

CANADA
MINISTÈRE DES MINES

HON. ES.-L. PATENAUDE, MINISTRE; R.-G. MCCONNELL, SOUS-MINISTRE.

DIVISION DES MINES

EUGÈNE HAANEL, Ph.D., DIRECTEUR.

Tourbe, Lignite, et Houille

Leur valeur respective comme source de gaz de moteur et
d'énergie, dans les gazogènes à sous-produits.

PAR

B.-F. Haanel, B.Sc.

Chef de la section des Combustibles et des Essais de Combustibles.



NATIONAL RESEARCH COUNCIL
LIBRARY

OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1917

N° 300

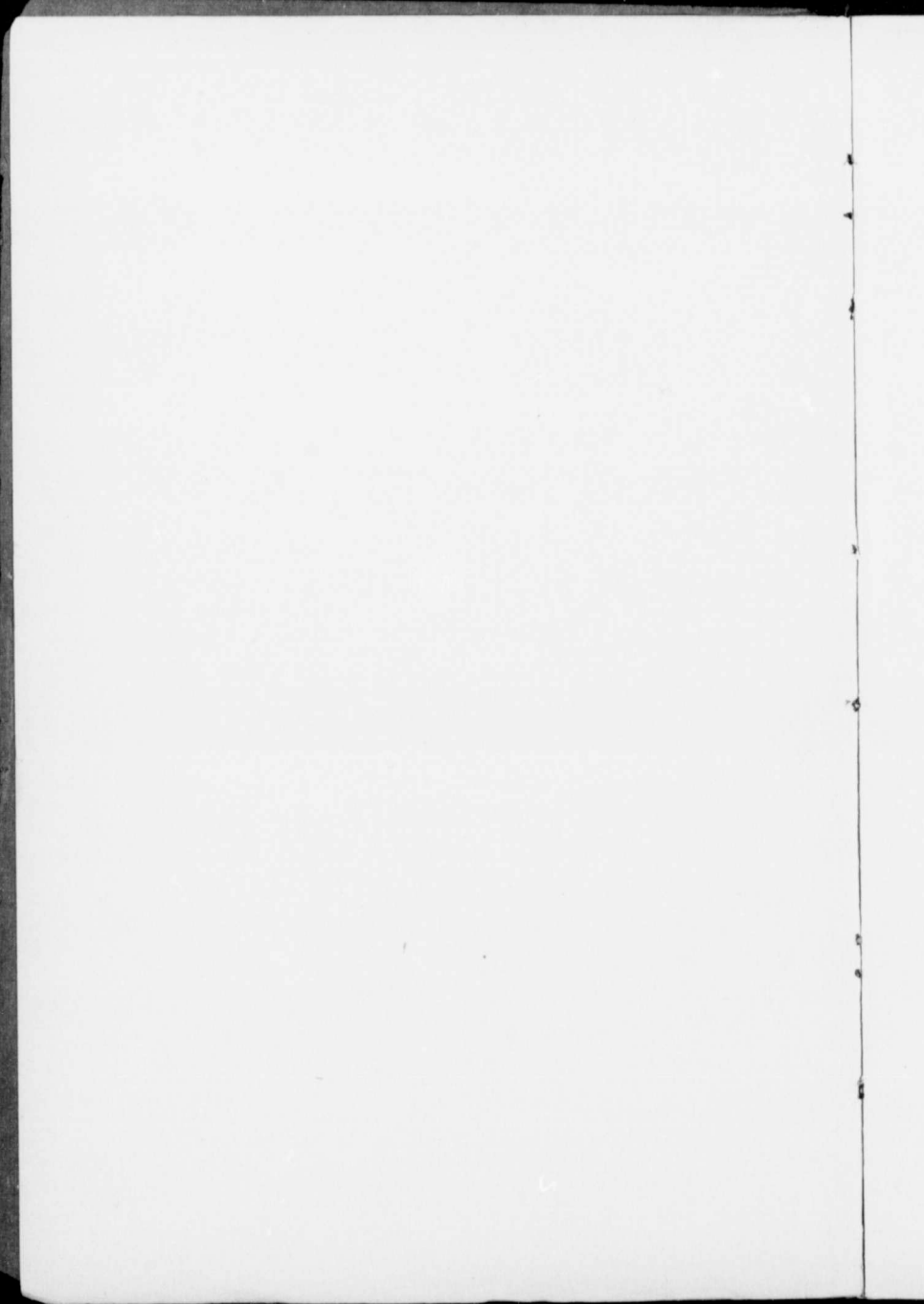
B.-F. Haanel

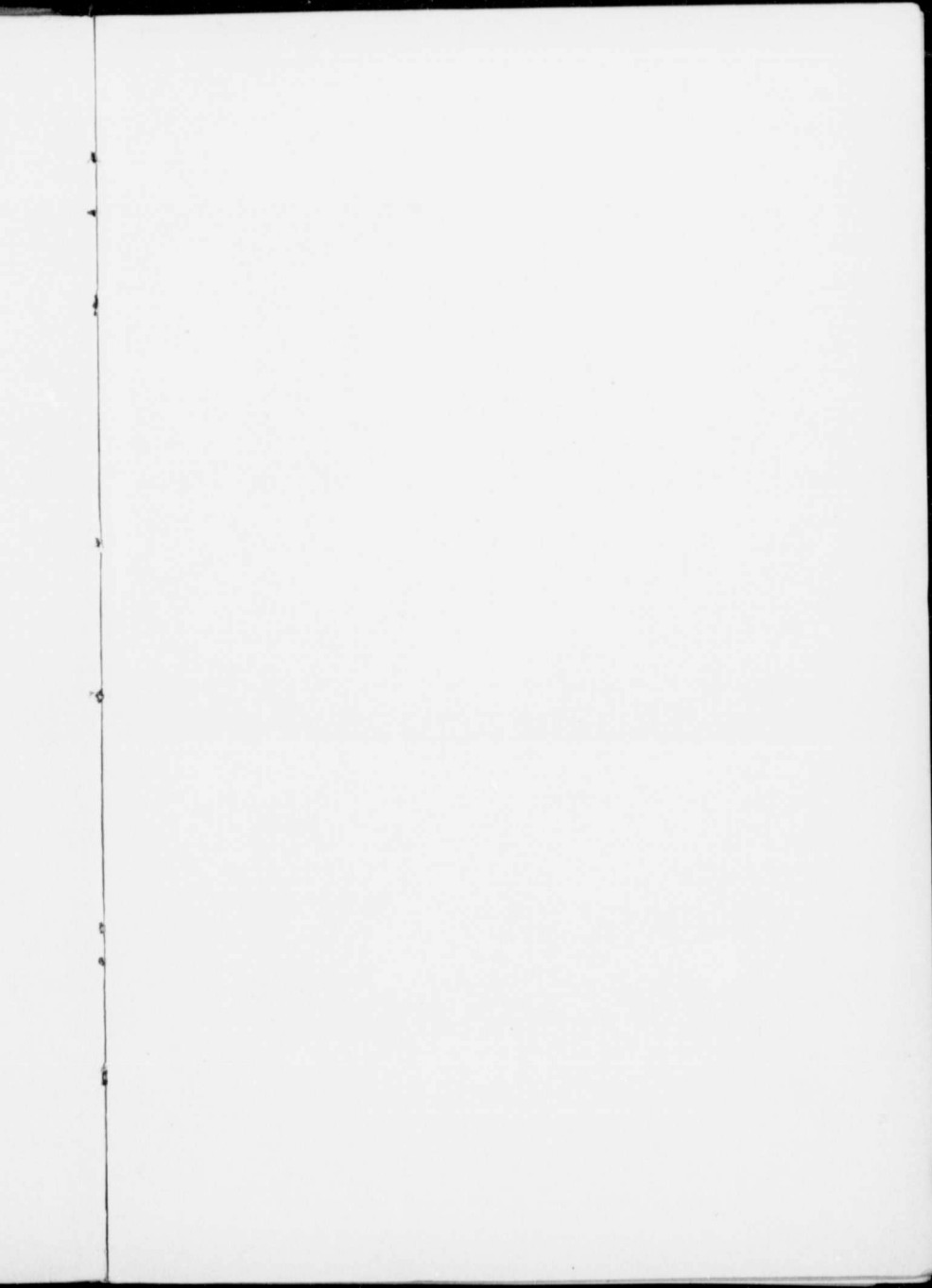
TOURBE, LIGNITE, ET HOUILLE.

Division des Mines, N° 300

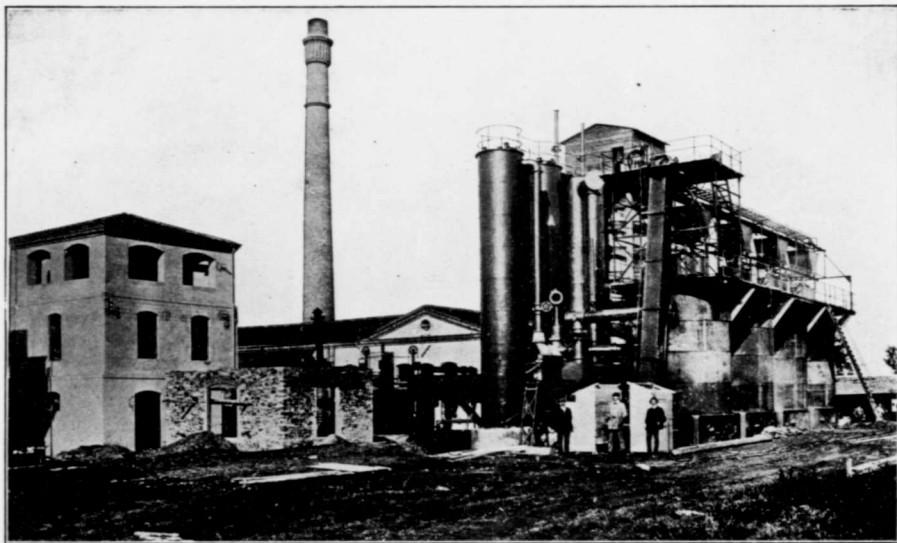
TP340
C2F

13/12/17





FRONTISPICE.



Usine de gaz Mond à récupération des sous-produits.

CANADA
MINISTÈRE DES MINES
HON. ES.-L. FATENAUDE, MINISTRE; R.-G. McCONNELL, SOUS-MINISTRE.
DIVISION DES MINES
EUGÈNE HAANEL, Ph.D., DIRECTEUR.

Tourbe, Lignite, et Houille

Leur valeur respective comme source de gaz de moteur et
d'énergie, dans les gazogènes à sous-produits.

PAR
B.-F. Haanel, B.Sc.
Chef de la section des Combustibles et des Essais de Combustibles.



OTTAWA
IMPRIMERIE DU GOUVERNEMENT
1917

AVIS

Cet ouvrage est une traduction du rapport publié en anglais sous le n° 299, dans l'année 1914:

MINISTÈRE DES MINES

HON. LOUIS CODERRE, Ministre; R.-W. BROCK, Sous-Ministre.

DIVISION DES MINES

EUGÈNE HAANEL, Ph.D., Directeur.

LETTRE D'ENVOI.

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

Monsieur,—

J'ai l'honneur de vous transmettre mon rapport sur la tourbe, les lignites et les charbons; leur valeur respective comme combustible pour la production de gaz pauvre dans les gazogènes à sous-produits. Les données se rapportant à l'industrie des sous-produits en Europe ont été recueillies sur place par la commission nommée pour étudier l'état de cette industrie dans les pays européens. Cette commission était composée de moi-même et de mon aide M. John Blizard, B.Sc. En vous remettant ce rapport, je tiens à témoigner de l'aide notable rendue par M. Blizard, surtout dans la préparation du chapitre traitant de la production de l'énergie; ainsi que dans la compilation des notes et des courbes se rapportant au séchage de la tourbe à l'air et des tableaux et des graphiques indiquant l'effet de la présence de l'humidité sur la puissance calorifique de la tourbe. Nous devons aussi des remerciements à M. Edgar Stansfield pour l'aide qu'il nous a rendue dans les calculs se rapportant à la teneur en humidité de la tourbe utilisée dans les gazogènes du système Mond.

J'ai l'honneur, d'être Monsieur,

Votre obéissant serviteur,

B. F. Haanel.

Ottawa, 7 avril 1914.

ROYAL SOCIETY
CANADA

ROYAL SOCIETY
CANADA

TABLE DES MATIÈRES.

	PAGES
Introduction.....	1

CHAPITRE I.

Fabrication de la tourbe pour combustible.....	7
Tourbe triturée séchée à l'air.....	8
Composition de la tourbe et effet de la trituration.....	8
Excavation.....	9
Réduction en tourbe.....	9
Transport.....	12
Système Moore.....	12
Poutres supports des tours des extrémités.....	15
Étendage de la pulpe de tourbe.....	15
Opérations de séchage et mise en tas.....	16
Transport pour le chargement ou pour l'emmagasinage.....	16
Divers types de machines à triturer la tourbe.....	17
Machines Dolberg.....	18
Excavateur mécanique Strengé.....	19
Pratique européenne.....	19
Allemagne.....	21
Italie.....	21
Pratique canadienne.....	21
Installation de préparation de tourbe à Alfred.....	22
Extraction de l'eau par pression et par séchage artificiel.....	24
Élimination de l'eau par compression.....	25
Propriétés de la tourbe empêchant l'extraction de l'eau par pression.....	25
Procédé de carbonisation humide.....	26
Méthode Brune et Horst pour l'extraction de l'eau par pression.....	29
Séchage artificiel de la tourbe.....	31
Autres considérations à faire entrer en ligne de compte.....	33
Séchage à l'air chaud.....	33
Séchage artificiel à l'air.....	35

CHAPITRE II.

Analyses chimiques et effet de l'humidité sur le pouvoir calorifique de la tourbe....	39
Analyses chimiques.....	39
Pouvoir calorifique.....	39
Effet de l'humidité sur le pouvoir calorifique.....	45

CHAPITRE III.

Sulfate d'ammoniaque.....	51
Sources d'ammoniaque.....	51
Usages.....	53
Statistique de production et de consommation.....	53
Angleterre.....	53

	PAGES
Allemagne.....	54
France.....	61
États-Unis d'Amérique.....	61
Canada.....	61
Production et consommation mondiales.....	64
Prix.....	64
Récupération de l'ammoniaque comme sous-produit dans la fabrication des usines à gaz de moteur.....	65
Usines et stations visitées par la Commission.....	65
Procédé Mond.....	65
Description de l'installation Mond pour la fabrication de gaz à moteur et la récupération des sous-produits.....	66
Gazogène Mond.....	66
Surchauffeurs d'air et de vapeur.....	68
Lavoir mécanique.....	68
Colonne d'absorption d'ammoniaque.....	68
Colonne de refroidissement de gaz.....	69
Colonne d'air.....	69
Appareils auxiliaires.....	70
Pompes pour circulation d'air, d'eau et d'acide.....	70
Considérations chimiques dans la fabrication de gaz par le procédé Mond, avec récupération du sulfate d'ammoniaque.....	71
Distillation des matières volatiles des combustibles.....	78
Formation d'ammoniaque et de sulfate d'ammoniaque.....	78

CHAPITRE IV.

Usines européennes à gaz de moteur avec récupération des sous-produits, utilisant la tourbe et le charbon.....	81
Usine Mond, de production de gaz à moteur, à récupération des sous-produits à Orentano, Italie.....	82
Méthode de fabrication.....	82
Séchage artificiel de la tourbe.....	83
Teneur en azote de la tourbe préparée.....	84
Quantité et prix de l'acide sulfurique usité.....	84
Description de l'usine.....	86
Gazogène Cerasoli.....	86
Méthode d'alimentation de combustible.....	87
Générateur de vapeur pour saturation de l'air insufflé.....	87
Consommation de gaz de la chaufferie pour le séchage et pour la puissance usitée.....	88
Colonne à acide et à refroidissement de gaz, et colonne de chauffage d'air.....	88
Pompes de circulation.....	89
Dispositifs pour le nettoyage des appareils.....	89
Installation pour la production du sulfate.....	89
Machines motrices pour l'énergie.....	90
Fabrication du gaz.....	90
Pouvoir calorifique du gaz.....	91
Gaz utilisable pour la production d'énergie.....	91
Usines et frais d'installation.....	92
Frais d'exploitation.....	92
Main-d'œuvre.....	92

Prix de revient de l'énergie sur une base de consommation journalière de 70 tonnes métriques de tourbe séchée.....	94
Quantité de combustible requise.....	94
Prix de revient de l'énergie sur une base de rendement thermique des gazogènes de 44.3 pour cent.....	95
Production de l'énergie.....	95
Frais additionnels.....	95
Prix de revient de l'énergie sur une base de rendement des gazogènes de 60 pour cent.....	96
Calories utilisables à la production d'énergie électrique.....	96
Énergie requise pour actionner la soufflerie et les machines auxiliaires.....	96
Générateurs additionnels requis.....	97
Coût de l'usine.....	97
Bénéfices nets résultant de la fabrication du sulfate.....	97
Observations.....	98
Teneur de la tourbe en humidité.....	99
Autres usines, système Mond, en cours de montage.....	99
Usine d'énergie à gazogène à tourbe, avec récupération des sous-produits, près d'Osnabruck, Allemagne.....	100
Procédé Frank-Caro.....	100
Gazogène.....	102
Usine d'énergie.....	102
Utilisation de l'énergie calorifique de l'échappement des machines.....	102
Consommation de combustible pour la production de vapeur.....	103
Machines à tourbe.....	104
Teneur en eau de la tourbe.....	104
Valeur calorifique du gaz.....	104
Consommation de combustible par cheval-vapeur-heure.....	106
Production de sulfate d'ammoniaque.....	107
Teneur maximum d'humidité permise dans la tourbe.....	108
Usines d'énergie à gazogènes à charbon, avec récupération des sous-produits.....	113
La "South Staffordshire Mond Gas Company".....	113
Usine de gaz et de récupération des sous-produits.....	115
Générateurs de vapeur.....	115
Soufflerie.....	116
Gazogènes.....	116
Surchauffeurs.....	116
Compteurs à gaz rotatifs.....	118
Compresseurs de gaz.....	119
Pompes.....	119
Énergie électrique.....	119
Nettoyage de l'usine.....	119
Appareils pour recueillir le gendron.....	121
Analyses et valeur calorifique du charbon utilisé, et du gaz produit.....	121
Récupération de l'ammoniaque.....	122
Main-d'œuvre nécessaire à l'exploitation de l'usine.....	122
Consommation de combustible et sous-produits recouverts.....	123
Gaz produit et livré à la consommation.....	123
Bilan financier.....	123
Prix de revient par 1000 pieds cubes de gaz de gazogène.....	124
Prix de revient par 1000 pieds de gaz fabriqués.....	124
Prix de vente du gaz.....	125

	PAGES
Tableau des prix de vente du gaz de gazogène Mond.....	125
Prix pour fours de recuite et pour galvanisation.....	125
Utilisation du gaz de gazogène Mond.....	126
Usages du gaz Mond dans les moteurs.....	127
Usages du gaz Mond dans les chaufferies de vapeur.....	128
La "Langwith By-product Recovery Company Ltd.".....	129
Installation des gazogènes.....	129
Pompes à circulation.....	129
Générateurs de vapeur.....	129
Récupération du goudron et de la poix.....	129
Analyses du combustible usité et du gaz produit.....	129
Consommation de charbon durant les deux premières semaines de novembre 1912.....	130
Consommation de charbon durant les deux dernières semaines de novembre 1912.....	130
Quantité de sulfate d'ammoniaque produit.....	131
Production de goudron.....	132
Tableau des opérations durant les mois d'octobre et de novembre 1912.....	132
Prix de revient et prix de vente.....	132
Capitalisation.....	133
Remarques.....	133
La "Langwith By-product Recovery Company Ltd.".....	134

CHAPITRE V.

Usine d'énergie à vapeur à chaufferie à tourbe de la tourbière Wiesmoor, Ostfriesland, Allemagne.....	135
Description de l'usine d'énergie.....	135
Salle des générateurs.....	136
Méthode d'épuration de l'eau d'alimentation des générateurs.....	138
Salle des machines.....	138
Fabrication de la tourbe.....	139
Transport de la tourbe aux générateurs.....	145
Manutention de la tourbe dans la salle des générateurs.....	146
Réserves de tourbe comme combustible.....	147
Construction des générateurs.....	147
Résultats moyens d'essais.....	149
Culture de la tourbière Wiesmoor.....	151
Canaux.....	151
Construction de chemins.....	153
Culture.....	154

CHAPITRE VI.

Possibilités de l'établissement au Canada d'usines d'énergie à tourbe, à récupération des sous-produits.....	157
Première considération—coût de la tourbe.....	157
Deuxième considération,—coût de la main-d'œuvre.....	158
Troisième considération,—coût de l'usine.....	159
Quatrième considération—acide sulfurique.....	159
Cinquième considération—debouchés pour l'énergie développée.....	160
Capital et frais de production.....	161
Coût de l'installation.....	161

Coût de la main-d'œuvre	161
Installation du gazogène et des appareils à récupération du sulfate	161
Station d'énergie	162
Intérêt et amortissement	162
Prévisions	162
Quantités produites	163
Prix net de la vente du gaz	164
Prix de revient du gaz par cheval-vapeur-an au moteur à gaz	164
Prix de revient du cheval-vapeur-an	165
Fabrication de la tourbe comme combustible	167
Coût de l'installation	170
Main-d'œuvre, direction et autres frais	170
Coefficient d'utilisation	171
Production de vapeur pour les gazogènes	172
Gaz de gazogène pour chauffage	173
Les tourbières du Canada comme source de combustibles dans la fabrication du gaz à l'aide de gazogènes à récupération des sous-produits	174
Gazogènes à récupération des sous-produits	174
Gaz de cornues	178
Produits résultant de la gazéification d'une petite tonne de charbon	178
Coût du combustible	178
Gaz de gazogènes Mond	178
Produits résultant de la gazéification d'une tonne de charbon de tourbe sèche, d'une puissance calorifique de 9000 U.T.B., par lb.	178
Coût du combustible	178
Tourbière de Brockville	179
Tourbière Large Tea field et tourbière Small Tea field	181
Tourbière Small Tea field	183
Tourbière Holland	183

CHAPITRE VII.

Lignite	185
Installation et coût d'exploitation	188
Coût d'exploitation	188
Installation de gazogène et de la récupération de sulfate	188
Station d'énergie	188
Intérêt et amortissement	189
Compte-rendu des frais d'opération	189
Quantités produites	190
Acide sulfurique	193
Acide importé par chemin de fer, des provinces de l'est	193
Estimation du prix de revient de l'acide sulfurique	194
Houille, teneur en azote	195
Bassin houiller de Sydney, Cap-Breton, N.-É.	195
Houillères Nord Atlantique, veine Gowrie à Port Morien	195
Dominion Coal Co., Glace Bay; veine Hub, Houillère n° 7	195
Veine Harbour, houillère Dominion n° 9	195
Veine Phalen; houillère Dominion n° 5 ou Réserve	195
Veine Emery; houillère Dominion n° 10	196
Veine Lingan, houillère n° 12 Dominion	196
Nova Scotia Steel and Coal Company, à Sydney Mines	196
Houillère n° 1	196
Houillère n° 2	196

	PAGES
Terrains houillers d'Inverness, comté d'Inverness, N.-É.....	196
Inverness Coal and Ry. Co., Charbonnages d'Inverness.....	196
Richmond Railway Company, Charbonnages de Port Hood.....	197
Terrains houillers de Pictou, comté de Pictou, N.-É.....	197
Acadia Coal Co., houillère de Vale, couche de six pieds de Thorburn.....	197
Acadia Coal Co., houillère des puits Allan, Stellarton, couche de charbon Foord .	197
Acadia Coal Co., houillère Albion, couche N° 3 de Stellarton.....	197
Acadia Coal Co., houillère Albion, couche Cage Pit.....	197
Acadia Coal Co., houillère Acadia, couche principale Westville.....	197
Intercolonial Coal Co., houillère Drummond, couche principale Westville.....	198
Terrains houillers de Springhill, comté de Cumberland, N.-É.....	198
Cumberland Railway and Coal Co., houillère n° 1, Springhill.....	198
Cumberland Railway and Coal Co., houillère n° 2, Springhill.....	198
Cumberland Railway and Coal Co., houillère n° 3, Springhill.....	198
Terrains houillers de Frank-Blairmore, Alberta.....	198
Terrains houillers de Crowsnest, C. B.....	198
Terrains houillers de la région de Cascade, Alberta.....	198
Terrains houillers de la vallée Nicola, C. B.....	198
Terrains houillers Nanaimo-Comox, Île de Vancouver, C. B.....	199

CHAPITRE IX.

Compte-rendu sommaire.....	201
----------------------------	-----

ILLUSTRATIONS.

Photographies.

		PAGES
Frontispice	Gazogène Mond à récupération des bas-produits.	
Planche	I—Chargements de la trémie et des godets: excavateur automatique de tourbe, système Anrep.....	14
"	II—Dispositif pour absorber l'effort auquel est soumis le câble.....	14
"	III—Presse et dispositif pour étendre la tourbe, système Jacobson...	14
"	IV—Dispositif pour étendre la tourbe automatiquement, système Moore.....	16
"	V—Arrière du dispositif Moore.....	16
"	VI—Locomotive improvisée à gazoline, usitée à Alfred, Ont.....	18
"	VII—Machine pour exploiter la tourbe, 30 tonnes; chaîne à godets, excavateur et rails.....	18
"	VIII—Dispositif pour le transport mécanique; station de wagonnets...	18
"	IX—Excavateur mécanique de tourbe, sur la tourbière de Wiesmoor	20
"	X—Excavateur mécanique, usité sur la tourbière de Farnham, vue de côté.....	22
"	XI—Excavateur mécanique usité sur la tourbière de Farnham, vue montrant les godets.....	22
"	XII—Usine d'énergie à gazogène à tourbe, à récupération des sous-produits, système Mond, Orentano, Italie.....	66
"	XIII—Usine d'énergie à gazogène à tourbe, à récupération des sous-produits, 3,000 chevaux; tourbière de Schweger Moor; vue générale de l'usine.....	102
"	XIV—Usine d'énergie de la tourbière Schweger; vue montrant les gazogènes et le treuil installé sur la conduite principale.....	102
"	XV—Usine d'énergie de la tourbière Schweger, vue montrant les trémies à combustible et les chargeurs.....	102
"	XVI—Usine d'énergie de la tourbière Schweger, vue intérieure de la salle des machines.....	102
"	XVII—Usine d'énergie, vue du sud-est.....	136
"	XVIII—Chaudière, trémies des chargeurs mécaniques.....	136
"	XIX—Station génératrice; turbines à vapeur.....	136
"	XX—Élévateur de tourbe en marche.....	140
"	XXI—Locomotive à gazoline, trainant des wagonnets de tourbe.....	140
"	XXII—Emmagasinement de la tourbe, trémie d'une capacité de 2,000 tonnes métriques; maisons ouvrières dans le fond de la planche	142
"	XXIII—Foyer à tourbe, avec grilles mécaniques, chauffant des chaudières Babcock Wilcox.....	144
"	XXIV—Partie terminée du canal passant devant l'usine d'énergie.....	150
"	XXV—Charrue en marche.....	154
"	XXVI—Dispositif d'ancrage.....	154
"	XXVII—Herse employée sur la tourbière Wiesmoor.....	154
"	XXVIII—Rouleau employé sur la tourbière Wiesmoor après le hersage...	154
"	XXIX—Apparence de la tourbière en culture et divisée en fermes.....	156

Dessins.

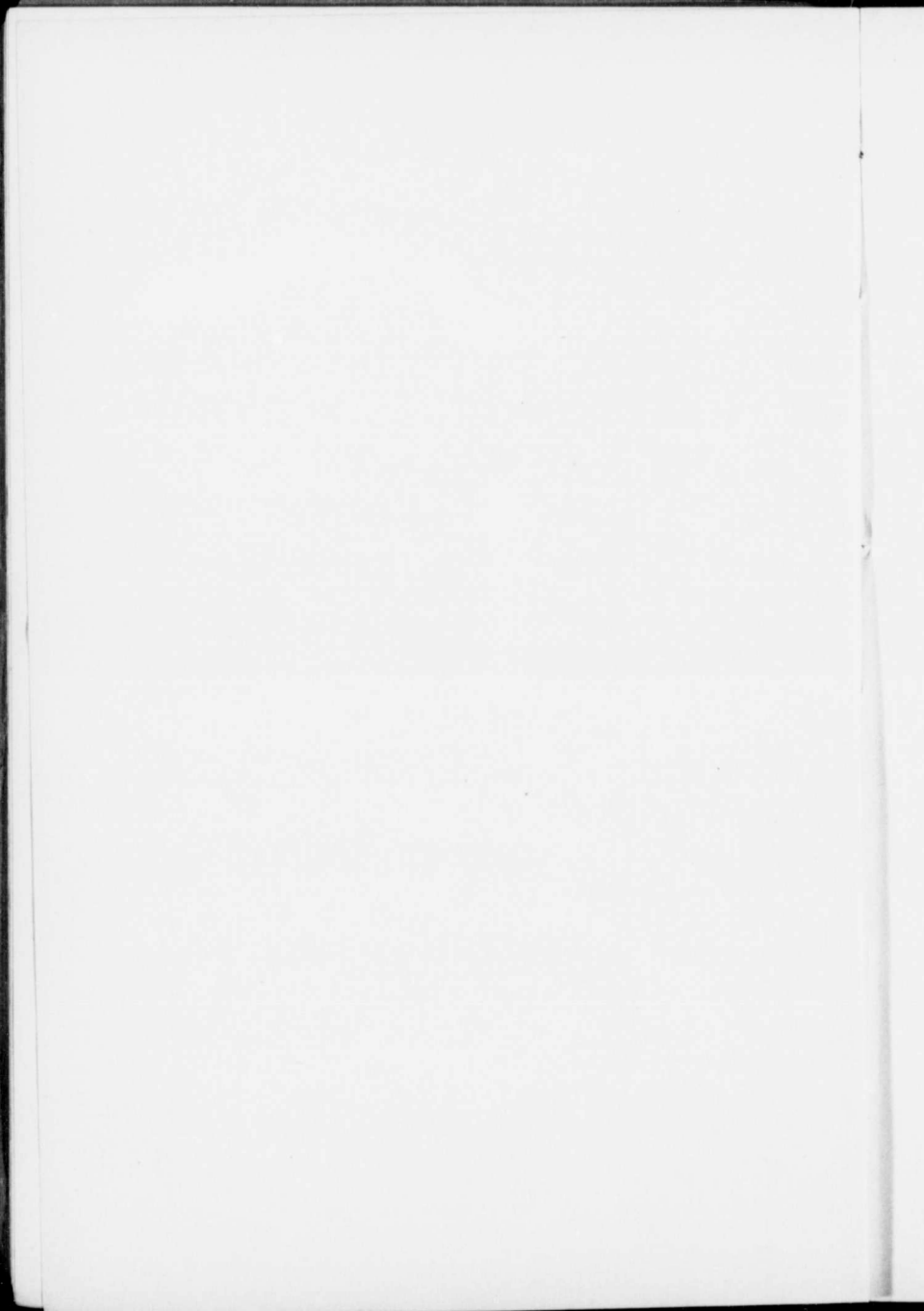
Figure	1—Machine à triturer, système Anrep.....	10
"	2—Lames fixes et lames mobiles, machine Anrep.....	11

Figure 3—Système de voies et terrains de séchage; presse, système Anrep.....	13
" 4—Détail du dispositif pour tenir le câble sous tension, système Moore, pour transporter la tourbe triturée au carreau de séchage.....	14
" 5—Système de voies et installation du champ de séchage, système Dolberg.....	17
" 6—Installation du système Dolberg, machine à triturer la tourbe, élévateur et moteur.....	18
" 7—Détails de la machine à tourbe de Strengé.....	20
" 8—Courbes montrant les rapports entre la pression employée et la quantité d'eau exprimée.....	27
" 9—Coupe diagrammatique d'un appareil à carbonisation humide de Ekenberg.....	28
" 10—Courbes, montrant les points auxquels il devient impossible de sécher au moyen de tourbe contenant diverses proportions d'humidité.....	32
" 11—Courbes montrant le poids de l'humidité par livre d'air, à divers degrés de saturation et de température.....	34
" 12—Courbes, montrant le nombre d'unités calorifiques nécessaire pour établir un courant d'air sur la substance humide.....	36
" 13—Courbes montrant les pouvoirs calorifiques, maximum et minimum, par livre de tourbe contenant diverses proportions d'humidité, et la quantité de chaleur requise pour évaporer et surchauffer l'humidité enlevée.....	46
" 14—Courbes montrant le nombre de livres d'humidité par livre de tourbe sèche, pour de la tourbe contenant diverses proportions d'eau; pourcentage de tourbe utilisable au développement d'énergie, à divers degrés d'humidité; proportions de l'humidité totale de la tourbe humide, qui est enlevée lorsque la teneur en eau de la tourbe séchée varie entre 0 et 90 pour cent.....	47
" 15—Courbe montrant l'effet du pouvoir calorifique de la tourbe humide en éliminant certaines proportions de la teneur totale en eau.....	48
" 16—Courbe montrant la quantité théorique de sulfate d'ammoniaque que l'on peut recueillir des combustibles ayant une teneur en azote variant de 0.1 à 3 pour cent.....	52
" 17—Coupe schématique du système Mond de gazogène à récupération des sous-produits.....	66
" 18—Coupe du gazogène Mond.....	67
" 19—Coupe du gazogène Cerasoli.....	85
" 20—Coupe du gazogène Cerasoli.....	85
" 21—Plan d'une usine Mond, d'une consommation de 100 tonnes de tourbe, théoriquement sèche, par 24 heures.....	88
" 22—Plan de l'usine Mond, installation pour consommer 100 tonnes de tourbe, théoriquement sèche, par 24 heures que l'on doit monter en Italie.....	100
" 23—Plan montrant la région de distribution, du gaz produit par la South Staffordshire Mond Gas Co.....	114
" 24 Appareil de réglage de la soufflerie pour assurer une pression de gaz constante.....	116
" 25—Dispositif pour la distribution uniforme de combustible dans les gazogènes de Staffordshire.....	118
" 26—Dispositif pour commande automatique entre le tuyau de succion et le tuyau de distribution après compression du gaz.....	120
" 27—Carte d'Ostfriesland, montrant les tourbières aménagées pour la culture et la région desservie par l'usine d'énergie électrique.....	136
" 28 Plan de la station d'énergie.....	137
" 29—Détail de l'élévateur de tourbe Dolberg, usité à la tourbière de Wiesmoor.....	142

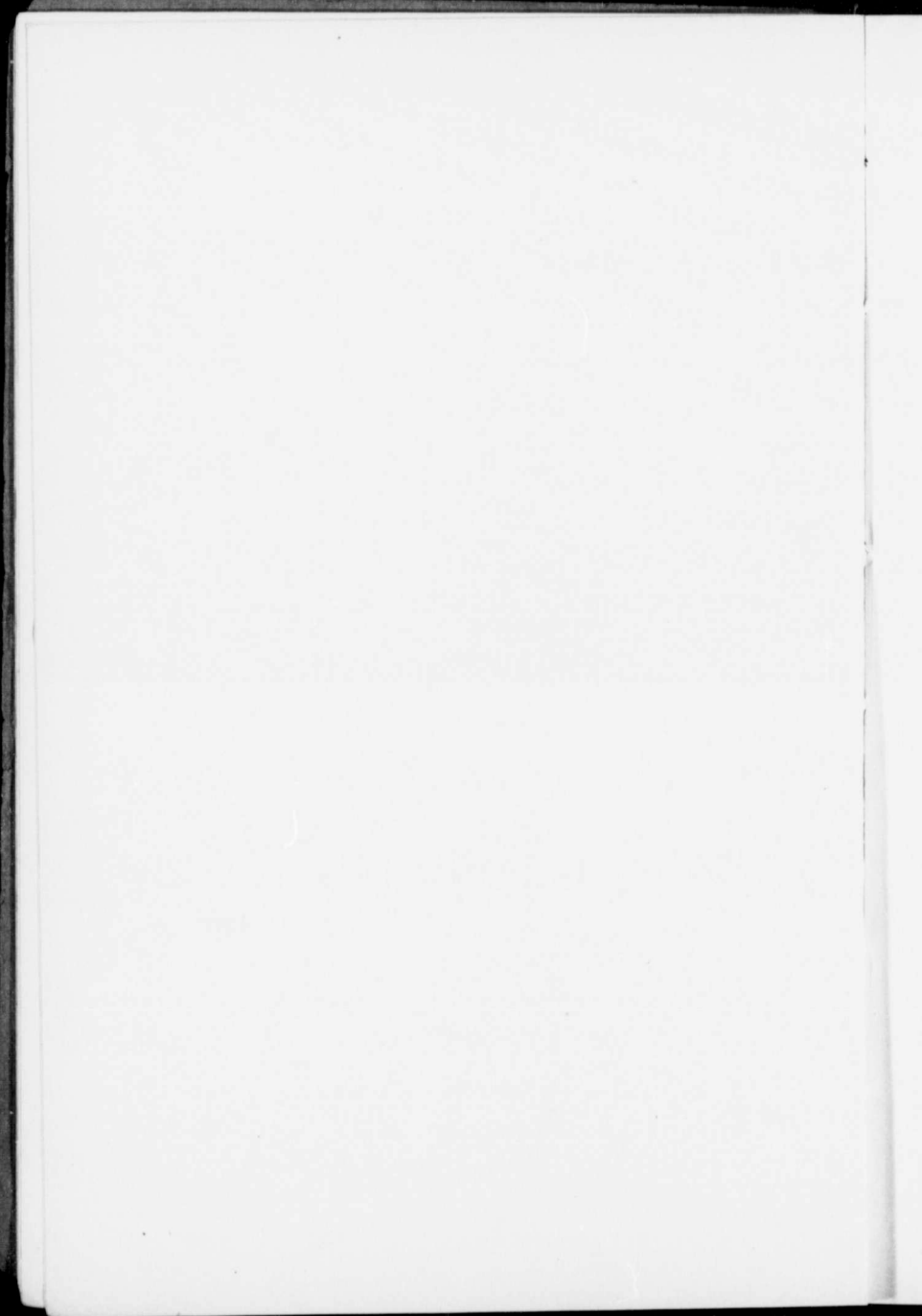
Figure 30—Coupe transversale de canal.....	152
" 31—Méthode de labourage selon le système de machine unique.....	154
" 32—Plan de l'installation de gazogènes Mond à récupération des sous-produits, pour la gazéification de 120 à 150 tonnes de tourbe sèche par jour.....	160
" 33—Courbes montrant l'effet de divers teneurs d'azote sur le prix de revient du gaz de tourbe.....	167
" 34—Courbes de l'effet de l'augmentation du prix de revient du gaz sur le coût de l'énergie.....	168
" 35—Courbes du prix de revient de 1000 pieds cubes de gaz et du sulfate d'ammoniaque produits d'une tonne de tourbe, théoriquement sèche, lorsque le tourbe est de 50c à \$3 la tonne.....	169
" 35—Carte indiquant les villes et villages dans un rayon de 30 milles de la tourbière de Brockville.....	193
" 37—Carte indiquant les villes et les villages dans un rayon de 30 milles des tourbières Big Tea Field et Little Tea Field.....	182
" 38—Carte montrant les villes et les villages dans un rayon de 30 milles de la tourbière de Holland.....	182
" 39—Courbes montrant l'effet de la teneur en azote sur le prix de revient du gaz de lignite.....	193

Tableaux.

