Veine No. 7.				Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Michel, Veine No. 8					Hosmer Mines, Ltd., Hosmer, Veine No. 2 Sud.				Hosmer Mines, Ltd., Veine No. 6 Sud.				Hosmer Mines Ltd., Hosmer, Veine No. 8 Sud				Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Coal Creek, Fernie, Veine No. 2.				Crowsnest Pass Coal Co., Houillère Coal Creek, Fernie, Veine No. 5.				
2. Description de l'échantillon.	Echantillon régulier sur crible de 2" et courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon pur essai au générateur	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 2" et courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon pour essai au générateur	Re-criblé pour essai au gazogène	Echantillon régulier sur crible de 2" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Re-criblé pour essai au gazogène	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier, houille brut trié à la main dans la salle d'essai	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Echantillon pour essai de carbonisation	Echantillon régulier, houille brut trié à la main dans la salle d'essai	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Echantillon pour essai de carbonisation	Echantillon régulier, houille brut trié à la main dans la salle d'essai	Echantillon de mine humide	Echantillon pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 2" et courroie de triage	Echantillon humide de mine	Echantillon pour essai au générateur	Echantillon frais pour essai de carbonisation	Echantillon régulier sur crible de 2" et courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon pour essai au générateur	Re-criblé pour essai au gazogène	Echantillon frais pour essai de carbonisation
3. Numéro de l'échantillon.	31	131	331	231	531	2031	30	130	330	730	29	129	329	729	2029	51	151	351	—	52	152	352	—	53	153	—	—	27	127	327	2027	26	126	326	726	2026
4. Humidité dans la houille.		1.4	0.7		4.9	1.0		1.9	1.0	0.9		3.0	1.0	1.1	1.1		1.7	1.1	1.5		2.6	1.5	2.8		4.0	3.5	—		2.2	1.0	0.7		1.6	1.0	0.8	1.3
5. Total de l'humidité.		0.4						0.7				1.1					0.9				1.1				1.3				1.3				0.5			
Humidité restant après le séchage à l'air.																																				
6. Analyse rationnelle de la houille sèche.																																				
7. Carbone fixe (FC), par différence.	62.7			68.6		66.6	65.5			67.0	65.7			68.5	65.6	63.4				62.0				64.5				64.7			62.9	65.2			63.1	64.8
8. Matière Volatile (VM).	24.8			25.2		21.5	22.6			21.4	24.1			25.4	25.8	21.3				25.6				28.0				26.3			23.6	24.0			25.9	24.4
9. Cendre.	12.5	10.0	18.0	6.2	5.9	11.9	11.9	11.9	13.9	11.6	10.2	9.4	8.8	6.1	8.6	15.3	12.6	17.2		12.4	10.2	13.2		7.5	14.8			9.0	5.1	9.4	13.5	10.8			11.0	10.8
10. Analyse élémentaire de la houille sèche.																																				
11. Carbone (C).	75.5			82.4			76.5				76.1					74.4				75.9				79.8				79.3				77.1				
12. Hydrogène (H).	4.3			4.8			4.5				4.5					4.2				4.5				5.1				4.4				4.4				
13. Soufre.	0.5			0.5		0.5	0.4				0.6				0.7	0.3				0.6				0.6				0.5			0.4	0.5				
14. Nitrogène.	1.2			1.3			1.2				1.3					1.0				1.2				1.4				1.2				1.3				0.5
15. Oxygène, par différence.	6.0			4.8			5.5				7.3					4.8				5.4				5.6				5.6				5.9				
16. leur Calorifique de la houille sèche.																																				
17. —par détermination.	7370			7950		7510	7420				7490				7660	7060				7270				7770				7680			7400	7490				7540
18. —par détermination U.T.B.	13270			14310		13520	13360				13480				13790	12710				13990				13820				13820			13520	13480				13570
19. —par détermination, calculé pour une houille libre de cendre.	8420			8480		8520	8420				8340				8380	8300				8300				8400				8400			8560	8400				8450
20. —par calcul d'après l'analyse élémentaire.	7350			8120		7500	7500				7400				7600	7260				7460				7980				7690			7520	7520				8450
21. Proportion FC/VM.	2.53			2.72		3.10	2.90			3.14	2.72			2.70	2.54	2.98				2.42				2.30				2.46			2.66	2.72			2.44	2.66
22. Proportion C/H.	17.5			17.3			17.0				16.9					17.7				16.9				15.6				18.0				17.5				