N ^o 1—Analyses des échantillons de tourbes d'Ontario.....	40
" 2—Analyses des échantillons de tourbe de la tourbière Holland.....	41
" 3—Recherches sur les tourbières d'Ontario.....	42
" 4—Analyses de tourbe de divers pays.....	43
" 5—Tableau montrant la chaleur requise pour l'évaporation de la teneur en humidité de la tourbe.....	44
" 6—Tableau de l'effet de l'humidité sur la valeur calorifique de la tourbe.....	45
" 7—Sources de production de sulfate d'ammoniaque en Angleterre.....	55
" 8—Exportation d'Allemagne de sulfate d'ammoniaque.....	56
" 9—Importation de sulfate d'ammoniaque en Allemagne.....	57
" 10—Sources de production de sulfate d'ammoniaque en France.....	58
" 11—Production d'ammoniaque aux États-Unis.....	59
" 12—Consommation d'ammoniaque aux États-Unis.....	60
" 13—Production mondiale de sulfate d'ammoniaque.....	62
" 14—Consommation mondiale de sulfate d'ammoniaque.....	63
" 15—Prix moyen de sulfate d'ammoniaque, par années et par tonne anglaise.....	65
" 16—Valeurs de "K," d'après les déterminations expérimentales.....	73
" 17—Tableau, montrant la composition proportionnelle volumétrique de combustibles gazeux.....	74
" 18—Tableau montrant l'augmentation de monoxyde de carbone et d'hydrogène provenant de l'introduction de vapeur d'eau dans la zone inférieure.....	74
" 19—Résultats d'une série d'essais conduits par Bone et Wheeler sur un gazogène Mond à récupération des sous-produits.....	77
" 20—Analyses chimiques de lignites de l'Alberta et de la Saskatchewan.....	186



**LA TOURBE, LE LIGNITE ET LE CHARBON,
LEUR VALEUR COMME COMBUSTIBLES DANS LA PRODUCTION
DE GAZ ET D'ÉNERGIE, À L'AIDE DES GAZOGÈNES
À RÉCUPÉRATION DES SOUS-PRODUITS.**



LA TOURBE, LE LIGNITE ET LE CHARBON,

Leur valeur comme combustibles dans la production de gaz et d'énergie, à l'aide des gazogènes à récupération des sous-produits.

INTRODUCTION.

Dans la civilisation moderne, il y a une forte tendance vers une augmentation toujours croissante d'activité industrielle; il est donc naturel de s'attendre à une multiplication rapide des produits manufacturés. Pour maintenir cette augmentation de la production, il se fait une consommation de plus en plus grande de combustible de toutes sortes, et à cause de cette intensité industrielle, les principales sources de combustibles communément employés s'épuisent assez rapidement. Des estimations raisonnées ont placé à cent ou deux cents ans la durée des sources connues de charbon, le combustible le plus largement usité actuellement. Il est évident que la continuation de la civilisation actuelle dépend presque directement de notre approvisionnement de combustible. Conséquemment, plus encore que toute autre ressource naturelle, les combustibles jouent un rôle prépondérant dans la vie matérielle de l'homme, car avec l'épuisement de ces réserves, cesseront le commerce et l'industrie. Mais quoique les ressources connues de combustibles arriveront à une fin éventuellement, il existe des moyens de prolonger leur existence. En en réduisant le gaspillage et les pertes, et en employant des méthodes plus efficaces de conversion de la puissance calorifique des combustibles en travail utile, nous contribuerons notablement à ce but de conservation. À ceci, on peut encore ajouter d'autres économies, telles que l'utilisation des divers combustibles aux fins pour lesquelles ils sont le mieux appropriés.

Il ressort clairement de l'étude de la question que tous les combustibles n'ont pas une valeur égale pour certaines fins déterminées; par exemple, pour le développement d'énergie il est possible qu'un charbon soit aussi économique qu'un autre, tandis que pour les opérations métallurgiques où le coke s'impose, il faut une houille possédant les qualités agglutinantes requises. Toutes les houilles ne se cokéfient pas; et même, toutes les houilles agglutinantes ne produisent pas du coke de qualité uniforme. Donc, on peut dire que les divers combustibles possèdent individuellement certaines qualités qui les adaptent spécialement à certains usages spécifiques dont on ne peut les soustraire sans qu'il en résulte des désavantages. Par exemple, prenons la question du développement de puissance, qui exige primordialement la

production de chaleur; dans ce cas, un charbon possédant une certaine valeur calorifique est tout aussi avantageux qu'un autre de même pouvoir, malgré la divergence qui puisse exister dans leur composition. Une houille à coke pourrait être utilisée avec le même effet qu'un charbon non-agglutinant, mais on ne pourrait pas se servir de ce dernier pour la fabrication du coke. Ce raisonnement peut s'appliquer, avec variation, aux autres combustibles, solides et liquides. Le pétrole, utilisé à l'état de naphte brut comme combustible, a la même valeur industrielle, par 1,000 calories, que toute autre source de chaleur. Cependant dans le cas du naphte, la facilité de manutention et d'emmagasinement peut parfois déterminer le choix. Mais ce naphte soumis à la distillation fractionnelle, rend des huiles et des sous-produits de diverses valeurs, que l'on ne peut tirer des combustibles solides; de sorte que le pétrole est tout spécialement propre à la fabrication de certains produits indispensables à certaines industries.

Il est cependant des combustibles en grande abondance, pour lesquels on ne connaît pas encore d'autres usages. Parmi ceux-ci, on remarque le lignite et la tourbe. Il est vrai que par distillation on peut en extraire des huiles et des sous-produits et que l'on peut fabriquer du coke avec la tourbe, mais on n'a pas encore développé de procédé pour le faire économiquement. Donc, la principale valeur de ces produits est comme source de chaleur pour la production d'énergie, ou pour usages domestiques. Il s'ensuit qu'en établissant une distinction entre les divers combustibles et en les classifiant selon les usages auxquels ils sont le plus propre, et en appliquant les méthodes ou les procédés les plus avantageux pour leur utilisation, on contribuera à la conservation économique et rationnelle de ces ressources naturelles, et on prolongera notablement la durée des sources connues de combustible.

Le problème que nous avons à envisager au Canada n'est pas tant celui de la conservation que celui de l'utilisation des diverses sources de combustibles de qualités inférieures. Les bassins houillers du Dominion sont situés aux extrémités est et ouest de notre pays; mais en ces deux points, il se développe un immense territoire dépourvu d'assises houillères proprement dites, et qui dépend de l'étranger pour son approvisionnement de combustible. Dans un sens, c'est là une pratique outrée du principe de conservation, car en certaines parties du Canada, on importe des États-Unis la totalité du charbon pour usages industriels et domestiques, sans toucher à des dépôts locaux considérables de combustible. Mais, ce genre de conservation n'est pas fait pour développer l'industrie et le commerce, et, par conséquent, il n'est pas recommandable. Afin de rendre ces parties du Canada, qui sont dépourvues de dépôts houillers, dans une certaine mesure indépendantes de l'étranger pour leur approvisionnement de combustible, il serait nécessaire de convertir en forme utilisable cette source de puissance virtuelle représentée par les tourbières dont il existe des étendues

considérables, favorablement situées, dans les provinces centrales; et le même principe est applicable aux lignites que l'on trouve abondamment dans les provinces de grande plaines.

Un grand nombre des tourbières, dont la tourbe est excellente pour la fabrication de combustible domestique ou pour la production d'énergie sont favorablement situées en ce qui concerne les facilités de transport et les centres industriels. Mais, néanmoins, la fabrication de la tourbe en combustible marchand n'a pas eu, jusqu'ici, grand succès; ceci est dû, d'abord, aux nombreux insuccès des gens peu pratiques qui ont attaqué ce problème depuis quelques années, et d'un autre côté aux spéculateurs, lanceurs d'affaires peu scrupuleux et aux soi-disant inventeurs. Les insuccès ont surtout été dûs aux méthodes fautives adoptées pour la fabrication du combustible. Il est de fait qu'une industrie de la tourbe, florissante et permanente, est établie en Europe depuis près d'un siècle, mais jusqu'à présent on n'a pas pensé pour l'établissement d'une telle industrie au Canada de s'inspirer des méthodes et de la pratique suivies en divers pays européens. Cet état de choses est difficile à comprendre, allié au fait que des hommes d'affaires très sérieux se laissent prendre aux prétentions plus ou moins plausibles des inventeurs de divers procédés.

En Europe, la production de tourbe est considérable. La Russie, à elle seule, produit, l'an dernier, 2,500,000 tonnes métriques; l'Allemagne en produit une grande quantité ainsi que les autres pays. Le procédé employé exclusivement en Europe est le séchage à l'air après trituration dans des machines spéciales, c'est le procédé par voie humide; et c'est le seul procédé connu par lequel on puisse économiquement produire de la tourbe pour combustible.

À moins que la fabrication de tourbe se fasse sur une tourbière située à proximité d'un centre qui puisse utiliser la production entière du combustible, pour fins domestiques ou industrielles, il n'y aurait guère de chances de succès. La puissance calorifique de la tourbe est faible, sa teneur en humidité est élevée, et son volume est considérable par unité calorifique comparé à celui du charbon fossile; on ajoutant à ces raisons le taux de transport élevé par chemin de fer, on peut se rendre compte de la nécessité de trouver un marché local. Mais quoique les applications de la tourbe comme combustible pour fins domestiques soient limitées, on peut l'utiliser pour la production d'énergie ou pour la fabrication de gaz à moteur. Cette remarque s'applique surtout à la tourbe riche en azote, élément que l'on peut recueillir dans les eaux ammoniacales des gazogènes à récupération des sous-produits. Par les procédés employés pour ce travail, on fixe l'ammoniaque par de l'acide sulfurique, d'où résulte le sulfate d'ammoniaque, largement employé dans l'industrie agricole. La demande de ce produit dépasse de beaucoup la production, et, en conséquence, le prix en est élevé.

Donc, lorsque la teneur en azote de la tourbe est assez forte, la production

de gaz par gazogène à récupération des sous-produits pourrait être rémunératrice. Mais dans le cas de production de puissance, on doit pratiquer les mêmes économies que dans la fabrication de combustible domestique, et même, en admettant une teneur en azote au-dessus de la moyenne, une augmentation dans le coût de la production du combustible réduit rapidement les bénéfices. La tourbe est un combustible pauvre qu'il faut fabriquer et vendre à bas prix si l'on veut faire la concurrence au charbon. Il est donc évident que la fabrication de tourbe n'offre pas de perspective de gros bénéfices à bref délai, quoique l'on puisse compter sur des bénéfices raisonnables et sûrs lorsque l'industrie est gérée et administrée sur une base commerciale. Mais pour cela, il faut éliminer les pratiques spéculatives et les méthodes de lancement d'affaires si souvent adoptées, si l'on veut établir une industrie rationnelle de la tourbe.

En Allemagne, on a encouragé l'industrie de la tourbe par l'organisation de sociétés techniques qui sont sous la direction du gouvernement; et elles ont pour fonction principale d'instruire le public sur l'utilisation et la fabrication de la tourbe, et de décourager ou de rendre impossible l'acquisition de tourbières pour fins de spéculations.

Dans un cas typique, le gouvernement allemand a entrepris le développement et la culture de grandes étendues de tourbières, dans le but de rendre productives des terres autrement perdues. Ce projet, une fois complété, la tourbière en question sera divisée en 3,000 fermes environ. Dans le but d'aider au développement agricole de ce district, on a construit une usine d'énergie pour actionner les instruments agricoles des fermes. La force motrice est entièrement produite par de la tourbe, fabriquée par le gouvernement et vendue à l'usine à raison de \$1.25 tonne. On y utilise actuellement 60,000 tonnes métriques par année, quantité qui sera beaucoup plus forte lorsque l'usine produira les 10,000 chevaux pour lesquels elle est installée.

Il y a, au Canada, certaines tourbières de grande superficie, bien adaptées à la fabrication de tourbe pour fins domestiques et pour production d'énergie, et on pourrait de plus cultiver et coloniser ces tourbières. On pourrait faire le labourage et la moisson à l'aide de l'énergie électrique, dont on produirait aussi la lumière. De cette façon, une étendue de terre inutile et inutilisable pourrait être convertie en terrains agricoles productifs.

Si l'on peut avantageusement fabriquer de la tourbe dans les parties septentrionales de l'Allemagne, où les conditions climatiques sont moins favorables qu'au Canada, il y a tout lieu de croire que l'on réussirait au moins aussi bien, en ce pays.

Afin d'aider au développement de l'industrie de la tourbe au Canada, et de la mettre sur une base rationnelle, les intéressés aux essais infructueux passés de fabrication de ce combustible, adressèrent au gouvernement une requête, demandant la nomination d'une Commission d'étude, pour aller

se rendre compte en Europe des méthodes et des procédés employant la tourbe dans la production de l'énergie. Une attention toute spéciale fut portée aux gazogènes à récupération des sous-produits et aux méthodes de préparation de la tourbe pour les gazogènes, ou pour les générateurs de vapeur, selon le cas.

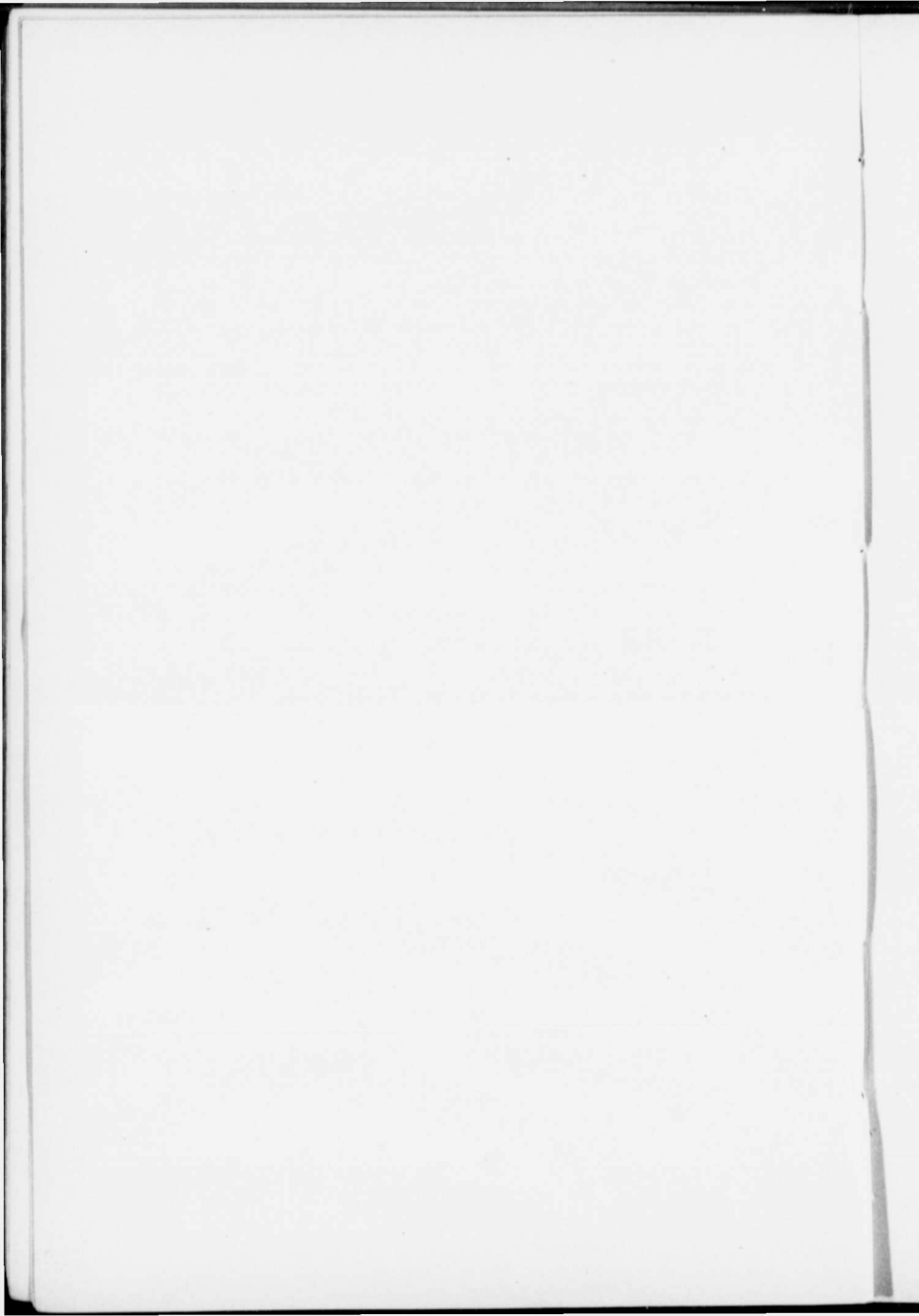
Dans le rapport qui suit, nous avons décrit, avec détails, les méthodes de fabrication de la tourbe comme combustible, et nous avons surtout appuyé sur les problèmes auxquels on se heurte en tentant d'extraire l'eau de la tourbe par pression ou par l'emploi de séchage artificiel. Il est avéré que le séchage de la tourbe par la chaleur artificielle ne peut se faire économiquement, et que l'on court à un insuccès certain en essayant de réduire la teneur en eau à moins de 76% par le moyen de pression hydraulique. De plus, il est démontré qu'avec de la tourbe revenant à \$1.50 la tonne à l'usine de gazogènes, et ayant une teneur de 1.5 à 2 pour cent d'azote, on peut produire de la puissance à un prix de revient aussi favorable qu'un grand nombre d'usines hydro-électriques; et que si l'on ne fabrique que le gaz, la production de sulfate d'ammoniaque suffit pour payer un taux d'intérêt sur la mise de fonds, et que le gaz pourrait être distribué gratuitement sans pertes.

Nous avons aussi considéré les cas similaires, en utilisant le lignite et le charbon.

REMERCIEMENTS.

En conclusion de cette note d'introduction, nous tenons à témoigner de notre reconnaissance aux sociétés ci-dessous pour la réception courtoise dont nous avons été l'objet de leur part, au cours de notre visite aux diverses usines:—The Power Gas Corporation, Londres, Angleterre; The Siemens and Halske Electrical Company et la German Mond Gas Company, toutes deux en Allemagne; et la Compagnie de Gaz Mond, d'Italie.

Les plans et les devis que nous reproduisons nous ont été fournis soit par les bureaux de direction soit par les directeurs des diverses usines. Les illustrations et les renseignements concernant la mise en culture de la tourbière de Wies nous ont été gracieusement donnés par le professeur Teichmüller, de la "Karlsruhe Technische Hochschule."



CHAPITRE I.

FABRICATION DE LA TOURBE POUR COMBUSTIBLE.

L'application pratique d'utiliser la tourbe pour la production de puissance est déterminée par les considérations qui suivent :—1° le prix de vente au consommateur; 2° la quantité de matière première disponible; 3°, la qualité calorifique de la tourbe, sa teneur en humidité. Ces conditions dépendent, à leur tour, de la méthode de préparation de la tourbe, de la distance qui sépare la tourbière du point de consommation, et sur la qualité de la matière première extraite de la tourbière.

Dans le cas où les usines de force motrice sont installées dans le but de recouvrer la teneur en azote de la tourbe, sous forme de sulfate d'ammoniaque, la teneur moyenne en azote de la tourbière entière est un facteur important.

Le coût de la préparation de la tourbe étant la considération dominante et même généralement primordiale lorsqu'il s'agit de la production d'énergie, une brève description des divers procédés de fabrication aidera à juger de la question.

Les procédés courants peuvent se classer sous l'un ou l'autre de deux principes généraux :—1° ceux qui sont basés sur les forces naturelles :—la chaleur du soleil et le vent—pour l'évaporation de la teneur en humidité de la tourbe; et 2° ceux qui dépendent de moyens mécaniques pour l'extraction de la plus forte partie de l'eau et qui emploient la chaleur artificielle pour l'évaporation du reste.

La tourbe, telle qu'elle existe dans la tourbière, renferme 90 pour cent, et même plus, d'eau, et il est rare que cette teneur soit moins de 88 pour cent, même dans le cas de tourbières bien drainées. Autrement dit, cent livres de tourbe brute contiennent 90 livres d'eau et seulement dix livres de matières sèches, et ces dix livres de tourbe sèche représentent la totalité de combustible des cent livres. Donc, pour convertir la tourbe en combustible, il faut éliminer la plus grande partie des 90 livres d'eau. Ce problème n'a pas encore été résolu de façon à permettre de poursuivre la fabrication économique de la tourbe pendant toute l'année. Lorsque l'on compte sur l'évaporation directe en plein air par la chaleur du soleil, il est évident que le procédé ne peut être appliqué pendant les saisons de pluie ou pendant les froids d'hiver; donc la fabrication n'est pas continue. Cependant, la seule méthode économique connue jusqu'à présent est celle qui dépend des conditions atmosphériques pour l'élimination de l'eau. Toute la tourbe produite en Europe est fabriquée par la méthode du séchage à l'air. Nous

allons décrire le procédé utilisé avec succès depuis un grand nombre d'années, et qui est basé sur l'évaporation de l'eau par la chaleur solaire.

TOURBE SÉCHÉE À L'AIR.

La préparation de la tourbe séchée à l'air pour fins de combustible date de plusieurs siècles en Europe, et même actuellement les paysans d'Irlande produisent la tourbe qu'ils utilisent comme combustible domestique par le même procédé primitif usité depuis plusieurs centaines d'années.

La tourbe est simplement extraite de la tourbière à l'aide de bèches ordinaires et déposée sur la surface pour lui permettre de sécher. Lorsqu'une proportion suffisante de la teneur en eau est évaporée, les miettes ou briquettes sont remises sous un hangar ou mises en tas sur le champ même. En Suède et en Hollande, les paysans suivent une méthode analogue, mais dans ces contrées, la tourbe extraite est généralement déposée sur un carreau durci ou sur une plateforme en bois, où elle est soumise à une trituration et réduite en pulpe en la foulant aux pieds, soit par des hommes soit par des chevaux. Cette pulpe est ensuite mise en moules et les briques sont exposées au soleil pour le séchage.

On ne peut utiliser ces méthodes primitives à la main dans la préparation de la tourbe sur une grande échelle, et dans les régions où la main-d'œuvre est chère on ne peut l'employer même pour la production de combustible domestique.

Composition de la tourbe et effet de la trituration.

La tourbe consiste en fibres de mousses diverses des familles *Sphagnum* et *Hypnum*, de restes de plantes aquatiques fibreuses, telles que *Eriophorum* et *Carex*. Ces fibres consistent en cellulose, hydro-cellulose, et un peu de matières albumineuses.

L'hydro-cellulose est une matière gélatineuse, qui possède la propriété d'absorber plusieurs fois son poids d'eau, et elle sert à lier ensemble les particules de tourbe sèche dans les briques ou les blocs prêts à la consommation. Dans les anciennes tourbières, plus humifiées que les récentes, la tourbe est plus riche en cette substance gélatineuse, dont la teneur augmente dans les couches inférieures et diminue vers la surface dans les couches plus récentes. Dans presque toutes les tourbières, on trouve une certaine proportion de racines et de fibres de plantes diverses, et assez fréquemment, on rencontre les restes enfouis de troncs et de racines d'arbres, des pommes de pins et d'autres conifères et des feuilles de sapin.

La trituration et la réduction en pulpe a un double but :—1° elle mélange en une pâte uniforme les diverses couches de tourbe; 2° elle distribue l'hydro-cellulose uniformément dans toute la masse. Le fait que la réduction en pulpe améliore la qualité du produit ultime avait été reconnu par les paysans

faisant leur provision de combustible domestique, même lorsque cette trituration était effectuée par les moyens primitifs mentionnés plus haut.

Nous pouvons énumérer, comme il suit, les divers stades du procédé:—

1. Excavation de la tourbe brute.
2. Trituration ou réduction en pulpe de la tourbe extraite.
3. Transport de la pâte au carreau de séchage.
4. Étendage de la pâte de tourbe et découpage en blocs de la grosseur requise.
5. Retournage et mise en tas de la tourbe sèche.
6. Transport pour mise en wagons ou en magasin.

EXTRACTION.

Dans le cas des petites installations, la tourbe est généralement extraite à la bêche à main, tandis que pour produire sur une grande échelle, on emploie des excavateurs mécaniques. La tourbe étant un combustible pauvre, il faut que le coût en soit considérablement inférieur à celui du charbon pour que l'on puisse l'employer comme substitut, et conséquemment, il est essentiel d'utiliser tous les moyens mécaniques possibles pour économiser la main-d'œuvre, afin de réduire le prix de revient. Ceci touche tout spécialement le Canada, où le coût de la main-d'œuvre dépasse de beaucoup celui des pays d'Europe.

TRITURATION

La tourbe extraite passe dans un appareil spécial de trituration, construit sur le principe général de lames circulaires qui tournent contre des bras ou lames fixes, et d'un convoyeur à vis d'archimède qui force la pulpe au dehors. Les cuves ou enveloppes de ces parties à triturer sont en fonte et très fortes. Ce moulin, actionné par une machine motrice, réduit en pulpe et mélange la tourbe qui provient des diverses profondeurs de la tourbière. Les petites racines et les fibres qui passent au moulin avec la tourbe, sont brisées et hachées en minces morceaux qui se mélangent à la pâte.

Cette trituration ou réduction en pulpe, est l'une des opérations les plus importantes du procédé, car la qualité du produit séché, tant pour sa densité que pour son apparence, dépend du soin de cette opération.

La tourbe bien humifiée, foncièrement triturée à deux reprises, présente l'apparence, une fois sèche, d'un lignite de qualité supérieure. Sa texture est fine, elle est dure et compacte, et se brise difficilement; en conséquence, on peut la manier sans grandes pertes de poids résultant de la production de fines.

En pratique, et d'accord avec le résultat d'années d'expérience, on se contente d'une seule trituration.

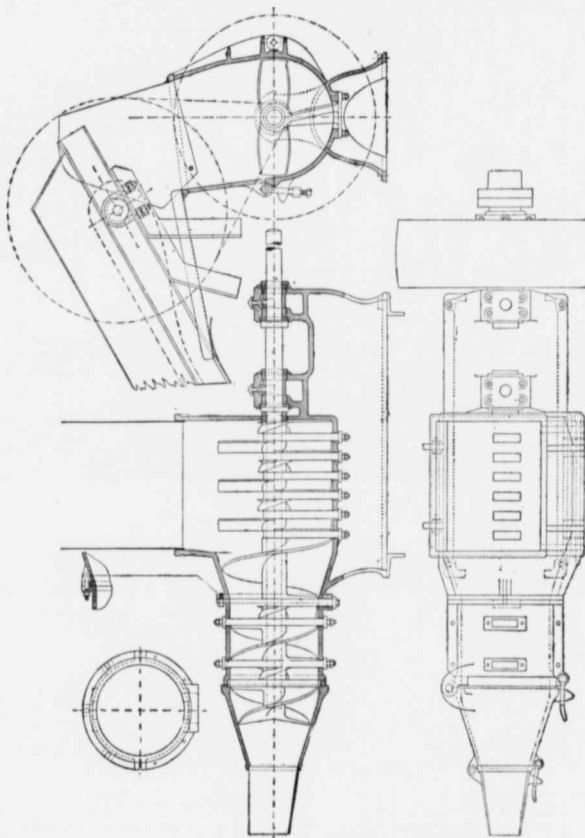


FIGURE 1. Machine Anrep, pour la trituration de la tourbe.

Comme on améliore continuellement les appareils employés dans la préparation de la tourbe, il est possible de prévoir l'introduction de machines employées dans les buts analogues dans diverses grandes industries, plus efficaces que celles dont on fait actuellement usage dans l'industrie de la tourbe.

La figure 1 montre un tritrateur Anrep analogue à celui employé par la Division des Mines, dans son installation de démonstration du procédé de préparation de la tourbe séchée à l'air.

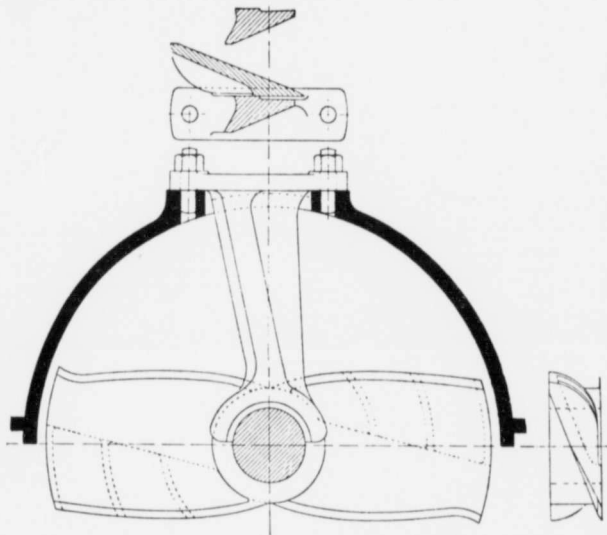


FIGURE 2. Lames fixes et lames mobiles, machine Anrep.

Le compartiment à l'intérieur duquel tourne l'arbre de l'appareil consiste en deux cylindres de diamètres différents, reliés par une pièce conique. Dans le plus grand des deux cylindres, immédiatement sous la trémie d'alimentation, l'arbre est garni de trois lames doubles de la forme indiqué dans la fig. 2. Ces lames tournent contre six couteaux rigides fixés au fond du cylindre, et elles servent de supports à l'arbre de couche. Les lames fixes et les lames mobiles sont du même modèle, et sont exceptionnellement fortes.

Dans la partie conique qui relie les deux cylindres, une vis d'archimède est fixée qui frotte contre les lames rigides des deux côtés. Fixés au premier

cylindre sont trois couteaux rigides, deux attachés à la partie supérieure et trois au fond. Ces couteaux forment supports à coussinets pour cette partie de l'arbre, sur lequel se trouvent fixées deux lames et une double vis d'archimède. On peut remplacer cette vis par des lames coupantes additionnelles si l'on veut une trituration plus complète. Le bout de l'appareil est une pièce conique qui porte l'orifice de sortie de la tourbe. Dans cette pièce conique, l'arbre est garni d'une double vis qui fait avancer la pulpe et la pousse vers l'orifice de décharge.

Au bout de quelque temps d'opération, les tranchants des lames s'émoussent et s'usent, laissant un vide entre les deux surfaces de contact. Les fibres et les racines sont alors plus ou moins complètement coupées et brisées, mais l'action principale de la machine est de moudre et de malaxer plutôt que de trancher.

Il est essentiel que cette opération se fasse aussi complètement que possible, car la qualité du combustible en dépend dans une large mesure.

TRANSPORT.

Le stade suivant, le transport de la pulpe de tourbe sortant de l'appareil au carreau de séchage, est un des facteurs importants sur le coût du produit, et il est essentiel qu'il soit fait économiquement. Le coût de l'installation devant être aussi bas que possible pour réduire les frais imputables à la mise de fonds, ce transport doit se faire sans machines coûteuses. On le fait généralement par petits wagonnets roulant sur une voie mobile. Cette voie peut être disposée en forme de carré ou de rectangle, et, dans ce cas, le wagonnet plein se rend vers le carreau de séchage; une fois vidé, il continue par la voie extérieure et complète le tour en venant se replacer à l'orifice de la machine à triturer. On ménage des aiguilles, des voies d'évitement, des tables tournantes lorsqu'elles sont nécessaires. Le hâlage se fait par un système de câbles qui s'enroulent sur un tambour actionné par la machine motrice du triturateur.

La disposition générale d'une installation, voies et carreau de séchage est indiquée dans la figure 3.

Procédé Moore.

Un autre système dont nous donnons les détails ci-dessous, est celui inventé par M. Ernest V. Moore. Ce système a été adapté au transport de la tourbe, du triturateur à l'appareil à étendre, et il a été installé à la tourbière d'Alfred, Ontario. Ce transport se fait au moyen d'un câble aérien et de wagonnets suspendus. Nous en donnons une courte description.