TABLEAU LXV.
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLES

TERRAIN HOUILLER DE CASCADE, ALBERTA																					
1. Provenance de la houille—mine et veine.....		The H. W. McNeil Co., No. 1, ou Mine Old, Canmore.						Bankhead Collieries, Ltd., Houillère Bankhead.		Bankhead Collieries, Ltd., Houillère Bankhead.		Bankhead Collieries, Ltd., Houillère Bankhead.						Bankhead Collieries, Ltd., Houillère Bankhead.			
2. Description de l'échantillon.....		Echantillon régulier, houille brut sur courroie de triage	Echantillon de mine humide	Echantillon pour essai au générateur	Criblé pour essai au gazogène No. 37	Criblé pour essai au gazogène No. 38	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon régulier, houille prise à travers crible de 7/8" et de plus de 7/16" et triés	Echantillon humide de mine	Echantillon régulier sarrazin No. 1, à travers crible de 7/16" et sur 5/16"	Echantillon humide de mine	Echantillon régulier mélange de 23 et 23 P.S.	Echantillon pour essai au générateur	Re-criblé pour essai au gazogène No. 41	Re-criblé pour essai au gazogène No. 43	Houille lavée	Echantillon de houille lavée pour essai au générateur	Echantillon régulier de briquettes de poussière de houille	Echantillon humide spécial	Echantillon pour essai au générateur
3. Numéro de l'échantillon.....		25	125	325	725 (a)	725 (b)	225	525	23	123	23 SP	123 SP	23 M	323 M	723 M (b)	723 M (b)	223 M	523 M	24	124	324
4. Humidité dans la houille.																					
5. Total de l'humidité.....																					
5. Humidité restant après le séchage à l'air.....%																					
Analyse rationnelle de la houille sèche.																					
6. Carbone (FC), par différence.....%																					
7. Matière Volatile (VM).....%																					
8. Cendre.....%																					
Analyse élémentaire de la houille sèche.																					
9. Carbone (C).....%																					
10. Hydrogène (H).....%																					
11. Soufre.....%																					
12. Nitrogène.....%																					
13. Oxygène, par différence.....%																					
Valeur Calorifique de la Houille sèche.																					
14. —par détermination.....calories																					
15. —par détermination.....B.T.U.																					
16. —par détermination, calculé pour une houille libre de cendre.....calories																					
17. —par calcul d'après l'analyse élémentaire.....calories																					
18. Proportion FC/VM.....																					
19. Proportion C/H.....																					
		70.5			71.2	70.7	77.9		76.0		71.5		73.3		78.5	77.6	78.6		68.6		
		17.2			15.7	16.8	16.2		11.8		12.6		12.6		11.5	11.3	12.5		17.1		
		12.3	13.9	8.8	13.1	12.5	5.9	6.2	12.2	12.2	15.9	15.0	14.1	15.5	10.0	11.1	8.9	8.7	14.3	12.5	14.1
		85.2																			
		74.6					85.2		79.4		76.0		76.6				81.8		76.3		
		3.8					4.1		3.6		3.7		3.6				3.8		3.7		
		0.8					0.7		0.6		0.6		0.6				0.6		0.6		
		1.6					1.7		1.0		0.9		1.0				1.1		1.0		
		6.9					2.4		3.2		2.9		4.1				3.8		4.1		
		7340					8000		7400		7040		7270				7760		7280		
		13210					14400		13,320		12670		13080				13970		13100		
		8370					8500		8430		8370		8460				8520		8490		
		7040					8220		7530		7290		7300				7760		7280		
		4.10			4.53	4.21	4.80		6.44		5.68		5.82		6.82	6.86	6.29		4.01		
		19.6					20.8		22.0		20.6		21.3				21.5		20.6		