L'installation du câble comprend essentiellement deux tours, ou structures, distantes de 900 pieds et supportées sur un cadre à roues,

celles-ci reposant sur des rails. La construction de l'appareil est telle que chaque tour ne peut se mouvoir que dans une direction normale à une

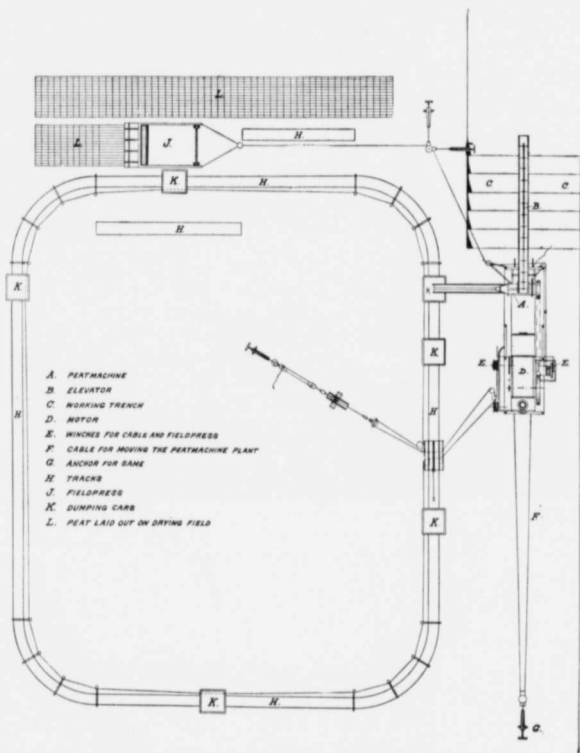


FIGURE 3. Système de voies et terrains de séchage; presse modèle Anrep.

ligne tirée entre les deux structures, la distance entre celles-ci demeurant fixe. Deux câbles parallèles, dans le même plan horizontal, sont attachés, par un système d'ancrage, aux deux tours. À chaque extrémité, il y a un dispositif pour mettre la tension désirée sur les deux câbles qui sont reliés à deux voies rigides semi-circulaires fixées à la tour. Ces voies sont reliées aux câbles de façon à former une voie simple continue en forme de boucle

horizontale, longue de 900 pieds, large de 9 pieds et suspendue à 8 pieds 6 pouces au-dessus de la surface de la tourbière.

De légers supports en bois sont placés à des intervalles de 75 pieds entre les deux tours. Ils sont sur roues, ce qui permet de les mouvoir dans une direction parallèle aux voies des deux tours maîtresses. Le câble repose sur ces supports intermédiaires par un dispositif en forme de selle, ce qui tient les deux côtés parallèles et à la hauteur désirée au-dessus de la surface de la tourbière.

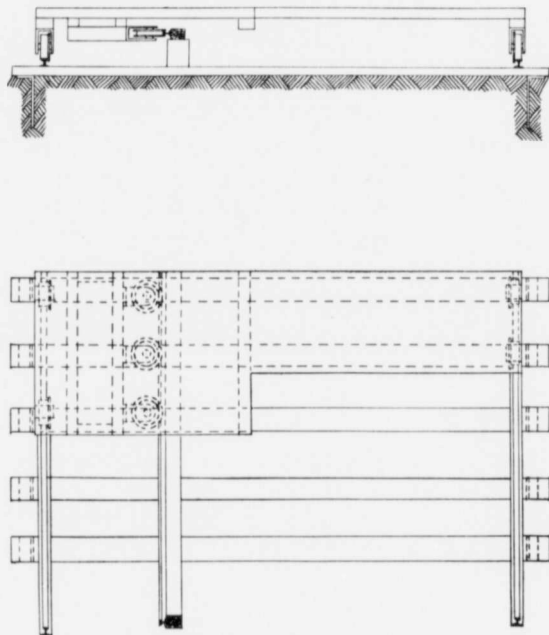
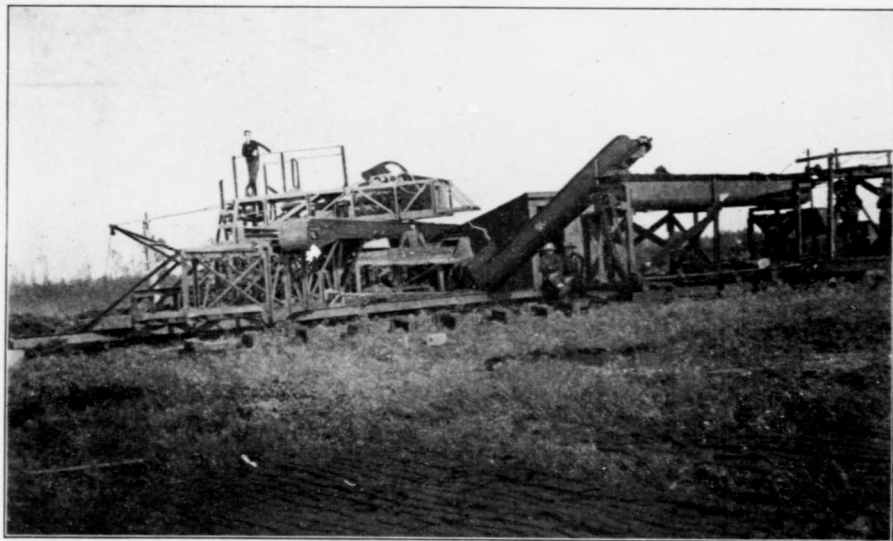


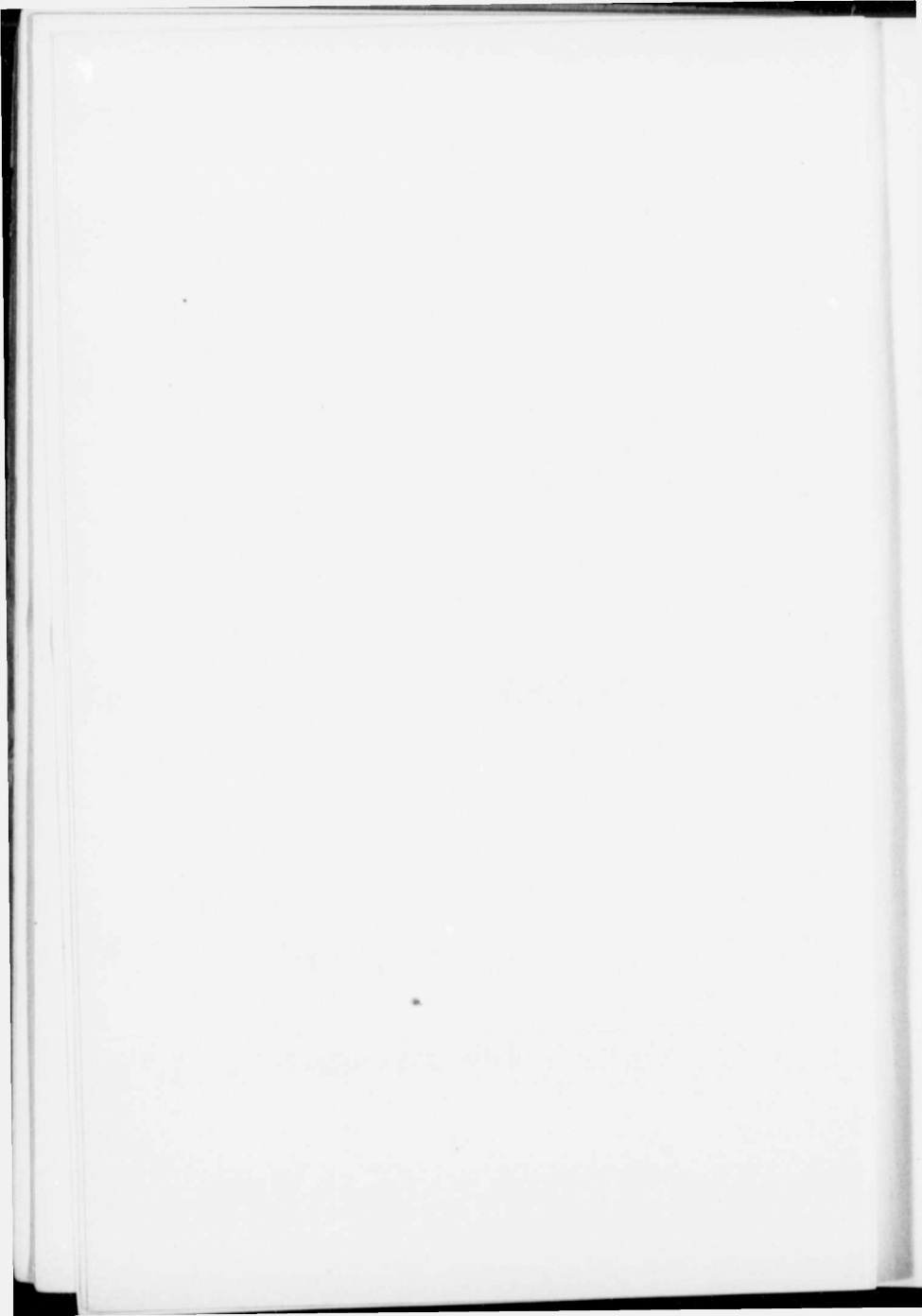
FIGURE 4. Détails du dispositif pour tendre le câble de roulage, système de transport Moore.

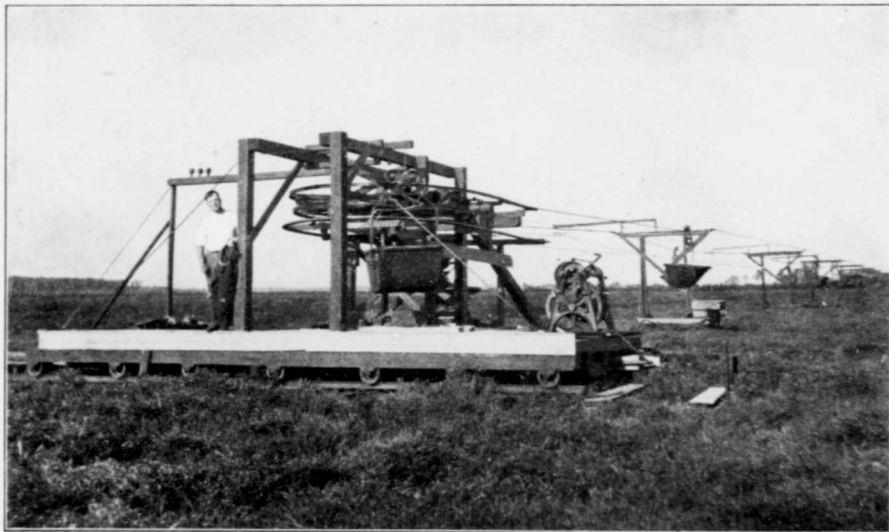
Vingt-quatre bennes ou wagonnets à suspension en tôle d'acier, contenant 10 pieds cubes chacun, transportent la tourbe triturée. Ces wagonnets sont suspendus par une anse, et basculent par un système de déclenchement. Les anses pendent d'un petit chariot à deux roues qui roule sur le câble.

PLANCHE I.



Chargement de la trémie et des godets: excavateur automatique de tourbe, système Anrep.

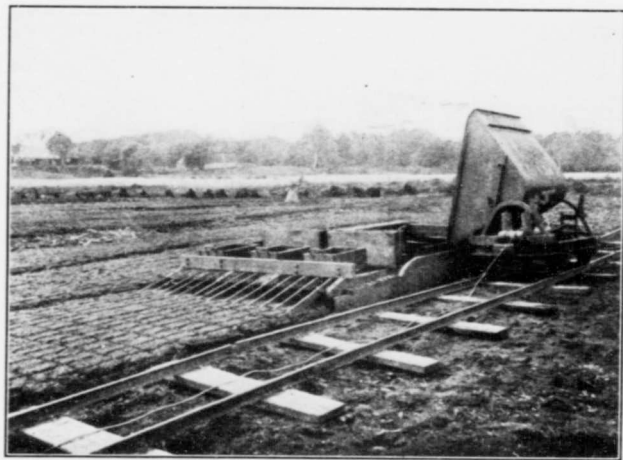




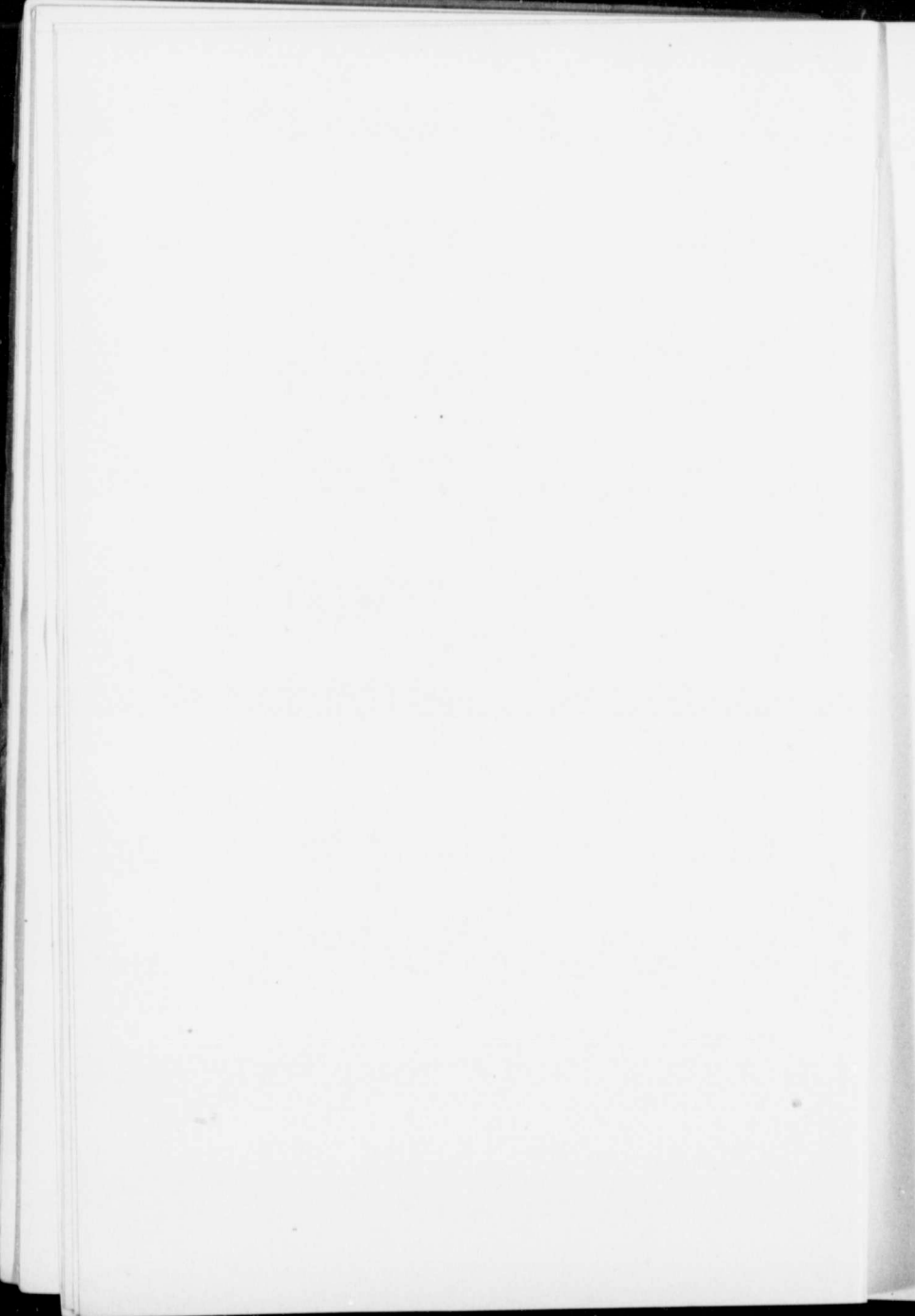
Dispositif de la tour extérieure, pour absorber l'effort auquel est soumis le câble.



PLANCHE III.



Presse et dispositif pour étendre la tourbe, système Jakobson.



Un système de pince fixé à l'anse saisit un câble de hâlage sans fin lequel est mû par une série de tambours et de poulies situés sur le cadre de la tour la plus rapprochée de l'excavateur. Le moteur de dix chevaux qui actionne le câble est placé sur cette tour. Le câble de hâlage passe des tambours et des poulies de la tour principale à la seconde tour où il tourne sur une molette horizontale de grand diamètre qui le supporte et le tient immédiatement au-dessous de la voie fixe semi-circulaire sur laquelle roulent les bennes suspendues. Le câble de hâlage retourne alors à la première tour sous le câble de roulage sur lequel les bennes vides reviennent à la trémie de chargement.

Les bennes se pincent au câble de hâlage tous les 75 pieds, de façon que deux wagonnets chargés ne soient jamais ensemble entre deux supports du câble de roulage. Les pinces qui sont attachées aux anses, sont disposées de façon à se prendre automatiquement au câble de hâlage à mesure que l'on pousse les bennes après leur chargement. Lorsque l'on veut faire basculer la benne, on déclanche, et le câble passe dans la pince ouverte. Quand la benne est vide, un simple mouvement d'un levier serre la pince sur le câble de hâlage. Lorsque la benne vide arrive à la trémie de chargement, un dispositif automatique la détache du câble qui passe sur une poulie guide et sur le tambour qui l'actionne. La benne continue jusqu'à ce qu'elle soit en position sous l'orifice de chargement.

Poutres supports des tours des extrémités. Quand l'appareil de transport est en mouvement, la tension des câbles de roulage doit être suffisante pour qu'il n'y ait pas plus de vingt-quatre pouces de baisse du câble de roulage avec la benne chargée (1,000 livres en tout) se trouvant au centre entre deux supports. Ceci représente un effort de plusieurs tonnes qui tend à tirer sur les deux tours. Si ces structures étaient suffisamment lourdes pour résister à cette tension, elles seraient difficiles à manier et à changer de place; on les fixe donc aux traverses qui supportent la structure et ces traverses sont, de leur côté, ancrées dans la tourbière. Les tours sont fixées à ces traverses de façon à pouvoir les faire avancer sans changer la tension des câbles.

ÉTENDAGE DE LA PULPE DE TOURBE.

Cette partie du procédé se fait généralement à l'aide d'une presse Jakobson. Cet appareil, représenté dans la planche III, consiste en un cadre en bois, et est muni de deux rouleaux en bois, un à chaque bout. Entre les deux rouleaux se trouve une trémie qui reçoit la tourbe triturée. Le rouleau d'avant sert à niveler le terrain, tandis que le rouleau d'arrière, que l'on peut ajuster verticalement, règle l'épaisseur de la tourbe étendue. En arrière de la machine, des couteaux sont disposés, qui découpent la tourbe étendue en bandes étroites. Ces bandes sont ensuite découpées transversalement par un ouvrier avec un outil spécial.

La presse se meut sur le champ par des câbles auxquels un mouvement est transmis par un tambour actionné par la machine motrice, tel qu'indiqué au plan fig. 3.

On se sert généralement de cette presse dans les installations de fabrication de tourbe à combustible, système Anrep. D'autres systèmes emploient des presses d'autres modèles, un desquels nous décrivons ci-dessous.

La machine à étendre construite par M. Ernest V. Moore, installée sur le tourbière d'Alfred, est très ingénieuse et mérite d'être mentionnée spécialement.

Elle consiste en une trémie, ou boîte, dans laquelle on déverse la tourbe en pulpe. La tourbe est distribuée uniformément dans cette boîte par convoyeur à vis, et elle est déchargée par 34 orifices, placés l'un près de l'autre, au niveau de la surface du carreau de séchage. L'alimentation est commandée par un dispositif, comprenant une vis pour chacun des orifices, qui permet de régler la vitesse de la décharge. La boîte est tirée moteur vermiforme spécial à une vitesse de quatre-vingt-quatre pouces par minute. L'énergie électrique est transmise par des fils aériens à un moteur placé sur la machine. On commande la direction de la machine par un gouvernail. La tourbe est découpée transversalement par un dispositif spécial fixé à l'arrière de l'appareil. Cette machine est représentée dans les planches IV et V.

La quantité de tourbe étendue par l'appareil dépend directement de la vitesse du moteur. Les données ci-dessous ont été recueillies par observations directes: trente-quatre prismes, mesurant 4 pouces sur 4 pouces, sont déposés côte à côte, faisant en tout une largeur de $11\frac{1}{3}$ pieds de tourbe. L'appareil avance à une vitesse de 7 pieds à la minute, ce qui donne $11\frac{1}{3} \times 7 \times \frac{1}{3} = 26\frac{1}{3}$ pieds cubes par minute. Si la marche était continue, l'appareil pourrait étendre par heure 8.4 tonnes de tourbe, contenant 25 pour cent d'humidité.

La machine à étendre, lorsqu'elle est chargée, pèse environ 3,000 livres, et à mesure qu'elle avance sur la surface du champ de séchage, toutes les inégalités sont aplanies, et la tourbe est déposée uniformément. On peut régler la décharge de tourbe de façon à ce qu'elle soit uniforme selon la vitesse de la machine, que la pâte soit molle ou épaisse. On peut donc obtenir un prisme d'une grande uniformité de section. Les angles de l'orifice de décharge sont légèrement arrondis et conséquemment les briques de tourbe n'ont pas d'arêtes vives pouvant s'écarter à la manutention.

OPÉRATIONS DE SÉCHAGE ET MISE EN TAS.

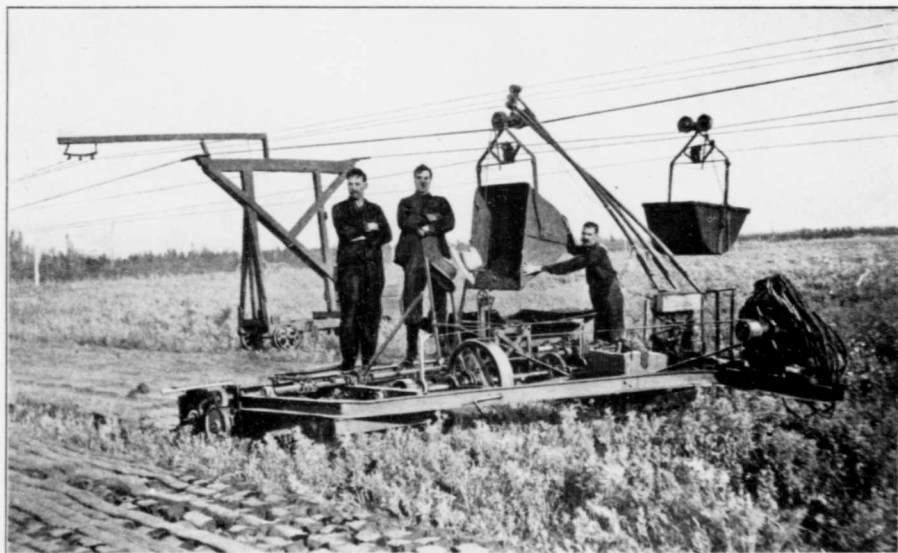
On retourne, on empile et on met en tas à la main, à tant par tonne de tourbe fabriquée.

TRANSPORT POUR LE CHARGEMENT OU POUR L'EMMAGASINAGE.

Dans le cas des petites installations, la tourbe fabriquée est transportée au chemin de fer ou aux hangars d'emmagasiner dans des petits wagonnets,

tent
 iqué
 bri-
 em-
 us,
 allée
 mée
 urbe
 par
 s de
 tion
 des
 tirée
 s par
 leur
 r un
 sif
 is les
 it de
 lser-
 uces,
 urbe,
 11 $\frac{1}{2}$
 arrell
 cent
 vres,
 s les
 peut
 n la
 donc
 s de
 iques
 ne de
 portée
 nets,

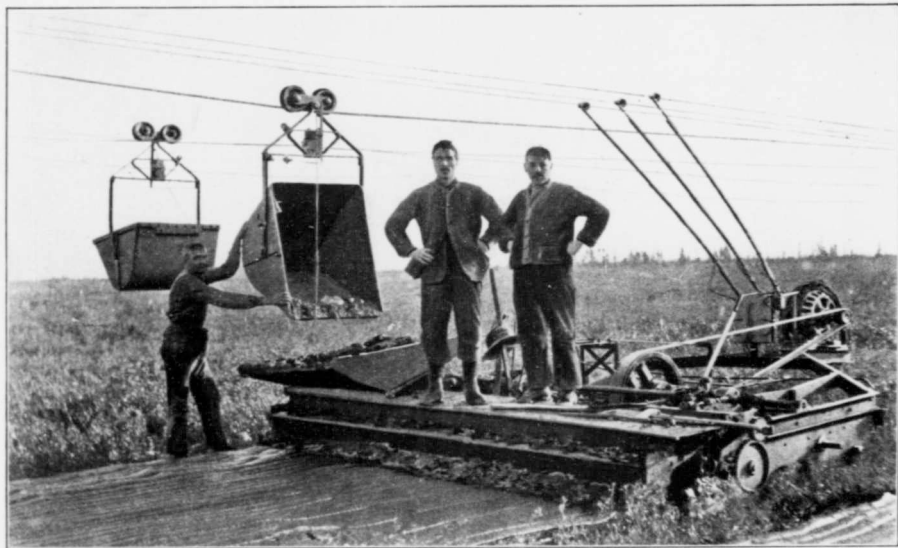
PLANCHE IV.



Dispositif pour étendre la tourbe automatiquement.



PLANCHE V.



Arrière du dispositif Moore pour étendre la tourbe.



que des hommes poussent sur une voie étroite. Les établissements plus importants peuvent employer des petites locomotives à essence.

Quelques types de machines à triturer la tourbe.

Les planches VII et VIII montrent la machine à tourbe, système Anrep qui peut produire une quantité de 30 tonnes par jour de tourbe à 25 pour cent d'eau dont en faisait usage sur la tourbière d'Alfred.

Les illustrations montrent l'élévateur de la tourbe extraite à la machine à triturer. Cette dernière est cachée par le toit. La tourbe en pâte sort de l'orifice de décharge de la machine sur la courroie du convoyeur que l'on voit à droite de la machine. Elle tombe directement dans les petits wagonnets.

La machine locomobile, le dispositif pour le transport et le triturateur sont montrés à la planche n°VIII.

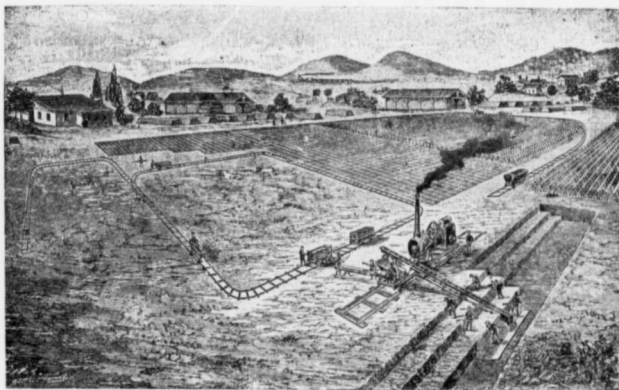


FIGURE 5. Système de voies et installation du champ du séchage, système Dolberg.

Ce type d'installation est usité en Russie et en Suède à la presque exclusion de tout autre. En Allemagne, on se sert plutôt des systèmes Streng et Dolberg. Ce dernier est aussi adopté en Italie.

La principale différence entre les systèmes Dolberg et Anrep se trouve dans la machine à tourbe ou appareil pour réduire en pâte. L'appareil Dolberg n'est pas construit en vue de traiter de la tourbe contenant des branchages, des fibres et des radicelles; ceux-ci s'enroulent autour de l'arbre de la machine, l'engorgent, et il faut fréquemment arrêter pour nettoyer.

Les modèles récents de la machine Dolberg ont un dispositif qui coupe ces branchages dans une certaine mesure et l'appareil ressemble beaucoup à la machine Anrep.

MACHINES DOLBERG.

Ces machines sont installées sur certaines tourbières en Allemagne et en Italie, et sont actionnées par une locomobile à vapeur, comme dans le cas du

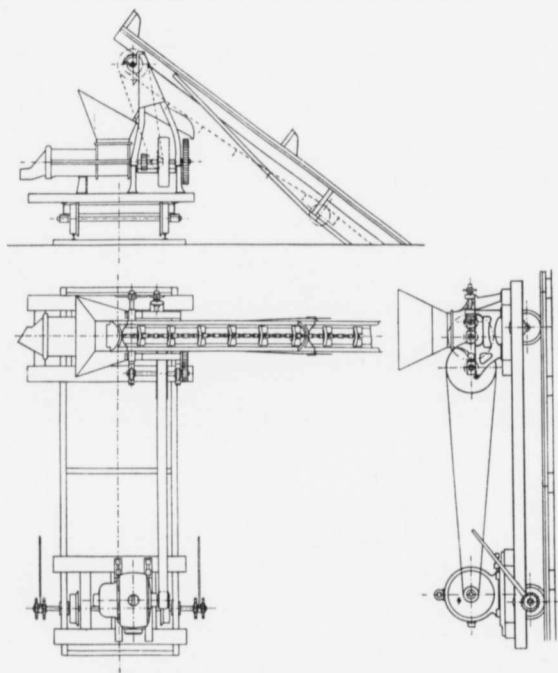


FIGURE 6. Installation du système Dolberg, machine à triturer la tourbe, élévateur et moteur.

système Anrep, mais l'extraction ou excavation de la tourbe se fait à la main. Une chaîne à godets monte la tourbe extraite à la machine à triturer.

La tourbe en pâte est transportée au carreau de séchage en wagonnets à voie étroite, poussés à la main. Cette méthode de transport, ainsi que l'installation d'une tourbière, telle que pratiquée en Allemagne et en Italie, est représentée dans la figure 5.

qui coupe
beaucoup

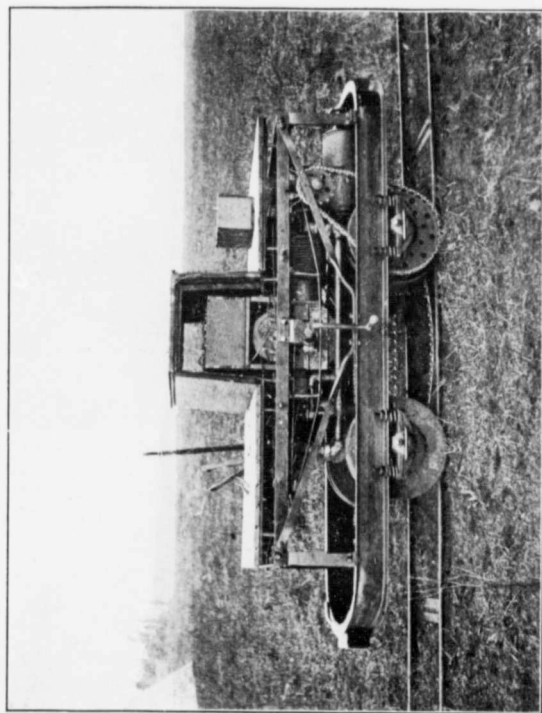
agne et en
s le cas du



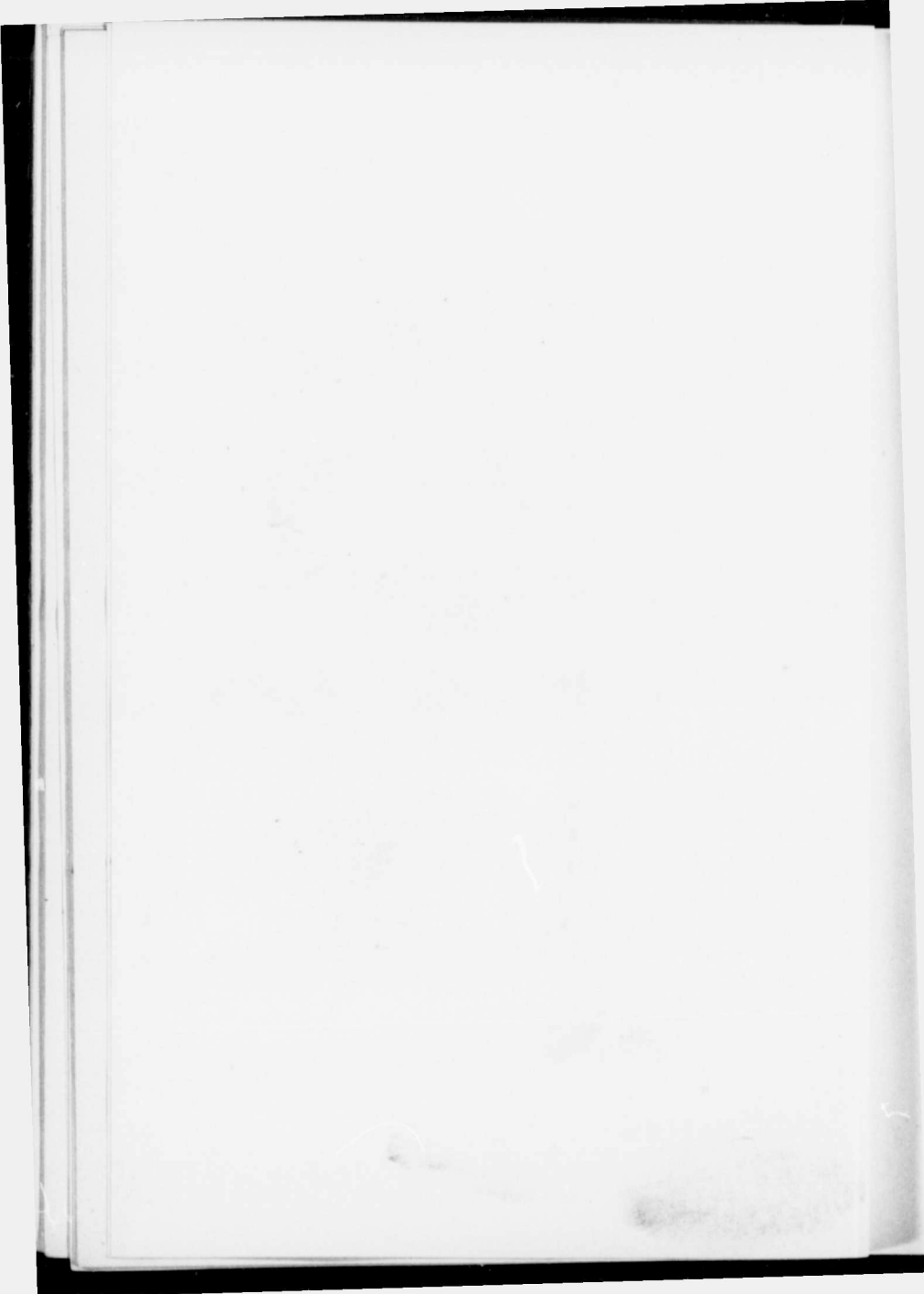
ourbe,

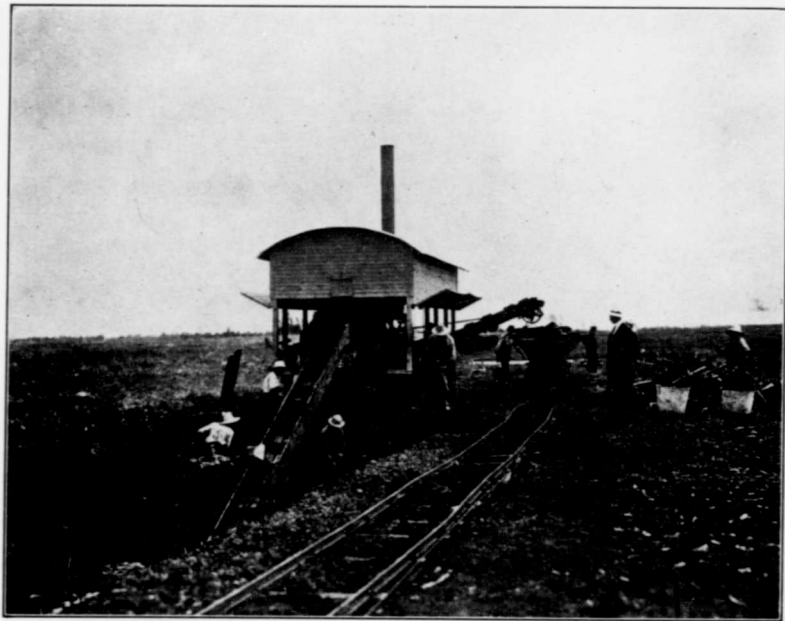
t à la main.
turer.
wagonnets
t, ainsi que
et en Italie,

PLANCHE VI.