10	Proportion C/H				
11	Proportion F/C/M				
12	— par calcul à partir l'analyse élémentaire				
13	— par détermination				
14	— par détermination, calculé pour une feuille libre de cendre				
15	— par détermination				
16	— par détermination				
17	— par détermination				
18	— par détermination				
19	— par détermination				
20	— par détermination				
21	— par détermination				
22	— par détermination				
23	— par détermination				
24	— par détermination				
25	— par détermination				
26	— par détermination				
27	— par détermination				
28	— par détermination				
29	— par détermination				
30	— par détermination				
31	— par détermination				
32	— par détermination				
33	— par détermination				
34	— par détermination				
35	— par détermination				
36	— par détermination				
37	— par détermination				
38	— par détermination				
39	— par détermination				
40	— par détermination				
41	— par détermination				
42	— par détermination				
43	— par détermination				
44	— par détermination				
45	— par détermination				
46	— par détermination				
47	— par détermination				
48	— par détermination				
49	— par détermination				
50	— par détermination				
51	— par détermination				
52	— par détermination				
53	— par détermination				
54	— par détermination				
55	— par détermination				
56	— par détermination				
57	— par détermination				
58	— par détermination				
59	— par détermination				
60	— par détermination				
61	— par détermination				
62	— par détermination				
63	— par détermination				
64	— par détermination				
65	— par détermination				
66	— par détermination				
67	— par détermination				
68	— par détermination				
69	— par détermination				
70	— par détermination				
71	— par détermination				
72	— par détermination				
73	— par détermination				
74	— par détermination				
75	— par détermination				
76	— par détermination				
77	— par détermination				
78	— par détermination				
79	— par détermination				
80	— par détermination				
81	— par détermination				
82	— par détermination				
83	— par détermination				
84	— par détermination				
85	— par détermination				
86	— par détermination				
87	— par détermination				
88	— par détermination				
89	— par détermination				
90	— par détermination				
91	— par détermination				
92	— par détermination				
93	— par détermination				
94	— par détermination				
95	— par détermination				
96	— par détermination				
97	— par détermination				
98	— par détermination				
99	— par détermination				
100	— par détermination				

TABLEAU LXIX.

RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

TERRAIN HOUILLER D'ALERT BAY, ILE DE VANCOUVER, C. B.

1. Provenance de la houille, mine et veine.....	Pacific Coast Coal Co., Mine Suquash, Alert Bay	
2. Description de l'échantillon.....	Echantillon régulier	Houille lavée
3. Numéro de l'échantillon.....	Ex. 34	Ex. 234
Humidité dans la houille		
4. Total de l'humidité..... %	.....	.....
5. Humidité restant après le séchage à l'air..... %	7.0	5.3
Analyse approximative de la houille sèche		
6. Carbone Fixe (FC) par différence..... %	42.7	48.2
7. Matière volatile (VM)..... %	34.3	36.7
8. Cendre..... %	23.0	15.1
Analyse élémentaire de la houille sèche		
9. Carbone (C)..... %	.....	.....
10. Hydrogène (H)..... %	.....	.....
11. Soufre..... %	1.0	0.9
12. Nitrogène..... %	.....	.....
13. Oxygène, par différence..... %	.....	.....
Valeur calorifique de la houille sèche		
14. par détermination..... calories	*6170	*6420
15. " " U.T.B.	*11100	*11560
16. " " calculé pour une houille libre de cendres..... calories	*8010	*7560
17. " " par calcul d'après l'analyse élémen- taire calories	.....	.....
18. Proportion FC/VM.....	1.24	1.31
19. Proportion C/H.....	.....	.....

*Essais faits avec le calorimètre Parr.

TABLEAU XXIX
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HUILE

TERRAIN/HUILLER D'ALBERT BAY, ILE DE VANCOUVER, C. B.	
Échantillon de l'huile, mine et vein	
Pointe East Coal Co. Mine No. 1, Albert Bay	
Description de l'échantillon	
Nombre de l'échantillon	Ex. 24
Indice de la bouillie	1-0
Poids de l'humidité	1.3
Humidité restant après le séchage à l'air	
Analyses approximative de la bouillie sèche	
Carbone fixe (FC) par différence	45.7
Carbone volatile (V.C.)	34.3
Cendres	19.0
Analyses élémentaire de la bouillie sèche	
Carbone (C)	
Hydrogène (H)	
Oxygène (O)	
Nitrogène (N)	
Soufre (S)	
Calcium	
Magnésium	
Alumine	
Chaux	0.9
Feux calcinés de la bouillie sèche par détermination	
Carbone	41.70
U.T.R.	41.100
Carbone pour une bouillie humide de molette	33.0
Carbone pour une bouillie humide par calcul à partir de l'analyse élémentaire	41.500
Proportion P.V.M.	1.31
Proportion C.H.	
Essais faits avec le récepteur No. 1	

RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

TERRAIN HOUILLER DE WHITEHORSE, TERRITOIRE DU YUKON

1. Provenance de la houille, mine et veine.....	White Pass and Yukon Ry. Co., Mine Tantalus, Veine Upper		White Pass and Yukon Ry. Co., Mine Tantalus, Veine Middle		White Pass and Yukon Ry. Co., Mine Tantalus, Veine Lower	
	Echantillon régulier	Houille lavée	Echantillon régulier	Houille lavée	Echantillon régulier	Houille lavée
3. Numéro de l'échantillon	Ex. 31	Ex. 231	Ex. 32	Ex. 232	Ex. 33	Ex. 233
Humidité dans la houille						
4. Total de l'humidité.....%						
5. Humidité restant après le séchage à l'air.....%						
Analyse rationnelle de la houille sèche						
6. Carbone fixe (FC) par différence.....%	58.0	59.9	54.1	60.3	56.0	59.2
7. Matière volatile (VM).....%	25.0	26.3	26.7	25.7	27.8	28.1
8. Cendre.....%	17.0	13.8	19.2	14.0	16.2	12.7
Analyse élémentaire de la houille sèche						
9. Carbon (C).....%	69.8				71.1	
10. Hydrogène (H).....%	4.0				4.3	
11. Soufre.....%	0.5	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5
12. Nitrogène.....%	0.8	0.8	0.9	0.8	0.7	0.8
13. Oxygène, par différence.....%	7.9				7.2	
Valeur calorifique de la houille sèche						
14. par détermination..... calories	6700	7110	6310	7070	6790	7210
15. " " U.T.B. calories	12060	12800	11360	12730	12230	12980
16. " " calculé pour une houille libre de cendres..... calories	8070	8250	7810	8220	8100	8260
17. " " par calcul d'après l'analyse élé- mentaire..... calories	6690				6930	
18. Proportion FC/VM.....	2.32	2.28	2.03	2.34	2.02	2.10
19. Proportion C/H.....	17.5				16.5	