Locomotive improvisée à gazoline, usitée à Alfred, Ont.





Machine pour exploitation de tourbe, 30 tonnes, système Anrep; chaîne à godets, excavateurs et rails.

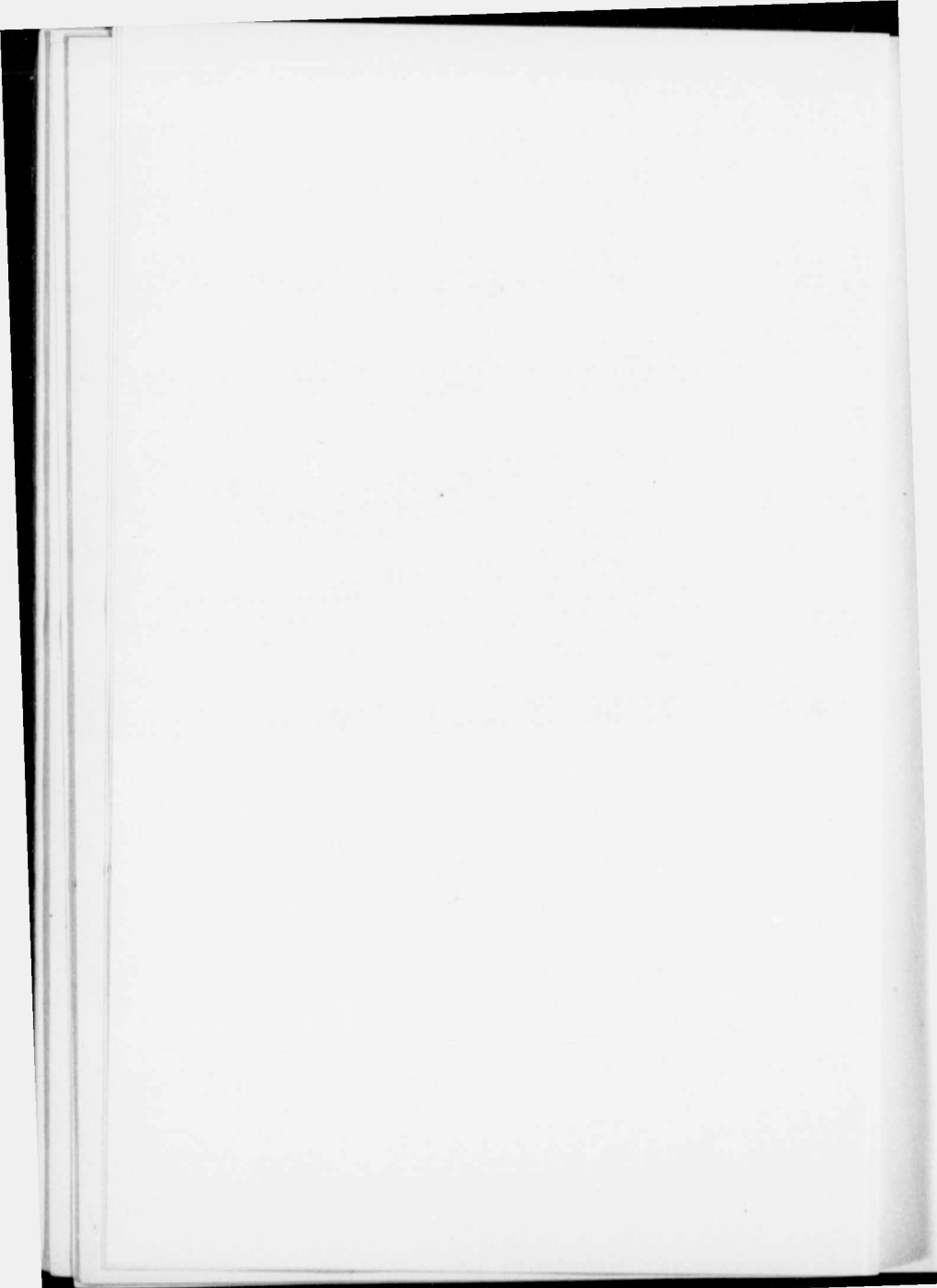
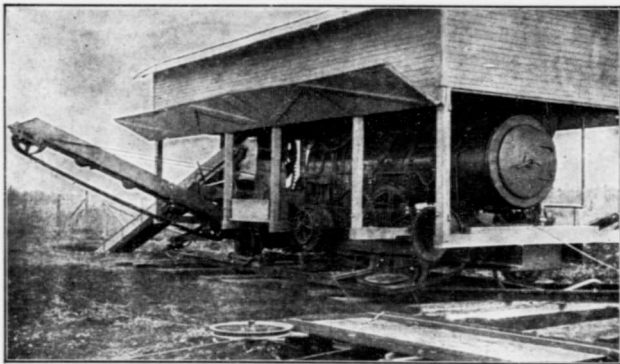
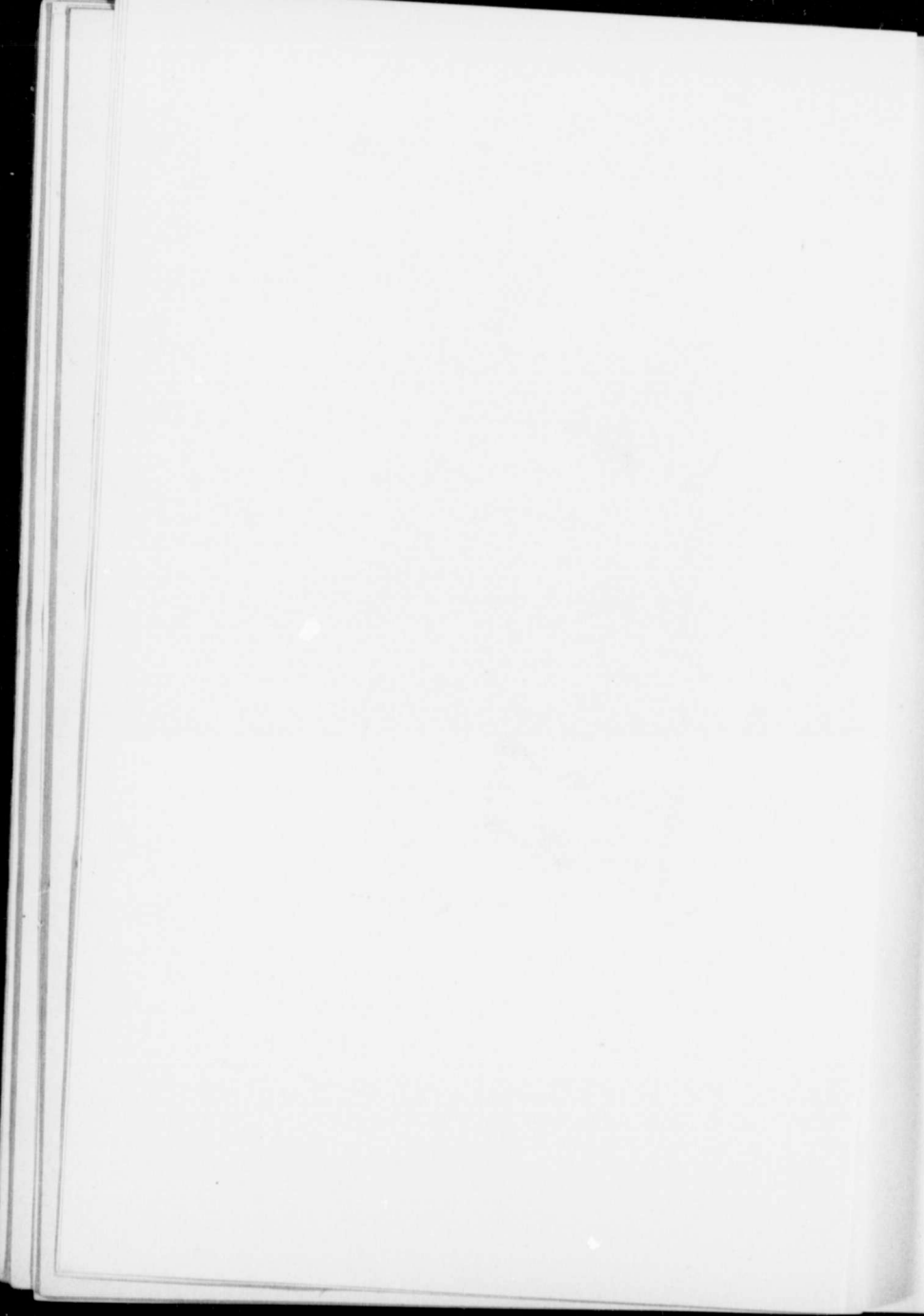


PLANCHE VIII.



Dispositif pour le transport mécanique; station de wagonnets.



L'illustration fig. 6 est tirée de "Das Kraftwerk im Wiesmoor in Ostfriesland," par J. Teichmüller, et montre les détails de la machine à tourbe Dolberg usitée à Wiesmoor. On peut voir d'après l'illustration que la machine possède un élévateur latéral dont la partie inférieure roule sur des madriers disposés dans le fond de la tranchée.

EXCAVATEUR MÉCANIQUE STRENGE.

On emploie cet appareil sur plusieurs tourbières en Allemagne. La tourbe est extraite mécaniquement par un excavateur spécial. Un dispositif mécanique étend la tourbe en pâte, et la coupe horizontalement et transversalement. La machine est actionnée par des moteurs électriques; la figure 7 en montre les détails. La machine en opération est montrée dans la planche IX.¹

On peut voir par l'illustration que l'excavateur consiste en un certain nombre de godets fixés sur une chaîne sans fin qui tourne dans un plan vertical, ce qui permet de le mouvoir verticalement, ou horizontalement.

Les deux extrémités du bras qui supporte les godets sont fixées à des supports verticaux dont celui extérieur repose sur le fond de la tranchée excavée, et l'autre repose sur une partie plus élevée de la tourbière. Le bras qui porte l'excavateur à godets, et le long duquel il se meut horizontalement, peut se lever ou s'abaisser sur ces deux supports verticaux.

L'illustration indique la méthode d'excavation. La tourbière est exploitée en gradins, ce qui fait que les diverses couches de tourbe ne sont pas mêlées; en conséquence, la qualité du combustible varie selon les éléments respectifs des diverses couches.

Dans les tourbières libres de racines, de souches, cette machine fonctionne bien; mais on ne peut guère l'employer lorsque la tourbe en renferme.

Pratique européenne.

En Suède et en Russie, le système Anrep pour la fabrication de la tourbe combustible semble être plus usité que tout autre. La production de tourbe combustible en Russie s'éleva à 2,080,000 tonnes métriques en 1909. Cette quantité fut fabriquée presque entièrement par le système Anrep dont 1,300 machines sont en usage. Actuellement c'est la Russie qui produit le plus de tourbe combustible. En Europe, on n'emploie pas encore l'excavateur Anrep, et l'appareil installé sur la tourbière d'Alfred, Ontario est le premier construit du genre.

Nous n'avons pas pu nous procurer la statistique de la tourbe combustible produite en Suède.

¹ Figure tirée de "Das Kraftwerk im Wiesmoor in Ostfriesland," par J. Teichmüller.

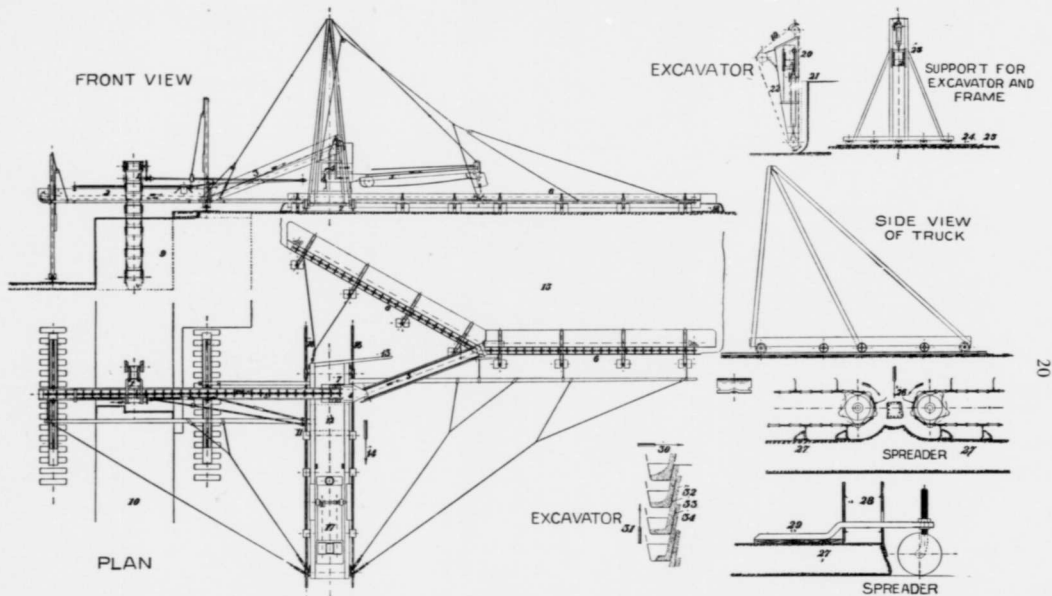
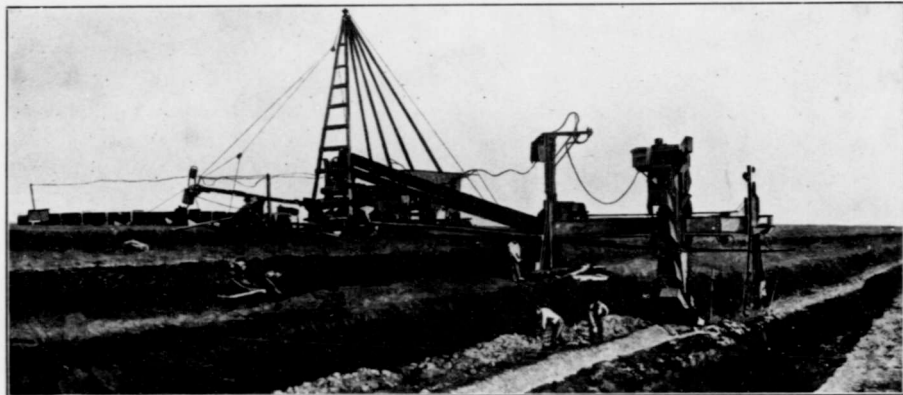


FIGURE 7. Installation sur la tourbière O. Strengé, Elizabethfehn, Allemagne.

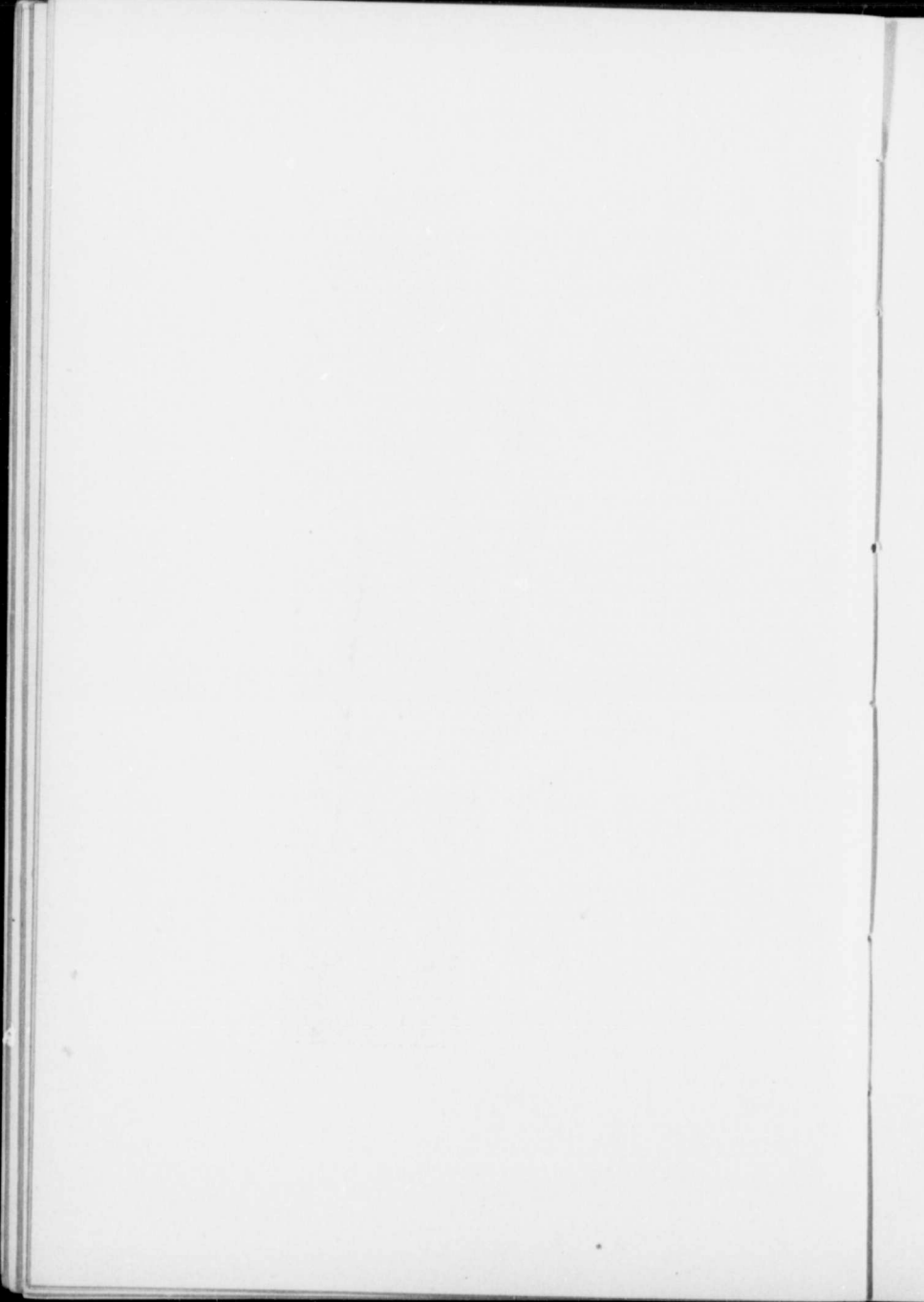
Fig. 7.—1, Excavateur. 2 et 3, Transporteurs. 4, Machine à tourbe. 5, Transporteur. 6, Machine à étendre. 7, Chariot. 8, Surface de la tourbière. 9, Tourbe en place. 10, Tranchée. 11, Station de commande. 12, Commande des arbres. 13, Commande de la machine à étendre. 14, Direction dans laquelle l'appareil se meut. 15, Carreau de séchage. 16, Voie. 17, Locomobile, (ou autre moteur). 18, Tourbe étendue pour sécher. 19, Chaine de l'excavateur. 20, Guide du cadre de l'excavateur. 21, Elévateur à vis. 22, Support de l'excavateur. 23, Support du transporteur. 24, Plaques de tôle. 25, Traverses. 26, Tourbe déchargée du transporteur pour être étendue. 27, Tourbe étendue. 28, Guide pour chaîne. 29, Chariot. 30, Direction dans laquelle se meut le cadre de l'excavateur. 31, Direction dans laquelle progresse l'excavateur. 32, Tourbière. 33, Godets. 34, Couteau.

l'excavateur. 21, Élévateur à vis. 22, Support de l'excavateur. 23, Support du transporteur. 24, Plaques de tôle. 25, Traverses. 26, Tourbe déchargée du transporteur pour être étendue. 27, Tourbe étendue. 28, Guide pour chaîne. 29, Chariot. 30, Direction dans laquelle se meut le cadre de l'excavateur. 31, Direction dans laquelle progresse l'excavateur. 32, Tourbière. 33, Godets. 34, Couteau.

PLANCHE IX.



Excavateur mécanique de tourbe, système Strenge, sur la tourbière Wiesmoor.



ALLEMAGNE.

À Wiesmoor en Ostfriedland, et à Schweger Moor, gouvernement d'Osnabruck, nous visitâmes deux importantes usines d'énergie à la tourbe. Celle de Wiesmoor est une usine à vapeur, tandis que celle de Schweger Moor est une usine à gazogène à récupération des sous-produits.

La production totale de ces deux tourbières est de 70,000 tonnes environ par année.

À Wiesmoor, on emploie 12 machines Dolberg, pouvant produire de 60,000 à 80,000 briques de tourbe par jour de 10 heures, et 2 machines Streng, avec excavateurs mécaniques et machines à étendre. On fait usage de machines de même modèle à Osnabruck.

Le prix de revient de la tourbe de Wiesmoor, ou plutôt le prix auquel on la vend à la société de développement d'énergie, est de 5 marks (\$1.25 environ) la tonne métrique, et elle a une teneur d'humidité de 25 à 30 pour cent. À cause des difficultés de drainage, le prix de revient de la tourbe fabriquée à Schweger Moor fut de 15 marks (\$3.50) la première année d'exploitation. Ce prix sera notablement moindre, dit-on, la saison prochaine.

ITALIE.

La seule fabrique de tourbe que nous visitâmes en Italie fut celle de L'Utilizzazione Dei Combustibile Italiani E L'Impianto De Orentano. La production totale annuelle (30,000 tonnes) de cette installation est fabriquée avec les machines Dolberg, qui emploient beaucoup d'ouvriers. Le prix de revient du combustible est, dit-on, de \$1.50 la tonne.

Pratique canadienne.

Actuellement on fabrique de la tourbe combustible sur une échelle industrielle en deux endroits:—à Farnham, Province de Québec, et à Alfred, dans l'Ontario. Ces deux installations emploient les machines modernes pour économiser la main-d'œuvre.

La fabrique de Farnham emploie à présent un excavateur mécanique d'un modèle spécial, planches X et XI, une machine à tourbe "Anrep," et une machine à étendre système Jakobson modifié. Durant l'été de 1912, la production de cette installation fut de 2,000 tonnes de tourbe séchée à l'air contenant 25 pour cent d'humidité.

On s'attend pouvoir fabriquer une quantité plus considérable cette année. Nous n'avons pas pu nous procurer les prix de revient du combustible que l'on y fabrique, car on n'avait guère encore dépassé le stade d'expérimentation. On trouvera une description de cette installation dans le Bulletin n° 9, publié par la Division des Mines.

TOURBIÈRE D'ALFRED

Durant deux campagnes, la Division des Mines fabriqua environ 3,000 tonnes de tourbe séchée à l'air, contenant environ 25 pour cent d'humidité. On employait les machines Anrep, si largement usitées en Russie et en Suède. L'installation ne comprenant pas d'excavateur mécanique, sa production n'était que de 30 tonnes par jour, donc les frais de main-d'œuvre, d'amortissement et d'intérêts sur la mise de fonds étaient élevés. La machine Anrep améliorée, dont l'on se servait, est décrite sur une autre page; il n'est donc nécessaire que d'ajouter quelques remarques au sujet des prix de revient.

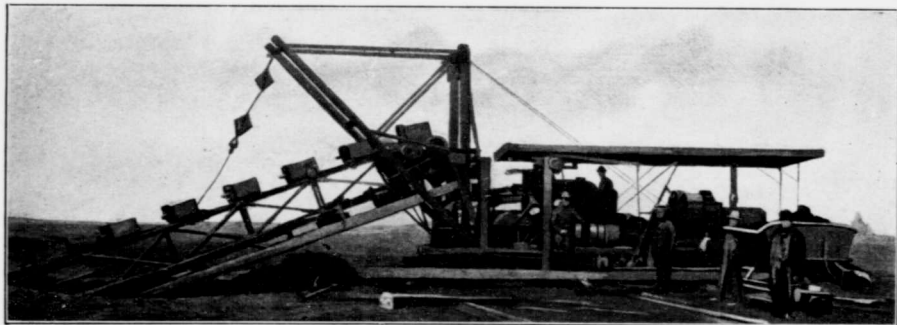
Les résultats obtenus à Alfred, pendant les deux campagnes, sous des conditions peu favorables, indiquent qu'avec une direction sérieuse, on peut fabriquer ce combustible à un prix de \$1.75 la tonne. Ceci comprend tous les frais, tels que intérêt sur la mise de fonds, amortissement, réparations. L'ingénieur suédois qui dirigeait l'entreprise l'an dernier est d'opinion que l'on peut compter sur une période de 110 jours de travail par saison. La production totale serait donc de 3,300 tonnes, et on peut prendre ce chiffre pour le calcul du prix de revient de la tourbe combustible par tonne.

En faisant l'estimation du capital nécessaire à l'installation du système Anrep, donnant une production de 30 tonnes par jour, on suppose qu'une tourbière de 100 acres, profonde de 9 pieds, contient suffisamment de tourbe pour 20 ans d'exploitation. Au bout de cette période, on aura amorti le matériel, la tourbière, etc. La mise de fonds se répartit comme il suit:—

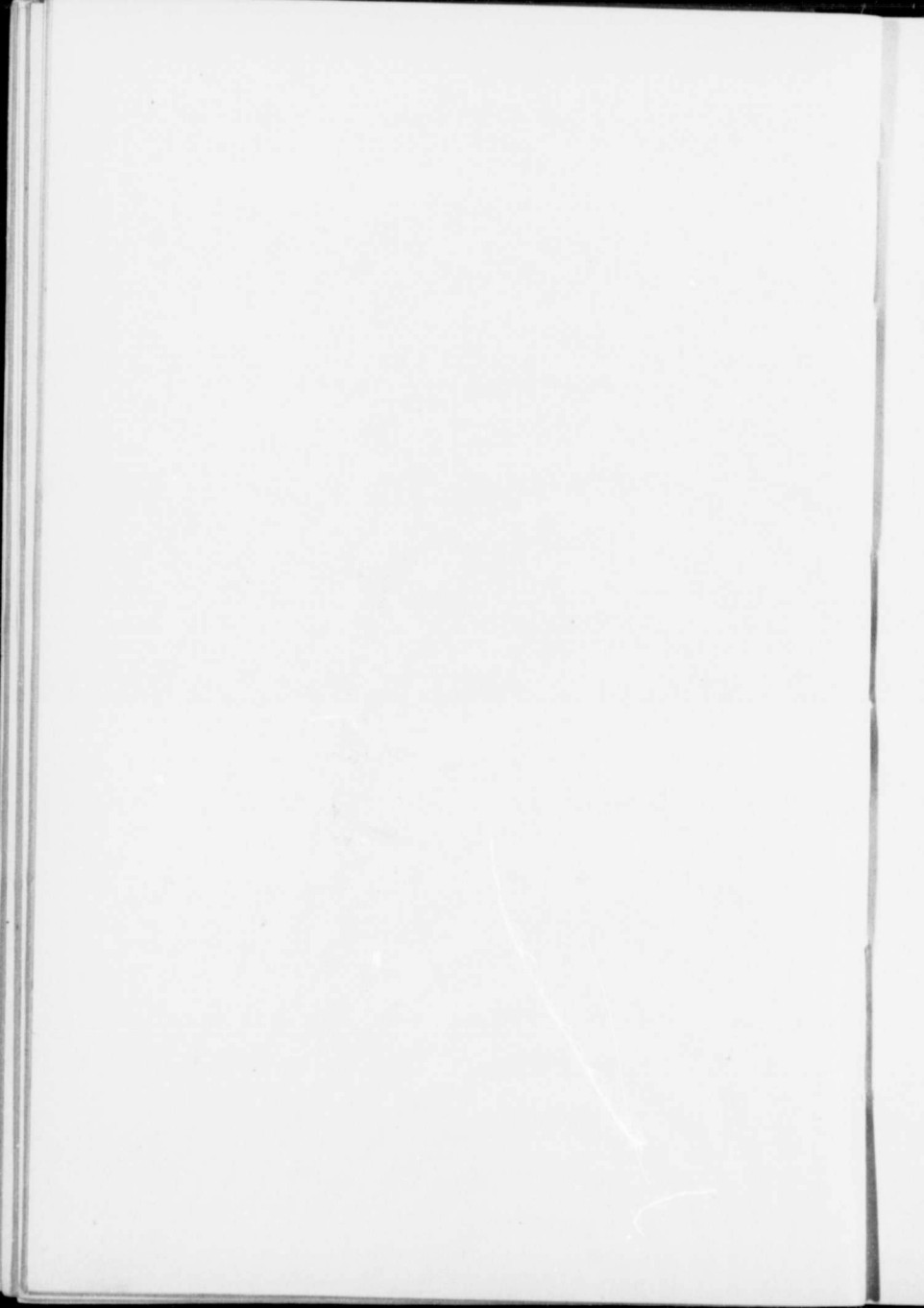
100 acres de tourbière, à \$6.....	\$ 600
Matériel, machine à tourbe, locomobile, voie portative, wagonnets, câbles.....	7,500
Forge, bureau, plateforme de chargement, voie d'évitement...	1,000
Drainage de la tourbière.....	1,500
Bureau, meubles.....	100
Total.....	\$10,700

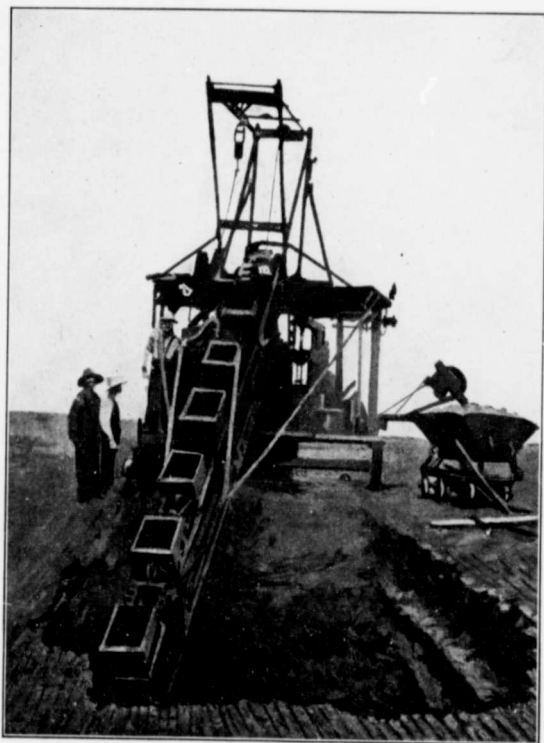
Disons en chiffres ronds \$11,000. L'amortissement sur une base de 20 ans sera de 5 pour cent; et l'intérêt sur le capital sera calculé à 5 pour cent. Ce sera donc de ce chef \$1,100 par année, soit 33½ cents par tonne, sur une production totale de 3,300 tonnes.

PLANCHE X.

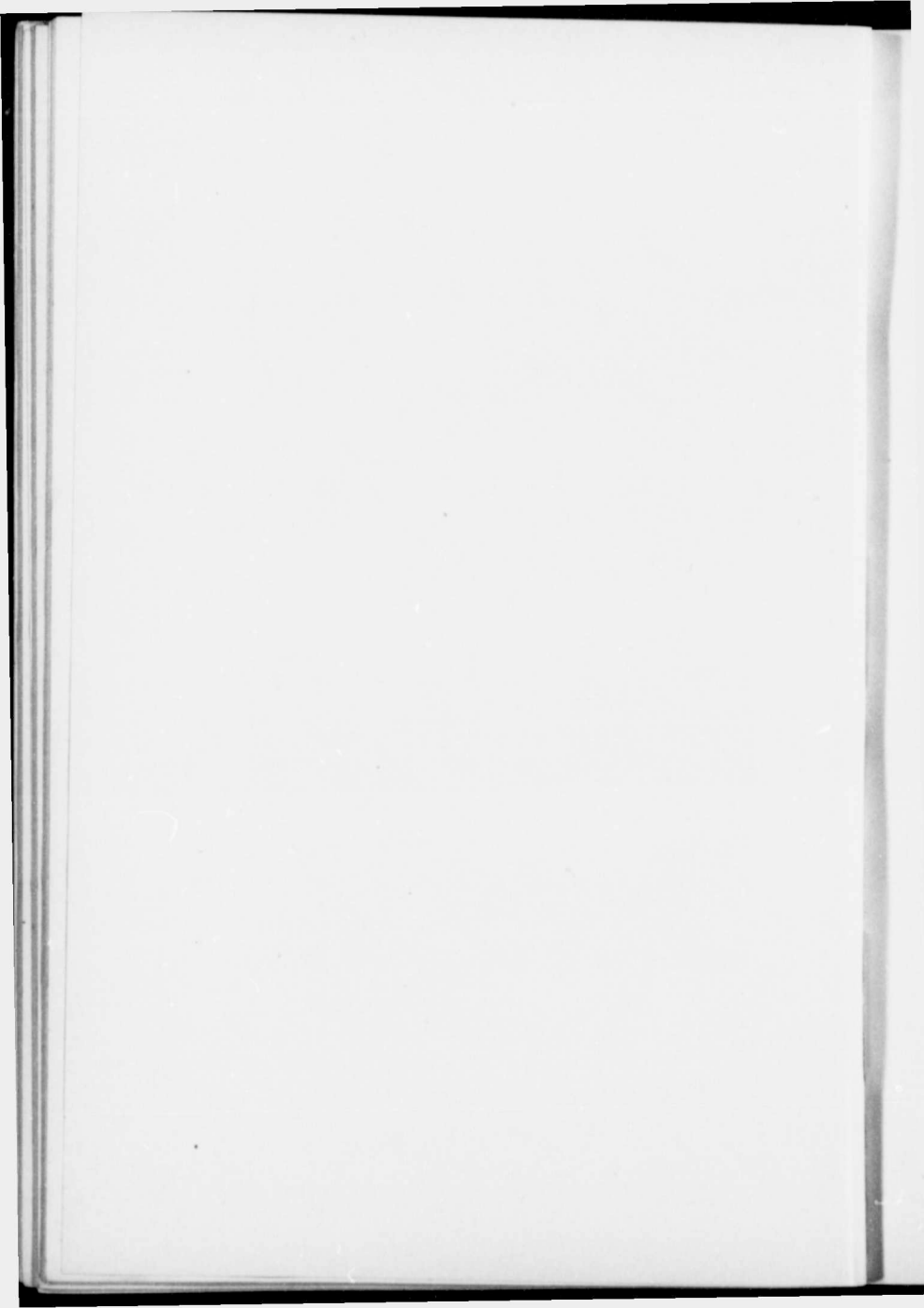


Excavateur mécanique de la tourbière de Farnham; vue de côté.





Excavateur mécanique de Farnham; vue de la chaîne à godets.



La main-d'œuvre requise sera:—

1 mécanicien, par jour.....	\$ 2.50
7 ouvriers dans la tranchée, coupant la tourbe, à \$1.75 par jour.....	12.25
3 ouvriers sur la machine à étendre.....	5.25
1 homme, chargement de wagonnets.....	1.75
4 garçons à .75.....	3.00
1 surnuméraire.....	1.75
Salaries totaux par jour.....	\$26.50
Direction, 5 mois à \$100 par mois.....	3.85
	\$ 30.35

Le coût de la main-d'œuvre, y compris les appointements du directeur, sera donc, pour cinq mois, $110 \times \$26.50 \times 500 = \$3,415$, ou par tonne de tourbe $3,415 \div 3,300 = 1.04$.

Coût pour retourner les briques partiellement sèches..... .07

Coût de l'empilage (en petits tas)..... .10

Amortissement et intérêt..... 1.21

Réparations, huile, combustible etc..... .33½

Réparations, huile, combustible etc..... .15

En chiffres ronds, par tonne..... 1.69½

En chiffres ronds, par tonne..... 1.70

On donne à forfait le travail de retourner et d'empiler la tourbe, à tant la tonne de tourbe à 25 pour cent d'humidité. Le prix de ce travail est donné dans le tableau d'estimation du prix de revient.