	13-2 5-15	5-30	3-45	10-2 3-10
10	10000	10000	10000	10000
11	10000	10000	10000	10000
12	10000	10000	10000	10000
13	10000	10000	10000	10000
14	10000	10000	10000	10000
15	10000	10000	10000	10000
16	10000	10000	10000	10000
17	10000	10000	10000	10000
18	10000	10000	10000	10000
19	10000	10000	10000	10000
20	10000	10000	10000	10000
21	10000	10000	10000	10000
22	10000	10000	10000	10000
23	10000	10000	10000	10000
24	10000	10000	10000	10000
25	10000	10000	10000	10000
26	10000	10000	10000	10000
27	10000	10000	10000	10000
28	10000	10000	10000	10000
29	10000	10000	10000	10000
30	10000	10000	10000	10000
31	10000	10000	10000	10000
32	10000	10000	10000	10000
33	10000	10000	10000	10000
34	10000	10000	10000	10000
35	10000	10000	10000	10000
36	10000	10000	10000	10000
37	10000	10000	10000	10000
38	10000	10000	10000	10000
39	10000	10000	10000	10000
40	10000	10000	10000	10000
41	10000	10000	10000	10000
42	10000	10000	10000	10000
43	10000	10000	10000	10000
44	10000	10000	10000	10000
45	10000	10000	10000	10000
46	10000	10000	10000	10000
47	10000	10000	10000	10000
48	10000	10000	10000	10000
49	10000	10000	10000	10000
50	10000	10000	10000	10000
51	10000	10000	10000	10000
52	10000	10000	10000	10000
53	10000	10000	10000	10000
54	10000	10000	10000	10000
55	10000	10000	10000	10000
56	10000	10000	10000	10000
57	10000	10000	10000	10000
58	10000	10000	10000	10000
59	10000	10000	10000	10000
60	10000	10000	10000	10000
61	10000	10000	10000	10000
62	10000	10000	10000	10000
63	10000	10000	10000	10000
64	10000	10000	10000	10000
65	10000	10000	10000	10000
66	10000	10000	10000	10000
67	10000	10000	10000	10000
68	10000	10000	10000	10000
69	10000	10000	10000	10000
70	10000	10000	10000	10000
71	10000	10000	10000	10000
72	10000	10000	10000	10000
73	10000	10000	10000	10000
74	10000	10000	10000	10000
75	10000	10000	10000	10000
76	10000	10000	10000	10000
77	10000	10000	10000	10000
78	10000	10000	10000	10000
79	10000	10000	10000	10000
80	10000	10000	10000	10000
81	10000	10000	10000	10000
82	10000	10000	10000	10000
83	10000	10000	10000	10000
84	10000	10000	10000	10000
85	10000	10000	10000	10000
86	10000	10000	10000	10000
87	10000	10000	10000	10000
88	10000	10000	10000	10000
89	10000	10000	10000	10000
90	10000	10000	10000	10000
91	10000	10000	10000	10000
92	10000	10000	10000	10000
93	10000	10000	10000	10000
94	10000	10000	10000	10000
95	10000	10000	10000	10000
96	10000	10000	10000	10000
97	10000	10000	10000	10000
98	10000	10000	10000	10000
99	10000	10000	10000	10000
100	10000	10000	10000	10000

LEBETIA HOHITES DE MHIENHOZE TERRITORE DA AGRON

ВУДБОК СОМНИКЕ ДЕС ВАНТИЗЕС ДЕ НОНТЕ

TABLEAU LXXI.

RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

HOUILLE ÉTALON EMPLOYÉE POUR LA COMPARAISON.

1. Provenance de la houille — mine et veine.....		Houille de Georges Creek		
2. Description de l'échantillon.....		Echantil- lon de l'essai au généra- teur No. 1	Echantil- lon de l'essai au généra- teur No. 68	Echantil- lon de l'essai au généra- teur No. 71
3. Numéro de l'échantillon.....		G A	G B	Ex. 35
Humidité dans la houille				
4. Total de l'humidité.....%		1·9	2·9	2·0
5. Humidité restant après le séchage de l'air.....%		....	....	....
Analyse rationnelle de la houille sèche				
6. Carbone fixe (FC), par différence.....%		71·2	....	....
7. Matière volatile (VM).....%		19·6	....	....
8. Cendre.....%		9·2	12·6	11·2
Analyse élémentaire de la houille sèche				
9. Carbone (C).....%		....	....	....
10. Hydrogène (H).....%		....	....	....
11. Soufre.....%		1·0	1·0	....
12. Nitrogène.....%		....	....	....
13. Oxygène, par différence.....%		....	....	....
Valeur calorifique de la houille sèche				
14. par détermination..... calories		7820	7470	*7660
15. " " " " " U.T.B.		14080	13450	*13790
16. " " " calculé pour une houille libre de cendres..... calories		8610	8550	*8630
17. " " " par calcul d'après l'analyse élémentaire..... U.T.B.		....	....	....
18. Proportion FC/VM.....		3·63	....	....
19. Proportion C/H.....		....	....	....