Avant que l'on eut pris la décision de ne pas continuer la fabrication de la tourbe sous les auspices du gouvernement, le directeur de l'entreprise s'était mis d'accord avec les ouvriers, pour la campagne suivante, de les payer sur une base d'unité de production, ainsi que cela se pratique en Suède. Il est certain que ce système est plus avantageux que celui de payer les hommes à la journée, surtout quand il faut extraire la tourbe à la bêche. Dans ce cas, ce sont les hommes dans la tranchée qui règlent la production journalière et si ils sont peu travaillants, le rendement s'en ressent notablement. Lorsque les ouvriers sont payés à la journée, ils n'ont pas autant de motifs à travailler fort que lorsqu'ils sont payés d'après le chiffre de production. Il est avéré que sous cette méthode de rémunération, les hommes travaillent mieux et portent plus d'attention au travail qui leur est confié, ce qui augmente le chiffre de production journalière.

L'accord fait avec les hommes employés par le gouvernement canadien était sur la base suivante:—

1 mécanicien à 6c. la tonne (2,000 lbs., 25% d'eau).....	.06
7 ouvriers excavateurs à 6c. la tonne.....	.42
3 ouvriers sur la machine à étendre, à 6c. la tonne.....	.18
1 homme, chargement wagonnets.....	.06
4 garçons à 4c.....	.16
1 surnuméraire à 6c.....	.06
Retournage de la tourbe à 6c. la tonne.....	.06
Mise on tas à 12c. la tonne.....	.12
Appointements du directeur \$500.....	.15
Amortissement et intérêt.....	.33
Total.....	\$1.60

ou, en chiffres ronds, \$1.65. Il est certain que, sous ce système, la production journalière serait au moins de 30 tonnes, et peut-être de 35 tonnes.

L'estimation ci-dessus fait bien ressortir la nécessité d'employer tous les dispositifs possible pour économiser la main-d'œuvre, et d'augmenter la production par unité d'installation.

La nouvelle campagne qui a repris la tourbière d'Alfred a installé un excavateur mécanique Anrep, amélioré. On trouve une description illustrée de ce dispositif sur une autre page. Il n'y a pas assez longtemps que cette installation est en marche pour que l'on puisse encore déterminer, avec précision, le prix de revient par tonne, mais il y a tout lieu de croire que la tourbe fabriquée à Alfred coûtera moins de \$2 la tonne mise en wagon sur la voie d'évitement, y compris tous les frais. L'installation est pour un chiffre de production double de celle qu'y avait atteint le gouvernement canadien, et le nombre d'ouvriers est moindre. Il est vrai que le coût de l'installation est beaucoup plus considérable, mais à cause de la production plus élevée, les frais fixes, amortissement et intérêt, seront moindre par tonne que dans le cas de la première installation.

Une seule usine de force motrice, du reste, suffira pour actionner plusieurs unités, et ceci diminuera sensiblement le nombre de mécaniciens et les frais de direction et de surveillance et réduira encore le prix de revient.

EXTRACTION DE L'EAU PAR LA COMPRESSION ET LE SÉCHAGE ARTIFICIEL.

La seconde méthode de fabrication de tourbe combustible est celle qui est basée sur la pression et le séchage artificiel pour l'élimination de l'eau de la matière première. Comme il ne s'est pas encore développé de système industriel basé sur ce principe, on peut dire que ces méthodes ne

sont encore qu'au stade d'expérimentation. De plus, il est fort douteux qu'il en résulte un système pratique et économique.

Séparation de l'eau par compression.

Depuis de longues années, on fait des expériences entraînant des dépenses considérables dans le but de développer une méthode pratique d'extraire l'eau de la tourbe brute par pression. De temps en temps, on entend dire que la solution est trouvée, puis plus tard que des insuccès ont suivi l'entreprise, entraînant la perte des mises de fonds. Le but de ces recherches est qu'une telle méthode rendrait la fabrication de la tourbe indépendante des conditions atmosphériques et permettrait de travailler toute l'année sans arrêt. La qualité du combustible produit serait aussi supérieure à celui séché à l'air. La tourbe séchée à l'air libre a un poids spécifique peu élevé; elle occupe un volume considérable par rapport à la houille, et même relativement à la tourbe pressée en question. Mais pour la production d'énergie, la tourbe séchée à l'air constitue un combustible excellent.

Les résultats des recherches faites jusqu'à présent sur l'extraction de l'eau de la tourbe par pression, indiquent que la teneur en eau ne peut guère être abaissée au-dessous de 70 pour cent par la pression seule. Il est vrai que des expériences de laboratoire, sur une très petite échelle, ont donné des résultats plus favorables, mais leur application dans l'industrie n'est pas pratique.

Propriétés de la tourbe qui ne permettent pas d'en extraire l'eau par pression.

Après un grand nombre d'expériences avec des presses de divers modèles capables d'exercer des pressions énormes, Ekenberg entrepris un travail de recherches sur les propriétés de la tourbe qui empêchent l'extraction de l'eau par pression. Il trouva que toutes les tourbes ne donnent pas les mêmes résultats; les unes se séparent plus facilement de leur teneur en eau que d'autres. Par exemple, une tourbe fibreuse, dont l'humification n'est pas complète, rend son eau plus facilement qu'une tourbe noire humifiée, laquelle donne un meilleur combustible. La raison en est que toute tourbe humifiée contient un composé d'hydrocarbure complexe, gélatineux, qu'Ekenberg appelle hydrocellulose. La proportion d'hydrocellulose dépend du degré d'humification de la tourbe. Les anciennes tourbes, dans un état d'humification avancée en contiennent plus que les produits plus récents de tourbières. Les tourbes de surface, qui sont généralement très fibreuses, n'en contiennent parfois qu'une trace, et elle peut même être complètement absente. Dans la tourbe noire, bien humifiée, la quantité d'hydrocellulose peut atteindre et même dépasser 1-2 pour cent.

L'hydrocellulose possède la propriété remarquable d'augmenter énormément de volume par absorption d'eau, et dans la tourbe brute, bien humifiée, elle se trouve en masses gonflées ayant la consistance de savon mou. Lorsque cette substance gélatineuse est séparée de la tourbe, celle-ci rend la plus grande partie de son eau sous une pression modérée. Par exemple, de la tourbe brute contenant 90 pour cent d'eau, dont on a enlevé l'hydrocellulose, rendra une forte partie de son eau en la soumettant à une certaine pression dans un sac de toile. La même tourbe, contenant l'hydrocellulose, retiendra son eau sous les mêmes conditions de pression, et même la tourbe sortira par les mailles de la toile avec toute sa teneur d'eau.

Ce sont là les conditions qui règnent lorsque l'on soumet la tourbe à la pression de presses hydrauliques ou de filtres-presses. La tourbe, après avoir rendu un peu d'eau, passe à travers la toile ou par les pores des tissus qui devraient ne laisser passer que l'eau.

Larson explique d'une autre façon l'impossibilité d'extraire l'eau de la tourbe en présence d'hydrocellulose. Il maintient que lorsque la tourbe est soumise à une forte pression dans un sac de toile, l'hydrocellulose, ou substance gélatineuse, adhère à la surface de la toile, et empêche le passage, de l'eau. De plus, Larson avance que la pulpe de la tourbe ne consiste pas en cellules, puisque celles-ci sont détruites par l'humification, mais plutôt en une substance gélatineuse. Donc, d'après lui, l'eau qui est si réfractaire ne se trouverait pas présente dans des cellules, ainsi que le maintient Ekenberg. Ce dernier, ainsi que d'autres investigateurs, suppose l'eau de la tourbe présente dans l'hydrocellulose. Quoiqu'il y ait désaccord sur la condition dans laquelle l'eau est présente dans la tourbe, on s'accorde sur le fait que la tourbe dont on a enlevé la substance gélatineuse se prête plus facilement à l'extraction de l'eau par la pression.

Puisque l'on ne peut extraire l'hydrocellulose économiquement par des moyens mécaniques, on a recherché une autre méthode par laquelle un changement dans la nature de la substance permettrait l'extraction de l'eau par la pression.

Procédé de carbonisation humide.

(Ekenberg).

Par son procédé de carbonisation humide, Ekenberg croyait avoir techniquement résolu le problème de la fabrication économique de la tourbe combustible. Le procédé est comme il suit:—Lorsque la tourbe brute, contenant 90 pour cent d'eau, est chauffée sous pression en vase clos, il s'effectue une réaction chimique. La teneur en carbone augmente, et une certaine partie de l'hydrogène se combinant avec l'oxygène libre, forme de l'eau, dont la teneur augmente. Il ne s'échappe pas de gaz durant le chauffage, comme dans le cas de la distillation sèche, donc la tourbe ne perd aucun de ses éléments combustibles.

Lorsque la tourbe brute est carbonisée de cette manière, elle est soumise à une pression. Les courbes ¹ (figure 8) indiquent le rapport entre la pression et l'eau extraite. Ces courbes indiquent aussi l'influence marquée de la température à laquelle on conduit le procédé sur la pression nécessaire à expulser l'eau. La tourbe rend son eau plus facilement à mesure que la température s'élève à 220° C. On ne gagne rien à appliquer une température plus élevée. À 220° C, la teneur en eau de la tourbe de carbonisation humide était réduite à 33 pour cent par une pression de 54 atmosphères (800 livres au pouce carré).

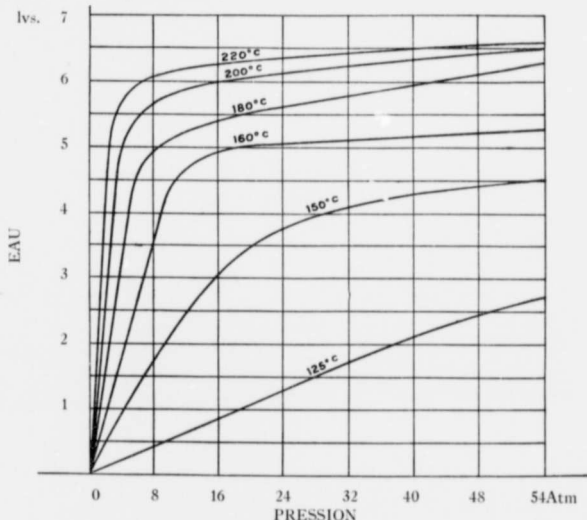


FIGURE 8. Courbes montrant les rapports entre la pression employée et la quantité d'eau exprimée.

La figure 9 donne une coupe schématique de l'appareil employé pour le procédé Ekenberg.²

Il y a quelques années, la Wet Carbonizing Co., de Londres, monta, à Dumfries, Écosse, une usine expérimentale pour démontrer le procédé, et continuer les travaux de recherches. Elle a depuis été démontée. On nous apprend qu'une usine commerciale sera en opération sous peu, mais nous n'avons eu aucun autre renseignement à ce sujet.

¹ Combustible fabriqué de la tourbe; Ekenberg, The Journal of the Iron and Steel Institute, n° 1, 1909, page 322.

² Ibid., page 328.

Un travail par feu le D^r Wolff, ingénieur conseil de la société de tourbe d'Allemagne, critique sérieusement ce procédé. D'après le D^r Wolff, la teneur en eau ne peut être réduite à moins de 60% par la carbonisation humide, et en sortant de l'appareil la tourbe doit être soumise à un séchage artificiel. À Dumfries, on accomplissait ce stade du procédé en brûlant la moitié de la tourbe carbonisée dans des gazogènes Mond, dont le gaz était utilisé au séchage. La teneur en azote était récupérée sous forme de sulfate d'ammoniaque.

En 1902, le gouvernement de Suède accorda une somme de 20,000 kronors à Ekenberg et Larson pour l'étude et le développement de ce projet, et son établissement sur une base industrielle. On dépensa cette somme sans obtenir de résultats définitifs. En 1910, une seconde allocation de 19,000 kronors fut faite au D^r De Laval pour étudier les possibilités industrielles du procédé et continuer l'expérimentation. En 1911, il reçut une autre somme

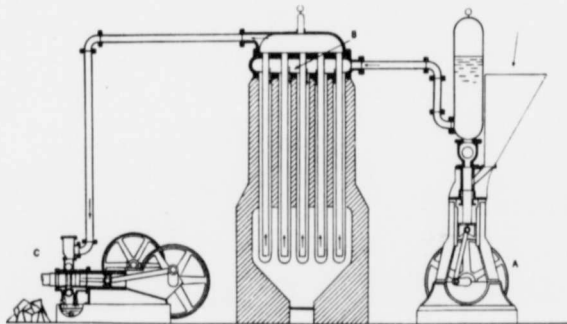


FIGURE 9. Coupe schématique de l'appareil à carbonisation humide Ekenberg.

du gouvernement suédois, et, en plus, un montant considérable de la part de la Société Sidérurgique. Les résultats de ses travaux sont très satisfaisants, dit-on; mais d'après les techniciens en mesure de juger, le problème n'est pas encore résolu.

Un rapport récent par Larson¹ sur ce procédé, émet l'opinion que dans une application industrielle continue de ce principe, on ne peut guère compter sur une teneur d'eau inférieure à 70 pour cent dans les gâteaux de tourbe pressée. Pour ces expériences, on se servit d'un filtre-pressé pour expulser l'eau de la tourbe carbonisée.

Quoique les investigateurs aient eu de fortes sommes à leur disposition, et que des intérêts particuliers aient fait des séries d'expériences sur une grande échelle, qui ont entraîné des dépenses considérables, on n'a pas encore fabriqué industriellement par ce procédé, une seule tonne de tourbe.

¹ Bulletin sur la tourbe n° 4, Division des Mines, Ministère des Mines, Canada.

Procédé de Brune et Horst, pour l'extraction de l'eau par pression.

Afin de rendre la tourbe humide traitable à l'extraction de l'eau par pression, Brune et Horst ont inventé un procédé qui consiste à soumettre à la pression d'une presse hydraulique spéciale, un mélange de tourbe sèche et de tourbe humide, dans des proportions définies. Ce mélange consiste en un quart de tourbe séchée, ne contenant pas plus de 20 pour cent d'eau et trois-quarts de tourbe humide. Après avoir été soumis à un malaxage énergique, le mélange est soumis à une pression préliminaire de quelques atmosphères. Le gâteau formé est retiré de la presse, concassé en petits morceaux et de nouveau soumis à une pression, mais plus élevée. Par ces deux stages de pression, on abaisse la teneur à 53 pour cent d'eau.

Par l'addition de tourbe sèche, il se forme, dit-on, des canaux minuscules qui permettent à l'eau de s'écouler plus librement.

La réduction subséquente de la teneur d'eau doit s'accomplir par séchage à l'air ou par séchage artificiel.

On peut énumérer comme il suit les différents stages du procédé:—

- (1). Mélange d'une partie de tourbe sèche et de trois parties de tourbe humide.
- (2). Pression du mélange.
- (3). Séchage artificiel de la masse pressée.
- (4). Mise en briquettes, si on le désire.

Afin de se rendre un compte exact des résultats de ce procédé et des changements que subit la tourbe, il faut suivre les différents stages. Théoriquement parlant, la tourbe séchée, que l'on mélange à la tourbe brute, ne fait pas partie du produit finalement obtenu, mais on s'en sert seulement comme addition que l'on récupère sous forme de tourbe séchée. Il suffit donc d'en avoir la quantité nécessaire au début des opérations pour mélanger à la production de la première journée.

Comme exemple, supposons qu'au début, on mélange 100 livres de tourbe à 20 pour cent d'humidité et 300 livres de tourbe brute à 87½ pour cent d'eau; ce mélange contiendra $(100 \times 0.8) + 3 (100 \times 0.125) = 117.5$ livres de tourbe sèche, et la quantité d'eau présente sera $(100 \times 0.2) + 3 (100 \times 0.875) = 282.5$ livres, soit une proportion d'eau dans le mélange de $282.5 \div 400$ soit 70.6 pour cent.

Après avoir été soumis à la pression, le mélange renfermera 53 pour cent d'eau. C'est-à-dire que le gâteau de tourbe contiendra $(117.5 \times 53) \div 47 = 132.5$ livres d'eau.

Quantité d'eau dans le mélange avant pression.....	282.5
“ “ “ “ “ après pression.....	132.5
Quantité d'eau extraite par pression.....	150.0

La quantité totale d'eau dans la tourbe brute est de 3 (100×0.875) soit 262.5 livres; mais en déduisant la quantité d'eau exprimée du mélange, la teneur en eau sera de $112.5 \div (112.5 + 37.5) = 75$ pour cent. La réduction de la teneur en eau de la tourbe brute de $87\frac{1}{2}$ à 75 pour cent est possible à l'aide de presses ordinaires. Les difficultés surviennent lorsque l'on tente d'abaisser cette proportion au-dessous de 75 pour cent.

À Orentano, Italie, on réduit la teneur en eau de la tourbe brute à 77 pour cent à l'aide d'une presse hydraulique ordinaire, du type employé à faire les balles de foin, et la plus grande partie de la tourbe consommée dans l'usine à gazogènes Mond de cet endroit subit cette préparation préliminaire. On sèche ensuite à 30 pour cent par chaleur artificielle.

Que la tourbe soit d'abord additionnée de tourbe sèche et ensuite soumise à une pression jusqu'à réduction de 53 pour cent, ou qu'elle soit pressée sans cette addition jusqu'à une teneur de 75 pour cent, la quantité d'eau exprimée reste la même.

Donc, pour obtenir une tourbe utilisable, contenant 20 pour cent d'humidité, la quantité d'eau qu'il faut extraire du mélange sera $400 - \frac{400 \times 29.4}{80} = 253$ livres, dont 150 livres sont exprimées par la pression. Il reste donc 253—150 ou 103 livres à éliminer par d'autres moyens.

Dans le cas de la tourbe brute, la quantité d'eau à extraire pour réduire l'humidité de $87\frac{1}{2}$ pour cent à 20 pour cent sera de $300 - \frac{300 \times 12.5}{80}$ ou 253 livres, dont nous supposons 150 livres exprimées par pression, ce qui réduit la teneur $87\frac{1}{2}$ à 75 pour cent. Ceci laisse, comme dans le premier cas, 103 livres à éliminer par d'autres moyens. Au point de vue technique, la seconde méthode est donc plus rationnelle, car il n'y a pas de manutention de matériaux qui ne sont pas compris dans le produit final.

La proportion de tourbe sèche à la tourbe brute dans le mélange est de 80 à $37\frac{1}{2}$. C'est-à-dire qu'il faut ajouter plus de deux fois le poids de tourbe sèche à la tourbe brute, si on considère le produit final; car la tourbe sèche que l'on ajoute doit être prise du produit fabriqué pour de nouveau être mélangée à la fournée suivante. Par exemple, si la production quotidienne d'une telle usine est de 100 tonnes de tourbe à 20 pour cent d'humidité, il faut ajouter 200 tonnes de tourbe sèche, que l'on soustrait ensuite pour recommencer,—ce qui entraîne une manutention de 400 tonnes par jour de mélange, car il faut manier deux fois la tourbe sèche que l'on utilise pour éliminer mécaniquement le contenu d'eau de la tourbe brute.

De plus, les presses et les appareils de séchage doivent être de capacité suffisante pour traiter 300 tonnes de tourbe à 20 pour cent d'eau, alors que la production n'est que de 100 tonnes.

Avant de pouvoir faire usage de la tourbe pressée, il faut réduire la teneur en humidité à une proportion de 20 pour cent environ. C'est-à-dire qu'il faut éliminer 103 livres d'eau par évaporation, ainsi que nous l'avons expliqué plus haut; et la quantité de chaleur requise pour cette évaporation,

en supposant un rendement utile de 70 pour cent, est de $\frac{1120 \times 103}{0.70}$ ou 164,800 U.T.B. (unités thermiques anglaises). La quantité de chaleur requise pour élever une livre d'eau de 62° à 212° F., et pour l'évaporer, est de 1,120 U.T.B.

Si le pouvoir calorifique de la tourbe absolument sèche est pris à 9,200 U.T.B. par livre, la chaleur effective, lorsqu'elle contient 20 pour cent d'humidité sera $(9,200 \times 0.8) - (1,120 \times 0.2)$ soit 7,136 U.T.B. par livre. La quantité de tourbe que l'on devra consommer pour produire la chaleur requise sera $164,800 \div 7,136$, soit environ 23 livres. Le poids total de tourbe à 20 pour cent d'eau, que l'on obtient du procédé de 300 livres de tourbe à 87½ pour cent d'eau, est de 46.9 livres. Donc, le poids net de la tourbe provenant de l'opération serait de $(46.9 - 23)$ ou 24 livres, soit environ la moitié de la quantité fabriquée.

Donc, d'après l'exposé ci-dessus, on verra que pour produire de la tourbe à 20 pour cent d'humidité, en se servant de tourbe brute à 87½ pour cent, il faut brûler la moitié du produit fabriqué en addition de l'énergie nécessaire à la pression, ce que l'on ne peut faire économiquement.

Séchage artificiel de la tourbe.

Dans toutes les formes de séchage artificiel élaboré pour l'évaporation de l'humidité de la tourbe, on obtient la chaleur nécessaire en brûlant du combustible. Que cette chaleur soit appliquée à des générateurs de vapeur, et transmise ensuite aux appareils de séchage par des serpentins ou des doubles fonds, ou que la combustion chauffe directement l'air, nous n'avons besoin que de considérer la quantité première de chaleur requise. Lorsque l'on peut disposer d'une source de chaleur qui serait autrement perdue, comme de la vapeur d'échappement, de détente, les produits perdus de combustion de foyers de générateurs, ou les gaz d'échappement de moteurs à gaz, le rendement efficace d'une installation de séchage n'est pas de conséquence primordiale. Mais lorsque l'on doit brûler le combustible pour obtenir la chaleur nécessaire à l'évaporation de l'humidité, il est de toute nécessité d'obtenir un rendement élevé. De fait, c'est un point si important, qu'un procédé autrement pratique peut courir à un échec technique lorsqu'il s'agit de faire sécher la tourbe artificiellement par l'application de la chaleur.

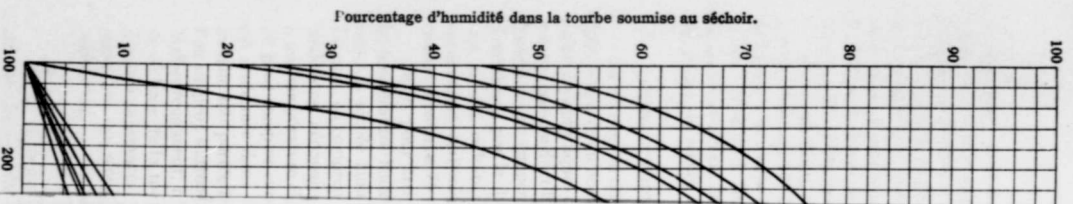
On a inventé un grand nombre de séchoirs pour évaporer l'humidité de la tourbe, lesquels on prétend avoir un rendement très élevé; mais jusqu'à

présent aucun n'est encore pratique. Le coût du séchage artificiel n'est pas déterminé seulement par la quantité de combustible que l'on doit consumer pour obtenir la chaleur requise. Il faut aussi faire entrer en ligne de compte d'autres considérations telles que les frais d'installation du système de séchage, le coût de la manutention de la tourbe, brute et séchée. De plus, les séchoirs doivent avoir une grande capacité permettant de charger un gros volume de tourbe brute humide, pour en retirer un poids faible de tourbe sèche.

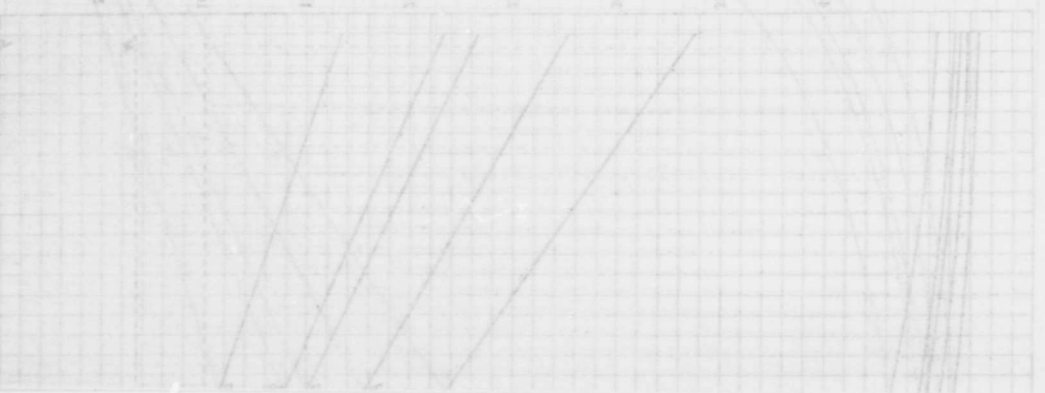
Lorsque la teneur en eau de la tourbe dépasse une certaine proportion, le séchage artificiel devient alors une impossibilité. Les courbes ci-contre montrent la quantité de tourbe sèche, et à 20, 25, 35 et 45 pour cent d'eau, qu'il est nécessaire de brûler pour obtenir 100 livres de tourbe sèche et à 20, 25, 35, et 45 pour cent d'eau. Nous avons pris comme puissance calorifique de la tourbe absolument sèche 9,500 U.T.B. par livre, tandis que pour les puissances calorifiques de la tourbe à 20, 25, 30, 35 et 45 pour cent d'eau, nous avons calculé la quantité de chaleur nécessaire pour élever la température de l'eau contenue de 62° F. à 212° F., et pour l'évaporer; la puissance calorifique de la tourbe contenant X pour cent d'humidité sera de (9,500-106 fois le pourcentage d'humidité) unités thermales britanniques. La quantité de chaleur requise pour évaporer une livre d'humidité contenue dans la tourbe est prise à 1,120 unités thermales anglaises, le pouvoir utile d'évaporation étant de 70 pour cent.

Les courbes A, B, C, D et E indiquent les quantités de tourbe brute à une teneur d'humidité quelconque, qu'il faut charger dans le séchoir pour en retirer 100 livres de tourbe sèche (A); et aussi pour produire de la tourbe aux teneurs suivantes d'humidité:—20% B, 25% C, 35% D et 45% E. Les courbes a, b, c, d, e, montrent la quantité de tourbe sèche, et aux teneurs déjà indiqués, qu'il faut brûler pour évaporer l'eau de la tourbe brute à teneur quelconque d'humidité, afin de produire de la tourbe sèche et à 20, 25, 35, et 45 pour cent d'humidité.

Par exemple, si on désire produire 100 livres de tourbe sèche, en traitant de la tourbe brute contenant 80 pour cent d'eau, la ligne Y-L, partant du point Y, qui correspond à 80 pour cent d'eau, sur la courbe A, pour tomber sur l'abscisse, indique qu'il faut 500 livres de tourbe à 80 pour cent d'eau pour produire 100 livres de tourbe sèche. La courbe A donne le nombre de livres de tourbe brute nécessaires pour produire 100 livres de tourbe sèche. L'intersection de la ligne Y-L avec la courbe (a) en (M) donne le nombre de livres de tourbe sèche,—l'intersection de M-M avec l'ordonnée de droite,—qu'il faut brûler pour évaporer l'eau contenue dans 500 livres de tourbe brute à 80 pour cent d'eau, pour produire 100 livres de substances sèches. Dans ce cas-ci, on verra qu'il faut 67 livres de tourbe sèche pour produire la chaleur nécessaire.



Fig



Fig

l'ourcentage d'humidité dans la tourbe soumise au séchoir.

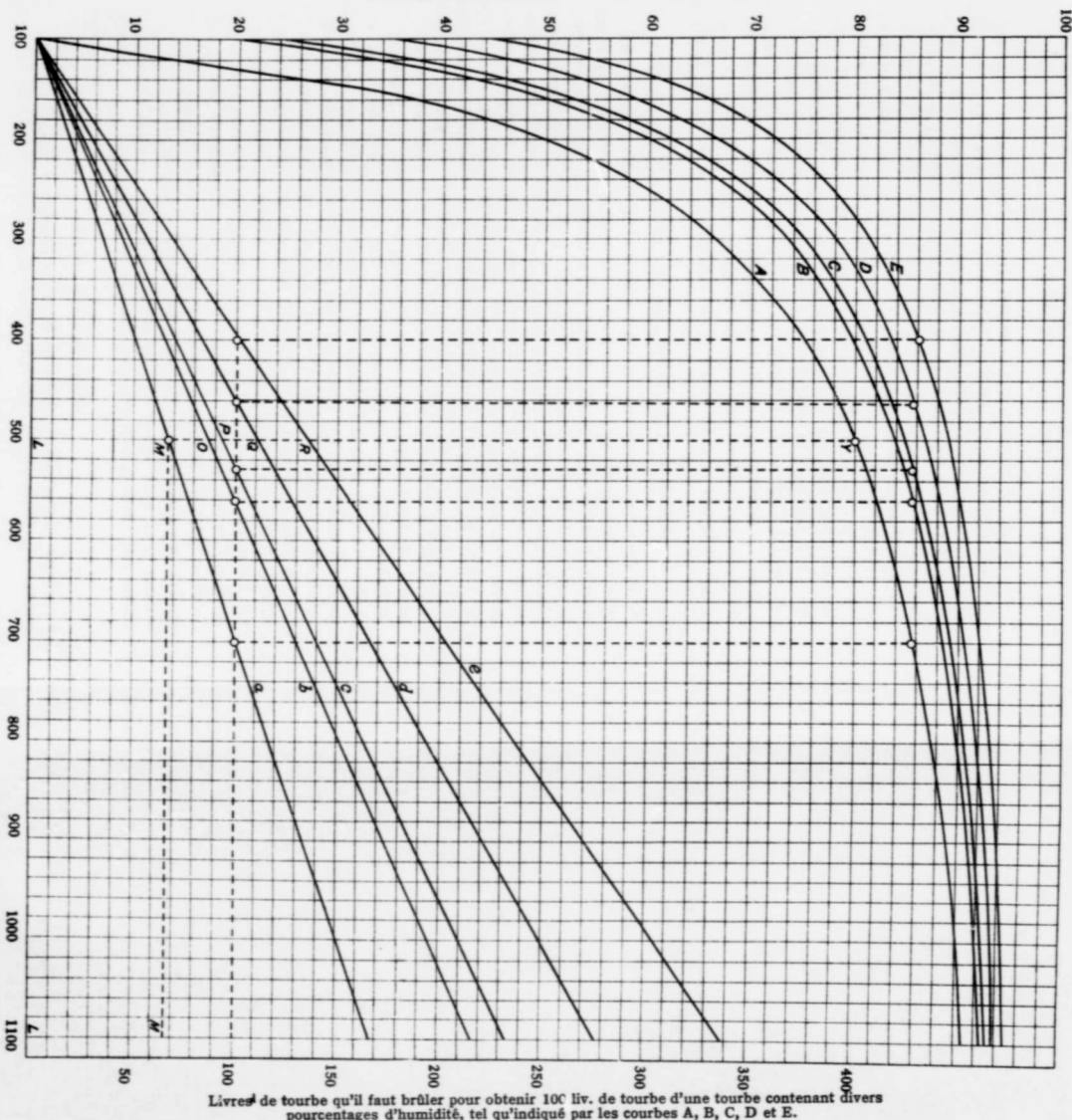


Fig. 10 Livres de tourbe que l'on doit faire sécher pour obtenir 100 liv. de tourbe sèche et 20, 25, 35 et 45 pour cent de tourbe humide, tel qu'indiqué par les courbes A, B, C, D et E.

Livres de tourbe qu'il faut brûler pour obtenir 100 liv. de tourbe d'une tourbe contenant divers pourcentages d'humidité, tel qu'indiqué par les courbes A, B, C, D et E.

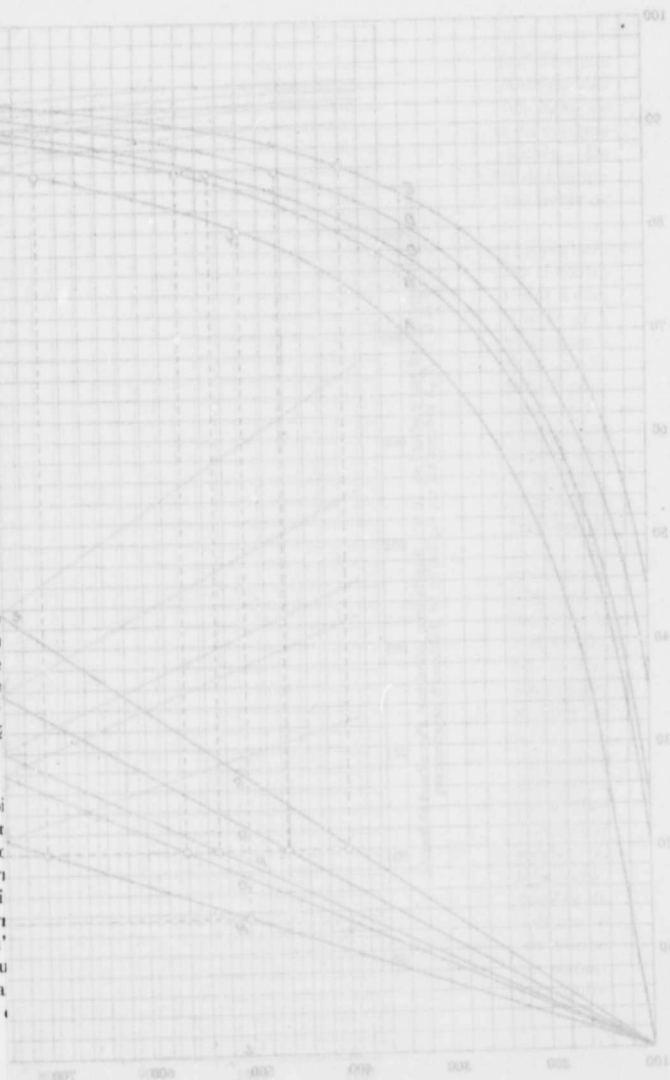
le
n
qu
20
ce
qu
ce
él
la
de
qu
co
po

à
po
toi
Le
ter
à
à 2

de
poi
sur
pre
livi
L'i
livi
qu'
bru
Da
la

le
d
p
c
d
p
u
te

Fig. 10. Livres de temps des Vos des têtes nées pour obtenir 100 lb de
cent de temps nées, les dérivées par les courbes A



On peut, de la même manière, déterminer la quantité de tourbe contenant 20, 25, 35 et 45 pour cent d'humidité qu'il est nécessaire de brûler afin de produire 100 livres de tourbe sèche, en partant de tourbe brute à 80 pour cent d'humidité, en tirant des lignes horizontales des intersections O, P, Q, et R, de la ligne L-Y, avec les courbes a, b, c, d et e, et en observant le nombre de livres indiqué sur l'ordonnée à droite. On peut, de la même façon déterminer le nombre de livres de tourbe qu'il faut brûler afin de produire 100 livres de tourbe à 25, 35 etc. pour cent d'eau, en consultant les courbes B, C, D et E.

On verra donc, d'après ces courbes, que pour produire 100 livres de tourbe sèche, ou 100 livres de tourbe à 20, 25, 35 et 45 pour cent d'eau, en utilisant de la tourbe brute à 86 pour cent d'eau, il faut brûler 100 livres de tourbe sèche ou à 20, 25, 35, 45 pour cent d'eau respectivement. Donc, 86 pour cent étant la limite possible, on se rendra compte de l'absurdité du projet de sécher artificiellement de la tourbe de cette teneur en eau.

AUTRES CONSIDÉRATIONS À FAIRE ENTRER EN LIGNE DE COMPTE.

Le séchage artificiel de la tourbe n'est pas seulement une question de faire évaporer un nombre donné de livres d'eau. La tourbe possède certains caractères physiques qui ajoutent à la difficulté du problème: l'un de ceux-ci est sa non-conductibilité de la chaleur. Lorsque l'on soumet la tourbe humide à une température élevée, comme celle d'un four de séchage chauffé directement par la flamme, la surface se carbonise avant que la teneur en eau ait été réduite sensiblement. On trouve des morceaux de tourbe, entièrement carbonisés à l'extérieur, tandis qu'à l'intérieur la teneur en eau est d'environ 76 pour cent.

Donc, pour arriver à un séchage complet de la tourbe, il faut élever la température lentement et graduellement. Conséquemment, la tourbe une fois séchée aura perdu une forte proportion de ses matières volatiles. De plus, on comprendra que dans un tel procédé, une forte proportion de la chaleur est nécessairement perdue, car l'air saturé et l'humidité se dégagent à une température élevée. Dans le cas de l'évaporation de l'eau seulement, on peut compter sur une efficacité thermique de 70 pour cent, mais si l'eau est renfermée dans la tourbe, et qu'il faut que toute la masse de tourbe humide soit portée à une température de 212° F., on se rendra compte que l'on ne peut s'attendre à atteindre ce chiffre de 70 pour cent en pratique. Malheureusement, nous ne possédons guère de données sur cette méthode de séchage de la tourbe, et les données que nous possédons sur le séchage d'autres substances ne peuvent s'appliquer à la tourbe dont les propriétés physiques qui s'opposent à la dessiccation sont si différentes des autres substances.

SÉCHAGE À AIR CHAUD.

Cette méthode comprend le chauffage préalable de l'air, la circulation des gaz chauds provenant de la combustion dans les foyers de générateurs

de vapeur, ou les gaz chauds d'échappement de moteurs à combustion interne. On peut, du reste, mélanger de l'air à ces divers gaz et faire circuler le mélange.

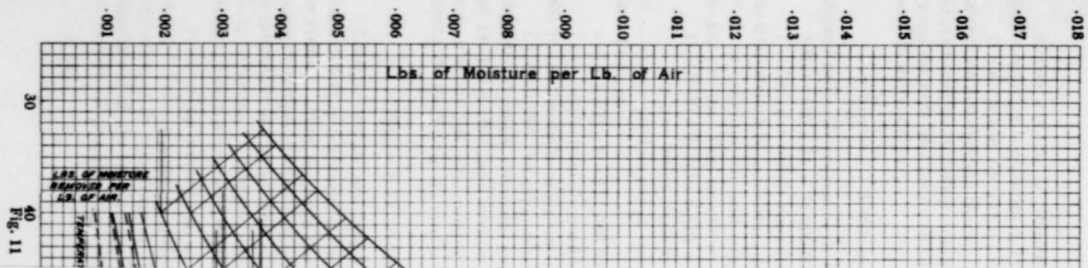
Pour sécher la tourbe en utilisant cette méthode, on met généralement la tourbe sur des étagères placées sur des chariots que l'on roule, sur des rails, dans de longs compartiments rectangulaires. Les extrémités de ces compartiments sont en partie fermées au début des opérations. L'air chauffé, les gaz chauds ou le mélange des deux sont introduits par des ouvertures dans le côtés et sur le toit des compartiments, et sont refoulés autour des étagères par un ventilateur mécanique. On emploie une méthode de ce genre à Orentano pour sécher une grande partie de la tourbe que l'on consomme à l'usine Mond de cet endroit. Les gaz perdus des générateurs de vapeur, les gaz d'échappement des moteurs, et une forte quantité de chaleur provenant d'un réchauffeur spécial, sont mélangés avec de l'air que l'on refoule alors dans les compartiments du sécheur. On produit à cette usine 20 tonnes de tourbe à 30 pour cent d'humidité par jour, en utilisant, comme matière première, de la tourbe brute à 77 pour cent. La chaleur dont on se sert provient des gaz chauds des moteurs, des gaz des générateurs de vapeur, et de la combustion de 8 tonnes de tourbe, ou l'équivalent en gaz de gazogène, que l'on brûle dans un réchauffeur spécial d'air. Ces gaz chauds sont mélangés à une certaine quantité d'air qui abaisse la température du mélange à environ 150° C. Un ventilateur électrique de 40 chevaux refoule ce mélange de gaz dans le sécheur à cinq compartiments. Les gaz chauds entrent par des ouvertures aménagées dans les côtés et dans le toit dans la partie médiane des compartiments, et ils sortent aux deux extrémités. La tourbe à être séchée est chargée sur des étagères que l'on place sur des chariots, que l'on roule alors dans les compartiments. Chaque chariot a quatorze plateaux ou étagères, et contient 4,300 livres de tourbe à 77 pour cent d'eau (teneur d'eau de la tourbe après une préparation préliminaire au séchage). Chaque chariot demeure deux heures dans les compartiments, et durant ce temps l'humidité est réduite à 30 pour cent. La quantité maximum de tourbe à 30 pour cent d'eau que l'on obtient par chariot est de 400 livres, ce qui donne 20 tonnes métriques par jour de 24 heures.

Les chiffres qui suivent indiquent la quantité de chaleur requise pour cette production.

La quantité de tourbe à 77 pour cent d'eau requise pour fabriquer 20 tonnes à 30 pour cent est de:—

$$\frac{20 \times 70}{23} = 61 \text{ tonnes ou } 134,000 \text{ livres. De}$$

cette quantité, 134,000—(20 × 2,000) = 90,000 livres d'eau doivent être évaporées afin de donner 20 tonnes de tourbe à 30 pour cent. La quantité de calorique requise pour porter cette quantité d'eau de 62° F. à 212° F., et l'évaporer, sera de:



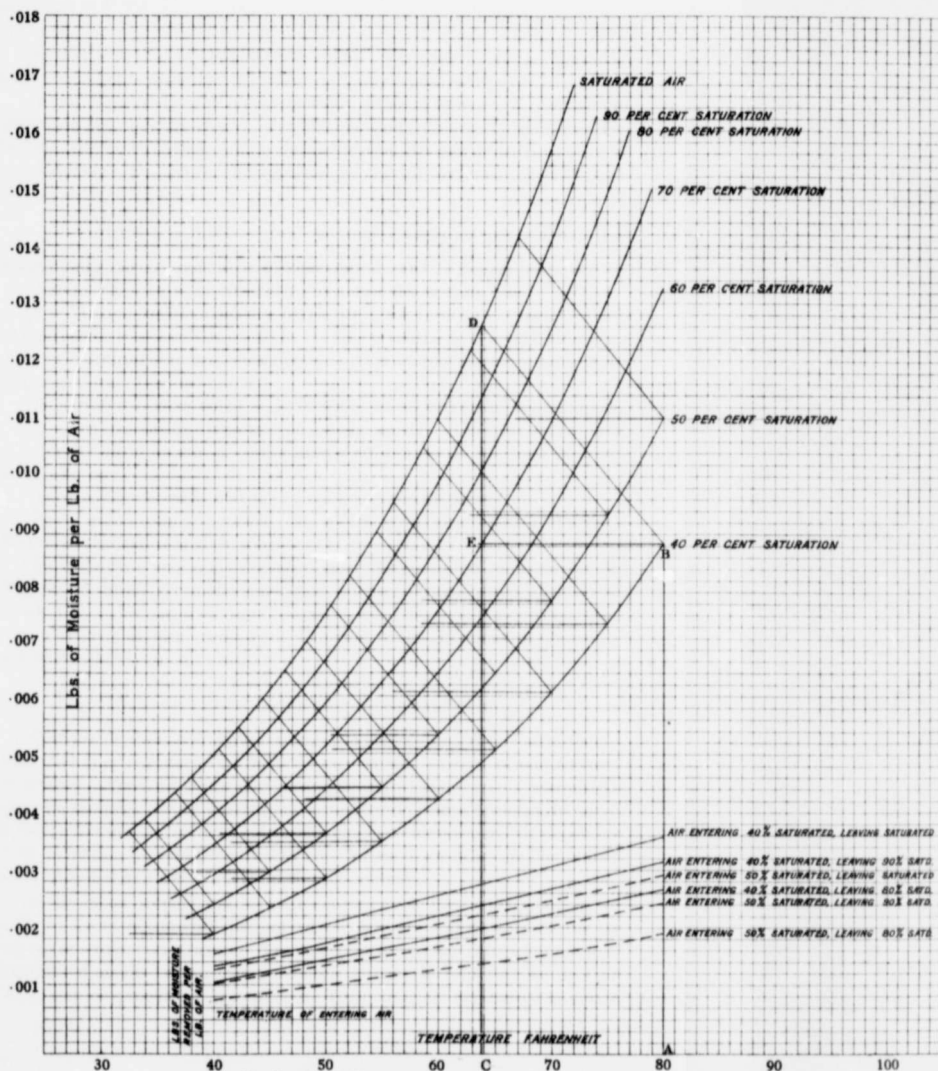


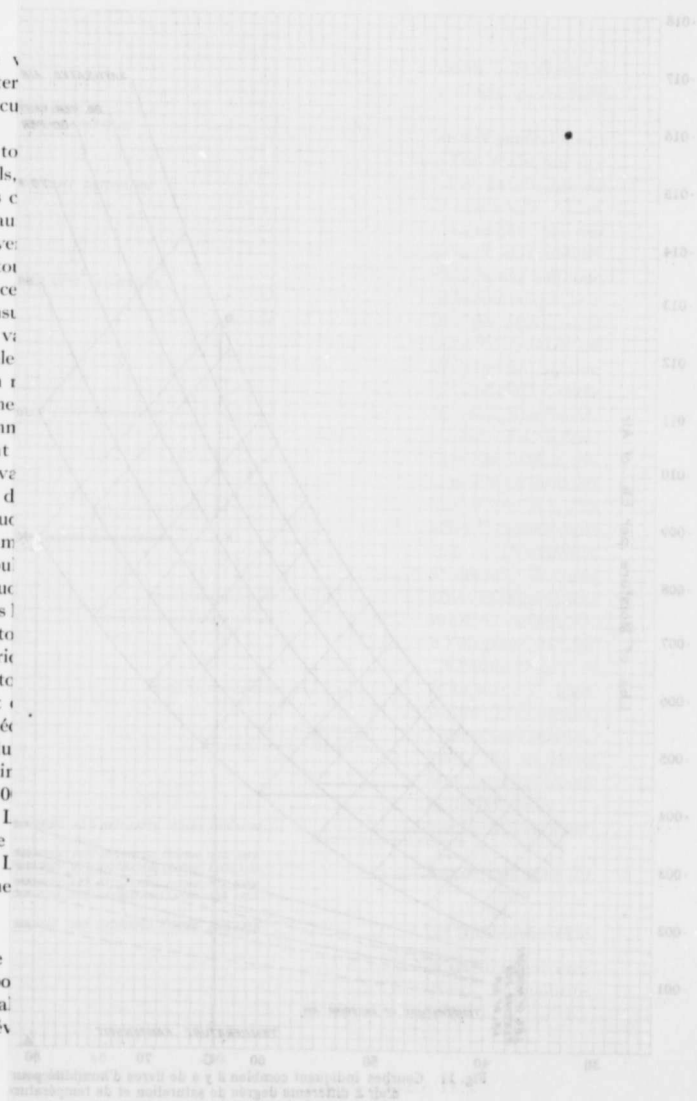
Fig. 11 Courbes indiquant combien il y a de livres d'humidité pour chaque livre d'air à différents degrés de saturation et de température.

de v
inter
circu

la to
rails,
ces c
chau
ouve
auto
de ce
const
de va
chale
l'on r
usine
comm
dont
de va
gaz d
chauc
du m
refou
chauc
dans]
La to
charie
quatre
cent
au sé
et du
maxir
de 40

L
cette
L
tonne

cette
évapo
de cal
et l'év



$90,000 \times 1,120 = 100,000,000$ unités thermales anglaises approximativement; et la quantité de chaleur dont on dispose est:—

1° La chaleur des gaz d'échappement de deux moteurs à combustion interne de 300 chevaux chacun, soit 500 chevaux en tout. On peut prendre 35 pour cent de la chaleur totale de combustion des gaz dans les cylindres, ce qui donnera, par heure, en supposant un travail thermal utile de 25 pour cent du moteur à gaz:—

$$\frac{2,545 \times 35}{25} = 3,560 \text{ unités thermales anglaises par cheval.}$$

La chaleur utilisable provenant de 600 chevaux durant 24 heures sera donc:—
 $3,560 \times 600 \times 24 = 51,000,000$ unités thermales britanniques.

2° Les gaz brûlés dans les foyers de générateurs de vapeur. Ceci est équivalent à la combustion de 11 tonnes de tourbe à 30 pour cent d'eau, et de ce calorique, on peut supposer que 20 pour cent sont contenus dans les gaz perdus. Ceci sera donc:

$$11 \times 0.20 \times 2,200 \times 6,320 = 30,000,000 \text{ unités thermales britanniques.}$$

3° Les gaz brûlés dans le réchauffeur spécial. Ceci est équivalent au calorique produit par la combustion de 8 tonnes de tourbe à 30 pour cent d'eau, ou:—

$$630 \times 2,200 \times 8 = 111,000,000 \text{ unités thermales anglaises.}$$

Le calorique total disponible pour le séchage est donc environ 192,000,000 unités thermales anglaises.

La quantité théorique nécessaire pour l'évaporation de l'eau est de 100,000,000 unités thermales anglaises. Donc le travail utile du procédé est de $100 \div 192$, soit environ 52 pour cent. Dans le calcul ci-dessus, nous n'avons pas tenu compte de l'énergie nécessaire pour actionner le moteur de 40 chevaux du ventilateur.

SÉCHAGE ARTIFICIEL DE LA TOURBE PAR L'AIR.

Lorsque de l'air, non saturé, passe à la surface de l'eau, il absorbe de l'humidité et se rapproche du point de saturation. Par là, sa température est réduite. Pour un degré quelconque de saturation de l'air entrant, la baisse de température en passant sur la surface de l'eau dépendra du degré de saturation de l'air sortant. Le poids de l'eau enlevée par l'air dépendra de la réduction de température de l'air lorsqu'il absorbe de l'humidité, jusqu'à ce qu'il atteigne un degré défini d'humidité.

Nous avons préparé une série de courbes (voir figure 11) montrant le poids en livres d'humidité présent par livre d'air à différents degrés de saturation et de température. Les lignes inclinées des courbes indiquent l'augmentation de vapeur par livre d'air lorsque la température de l'air est réduite en passant à la surface de l'eau, laquelle demeure à la même

¹ John Blizard.

température de 60° F. Donc, l'ordonnée A, B, représente le poids en livres de vapeur, par livre d'air à un degré de saturation de 40 pour cent et à une température de 80° F. Si cet air passe sur la surface de l'eau, il se saturera à 63.7° F., alors que la teneur en humidité sera représentée par l'ordonnée C, D. La différence entre les ordonnées C, D et A, B ou C, D, représente la source d'humidité enlevée par livre d'air. Par le même procédé, on peut trouver, par ces courbes, la quantité d'humidité enlevée par une augmentation de saturation à 90, 80, 70, 60 ou 50 pour cent.

Nous avons établi les courbes pour de l'air entrant à 40 et à 50 pour cent de saturation.

Le jeu inférieur de courbes donne le poids en livres de l'humidité enlevée par livre d'air entrant à 40 et à 50 pour cent d'humidité, et à températures diverses, et sortant respectivement à saturation complète, ou à un degré de 90 ou de 80 de saturation.

À l'aide de ces courbes, on peut calculer le poids d'air, en livres, nécessaire pour évaporer une livre d'eau. Pour un devis d'installation de séchage de tourbe par cette méthode reposant sur le degré plus ou moins élevé de saturation de l'air, il faut faire l'estimation de calorique dans la tourbe nécessaire pour propulser l'air à la surface de la matière humide. Nous avons fait ces calculs et les résultats sont représentés par les courbes de la fig. 12. Pour arriver à ces chiffres, nous avons pris les données arbitraires qui suivent :—

Travail utile du gazogène de tourbe et du moteur à gaz.....	·125
Travail utile du générateur électrique.....	·88
“ “ du moteur électrique actionnant le ventilateur	·88
Travail utile du ventilateur	·66

soit en tout un travail utile de ·0639.

La pression à laquelle l'air arrive au ventilateur est prise à 1½ pouce d'eau au-dessus de la pression atmosphérique.

Le calorique de la tourbe nécessaire pour propulser un pied cube d'air à une pression de 1½ pouce d'eau (ou 7.8 livres par pied carré) sera donc :—

$$\frac{7.8}{778} \times \frac{1}{.0639} = .157 \text{ unités thermales anglaises.}$$

On observera que le chiffre le plus bas donné par les courbes est pour de l'air arrivant à 40 pour cent d'humidité à une température de 80° F., et sortant saturé, et que dans ces conditions ce chiffre n'est que de 570 unités thermales anglaises, mais il est bien peu probable qu'en pratique, on atteigne un chiffre aussi bas, car la température de l'air entrant est plus élevée et

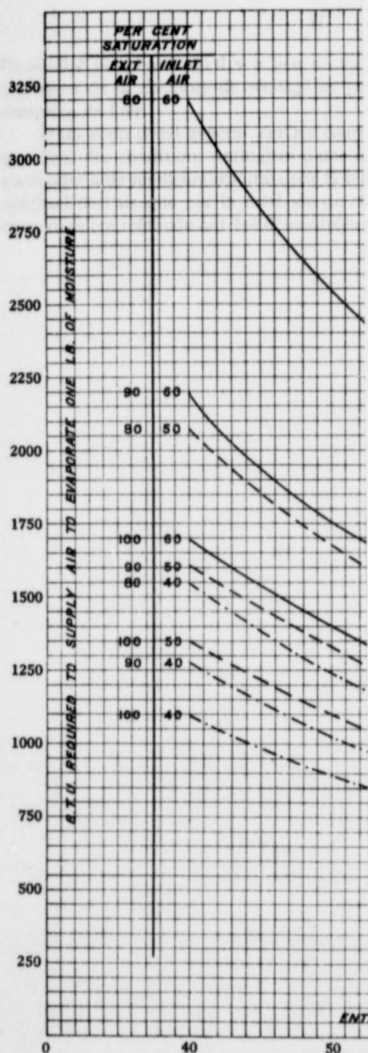


Fig. 12 Courbes indiquant le nombre d'unités de chaleur nécessaires pour évaporer l'eau sur la substance humide.

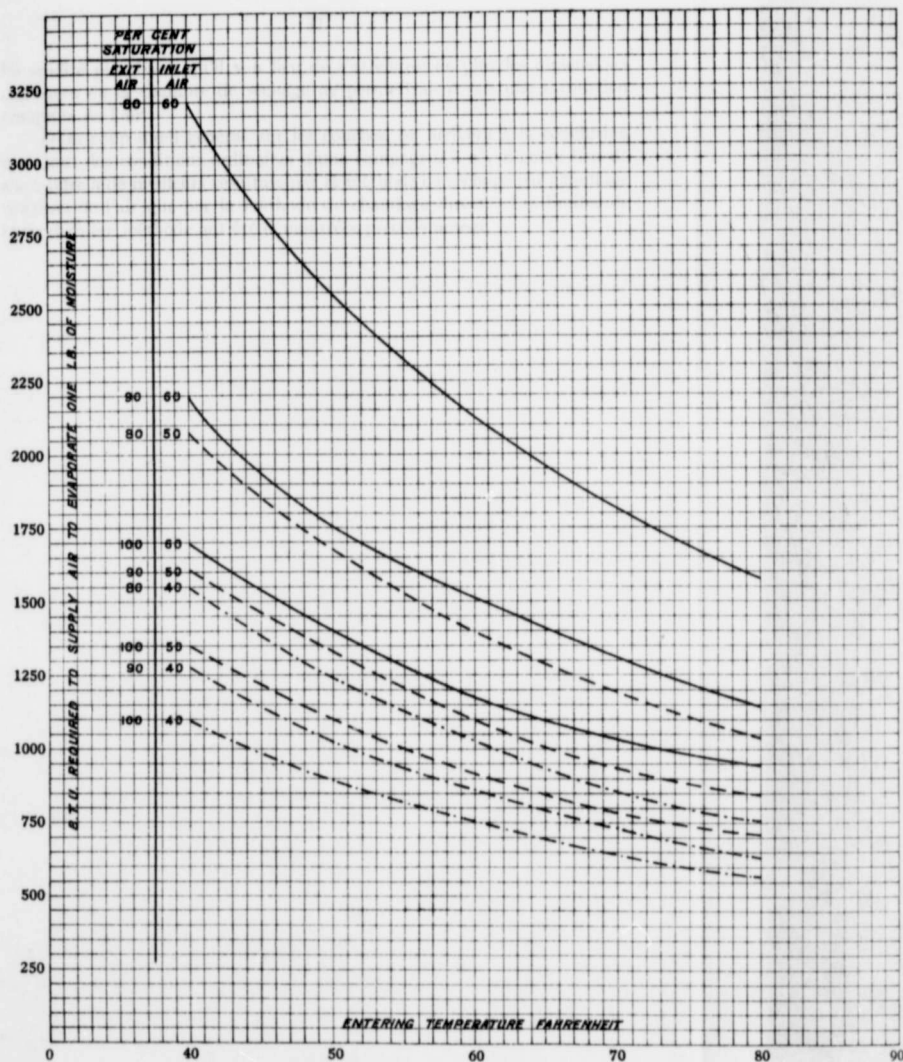


Fig. 12 Courbes indiquant le nombre d'unités de chaleur nécessaires dans la tourbe pour faire circuler l'air sur la substance humide.

te
 de
 te
 à
 C,
 la
 tre
 ta

 de

 pa
 div
 de

 sai
 de
 sat
 néc
 ave
 la f
 res

 soit

 d'ea

 à ur

 de l'
 sort
 ther
 un c

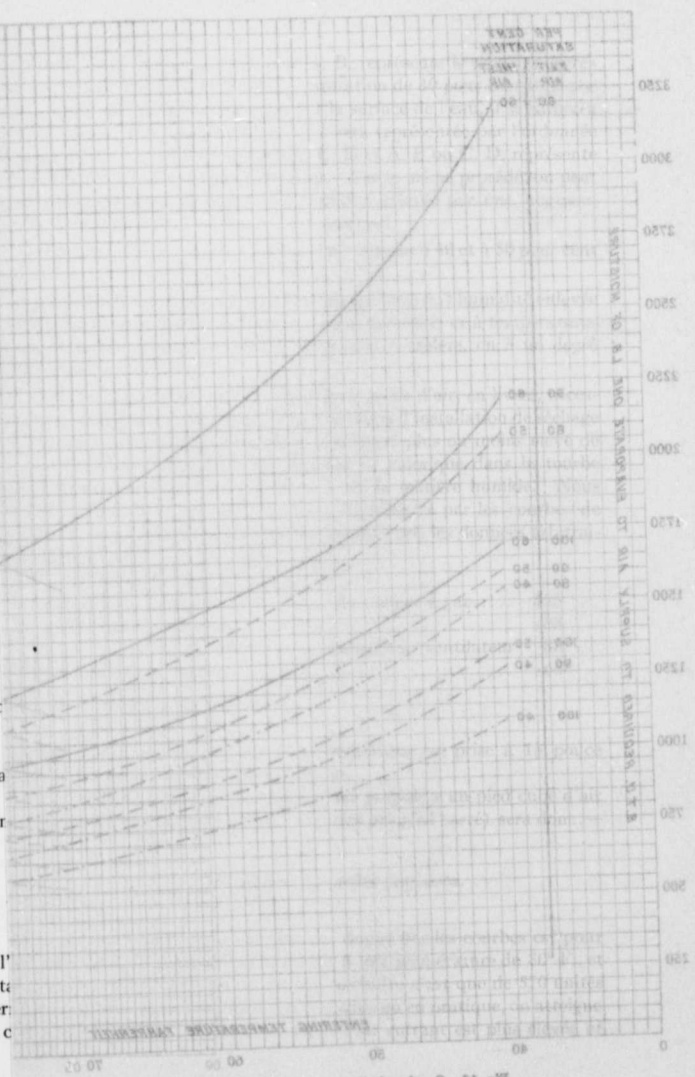


Fig. 12 Comptes indiquant le nombre d'unités de chaleur nécessaires pour faire circuler l'air sur la substance humide.

l'humidité plus basse qu'il y a lieu de s'attendre; de plus les dimensions pratiques de la chambre de séchage ne permettraient pas une saturation complète de l'air.

D'un coup d'œil général sur les courbes, on arrivera à la conclusion que dans des conditions ordinaires d'une campagne, il n'y a guère lieu de s'attendre à de meilleurs résultats par la méthode de séchage par chauffage artificiel de l'air que par la méthode de chauffage direct. Les limites de cette dernière méthode ont été démontrées précédemment.

Al

de
Qu
Or
ta
sp
au
ma

de
ju
co
te
de
co
de

gie
az
à
de
la
de
ch
d'l
9,
un
no
qu
ter

CHAPITRE II.

ANALYSES CHIMIQUES ET EFFET DE L'HUMIDITÉ SUR LA
PUISSANCE CALORIFIQUE DE LA TOURBE.

Analyses chimiques. Les analyses chimiques des divers échantillons de tourbe prélevés dans les tourbières examinées dans les provinces de Québec, d'Ontario et du Manitoba, sont données aux tableaux 1, 2, et 3. On ne fit que des analyses commerciales des échantillons donnés dans ces tableaux, mais elles font ressortir le peu de différence qui existe entre les spécimens de tourbes provenant de tourbières très éloignées les unes des autres. La teneur en cendres de cinq de ces échantillons est assez élevée, mais elle est très faible dans tous les autres.

En ce qui concerne le sujet de ce rapport, la récupération de l'azote de la tourbe, il est intéressant de noter que toutes les tourbières examinées jusqu'à présent contiennent plus de un pour cent d'azote, et que plusieurs en contiennent près de deux pour cent et même plus de deux. C'est là une teneur moyenne élevée qui est favorablement comparable aux meilleures des tourbes européennes, ainsi que l'on peut s'en rendre compte, en comparant les tableaux 1, 2 et 3, avec le tableau 4, qui donne les analyses de tourbes provenant de tourbières typiques européennes.

La teneur en soufre est très faible et peut être complètement négligée.

Pouvoir calorifique.

Si nous considérons l'utilisation de la tourbe pour la production d'énergie, la puissance calorifique est le facteur le plus important; la teneur en azote possède une importance égale lorsqu'il s'agit de la production de gaz à moteur et de la récupération des sous-produits. La puissance calorifique des échantillons de tourbe donnés aux tableaux 1 et 2 est déterminée sur la tourbe absolument sèche. On verra que la puissance calorifique varie de 7,500 à 9,500 unités thermales anglaises par livre. La puissance de chauffage de toute la tourbe utilisée aux essais des gazogènes de la station d'essai de combustibles, tourbe fabriquée à la tourbière d'Alfred, dépassait 9,400 unités thermales anglaises par livre, et de plus, cette tourbe avait une teneur assez forte en azote. Il est probable qu'à mesure de l'avance de notre travail de recherches, on découvrira un grand nombre de tourbière qui contiennent de la tourbe d'égale valeur en puissance calorifique et en teneur en azote.

Analyses de diverses tourbes recueillies dans l'Ontario.

40

TABLEAU 2.

Analyses d'échantillons de tourbe de la tourbière Holland.

Matière volatile.....	59.5	63.2	63.4	64.3	59.6	64.6	66.8	63.5	65.0	65.4	53.0
Carbone fixe.....	21.2	24.6	23.0	23.5	23.1	20.2	24.2	26.2	24.5	24.1	18.5
Cendres.....	19.3	12.2	13.6	12.2	17.3	15.2	8.8	10.1	10.5	10.5	28.5
Phosphore.....		0.05			0.69			0.67			0.147
Azote.....		2.7			2.8			2.7			2.5
Puissance calorifique en U.T.B. par livre..	7,610	8,350	8,080	8,390	7,790	7,950	8,380	7,980	8,250	8,510	6,720

Cependant la puissance calorifique d'un échantillon absolument sec de tourbe n'est pas un indice de la valeur calorifique de la tourbe que l'on en produit, car la teneur en humidité du combustible commercial varie entre une très faible proportion et 60 pour cent. Pour la production d'énergie, on utilise généralement de la tourbe ayant une teneur en humidité de 25 à 35 pour cent, et les puissances calorifiques effectives sont calculées sur cette base. Dans tous les calculs, et les courbes qui en ont été construites, on a pris la puissance calorifique de la tourbe absolument sèche comme étant de 9,500 unités anglaises par livre.

Pour déterminer la puissance calorifique effective, lorsque l'on connaît la teneur en eau, et la puissance calorifique de la tourbe absolument sèche, on peut utiliser la formule suivante:—

$$A = \frac{1}{100} [100 B - X (B + 1,120)] \quad (1)$$

Dans laquelle A est la puissance calorifique de la tourbe humide en unités thermales anglaises par livre; B est la puissance calorifique de la tourbe sèche en unités thermales anglaises; X est la proportion pour cent d'humidité de l'échantillon dont on recherche la valeur calorifique.

La quantité totale de chaleur requise pour élever la température d'une livre d'eau de 62° F. à 212° F. et l'évaporer est de 1,120 unités therm. ang.

Si l'on désire calculer la puissance calorifique, en se basant sur l'analyse complète, on peut faire usage de la formule suivante, qui est une adaptation de celle de Dulong:—

$$Y = C \times 14,600 + (H - \frac{1}{8}O) 62,100 - (9H + X) 1,120 \quad (2)$$

C = poids du carbone.

H = " de l'hydrogène.

O = " de l'oxygène.

X = " de l'eau.

TABLEAU 3.
Recherches sur les tourbières d'Ontario.

Nom de la tourbière	Localité.		Superficie totale approx.	Volume de tourbe exploitable.			Analyses partielles de tourbe sèche.				REMARQUES.
	Comté.	Township.		Tonnes de comb. à 25% d'humidité	Tonnes de mousse litière à 25% d'humidité	Verges cubes.	Carbone fixe %	Matière volatile %	Cendres %	Pouvoir calorifique.	
Mer Bleue...	Russell.....	Gloucester et Cumberland.	5,004	5,125,665	.....	38,442,494	25-00	68-40	6-60	9126	Principalement composé de sphaigne.
Alfred.....	Prescott.....	Alfred et Caledonia.	6,800	9,369,360	.....	70,270,200	26-56	68-13	5-31	8730	Principalement composé de sphaigne.
Welland.....	Welland.....	Wainfleet et Humberstone.....	4,900	4,106,197	.....	30,796,480	24-28	70-53	5-19	8667	Hypnum, eriophorum et sphaigne.
Newington...	Stormont....	Osnabruck, Roxborough, et Cornwall.	3,800	6,208,864	.....	46,566,478	26-27	67-07	6-66	8465	Principalement sphaigne.
Perth.....	Lanark.....	Drummond.....	3,800	5,126,030	.....	38,445,222	24-60	71-51	3-89	9148	Sphaigne, hypnum et eriophorum.
Victoria Road	Victoria.....	Bexley et Carden...	67	53,659	.....	402,441	25-18	69-52	5-30	8649	Principalement hypnum avec sphaigne.
Brunner.....	Perth.....	Ellice.....	2,288	1,172,130	.....	8,790,979	25-16	64-09	10-75	8850	Principalement hypnum.
Komoka.....	Middlesex....	Caradox et Lobo...	900	253,831	.....	1,903,733	18-52	60-90	20-58	7490	Restes de sphaigne et carex.
Brockville...	Leeds.....	Elizabethtown.....	1,400	1,694,129	.....	12,705,969	21-75	66-70	11-75	8173	Restes de sphaigne et carex.
Rondeau.....	Kent.....	Harwich.....	1,571	1,047,544	.....	7,856,581	22-90	61-00	16-10	7914	Principalement carex.
Holland.....	Simcoe et York.	West et East Gwillimbury et King..	14,641	8,218,931	.....	61,641,981	26-20	63-50	10-50	8510	Principalement carex.
Coney Island	Coney Island.	Lake of the Woods.	25	32,267	.....	242,000	.....	.....	.....	.....	Principalement carex.
Crozier.....	District Rainy River.	Crozier.....	355	.....	518,291	6,912,223	.....	.....	.....	.....	Principalement carex.
Fort Francis.	District Rainy River.....	McIrvine et Crozier.	1,700	891,205	.....	6,684,040	28-9	62-4	8-7	8910	Principalement sphaigne.
		TOTAUX.....	47,251	43,299,812	518,291	324,748,598					Principalement sphaigne.

Description.	Eau absorbée.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.	Cendres.	Autorité.
Tourbe séchée à 212°F	..	66-55	10-39	18-59	2-76	1-70	Flickenscher, Allemagne.
" " " "	..	57-03	5-63	29-67	2-09	5-58	Regnault, France.
" " " "	..	58-09	9-93	31-37	..	4-58	" "
" " " "	..	57-79	6-11	30-77	..	5-33	" "
" " " "	..	57-16	5-65	33-39	..	3-80	Mulder, Hollande.
" " " "	..	50-96	5-52	33-71	..	0-91	" "
" " " "	..	50-85	4-64	30-25	..	14-25	" "
" " " "	..	59-00	5-53	19-50	1-50	1-40	Johnston, Ecosse.
" " " " moyenne	21-9	42-7	4-0	27-4	1-6	2-4	Tylvad.
" " " " séchée à 220°F	..	57-0	5-5	31-0	1-5	5-0	Dr. Machattis.
Tourbe de surface, Phillipstown, séchée à 220°F	..	58-694	6-971	32-883	1-4514	..	Kane et Sullivan.
Tourbe épaisse, Phillipstown, séchée à 212°F	..	60-476	6-097	32-546	0-8806	..	" "
Tourbe légère de surface, Forêt d'Allen, séchée à 220°F	..	59-920	6-614	32-207	1-2558	..	" "
Tourbe épaisse, Forêt d'Allen, séchée à 220°F	..	61-022	5-771	32-400	0-8070	..	" "
Tourbe de surface, Twickenoville, séchée à 220°F	..	60-102	6-723	31-288	1-8866	..	" "
Tourbe légère de surface, Shannon, séchée à 220°F	..	60-018	5-875	33-152	0-9545	..	" "
Tourbe épaisse, Shannon, séchée à 220°F	..	61-247	5-616	31-446	1-6904	..	" "
Kilbegan, Westmeath	..	61-040	6-670	30-47	..	..	" "
Kilbaha, Clare	..	56-630	6-330	34-48	..	..	Kane.
Capnogue, Kildare	..	51-03	6-850	35-55	..	..	" "
Oakta, Russie Est	..	39-084	3-788	51-088	..	..	Waskrescensky.
Tourbe, 4-5 pieds de la surface, Tuam, Irlande	..	57-207	5-655	28-949	3-067	..	Ronalds.
Tourbe, 3-5 pieds de la surface, Tuam, Irlande	..	58-306	5-821	29-669	2-509	..	" "
Tourbe, 2-5 pieds de la surface, Tuam, Irlande	..	59-552	5-502	28-414	1-715	..	" "
Tourbe, 1-5 pieds de la surface, Tuam, Irlande	24-2	45-3	4-6	24-1	..	1-8	Dr. Cameron.
Tourbe mal séchée à l'air, Galway	29-4	42-1	1-1	10-9	..	21-0	" "
Tourbe épaisse, Galway	29-3	42-0	5-1	17-5	1-7	3-8	" "
Tourbe séchée à l'air, Devon	25-56	54-02	5-21	28-17	2-30	9-73	Vaux.
de Lewes	23-20	60-00	6-16	30-00	1-30	1-90	Paul.
Bresles	21-7	46-80	5-63	30-03	..	6-40	Marsilly.
" "	3-14	47-48	7-10	36-03	..	9-00	" "
They	3-07	50-67	5-76	36-95	1-92	6-70	" "
" "	7-20	43-65	5-79	36-66	..	14-00	" "
Bourdon	5-55	47-96	6-01	30-00	..	7-00	" "
Canon	5-59	46-11	5-99	35-97	2-63	9-40	" "
Rienencourt	1-81	12-99	2-22	19-31	..	65-01	" "
Lory	..	57-03	5-63	29-67	2-09	5-58	Regnault.
Faramont	..	58-09	6-30	30-77	..	4-61	" "
Friesland	..	57-79	6-11	30-77	..	5-33	" "
" "	..	57-16	5-67	33-39	..	3-80	Mulder.
Hollande	..	59-86	5-52	33-71	..	0-91	" "
Ramstein	..	50-85	4-65	30-25	..	14-25	" "
Steinwenden	16-70	62-15	6-29	37-30	1-66	2-70	Walz.
Neidmoor	16-00	57-50	6-90	31-81	1-75	2-04	" "
Prusse	17-00	47-90	0-80	42-80	..	3-50	" "
" "	15-70	50-13	4-20	31-44	..	6-92	Baer.
Havel	21-70	55-01	5-36	35-24	..	11-17	" "
" "	17-63	56-43	5-32	38-35	..	9-86	Jackel.
" "	19-32	53-51	5-90	40-59	..	6-60	" "
Linum	18-89	53-31	5-31	41-38	..	6-80	" "
Hamburg	11-34	59-43	5-26	33-31	..	11-09	" "
Bremen	18-83	57-32	5-32	37-56	..	2-31	" "
Schlopf	57-84	57-84	5-85	32-76	0-95	2-60	Breuninger.
Sindelingen	20-00	53-59	5-60	32-13	2-71	1-57	" "
" "	18-00	45-44	5-28	26-21	1-46	21-60	Nester et Petersen.
Tourbe irlandaise parfaitement sèche, moyenne	..	59-0	6-0	30-0	1-25	4-0	P. Dawson.
Tourbe irlandaise, ayant 25 pour cent d'humidité, moyenne	25-0	44-0	4-5	22-5	1-0	3-0	" "
Tourbe irlandaise, ayant 30 pour cent d'humidité, moyenne	30-0	41-2	4-2	21-0	0-8	2-8	" "
Suisse, séchée à l'air, comprimée, moyenne	23-17	40-09	4-53	21-50	2-84	7-87	Goppelsroeder.
Tourbe, séchée à l'air	21-9	42-7	4-0	27-4	1-6	2-4	Tylvad.