TABLEAU LXXI
RAPPORT SOMMAIRE DES ANALYSES DE HOUILLE

HOUILLE ÉTALON EMPLOYÉE POUR LA COMPARAISON		Échantillon de la houille — mine et veine	
Description de l'échantillon	Échantillon No 1 sur No 08 sur No 12	Échantillon No 10	Échantillon No 11
Noms de l'échantillon	G A	G B	G C
Matière volatile dans la houille avant de l'humidité	1.9	3.9	3.0
Matière volatile restant après la sécheresse de l'air	11.2	10.6	11.1
Analyse rationnelle de la houille sèche	10.6	9.1	11.1
Carbone fixe (FC) par différence	78.20	77.70	78.00
Matière volatile (VM)	14.080	13.420	13.700
Hydrogène (H)	8.010	8.250	8.030
Azote	1.0	1.0	1.0
Oxygène, par différence	1.0	1.0	1.0
Valeur calorifique de la houille sèche	7820	7770	7800
U.T.B.	14080	13420	13700
calculé pour une houille libre de cendre	8010	8250	8030
par calcul d'après l'analyse élémentaire	U.T.B.	U.T.B.	U.T.B.
Proportion FC VM	3.02	3.02	3.02
Proportion C H	3.02	3.02	3.02

I N D E X

VOL. II



INDEX

	PAGE		PAGE
A			
Acadia Coal Co., houilles essayées	46, 121	Calorifique, valeur, combustibles solides	162
Air employé pour la combustion dans les essais au générateur	15	Campbell, M. R. classification du carbone hydrogène dans la houille	172
Alberta Railway and Irrigation Co. Ltd., houille essayée	50, 123	Campbell, W. B.	136
American Chemical Society, méthode pour déterminer l'oxygène dans la houille	162	Canada Coal and Railway Co., Ltd., Houilles essayées	49
American Chemical Society, méthode pour déterminer la quantité de carbone fixe et de matière volatile	150	Canada West Coal Co., Ltd., houilles essayées	50, 123
Analyse de gaz de gazogène avec l'appareil de Bone et Wheeler	179	Carbone et hydrogène dans la houille, comment on les détermine	152
Analyse de gaz de gazogène avec l'appareil de Barnhart	178	Carbone et hydrogène, proportion Cascade, houilles essayées provenant du terrain houiller de	173
Appareil dans le laboratoire chimique	147	Cendre, détermination de la	198
Atwater et Snell, emploi du calorimètre à bombe	172	“ dans la houille	7
B			
Babcock et Wilcox, générateur employé dans les essais	17	“ échantillons de, comment on les obtient	140
Bankhead Mines Ltd., houilles essayées	55, 129	“ échantillons de, comment on les essaye	152
Beckmann, thermomètre	164	“ expérience sur la fusibilité des	193
Belly River—Terrains houillers et houilles essayées	123	Chimique, travail du laboratoire	135
Boehner, R. S.	136	“ essais dans le laboratoire, comment on les enregistre	144
Bone et Wheeler, appareil pour l'analyse des gaz	179	Chlorine, son effet sur la houille	6
Boys, Prof. C. V. calorimètre à gaz	183	Coke, échantillons, comment on les obtient	140
Briquettes pour déterminer la valeur calorifique	178	“ essais de, pour le carbone fixe et la matière volatile	149
“ essayées, faites avec de la houille de Bankhead	54, 55	Conway, E. J.	136
“ provenant d'échantillons de houille	165	Crowsnest, terrain houiller de, houilles essayées	53, 127
“ employées dans le gazogène de Koerting	70	“ Pass Coal Co., houilles essayées	127, 128
British Thermal Unit, définition	6	“ houilles de, essai spécial	53, 128
C			
Calculs pour essai au générateur	31	Cumberland Railway and Coal Co., houilles essayées	48
Calorifique, essais et notes explicatives	169	D	
“ essais, méthode d'enregistrement, lectures et calculs de déterminations	168	Diagramme, type des feuilles de courbes d'essais au générateur	28
“ valeur, houille libre de cendre	172	Diagramme, type des feuilles de courbes de gazogène	99
“ valeur, calculée d'après l'analyse de la houille	172	Dominion Calcium Light Co., oxygène fourni par la	155
“ valeur, calculée d'après l'analyse des gaz	186	Dominion Coal Co., houilles essayées	120
“ valeur, combustibles gazeux	183	Dominion Coal Co., remarques sur les échantillons de la	44
		Dowling, D. B. proportion de combustible de la houille	173
		Drummond, houillère, houille essayée	121
		Durley, R. J., gazogène dessiné par	83
		“ rapport sur les essais au générateur	3
		“ rapport sur les essais au gazogène	61