Dans cette formule, on tient compte de l'eau formée par la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène du combustible; au contraire, dans la formule (1) on la néglige.

Comme exemple, on peut prendre l'analyse complète d'un échantillon de la tourbe d'Alfred:—

Carbone.....	56.0 pour cent
Hydrogène.....	5.2 "
Cendres.....	6.0 "
Oxygène, azote et soufre (par différence).....	32.8 "

TABLEAU 5.¹

Livres d'eau par livre de tourbe sèche.	Par livre de tourbe humide.					H-a	H-b
	Pour cent d'eau.	Pour cent de tourbe	Calorique contenu dans la tourbe sèche. H	Calorique pour évaporer l'eau. a	Calorique pour chauffer, évaporer et sur-chauffer. b		
9	90	10	950	870	1170	80	—220
7.3	88	12	1140	850	1140	290	0
6	85.7	14.3	1360	830	1110	530	250
5	83.4	16.6	1580	805	1080	775	500
4	80	20	1900	770	1040	1130	860
3	75	25	2375	720	970	1655	1405
2	66.6	33.3	3166	645	870	2521	2296
1½	60	40	3800	580	780	3220	3020
1	50	50	4750	480	650	4270	4100
2/3 or .66	40	60	5700	380	520	5320	5180
.54	35	65	6170	340	450	5830	5720
3/7 or .43	30	70	6650	290	390	6370	6260
1/3 or .33	25	75	7125	240	330	7885	6795
0	0	100	9500	...	....	9500	9500

Si nous prenons l'azote et le soufre comme constituant 2 pour cent, il nous reste 30.8 d'oxygène.

Si nous supposons une teneur de 25% d'eau, les proportions de carbone, d'hydrogène, de cendres, d'oxygène, seront les suivantes:—

Carbone.....	42.0 pour cent
Hydrogène.....	3.9 "
Cendres.....	4.5 "
Oxygène.....	23.1 "

¹ Tableau préparé par John Blizard.

En substituant ces chiffres dans la formule (2), nous obtenons:—

$$Y = 0.42 \times 14,600 + (0.039 - \frac{0.231}{8}) 62,100 - (9 \times 0.039 + 0.25) \times 1120;$$

ou

$Y = 0.42 \times 14,600 + 621 - 673$, soit: 6080 unités thermales anglaises, comme puissance calorifique effective de la tourbe humide. La puissance calorifique telle que déterminée par la formule (1) serait:—

$$A = \frac{1}{100} [100 \times 9640 - 25 (9640 + 1120)] = 6815 \text{ U.T.B.}$$

Dans ce cas, la puissance calorifique de la tourbe sèche, déterminé dans un calorimètre à bombe, est de 9460 unités therm. ang.

TABLEAU 6.¹

Pour cent d'eau dans la tourbe.	Livres d'eau par livre de tourbe sèche.	Livres d'eau éliminées d'une livre de tourbe à 90 p.c. d'eau.	Humidité totale enlevée de la tourbe à 90 p.c. d'eau. %	Poids théorique de tourbe sèche pour évaporer et surchauffer l'humidité d'une livre de tourbe. Livres.	Tourbe sèche utilisable produite. %	Puissance calorifique utilisable d'une livre de tourbe humide en unités therm. brit.
90	9.0	.0	0	1.23	0	—220
88	7.3	.17	19.0	1.0	0	0
86	6.1	.29	32.2	.835	16.5	220
84	5.25	.37	41.7	.719	28.1	427
82	4.55	.44	49.5	.622	37.8	646
80	4.0	.5	55.5	.548	45.2	858
77	3.35	.56	62.8	.459	54.1	1182
75	3.0	.6	66.7	.410	59.0	1405
70	2.3	.67	74.2	.315	68.5	1950
66	1.9	.71	78.5	.260	74.0	2390
60	1.5	.75	83.4	.205	79.5	3020
55	1.2	.78	86.6	.165	83.5	3570
50	1.0	.80	89.0	.137	86.3	4100
45	.82	.82	91.0	.112	88.8	4630
40	.67	.83	92.5	.096	90.4	5180
35	.54	.846	94.0	.074	92.6	5720
30	.43	.857	95.2	.059	94.1	6260
25	.33	.867	96.3	.045	95.5	6795
20	.25	.875	97.2	.034	96.6	7240
16	.19	.881	97.8	.026	97.4	7780
10	.10	.890	98.9	.013	98.7	8430

EFFET DE L'HUMIDITÉ SUR LA PUISSANCE CALORIFIQUE DE LA TOURBE.

Les tableaux qui suivent, 5 et 6, ont été compilés dans le but de faire ressortir l'effet de la quantité d'eau présente dans le combustible, sur sa puissance calorifique.

Tableau préparé par John Blizard.

Les chiffres de la colonne de la quantité de chaleur nécessaire pour évaporer l'humidité sont calculés, 1° en supposant que la quantité de chaleur requise n'est que celle équivalant à la chaleur latente de l'eau, soit 966 unités therm. ang. par livre; 2° les calculs supposent des conditions normales dans un gazogène ou dans un générateur de vapeur, dans lequel l'eau arrive

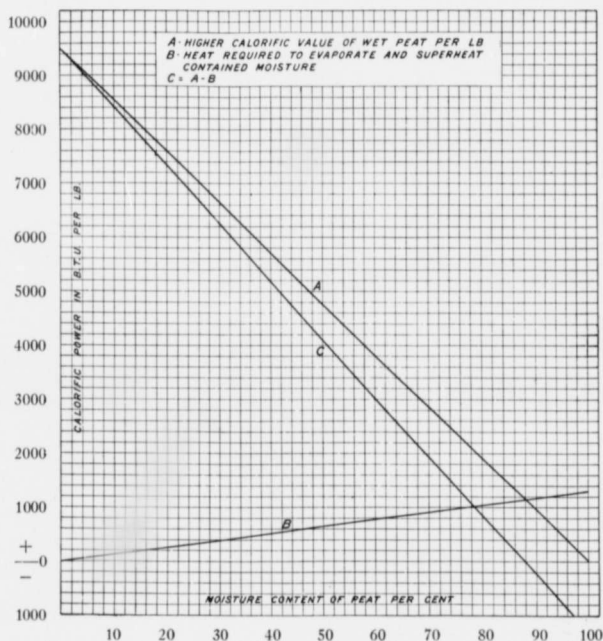


FIGURE 13.1 Courbes indiquant les pouvoirs calorifiques par livre de tourbe contenant des proportions variées d'humidité et la quantité de chaleur requise pour évaporer et surchauffer l'eau éliminée.

à la température de la tourbe, soit 60° F., et sort à la température des gaz chauds, soit environ 600° F. Dans ces conditions, la quantité totale de chaleur nécessaire pour évaporer l'eau et la surchauffer à 600° F. sera, par livre:—

¹ Courbes construites par John Blizard.

Unités therm. brit.

Pour élever la température de l'eau, de 60° à 212° F. 212-60.....	152
Chaleur latente de l'eau, par livre.....	966
Chaleur requise pour surchauffer la vapeur (en supposant la chaleur spécifique de la vapeur surchauffée être de 0.48) $0.48 \times (600-212)$	186

Chaleur totale par livre d'eau 1,304
ou, en chiffres ronds, 1300 unités therm. brit. par livre.

Les courbes de la figure 13 constituent un graphique des deux tableaux précédents. De ces courbes, celle désignée A représente la puissance

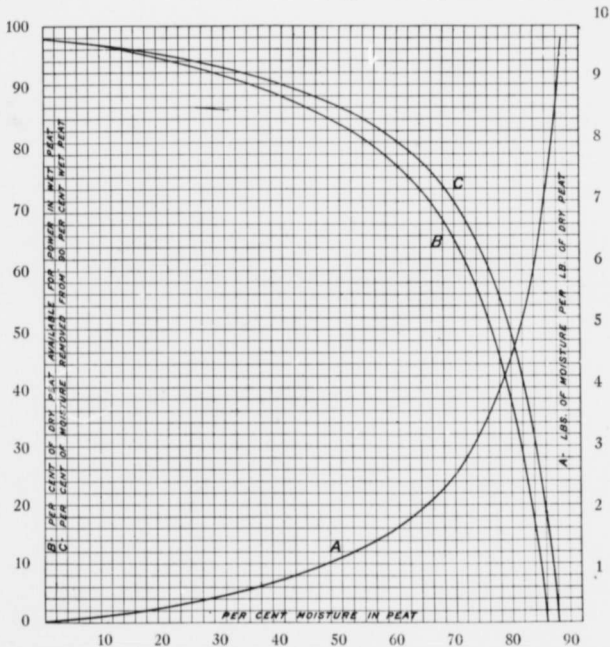


FIGURE 14. Courbes indiquant le poids d'eau par livre de tourbe sèche, pour des tourbes à diverses teneurs d'humidité; la proportion pour cent de tourbe sèche utilisable à la production d'énergie, à diverses teneurs d'humidité; et la proportion pour cent d'humidité à éliminer de la tourbe à 90 pour cent d'eau pour obtenir de la tourbe à diverses teneurs d'humidité.

*Courbes construites par John Blizard.

calorique brut, par livre de tourbe humide. B représente la quantité de calorifique nécessaire pour évaporer et surchauffer la teneur en humidité. C est la puissance calorifique effective, ou utilisable, de la tourbe humide, et on l'obtient en soustrayant les valeurs de la courbe B, de celles de la courbe A. Les abscisses représentent la proportion d'eau dans la tourbe humide, et les ordonnées représentent la puissance calorifique qui y correspond, en unités therm. brit.

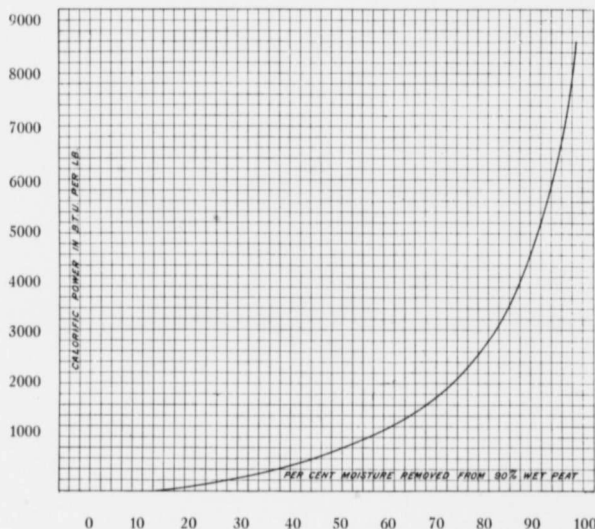


FIGURE 15. Courbe montrant l'effet de l'élimination de diverses proportions pour cent d'eau de la teneur totale en humidité, sur le pouvoir calorifique de la tourbe humide.

Les courbes A, B, C, figure 14 donnent le poids, en livres d'eau contenues dans la tourbe brute à diverses teneurs d'humidité par livre de tourbe sèche, la proportion p.c. de tourbe sèche utilisable, dans la tourbe humide, et la proportion pour cent d'eau de la tourbe humide à teneur de 0 à 90 pour cent d'eau, qu'il faut éliminer de la tourbe.

Comme exemple, supposons que nous ayons à trouver, d'après la courbe A, combien de livres d'eau par livre de tourbe sèche, sont contenues dans une quantité de tourbe à 50 pour cent d'eau. L'abscisse montre la quantité d'humidité dans la tourbe, et l'ordonnée de droite donne le poids de l'eau, en livres, contenue dans une livre de tourbe sèche. Donc, 50 pour cent sur

l'abscisse donnera une livre sur l'ordonnée de droite, comme étant le poids de l'eau contenu dans la tourbe à 50 pour cent d'eau, par livre de tourbe sèche; une teneur de 80 pour cent correspond à 4 livres d'eau par livre de tourbe sèche, et 90 pour cent à 8 livres d'eau par livre de tourbe sèche.

Si la tourbe contient 87 pour cent d'eau, on verra, en consultant la courbe B, qu'il n'y a pas de tourbe sèche utilisable à la production d'énergie. La proportion, pour cent, d'humidité contenue dans la tourbe, est indiquée sur l'abscisse, comme dans le cas précédent, et la proportion de tourbe sèche utilisable est donnée par l'ordonnée de gauche. Si la tourbe contient 80 pour cent d'humidité, la tourbe sèche utilisable est de 44 pour cent; pour 60 pour cent d'eau, la tourbe utilisable est de $79\frac{1}{2}$ pour cent; pour 40 pour cent d'eau, une proportion de 90 pour cent est utilisable, et ainsi de suite. La courbe C s'explique d'elle-même, l'abscisse représente la proportion p.c. d'humidité dans la tourbe, et l'ordonnée de gauche représente la proportion d'humidité totale éliminée de la tourbe à 90 pour cent d'eau lorsque la teneur en eau de la tourbe sèche varie entre 0 et 90 pour cent.

Donc pour réduire la teneur en eau à 50 pour cent, il faut éliminer 89 pour cent de la teneur totale d'humidité de la tourbe à 90 pour cent d'eau, et ainsi de suite pour diverses teneurs en eau.

L'effet produit sur la puissance calorifique de la tourbe humide par l'élimination de diverses proportions p.c. de la teneur totale en eau est donné graphiquement dans la fig. 15. La tourbe brute est supposée contenir 90 pour cent d'eau. Si on élimine 50 pour cent de l'eau contenue, la puissance calorifique de la tourbe sera d'un peu plus de 600 unités therm. brit. par livre. Si on élimine 80 pour cent de l'eau, cette puissance calorifique sera augmentée à 2,500 unités therm. brit.



CHAPITRE III.

SULFATE D'AMMONIAQUE.

Le sulfate d'ammoniaque est un sel composé des éléments azote, hydrogène, soufre, et oxygène. La formule moléculaire est $(\text{NH}_4)^2\text{SO}_4$, et il contient 25.75 pour cent d'ammoniaque (NH_3) lorsqu'il est chimiquement pur. Le sulfate de commerce n'en renferme généralement guère plus de 21 à 22 pour cent.

D'après la formule moléculaire, le poids de sulfate d'ammoniaque produit d'une livre de nitrogène ou azote se calcule par la proportion suivante:—

$$\frac{\text{livres de sulfate}}{\text{livres d'azote}} = \frac{132}{28} = 4.7;$$

c'est-à-dire que la quantité de sulfate produit est 4.7 le poids de l'azote, qui entre dans la combinaison. Donc, si une tonne (2240 livres) de houille contient un pour cent d'azote, ou 22.4 livres, la quantité de sulfate d'ammoniaque que l'on pourrait en fabriquer, théoriquement, serait de $22.4 \times 4.7 = 105.60$ livres, et pour une tonne de 2,000 livres, $20 \times 4.7 = 94.3$ livres.

Les procédés de fabrication ne permettent guère de recouvrer plus de 70 à 75 pour cent,—donc dans le premier cas, le sulfate obtenu serait de $105.6 \times 0.75 = 79$ livres, et dans le second cas, $94.3 \times 0.75 = 71$ livres. Le graphique de la fig. 16 donne les quantités de sulfate d'ammoniaque que l'on peut théoriquement obtenir de combustibles ayant une teneur d'azote entre 0.1 et 2.1 pour cent.

Provenance de l'ammoniaque.

Les principales sources d'ammoniaque de commerce et de ses composés, sont, les fours à coke, les usines à gaz et les gazogènes à récupération des sous-produits. Les principales sources d'azote sont les houilles, les lignites, les tourbes et les schistes pétrolifères, substances que l'on trouve abondamment dans presque tous les pays du monde. On produit aussi l'ammoniaque synthétiquement sur une échelle commerciale en Allemagne, mais nous n'avons pas à considérer ici ces méthodes. En France on extrait une quantité considérable d'ammoniaque en traitant les produits des égouts de Paris et des environs, et aussi comme sous-produits des établissements de distilleries, mais en ce qui concerne le Canada, pour le présent, les principales sources d'ammoniaque sont les fours à coke à sous-produits des établissements sidérurgiques.

Les combustibles pauvres, tels que la tourbe, les lignites, contiennent fréquemment une proportion importante d'azote que l'on ne peut recouvrer par aucun des procédés ci-dessus énumérés que l'on emploie pour la fabrication du gaz d'éclairage ou du coke. Cependant, on peut utiliser ces combustibles d'une manière très effective par l'emploi de gazogènes à sous-produits. La haute teneur en azote de ces combustibles, surtout celle des tourbes, peut, par ce moyen, être recouvrée et utilisée.

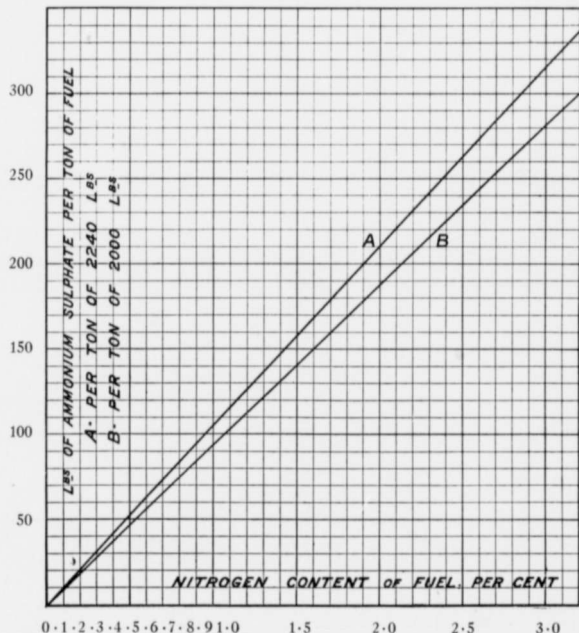


FIGURE 16.1 Quantités théoriques de sulfate d'ammoniaque que l'on peut obtenir de combustibles ayant une teneur en azote variant de 0.1 à 3.0 pour cent.

Pour donner une idée de la quantité énorme d'azote que l'on pourrait extraire des tourbières, sous forme de sulfate d'ammoniaque, nous mentionnerons que les treize tourbières que l'on a examinées jusqu'à présent dans

¹ Courbe construite par John Blizard.

la province d'Ontario, et qui contiennent 43 millions de tonnes de tourbe à 25 pour cent d'humidité, ont une teneur moyenne de 1·73 pour cent d'azote, de tourbe sèche. Donc la teneur en azote de la tourbe combustible à 25 pour cent d'humidité, sera de 1·3 pour cent, et cette teneur en azote pour les 43,000,000 de tonnes sera de 560,000 tonnes d'azote, dont 70 pour cent est recouvrable. Ce qui par les procédés actuellement en usage, donnera 1,800,000 tonnes de sulfate d'ammoniaque, dont la valeur brute au taux actuel du marché serait de 130 millions de dollars.

En plus du nitrate d'ammoniaque, ce combustible produirait une quantité de gaz suffisante pour donner une force de 40,000 chevaux sans arrêt pendant 100 ans.

Usages de sulfate d'ammoniaque. D'après Lunge¹, presque tout le sulfate d'ammoniaque fabriqué est employé comme engrais. Il est appliqué à la culture de la betterave à sucre, et pour cet usage, il ne peut être remplacé par le nitrate de soude, qui est moins dispendieux. C'est pour cela que l'Allemagne en importe une si grande quantité. L'ammoniaque agit plus lentement comme engrais que le nitrate de soude et pour cette raison dure plus longtemps. Il est graduellement absorbé par le sol, qui le retient même après des pluies abondantes, alors que le nitrate de soude, dans ces conditions, serait dissout et emporté; de plus, l'emploi excessif de la soude durcit le sol. Le sulfate d'ammoniaque est aussi préférable pour la culture des pommes de terre; pour le blé, le seigle et l'avoine, les deux engrais sont à peu près d'égale valeur. Le sulfate d'ammoniaque sert aussi à la préparation des autres sels d'ammoniaque, et à la fabrication de l'ammoniaque liquide et de l'alum commercial. Dans la fabrication de soude ammoniacale, en a remplacé le sulfate par le gaz ammoniacal liquide, qui est plus économique.

On se sert d'une solution à 10 pour cent de sulfate d'ammoniaque pour rendre les tissus et le papier non-inflammables.

L'azote ammoniacal semble devoir servir dans un avenir peu éloigné à la fabrication d'acide azotique par l'ammoniaque, l'invention d'Ostwald et autres.

Mais l'usage de beaucoup le plus important de ce sel, et auquel on pourrait employer la production entière, est comme engrais chimique.

Statistique de production et de consommation.

ANGLETERRE.

Le tableau 7 donne les chiffres de production de l'Angleterre en sulfate d'ammoniaque et les diverses matières premières dont il est dérivé². On

¹ Coal Tar and Ammonia, Lunge, Partie, II, page 1,105.

² Annuaire statistique des engrais et produits chimiques destinés à l'agriculture,—par E. et M. Lambert 1912.

verra, en consultant ce tableau, que la quantité d'ammoniaque recouvrée des fours à coke et des gazogènes a augmenté de 17,000 tonnes¹ métriques en 1900 à 129,000 tonnes en 1911, c'est-à-dire qu'elle est environ huit fois plus forte, tandis que l'ammoniaque provenant du gaz de l'éclairage n'a augmenté que de 142,000 tonnes à 169,000 tonnes. La production totale à la fin de la période décennale était de 80 pour cent plus élevée qu'en 1900. D'après le "Mineral Industry",² les fours à coke, les gazogènes et les usines de carbonisation contribuèrent pour les quantités suivantes à la production de sulfate d'ammoniaque:—

	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Fours à coke.....	30,732	43,677	53,572	64,227	82,886	92,665	105,343	132,000
Gazogènes et usines de carbonisation.....	15,705	18,736	21,873	24,024	24,705	27,850	29,964	

L'Angleterre occupe le second rang comme pays producteur de sulfate d'ammoniaque, mais de cette production de 379,000 tonnes en 1912,³ elle ne consommait que 90,000 tonnes.

ALLEMAGNE.

La production de sulfate d'ammoniaque de l'Allemagne en 1911 était de 400,000 tonnes métriques (voir tableau 13). Les exportations et les importations étaient de 78,910 et 24,463 tonnes métriques respectivement, (voir tableaux 7 et 8). L'Allemagne est du monde entier le plus grand pays consommateur de cette substance, comme engrais chimique. Sa consommation totale en 1911 était de 345,553 tonnes métriques, et l'augmentation de la production et de la consommation croît rapidement. Les nouvelles usines que l'on y construit, pour recouvrer les sous-produits, dans la fabrication du coke et des gazogènes utilisant les combustibles pauvres, tourbe et lignites, ainsi que le procédé synthétique de fabrication de sulfate d'ammoniaque, contribueront à l'augmentation rapide de la production de cette substance pendant plusieurs années à venir. On verra par le tableau 9 que les importations totales en 1900 étaient de 23,104 tonnes métriques, et que ce chiffre augmentait continuellement jusqu'en 1905, quand il accusa une diminution pendant les deux années subséquentes. En 1908 et 1909, il y eut une augmentation marquée, mais à partir de ce temps, les importations diminuèrent considérablement. L'Allemagne consomme la presque totalité de sa production de sulfate d'ammoniaque, tandis que l'Angleterre exporte la plus grande partie de la sienne.

¹ La tonne métrique équivaut à 2,204 livres.

² Mineral Industry, 1912, Vol. XXI, p. 33.

³ Mineral Industry 1912, Vol. XXI, page 33.

TABLEAU 7.

Sulfate d'ammoniaque.

SOURCES DE PRODUCTION EN ANGLETERRE.

Tonnes métriques.

Provenance.	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Gaz d'éclairage.....	142,000	143,000	150,000	150,000	150,000	156,000	157,000	165,500	164,000	171,000	168,000	169,500
Hauts fourneaux.....	17,000	16,500	18,500	19,000	19,500	20,000	21,000	21,000	20,000	19,000	21,000	20,000
Schistes pétrolifères....	37,000	40,000	37,000	37,500	42,500	46,000	48,500	51,000	51,000	57,000	60,000	60,000
Fours à coke et gazogènes.....	17,000	18,000	23,500	27,500	33,500	46,500	62,500	75,000	79,000	101,000	120,000	129,000
Totaux.....	213,000	217,500	229,000	234,000	245,000	268,500	289,000	312,500	314,000	348,000	369,000	378,500

TABLEAU 8.
Sulfate d'ammoniaque.

EXPORTATIONS D'ALLEMAGNE.

Tonnes métriques.

Destination.	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Belgique.....								16,625	13,380	15,918	20,668	18,944
France.....								11,101	8,813	7,185	11,031	7,558
Angleterre.....											203	.....
Italie.....								7,162	7,246	6,182	10,065	5,035
Hollande.....								1,945	5,619	4,077	6,729	5,338
Suisse.....								55	210	260	499	507
Antilles et Honolulu ..								1,428	1,631	1,717	1,945	368
Japon.....								10,862	8,353	400	11,262	4,169
Java.....								11,753	25,469	20,596	17,855	27,081
États-Unis.....											4,840	2,215
Portugal.....											624	.....
Autres pays.....								94	160	285	1,366	1,356
Espagne.....								2,160	3,669	3,174	9,154	6,339
Totaux.....	2,403	9,841	5,744	5,591	10,696	25,000	38,000	63,185	74,550	59,794	96,241	78,910

TABLEAU 9.
Sulfate d'ammoniaque.

IMPORTATION EN ALLEMAGNE.

Tonnes métriques.

Pays.	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Belgique.....								860	694	.....	.....	.....
Danemark.....								163	211	.....	.....	.....
Angleterre.....								13,500	24,913	34,715	7,105	2,685
Hollande.....								809	1,263	.....	.....	.....
Autriche-Hongrie.....								16,523	17,928	16,925	18,894	18,123
Autres pays.....								1,667	4,424	6,492	5,401	3,655
Totaux.....	23,104	44,407	42,258	35,168	35,165	48,005	32,454	33,522	49,433	58,132	31,400	24,463

TABLEAU 10.

Sulfate d'ammoniaque.

SOURCES DE PRODUCTION EN FRANCE.

Tonnes métriques.

Sources de Production	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Usines de gaz de Paris.	10,000	10,000	10,000	10,500	11,200	11,200	11,200	11,500	11,200	11,500	11,500	12,500
Usines de gaz de la ban-	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	1,300	1,500	1,500	2,800
lieue.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Usines de gaz en pro-	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,300
vinces.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Fours à coke, région du	7,000	7,000	8,000	9,500	13,000	14,500	16,550	17,000	18,000	20,000	24,000	24,300
nord.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Fours à coke, région	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	3,000	4,700
centre et sud-ouest...	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Traitement des pro-	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
duits d'égouts de	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Paris.....	10,000	10,000	10,000	10,000	9,000	9,000	9,000	9,000	9,000	8,500	8,200	8,200
Traitement des pro-	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
duits d'égouts en	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
provinces.....	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500	3,500
Schistes pétrolifères...	500	500	500	500	700	700	800	800	900	900	1,000	1,000
Résidus de vendages et	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	800	700
de distilleries.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Totaux.....	37,000	37,000	38,000	40,000	43,400	44,900	47,000	47,800	49,900	52,700	57,500	62,000

TABEAU 11.

Production d'ammoniaque des États-Unis, en équivalents de sulfate d'ammoniaque.

Tonnes de 2,000 livres.

	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905
Fours à coke à récupération des sous-produits.....	6,000	13,800	15,279	18,483	24,098	32,653	41,864
Gaz d'éclairage et usines de noir animal... (a)	13,500	(a) 13,800	(a) 14,000	(a) 17,641	17,775	22,011	23,432
Totaux.....	19,500	27,600	29,279	36,124	41,873	54,664	65,296
Proportion des fours à coke.....	31	50	52	51	57	60	64

	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Fours à coke à récupération des sous-produits.....	.....	62,700	50,073	75,000	86,000	95,000	130,000
Gaz d'éclairage et usines de noir animal... ..	.....	36,609	33,327	(a) 31,500	(a) 30,000	(a) 32,000	(a) 35,000
Totaux.....	(a) 75,000	99,309	83,400	106,500	116,000	127,000	165,000
Proportion des fours à coke.....	.....	62	60	70	74	75	79

(a) Estimation.

TABLEAU 12.

Consommation des États-Unis en équivalents de sulfate (a).

Tonnes de 2,000 livres.

Année	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912
Importations.....	16,777	16,667	15,288	9,182	32,669	34,274	40,192	63,178	103,743	67,003
Consommation totale.....	58,650	71,331	80,584	84,182	132,000	121,874	149,192	179,178	230,743	232,003
Prix moyen.....	\$62.10	\$61.71	\$62.92	\$62.33	\$61.93	\$59.90	\$56.04	\$55.60	\$62.21	\$65.95

FRANCE.

Le sulfate d'ammoniaque fabriqué en France provient principalement des usines à gaz et des fours à coke; mais on en obtient aussi une quantité considérable par le traitement des produits des égouts de Paris et des villes de province. Mais la production de cette dernière source décline (tableau 10) tandis que celle des fours à coke augmente notablement. La production annuelle a augmenté de 37,000 tonnes métriques en 1900 à 62,000 tonnes en 1911. La France importe environ 8,000 tonnes métriques d'Allemagne annuellement, (voir tableau 8).

ÉTATS-UNIS.

Le tableau 11 montre la production annuelle d'ammoniaque exprimée en équivalents de sulfate pour les années 1899 à 1912. La production des fours à coke accuse une augmentation remarquable, de 6,000 tonnes en 1899 à 130,000 en 1912. Ceci indique qu'un grand nombre de nouveaux fours à coke ont été installés pour recouvrer les sous-produits. Le reste de la production annuelle provient de la fabrication de gaz d'éclairage et de noir animal, et la production de ces deux sources accuse aussi une augmentation notable, soit de 13,500 tonnes en 1899 à 35,000 en 1912. En 1912, la consommation totale de cet engrais était de 232,003 tonnes (voir tableau 12), tandis que la production de cette année n'était que de 165,000 tonnes. La différence de 65,003 tonnes provenait donc d'importations d'autres pays. On verra que les États-Unis viennent en troisième rang comme producteurs de sulfate d'ammoniaque, et qu'ils occupent le premier rang comme importateurs. (tableau 12).

CANADA.

La production de sulfate d'ammoniaque du Canada est faible et provient presque exclusivement des fours à coke de Sydney, Nouvelle-Écosse et de Sault-Ste-Marie, Ontario. En 1909, 1910, 1911, la production totale était de 3,351, 3,491, et 7,134 tonnes respectivement. Les importations d'engrais naturels et chimiques (y compris le sulfate d'ammoniaque), durant les années 1904 à 1912, furent comme il suit:—

Années	Sujets aux droits de douane	En franchise	Totaux.
1908.....	\$259,132.....	\$110,034.....	\$369,166
1909.....	341,102.....	131,573.....	474,675
1910.....	350,907.....	130,549.....	481,456
1911.....	399,597.....	146,560.....	546,157
1912.....	445,385.....	43,342.....	488,727

TABLEAU 13.

Sulfate d'ammoniaque.

Production mondiale en tonnes métriques.

Pays.	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Angleterre.....	213,000	217,000	229,000	234,000	245,000	268,000	289,000	313,000	325,500	348,000	369,000	378,500
Allemagne.....	108,000	110,000	125,000	140,000	165,000	200,000	255,000	287,000	313,000	330,000	383,000	400,000
France.....	37,000	37,000	38,000	40,000	43,000	45,000	47,000	48,000	49,000	52,000	57,000	62,000
Belgique.....	20,000	18,000	18,000	19,000	16,000	18,000	26,000	27,000	30,000	34,000	36,000	40,000
Hollande.....	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,500	4,000	5,000	5,000	5,000	5,000	6,000
Autriche-Hongrie.....	18,000	18,000	19,000	19,000	20,000	20,000	30,000	35,000	35,000	50,000	70,000	85,000
Espagne.....	8,000	8,000	9,000	9,000	10,000	10,000	10,000	10,000	12,000	12,000	12,000	12,000
Italie.....	3,000	3,500	3,500	4,000	4,000	4,500	6,000	11,000	11,000	12,000	12,000	12,000
États-Unis.....	.....	.....	.....	38,000	49,000	59,000	68,000	90,000	80,000	96,000	116,000	127,000
Japon.....	.....	.....	.....	.....	.....	500	1,000	1,500	2,500	3,000	4,000	4,000
Autres pays.....	10,000	20,000	10,000	20,000	20,000	25,000	15,000	10,000	30,000	34,000	36,000	31,000
Totaux.....	420,000	434,500	454,500	526,000	575,000	653,500	751,000	837,500	893,000	976,000	1,100,000	1,157,500

TABLEAU 14.

Sulfate d'ammoniaque.

Consommation mondiale en tonnes métriques.

Pays.	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Angleterre.....	68,000	70,000	70,000	72,000	72,000	80,000	80,000	80,000	83,000	87,000	87,000	87,000
Allemagne.....	126,000	142,000	162,000	169,000	186,000	226,000	250,000	263,000	291,000	330,000	350,000	380,000
France.....	52,000	48,000	55,000	56,000	58,000	60,000	67,000	73,000	80,000	80,000	83,000	83,000
Belgique.....	19,000	19,500	22,300	19,400	23,700	36,000	37,000	38,100	40,800	49,000	53,000	51,000
Hollande.....	6,000	5,800	6,500	7,000	7,000	9,000	9,000	10,000	12,000	12,000	11,000	13,000
Espagne et Portugal...	46,000	45,000	50,000	58,000	58,600	55,000	60,000	57,000	60,000	64,000	62,000	68,000
Italie.....	8,000	8,000	8,900	9,000	10,800	9,300	14,500	20,000	28,000	30,000	33,000	38,000
États-Unis.....	36,000	44,000	54,000	58,000	71,000	80,000	84,000	132,000	122,000	150,000	180,000	193,000
Japon.....	1,000	1,500	3,000	5,000	15,000	35,000	33,000	63,500	43,000	55,000	61,500	81,000
Java.....	15,000	20,000	22,000	25,000	25,000	20,000	30,000	30,000	30,000	45,000	50,000	45,000
Autres pays.....	33,000	20,000	15,000	25,000	20,000	19,700	15,000	33,400	31,000	23,000	39,500	11,000
Totaux.....	410,000	423,800	468,700	498,400	546,500	630,000	679,500	800,000	820,800	925,000	1,010,000	1,050,000

Les engrais sujets aux droits de douane comprennent les produits azotés manufacturés. Les importations augmentèrent de 259,132 dollars en 1908, à 445,385 dollars en 1912, tandis que les produits naturels, qui entrent en franchise, tombèrent pendant la même période de 110,034 à 43,342 dollars. De ce tableau, on peut inférer que les importations d'engrais de la nature de sulfate d'ammoniaque augmentent constamment.

PRODUCTION ET CONSOMMATION MONDIALES.

Les tableaux 13 et 14 donnent la production et la consommation mondiales de sulfate d'ammoniaque durant les années 1900 à 1911.

PRIX.

Les prix du sulfate d'ammoniaque, par année et par tonne anglaise de 2,240 livres, sont donnés au tableau 15, f.o.b. au port de Hull. On y verra que le prix a constamment augmenté de 1901, alors qu'il était de £10 11s. (\$51.24) par tonne, à 1911, quand il atteignait £13 15s (\$66.78). Le prix moyen de ce sel aux États-Unis pour les années 1903 à 1912 a été donné au tableau 12. Le prix en 1912, soit \$65.95, est à peu près le même que le prix anglais en 1911 (\$66.78).

Tout semble indiquer que le prix du sulfate d'ammoniaque sera à peu près constant pour quelque temps à l'avenir. Le tableau qui suit donne la quantité de sulfate d'ammoniaque employée par acre en Belgique, en Allemagne, en France et aux États-Unis, avec le rendement en blé, en seigle, en avoine et en pommes de terre, des terrains sur lesquels on a fait usage de cet engrais.

Pays.	Livres de sulf. d'amm. par acre.	Rendement par acre.			
		Blé.	Seigle.	Avoine.	Pommes de terre.
		livres.	livres.	livres.	tonnes.
Belgique.....	17.83	2,228	1,908	2,572	6.58
Allemagne.....	9.98	2,012	1,400	1,586	5.25
Angleterre.....	5.35	1,756	.....	1,591	5.05
France.....	2.23	1,238	908	1,154	3.18
États-Unis.....	1.34				

TABLEAU 15.

Sulfate d'ammoniaque—prix moyen¹, par années et par tonne anglaise de 2,240 livres—F.O.B. port de Hull.

	£	s.	d.
1901.....	10	11	4
1902.....	11	16	3
1903.....	12	9	2
1904.....	12	3	8
1905.....	12	10	9
1906.....	12	0	9
1907.....	11	15	8
1908.....	11	12	0
1909.....	11	5	0
1910.....	12	3	2
1911.....	13	15	3

¹ Annuaire statistique des engrais et produits chimiques destinés à l'agriculture, par E. et M. Lambert.

Récupération de l'ammoniaque comme sous-produit des usines à gaz de moteurs.

La récupération de l'ammoniaque comme sous-produit des gazogènes à tourbe est la principal objection de ce rapport, mais nous décrirons cependant en détail certaines usines anglaises, où le gaz est produit par des gazogènes à houille.

USINES À ÉNERGIE VISITÉES.

Nous visitâmes les usines à gazogènes suivantes, installées pour recouvrer les sous-produits:—La South Staffordshire Mond Gas Co., à Dudley Port; la Langwith By-product Co. Ltd., à Langwith; l'usine de la Societa per L'Utilizzazione du Combustibili Italiani, à Orentano, Italie, et l'usine d'énergie de la German Mond Gas Co., avec dispositif pour recouvrer l'ammoniaque, située dans le district de Wittlage et Bersenbruck, près de la ville de Osnabruck. Nous visitâmes aussi la grande usine d'énergie à générateurs de vapeur, de la Siemens Electrical Co., située sur les tourbières de Wies en Ostfriesland, où on emploie la tourbe comme combustible.

Toutes les installations pour recouvrer l'ammoniaque des usines ci-dessus sont du système Mond, à l'exception de celle d'Osnabruck, qui est construite sur le système de Frank et Caro.

LE PROCÉDÉ MOND.

Le procédé Mond se base sur le principe qu'une température peu élevée et la présence de vapeur dans les gazogènes sont propices à la formation de l'ammoniaque. Donc on introduit dans le gazogène une quantité limitée d'air, et une forte proportion de vapeur d'eau.

L'ammoniaque et le goudron sont recouverts par le refroidissement et la condensation, ou encore le gaz ammoniacal peut être absorbé, sans refroidissement, par une solution d'acide sulfurique.

Description d'une usine à gazogène Mond avec récupération des sous-produits.

Une usine à gazogène Mond installée pour recouvrer les sous-produits, consiste en général, en un gazogène A, (figure 17) des surchauffeurs D; un lavoir mécaniques E; une colonne à absorption d'ammoniaque F; colonnes de refroidissement G; colonne à air H; et les pompes, machines à air etc. nécessaires pour forcer l'air dans le gazogène, et pour la circulation de l'eau et de l'acide. Lorsque l'on évapore la liqueur de sulfate à l'usine, il faut, de plus des évaporateurs.

La circulation du gaz et celle de l'air sont clairement indiquées par des traits verts et rouges respectivement. La circulation de l'eau chaude et celle de l'eau froide sont indiquées par des lignes brisées noires.

Le gaz sort du gazogène par le haut et passe dans un, ou plusieurs, surchauffeur D avant d'entrer dans le laveur mécanique E. De ce dernier, il entre dans la colonne d'absorption d'ammoniaque F par le bas, et en sort par le haut débarrassé du gaz ammoniacal et d'une partie du goudron. De la tour d'absorption, il passe dans une, ou plusieurs, colonnes de refroidissement de laquelle il passe aux fours à gaz, on encore on continue à le purifier s'il doit être employé à actionner des moteurs à combustion interne. L'air qui entre dans le gazogène passe auparavant dans la colonne à air H, où il absorbe de l'humidité et du calorique de l'eau chaude qui vient de la première tour à refroidissement du gaz. De la tour d'air, il passe dans les surchauffeurs D, dans lesquels il absorbe une certaine partie de la chaleur sensible des gaz. Des surchauffeurs, l'air chaud entre dans le gazogène par le bas. La saturation de l'air se continue en introduisant de la vapeur à basse pression, provenant d'un générateur à cet effet.

LE GAZOGÈNE MOND.

Ce gazogène est du type à joint hydraulique; il consiste en une enveloppe intérieure (le gazogène proprement dit) en tôle d'acier, garnie de briques réfractaires et d'un manchon extérieur. L'air et la vapeur que l'on insuffle passent dans un espace annulaire A (figure 18) entre le gazogène intérieur et le manchon extérieur, avant d'entrer sous les grilles G. La partie inférieure du gazogène est conique et se prolonge vers le bas dans la fermeture hydraulique L.

Le niveau du combustible est maintenu uniforme par la cloche de fonte B, qui ne forme cependant pas une partie essentielle de tous les gazogènes Mond. Cette cloche aide aussi, dans une certaine mesure, à la

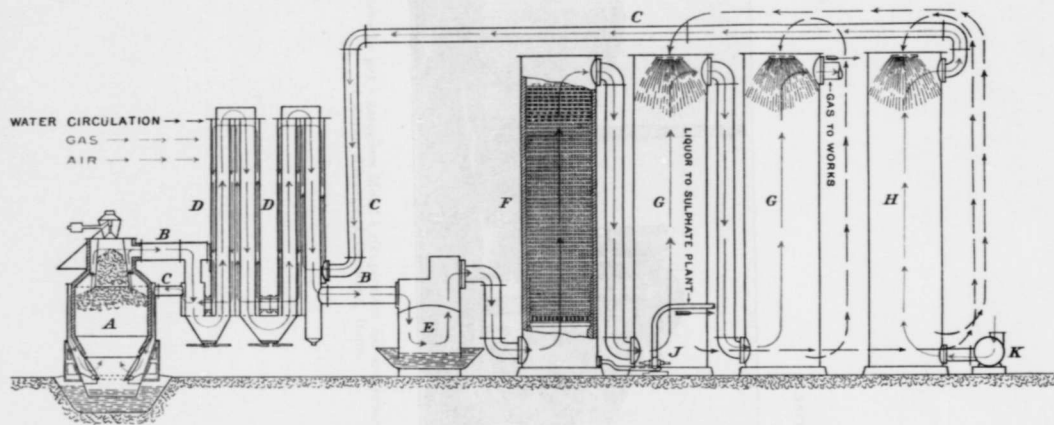
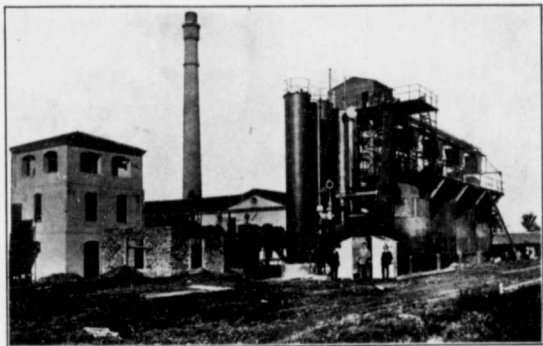


Fig. 17. Diagrammatic section of the Mond by-product recovery producer-gas system.

PLANCHE XII.



Usine de gaz à gazogènes Mond à récupération des sous-produits
et station d'énergie, à Orentano, Italie.

disti
de c
com
par
posi
vale

A (
de
cen
éco
éle

distillation sèche préliminaire du combustible. Mais, de plus, les produits de cette distillation doivent passer par le fond de la cloche et traverser le combustible incandescent dans le fût du gazogène avant d'atteindre l'issue par laquelle ils passent aux surchauffeurs. On supposait que par ce dispositif, une partie des produits goudronneux se décomposait, mais sa valeur, dans ce sens, est douteuse, d'après l'opinion de certains ingénieurs.

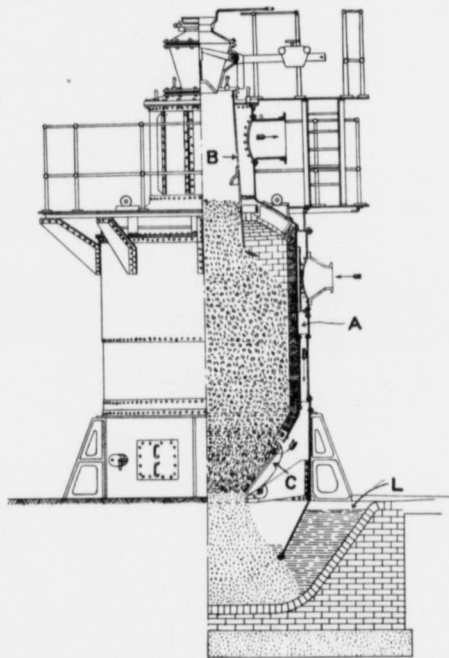


FIGURE 18. Coupe du gazogène Mond.

Le mélange d'air et de vapeur insufflé en passant dans l'espace annulaire A (figure 18) absorbe une quantité considérable de la chaleur qui rayonne de l'enveloppe intérieure, et puisque le courant doit aussi traverser les cendres chaudes du fond avant d'entrer dans le gazogène, il s'effectue une économie notable de calorique qui aide à rendre un travail théorique très élevé.

On effectue le tisonnage ou atisage par des ouvertures pratiquées près des grilles, tandis que la partie supérieure du combustible est remuée par des ouvertures pratiquées au sommet. On enlève les cendres par le cône du joint hydraulique sans aucunement interrompre la marche du gazogène. On charge le combustible dans le réservoir par une glissoire, et du réservoir il passe dans le gazogène par la cloche de chargement. Ce dispositif empêche toute fuite de gaz pendant l'alimentation de combustible nouveau. La figure 18 indique clairement ce dispositif.

SURCHAUFFEURS D'AIR ET DE VAPEUR.

Le surchauffeur consiste en deux tuyaux de diamètres différents, le plus petit desquels est placé à l'intérieur du second. Le gaz, en sortant du gazogène, passe par le tuyaux intérieur, et le mélange d'air et de vapeur circule en courants opposés, dans le plus grand ou tuyau intérieur. De cette façon, le courant d'air et de vapeur absorbe une partie de la chaleur sensible des gaz. Dans la base des surchauffeurs, il y a un compartiment où s'accumulent les poussières que l'on enlève facilement par des ouvertures appropriées.

LAVOIR MÉCANIQUE.

En quittant les surchauffeurs, les gaz passent à un lavoir mécanique. Cet appareil consiste en un compartiment rectangulaire en tôle d'acier fermé par le haut et clos par le bas par un joint hydraulique. Un arbre à bras, en acier, actionné par un moteur électrique, tourne dans ce compartiment, et les bras frappent la surface de l'eau. La vitesse du bras est de 190 tours à la minute, et lorsqu'il est en marche, le compartiment se remplit d'une pluie fine que traverse les gaz avant de sortir. Ce lavoir enlève une grande partie de la poussière, du goudron, et abaisse la température des gaz. La poussière et le goudron surnagent sur l'eau, qui forme la fermeture hydraulique, et on peut les enlever de temps en temps en écumant la surface de l'eau. Comme le gaz ammoniacal est soluble dans l'eau froide, l'eau du lavoir est maintenue à une température assez élevée pour éviter, le plus possible, une absorption de ce chef.

COLONNE D'ABSORPTION AMMONIACALE.

Cette tour consiste en un haut compartiment cylindrique fermé au haut et au bas. L'intérieur est doublé de plomb et rempli de tuiles circulaires. Le gaz lavé sortant du gazogène, et chargé d'ammoniaque et de substances goudronneuses, entre dans cette tour près du fond, et en remontant vers l'ouverture de sortie, il vient en contact intime avec l'acide sulfurique; il se produit une réaction entre l'ammoniaque et l'acide sulfurique, qui donne naissance à la formation de sulfate d'ammoniaque. Dans ce

compartiment, une quantité considérable de matières goudronneuses se sépare du gaz, et pour empêcher sa décomposition, ce qui colorerait les cristaux de sulfate d'ammoniaque, on garde la solution d'acide très faible, soit environ 2 pour cent d'acide sulfurique. La liqueur, qui consiste en une faible solution d'acide sulfurique et de sulfate d'ammoniaque, continue à circuler jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment saturée pour être envoyée à l'appareil d'évaporation. On maintient l'acidité de la solution à 2 pour cent en ajoutant de l'acide sulfurique de temps en temps.

La liqueur sort de la tour par le fond, pour passer dans une cuve ouverte, de laquelle on l'élève au haut de la tour par des pompes spéciales à acide pour la faire circuler de nouveau.

COLONNE À REFROIDISSEMENT DES GAZ.

Les tours à refroidissement des gaz, qui peuvent être nombreuses consistent en un compartiment cylindrique en tôle d'acier semblable à la colonne d'absorption que nous venons de décrire. Ces colonnes de refroidissement sont fermées en haut par une plaque, et au bas par une fermeture hydraulique. Au sommet, on introduit de l'eau froide par une pomme d'arrosoir, et elle tombe au fond de la tour dans l'eau du joint hydraulique. Les gaz chauds, en sortant de la tour à ammoniaque, entrent par le fond et passent par le haut, traversant la pluie d'eau froide, pour sortir par l'ouverture ménagée au sommet. Le gaz, au contact direct de la pluie d'eau, perd la plus grande partie de sa chaleur sensible. Donc, le gaz, en sortant, est refroidi, tandis que l'eau introduite froide, sort chaude par le trop plein du joint hydraulique. Dans cette tour, une grande partie des substances goudronneuses se séparent du gaz, et on peut les enlever, lorsqu'il est nécessaire de le faire. Le surplus d'eau, provenant de la condensation de l'humidité des gaz chauds, s'écoule par le trop plein du joint hydraulique.

Si l'on désire avoir le gaz à une température encore plus basse, on le passe dans une seconde tour exactement semblable à la première. Dans cette seconde tour, les dernières traces de goudron se séparent et on les enlève comme dans la première.

COLONNE À AIR.

Dans le double but de refroidir les gaz chauds dans la première colonne de refroidissement, et de réchauffer et de saturer l'air du courant d'alimentation du gazogène, on se sert d'une troisième tour, semblable aux deux premières. L'air est introduit par le fond, qui est fermé par un joint à l'eau, et passe vers le haut, traversant une pluie fine d'eau chaude que l'on pompe de la cuve du joint hydraulique de la première tour. De cette façon, l'air mis en contact direct avec l'eau chaude en pluie fine, absorbe la chaleur de l'eau et se sature d'humidité. De cette façon, l'eau se refroidit suffisamment pour être de nouveau utilisée dans la première colonne de refroidissement.

Le goudron mêlé à l'eau chaude qui sort de la première colonne de refroidissement est ici séparé par condensation, et on l'enlève par le joint hydraulique.

De la seconde tour de refroidissement, le gaz passe directement aux foyers, sans autre épuration, si on l'emploie comme combustible.

Lorsqu'il doit servir comme gaz à moteur, on continue à l'épurer par des turbines centrifuges et des appareils pour absorber l'humidité.

APPAREILS AUXILIAIRES.

Une installation de gazogène Mond, telle que décrite plus haut, est incomplète sans une batterie de générateurs de vapeur. Dans la description que nous venons de donner, nous n'avons guère qu'énoncé le procédé, sans mentionner les appareils auxiliaires, et les générateurs de vapeur qui sont indispensables.

Si dans la gazéification du combustible par le gazogène Mond, la première considération est la récupération de l'ammoniaque sous forme de sulfate d'ammoniaque, on est obligé, dans une certaine mesure, de sacrifier une partie de l'efficacité de l'installation comme fabrique de gaz à énergie, afin de recouvrer le maximum d'ammoniaque. Pour recueillir le plus possible de l'azote que contient le combustible, on emploie une quantité considérable de vapeur que l'on introduit avec le courant d'air. En général, dans les installations où le but principal est la récupération de l'azote, on introduit deux livres de vapeur par livre de combustible consommé. Ceci nécessite des générateurs de vapeur pour suppléer à la vapeur qu'absorbe l'air avant d'arriver au gazogène. Les foyers de ces générateurs sont chauffés, soit au charbon, soit au gaz de gazogène.

POMPES POUR CIRCULATION DE L'AIR, DE L'EAU ET DE L'ACIDE.

Le courant d'air est insufflé dans le gazogène par un ventilateur Roots, qui souffle d'abord l'air atmosphérique dans la tour d'air. Cet air, chargé d'humidité, est poussé à travers les surchauffeurs et entre dans le gazogène sous la pression produite par le ventilateur.

Les pompes à circulation d'eau pompent l'eau des cuves des fermetures hydrauliques des colonnes de refroidissement pour l'élever au sommet des tours où on l'utilise de nouveau pour le refroidissement.

Les pompes à acide sont construites d'un métal spécial qui résiste à l'action de l'acide sulfurique. Les pompes à eau et à acide sont installées dans la même salle, dans laquelle se trouve aussi la pompe à acide qui pompe la liqueur ammoniacale aux appareils à évaporation.

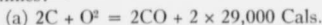
QUELQUES CONSIDÉRATIONS CHIMIQUES DE LA FABRICATION DU GAZ MOND ET DE LA RÉCUPÉRATION DE L'AZOTE.

Les réactions chimiques qui ont lieu dans un gazogène à tirage ascendant du type Mond, dans lequel l'air insufflé est saturé de vapeur, dépendent des facteurs qui suivent:—

- (1). La température du lit de combustible.
- (2). Épaisseur du lit de combustible.
- (3). Vitesse du courant de gaz traversant le combustible.

Pour se rendre compte de l'influence de ces facteurs sur la formation du gaz, en ce qui concerne sa composition chimique, et partant sa valeur calorifique, il faut considérer séparément, l'effet de l'oxygène de l'air sur le carbone incandescent, et l'effet de la vapeur qui entre avec l'air.

Dans des circonstances ordinaires, c'est-à-dire avec un lit peu épais de combustible qui est consumé en entier, le carbone fixe brûle directement en monoxyde de carbone avec production de calorique. On peut exprimer la réaction comme il suit, le poids de carbone consumé étant de 24 kilogrammes:—



Le monoxyde de carbone résultant est presque instantanément brûlé en acide carbonique avec production additionnelle de chaleur. L'équation de cette réaction est:—



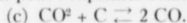
Quant au résultat final, c'est-à-dire la formation de CO^2 et la production de chaleur, il est indifférent que le carbone brûle d'abord en monoxyde de carbone, qui lui-même est converti en carbone dioxyde, ou qu'il soit immédiatement converti en acide carbonique,—dans les deux cas, la production de calorique est la même. Donc, ces équations représentent les réactions qui ont lieu entre l'oxygène de l'air et le carbone du combustible quand un lit peu épais est complètement consumé dans un foyer.

Dans le cas de gaz de gazogène, lorsque l'on recherche une combustion incomplète, l'acide carbonique résultant de la réaction (b) est de nouveau réduit en monoxyde de carbone dans sa marche ascendante à travers le lit de combustible, et comme nous l'avons dit ci-dessus, ceci dépend de la température et de la vitesse du courant de gaz traversant le lit de combustible. La vitesse du courant, ou le temps que prend une molécule de gaz à traverser le lit de combustible, détermine le temps de contact entre le gaz et le carbone incandescent.

La température élevée favorise la formation de monoxyde de carbone, tandis qu'une basse température favorise la formation d'acide carbonique. On verra donc que la quantité, ou proportion par volume de monoxyde ou de dioxyde de carbone présente dans le gaz de gazogène, dépend de la

température régnante aux différents niveaux du lit de combustible, et que par une augmentation de température, l'acide carbonique sera réduit en monoxyde, tandis qu'une baisse de température oxydera le gaz monoxyde en dioxyde. Dans le premier cas, la réaction sera accompagnée d'une absorption de calorique, tandis que dans le second, il y a production de calorique.

Donc la réaction entre le carbone, et l'acide carbonique est réversible, et on peut l'exprimer comme il suit:—



La flèche qui remplace le signe d'égalité dans l'équation ci-dessus indique que la réaction peut avoir lieu de droite à gauche ou de gauche à droite. Les concentrations des substances en jeu, ainsi que la température règlent la direction dans laquelle a lieu la réaction, et pour chaque température, il y a un rapport constant entre les concentrations de CO et de CO² qui sont en équilibre avec le carbone.

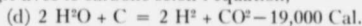
D'après O. Boudouard, les mélanges qui suivent, de monoxyde et de dioxyde, sont en équilibre avec le carbone fixe sous la pression atmosphérique à des températures de 650, 800 et 925° C respectivement.

Température °C	Proportions pour cent	
	CO	CO ²
650°	39	61
800°	93	7
925°	96	4

On voit donc que la réaction réversible $\text{CO}^2 + \text{C} = 2 \text{CO}$ tend à augmenter la proportion d'acide carbonique dans le gaz résultant lorsque la température de la zone de réaction du gazogène baisse.

Les proportions de monoxyde et de dioxyde de carbone qui sont en équilibre avec le carbone fixe à diverses températures, ont fait l'objet de recherches récentes de la part de J. K. Clément, L. H. Adams et C. N. Haskins.¹ Dans le tableau qui suit (n° 16), on donne les résultats de ces recherches, qui comprennent aussi la valeur de la constante d'équilibre (K), et on verra que les proportions de monoxyde de carbone en équilibre avec le carbone fixe pour les températures entre 500 et 1,000° C, ne s'accordent pas avec celles déterminées par Boudouard.

Dans la fabrication de gaz Mond, on introduit une quantité considérable de vapeur dans le gazogène; avec le courant d'air insufflé, il est donc nécessaire de considérer les réactions qui ont lieu entre la vapeur et le carbone incandescent. Aux températures peu élevées (500—600° C) la vapeur réagit avec le carbone selon l'équation,



¹ Rapport intitulé "Essential Factors of Producer Gas," par J. K. Clement, L. K. Adams, et C. H. Haskins. M. Ministère de l'Intérieur, Bureau des Mines, Washington.

tandis qu'aux températures de 1,000° C et plus, la réaction principale entraîne la production de monoxyde de carbone et d'hydrogène selon l'équation:—

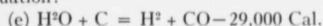


TABLEAU 16.

Valeurs de "K" d'après déterminations expérimentales.¹

Températures (Co.)	K (obs.)	K (cal.)	X∞ (obs.)	X∞ (cal.)	X∞ (obs.) Boudouard
500	.....	0.000007	.....	0.021	.....
600	.....	0.00013	.....	0.093	.....
650	.....	0.00046	.....	0.185	0.39
700	.....	0.00137	.....	0.283	.....
800	0.0065	0.0090	0.526	0.582	0.93
850	0.022	0.020	0.738	0.722	.....
900	0.059	0.042	0.871	0.832	.....
925	0.094	0.060	0.912	0.873	0.96
1,000	0.136	0.151	0.939	0.945	.....
1,100	0.283	0.448	0.971	0.981	.....
1,200	.....	1.120	.....	0.944	.....
1,300	.....	2.455	.....	0.997	.....
1,400	.....	4.826	.....	0.9985	.....
1,500	.....	8.671	.....	0.9992	.....
1,600	.....	14.44	.....	0.9996	.....

Cette réaction prédomine dans la fabrication de gaz à l'eau, qui demande deux gazogènes, si l'on désire le produire d'une manière continue, sans interruption. Le premier stage de la fabrication du gaz à l'eau consiste à produire du gaz de gazogène, opération qui se continue jusqu'à ce que le combustible dans l'appareil atteigne une température élevée (incandescente.) Lorsque l'on a atteint la température désirée, on arrête l'insufflation d'air, et on introduit de la vapeur sous pression, qui forme du gaz à l'eau, avec refroidissement du combustible du gazogène. On arrête la production du gaz à l'eau lorsque la température du lit de combustible baisse au-dessous de 1,000° C. À cette température, on arrête l'entrée de la vapeur, et on reprend l'insufflation d'air jusqu'à ce que la température se soit suffisamment élevée pour renverser le cycle.

Le procédé de fabrication de gaz à l'eau est loin d'être simple, et les réactions que nous avons données indiquent seulement le principe.

D'après Bone et Wheeler,² aux températures entre 600° et 1,000° C, les produits correspondent aux réactions simultanées des équations (d) et (e), la seconde réaction l'emportant graduellement à mesure que la température s'élève jusqu'à 1,000° C, alors qu'elle remplace entièrement la

¹ Bulletin 7, Bureau des Mines, Washington.

² Journal of the Iron and Steel Institute, n° 1, 1907, page 129.

première. Les deux réactions sont endothermiques, c'est-à-dire qu'elles absorbent du calorique,—la première représente la disparition de 19,000 cal., et la seconde de 29,000. Donc les deux tendent à faire baisser la température du gazogène et à augmenter l'efficacité thermique du procédé.

Bone et Wheeler suggèrent que les quantités considérables de vapeur qu'il faut introduire dans le procédé Mond lorsque le but principal est la récupération de l'ammoniaque, abaissent peut-être la température suffisamment pour permettre que la réaction (d) ait lieu assez énergiquement, et que ceci pourrait expliquer la présence d'acide carbonique en quantités considérables dans le gaz Mond. Le tableau qui suit (n° 17) donne les proportions de la composition, par volume, des combustibles gazeux.¹

TABLEAU 17.

	Gaz naturel	Gaz de houille	Gaz à l'eau.	Gaz Dawson.	Gaz Mond.	Gaz Siemens.	Gaz de Haut-fourneau
Hydrogène.....	9.2	46.27	48.6	24.36	29.0	8.6	1.96
Gaz des marais.....	85.1	37.55	0.4	1.31	2.0	2.4	2.23
Monoxyde de carbone	1.0	11.19	44.0	17.55	11.0	24.4	26.29
Azote.....	2.0	1.01	3.7	50.48	42.0	59.4	66.78
Acide carbonique.....	0.5	0.80	3.3	6.07	16.0	5.2	8.74
Autres hydrocarbures	2.0	3.17	.....	.....	.....	.....	.....
Puissance calorifique ² .	952	648	297	144	144	125	118

Il est intéressant de noter que les résultats de plusieurs essais faits sur un gazogène à suction Westinghouse, à double zone, chargé de lignite et de houille, donnent la même proportion élevée d'acide carbonique lorsque l'on introduit de la vapeur avec l'air dans la zone inférieure.

TABLEAU 18.³

Essai N°. 40, le 16 juillet, gazogène Westinghouse, lignite.

Échantillon n°.....	23	24	25	26
Heure.....	8.0 a.m.	10.0 a.m.	Midi.	2.0 p.m.
Acide carbonique.....	9.9	9.5	17.3	14.5
Oxygène.....	0.8	0.5	0.0	0.8
Éthylène.....	0.1	0.0	0.0	0.1
Monoxyde de carbone.....	17.2	19.2	8.8	11.9
Méthane.....	1.7	1.9	4.4	4.3
Hydrogène.....	15.3	14.6	23.8	23.1
Azote.....	55.0	54.3	45.7	45.3
Valeur calorifique brute.....	123	127	149	157
Valeur calorifique nette.....	113	118	132	141

¹ Handbook of Chemical Engineering, George E. Davis, vol. 1, p. 326.² Unités thermales britanniques par pied cube à 60°F.³ Unités thermales brit. par pied cube, Division des Mines, Ministère des Mines, Ottawa, Canada.

Les analyses de gaz qui précèdent, faites au cours d'un récent essai des lignites d'Alberta, indiquent une augmentation notable de monoxyde de carbone et d'hydrogène lorsque l'on introduit de la vapeur dans la zone inférieure.

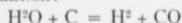
Dans les deux échantillons de 8 hrs et de 9 hrs, la teneur en acide carbonique est faible. Jusqu'à 11 hrs, on n'admet que de l'air atmosphérique dans la zone inférieure du gazogène. La proportion considérable d'hydrogène que contient ces deux échantillons de gaz provient de l'humidité du combustible, soit environ 15 pour cent. À 11 heures, on commença à introduire de la vapeur avec l'air, dans la zone inférieure avec les résultats qui ressortent des analyses des échantillons de gaz pris à midi et à deux heures.

Il ressort de ces analyses que la température de la zone inférieure était suffisamment réduite par l'introduction de la vapeur pour permettre, dans une grande mesure, la réaction:



L'introduction de la vapeur produisit un abaissement de la température dans la zone de réaction au point qu'il fallut arrêter entièrement le jet de vapeur.

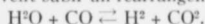
Les gaz provenant de l'action de la vapeur et du carbone suivant l'équation:—



et



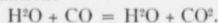
peuvent subir un réarrangement selon l'équation:



Cette réaction est réversible, c'est-à-dire que l'acide carbonique peut réagir avec l'hydrogène selon l'équation



ou la vapeur peut subir une réaction avec le monoxyde de carbone selon l'équation:



À toutes les températures dépassant 500°, la vapeur réagit avec le monoxyde de carbone, et l'hydrogène, avec l'acide carbonique. La direction dans laquelle la réaction a lieu dépend de la température et des concentrations relatives des substances en jeu, de sorte que pour toute température au-dessus de 500° C, il y a une condition d'équilibre dans laquelle le produit des concentrations d'un membre divisé par le produit des concentrations de l'autre membre de l'équation, est une constante, comme il suit:—

$$\frac{H^2O + CO}{H^2 \times CO^2} = K = \text{une constante.}$$

Hahn¹ a déterminé ce coefficient pour les températures entre 786° et 1,405° C comme il suit:—

¹ Zeitschrift für Physikalische Chemie, 1903, vol. XLIII, p. 705, Vol. XLIV, p. 513.

Températ.	K
786°	0.81
886°	1.19
986°	1.54
1086°	1.95
1205°	2.10
1405°	2.49

Si nous tenons compte de ces coefficients d'équilibre, nous pouvons prédire la direction dans laquelle la réaction a lieu.

Par exemple, dans le cas d'un mélange qui est en équilibre à une température relativement peu élevée, soit 800° C, la réaction aura lieu dans la direction



à mesure que la température s'élève, et sera au contraire selon l'équation $\text{CO} + \text{H}^2\text{O} = \text{CO}^2 + \text{H}^2$, lorsque la température baisse. L'introduction de vapeur fait baisser la température, et aura une tendance à changer la direction de la réaction.

Lorsque la réaction procède dans la direction de $\text{CO}^2 + \text{H}^2 = \text{CO} + \text{H}^2\text{O}$, il y a absorption de calorique tandis qu'un changement dans la direction opposée causera un dégagement de chaleur.

En introduisant de la vapeur dans la zone de réaction du gazogène, non seulement on augmente le rendement thermal du système, mais on réduit à un minimum la formation de mâchefer qui se produit sous l'influence des hautes températures.

Dans le cas cité, c'est-à-dire la gazéification d'un combustible solide dans le but de recouvrir le maximum de la teneur en azote, on introduit de la vapeur en excès dans le but que l'on a en vue, sans considérer le rendement thermal de l'appareil.

Il résulte de l'introduction excessive de vapeur, un gaz inférieur comme puissance calorifique à celui provenant du procédé Mond appliqué à la fabrication de gaz pour production d'énergie; donc on sacrifie une partie du rendement thermal à la récupération de l'ammoniaque.

Le tableau 19 qui suit présente les résultats d'une série d'essai par Bone et Wheeler¹ d'une installation de station d'énergie à gaz Mond aux usines sidérurgiques de M M. Monks, Hall et Cie Limitée, à Warrington, et il ait ressortir la diminution de rendement thermal lorsque l'on augmente le degré de saturation de l'air insufflé.

On fit ces essais dans le but de déterminer quelle est l'influence de la variation des proportions d'air et de vapeur du courant insufflé sur la composition du gaz, son adaptation aux procédés métallurgiques, et sur le rendement thermal général des gazogènes. Les essais furent faits en cours de marche ordinaire, mais sans essai de récupérer les gaz ammoniacaux.

¹ Journal of the Iron and Steel Institute, no. 1, 1907, p. 154

Distillation des matières volatiles dans le combustible.

On verra par la figure 18, qui donne une coupe du gazogène Mond, que le sommet de l'appareil est muni d'une large cloche dans laquelle tombe le combustible du réservoir placé au-dessus. Le niveau du combustible dans cette cloche, est toujours maintenu au-dessus de celui du fût du gazogène même, ainsi que l'indique la coupe. Donc, le combustible est maintenu à un niveau constant, et les produits qui résultent de la distillation dans cette cloche doivent circuler, par le bas, à travers une partie du combustible chaud au-dessous de la cloche, avant d'atteindre l'ouverture de l'issue des gaz.

On a prétendu que cette construction était favorable à la décomposition ou fractionnement d'une certaine partie des matières volatiles du combustible, formant par là des gaz à hydrocarbures fixes; mais selon Bone et Wheeler, cette prétention est plus ou moins valide. Virtuellement, tous les produits goudronneux de distillation, sortent du gazogène en goudron mêlé au gaz, et qui n'entre aucunement dans la composition du gaz utilisable. Seule, cette partie des matières volatiles distillées dans les parties à haute température du gazogène se fractionnent en hydrocarbures stables. Dans les conditions les plus favorables, il n'y a qu'une petite partie des matières goudronneuses totales contenues dans le combustible, qui soit décomposée, et nous croyons que son influence dans la formation du gaz final est tout à fait négligeable.

Formation de l'ammoniaque et du sulfate d'ammoniaque.

Le procédé Mond, tel que nous le décrivons, a pour but la production de gaz pour le développement d'énergie et la récupération de la teneur en azote du combustible sous la forme de sulfate d'ammoniaque.

Le premier stade de la formation de sulfate d'ammoniaque est la formation de gaz ammoniacal par l'union chimique de l'hydrogène et de l'azote. On a avancé plusieurs théories sur la formation du gaz ammoniacal dans le gazogène, mais il est inutile de les énoncer toutes. L'une de ces théories, du reste, semble suffisamment expliquer tous les phénomènes observés. D'après cet avancé, dû à M. J. Weil, Chimiste en chef de "Power