	PAGE		PAGE
E			
Echantillons, collection et traitement.....	137	Hillcrest Coal and Coke Co., Ltd., houilles essayées.....	51
" numérotage.....	142	Houille, séchage à l'air.....	146
Edmonton, houilles essayées provenant des terrains houillers d'.....	123	" problème difficile de l'analyse de la.....	195
Efficacité des gazogènes.....	66	" anthracites, Crowsnest et Alberta, leurs bons résultats.....	132
Elliott, P. H.....	136	" bitumineuse, son effet dans le gazogène.....	69
Eschka, procédé pour la détermination du soufre.....	156	" bitumineuse, terrains houillers de Nicola Valley et Nanaimo.....	131
Explosion dans la salle du gazogène, léger risque.....	66	" bitumineuse, terrains houillers de Springhill et Joggins.....	122
F			
Feuille d'écoulement, traitement de l'échantillon principal....	138	" collage de la.....	7,8
Frank Blairmore, terrains houillers de.....	52, 126	" valeur calorifique calculée d'après l'analyse.....	172
Fournaises et leurs adaptations....	8	" libre de cendre, sa valeur calorifique.....	172
G			
Gaz, analyses.....	174	" proportion d'hydrogène de carbone.....	173
Gazogène, efficacité du.....	115	" composition de la.....	36
" essais au, computation de la consommation de combustible.....	75	" sa condition lors de l'essai de détermination de la matière volatile dans la.....	198
" essais au, détails.....	92	" valeur industrielle des échantillons essayés....	39
" essais au, outillage de l'installation.....	80	" proportion de combustible dans la.....	173
" essais au, estimé des résultats.....	77	" lignites, mélange, essai spécial.....	125
" essais au, méthodes.....	74	" force mécanique et dureté de la.....	8
" essais au, remarques sur les résultats.....	114	" mérite relatif de la.....	38
" essais au, rapport.....	61	" matière soluble dans la.....	192
" essais au, exemple typique de diagrammes de courbes.....	99	" pesanteur spécifique de la adaptation à la production de la vapeur.....	192
" essai No. 32, résultats détaillés.....	95	" traitement et attitude dans le feu.....	5
Gazogènes employés dans les essais	84	" essai de la houille de George Creek.....	43
Gaz, échantillons, comment on les obtient.....	141	" valeur des différentes sortes pour la production de la vapeur.....	40
George Creek, houille de, essais....	40	Houilles, leur mérite relatif, travail du gazogène.....	36
Grand Lake, terrains houillers de, houilles essayées.....	50, 122	" remarques sur les, arrangées géographiquement	119
Générateur, et installation, description de celui employé dans les essais	17	" essayées, liste des.....	120
" essais au,.....	3, 10	" leur valeur pour le travail du gazogène.....	201
" essais au, conditions qui les gouvernent..	13	" différentes sortes, dépense de chaleur avec....	113
" essais au, méthode de direction.....	20	Humidité dans la houille, son effet dans les échantillons, comment on la calcule	132
" essais au, remarques sur les.....	36	" dans la vapeur.....	7
" essais au, résultats des essais au, sources d'erreur dans les.....	20	Hosmer Mines Ltd.....	150
" différents modèles et leur valeur.....	10, 11		15, 19
H			
H.W. McNeil Co., houilles essayées.	55, 129		53
Hartley, H.....	136	I	
		Intercolonial Coal Mining Co., houilles essayées.....	46, 121
		Intercolonial Coal and Coke Co., Ltd., houilles essayées.....	51, 126

	PAGE	O	PAGE
Inverness, terrain houiller, houilles essayées.....	45, 121		
“ Railway and Coal Co., houilles essayées.....	45	Orsat Muncke, appareil de.....	175
“ et Pictou, terrains houillers, houilles essayées.....	121	Oxygène, détermination dans la houille.....	161
J			
Joggins Chignecto, terrain houiller de, houilles essayées.....	49		
Journal de l'essai au générateur No. 38.....	24		
Journal de l'essai au générateur No. 32.....	96		
K			
King's Mine, Minto, N. B., houilles essayées.....	50		
Kjeldahl, méthode de détermination du nitrogène.....	160		
Koerting, gazogène de.....	70		
L			
Leitch Collieries Ltd., houilles essayées.....	51, 126		
Lignite, humidité dans les.....	7, 8		
“ excellent travail des.....	132		
“ carbone fixe et matière volatile dans les.....	149		
“ Saskatchewan et Alberta.....	50		
Loomis Pettibone, système de gazogène.....	71		
Lord, Prof. N. W. méthode d'essai pour le carbone et l'hydrogène.....	152		
M			
Mâchefers, formation des.....	7, 66		
Mahler, calorimètre de.....	163		
Maritime Coal, Railway and Power Co., houilles essayées.....	50		
Meldrum, W. B.....	136		
Méthodes analytiques et résultats dérivés.....	147		
Minudie Coal Co., houilles essayées.....	50		
Mohan, R. T.....	136		
Mond, procédé pour le gazogène.....	73		
Morrison, H. G.....	136		
N			
Nanaimo, terrain houiller de, houille essayée.....	130		
Nanaimo Comox et Alert Bay, terrains houillers d'houilles essayées.....	56		
Nicola Valley Coal and Coke Co., houille essayée.....	56, 131		
Nicola Valley, terrain houiller de, houille essayée.....	56, 131		
Nicolls, J. H. H.....	136		
Nitrogène, détermination du.....	160		
Nova Scotia Steel and Coal Co., Ltd., houille essayée.....	120		
Nova Scotia Steel and Coal Co., Ltd., remarques sur les échantillons de la.....	44		
P			
Pacific Coast Coal Co., Ltd., houilles essayées.....	56		
Parkdale Coal Co., houille essayée.....	50, 123		
Peabody, calorimètre de.....	19		
Personnel pour les essais au gazogène, ses devoirs.....	90		
Pictou, terrain houiller de, houille essayée.....	46, 47, 121		
Poisons, provenant du gazogène, et leur remède.....	66, 67		
Pollard, Dr. W. Pollard, méthode de détermination des cendres.....	199, 200		
Port Hood, houillère de, houille essayée.....	121		
Power and Machinery Co., gazogènes jumeaux.....	71		
R			
Radiation, perte dans les essais au générateur.....	16		
Randall et Barnhart, appareil.....	175		
Rapports et calculs, comment ils sont faits et enregistrés.....	144		
Richmond Railway and Coal Co., houille essayée.....	45, 46, 121		
Ruston, Proctor and Co., Ltd., gazogène, description du.....	65		
S			
Simance-Abady, enregistreur.....	20		
Soluble, matière soluble dans la houille.....	192		
Soluble, matière soluble dans l'eau.....	192		
Souris, Edmonton et Belly River, terrains houillers de, houilles essayées.....	50, 123		
Spécifique, pesanteur de la houille.....	192		
Springhill, terrains houillers de.....	48		
“ et Joggins, terrains houillers de, houilles essayées.....	122		
Standard Coal Co., houilles essayées.....	123		
Stansfield, A., fournaise inventée par.....	195		
“ Edgar, description du régulateur pour la pression des gaz.....	147		
“ Edgar, rapport sur le travail du laboratoire chimique.....	135		
Strathcona Coal Co., houille essayée.....	123		
Succion, gazogène à.....	64, 65		
Soufre, détermination du.....	157		
“ effet dans la houille.....	6		
Sommaire des observations.....	26		
“ résultats.....	29		
Sydney, terrains houillers de.....	120		

	PAGE		PAGE
T			
Tableaux, liste des, dans ce rap- port.....	Table des matières	Welsh, houilles de, comparaison..	39, 40
Thermomètres, leur emploi dans les essais.....	20	West Canadian Collieries Ltd., houilles essayées.....	51
Thomlinson, J. C., méthode d'essai des gaz de gazogène.....	192	Western Dominion Collieries Ltd., houille essayée.....	50, 123
W			
Wellington Colliery Co., Ltd., houilles essayées.....	56	Western Fuel Co., Ltd., houille essayée.....	56, 130
		Westinghouse, gazogène à double zone.....	72
		Wilson, installation de gazogène..	74

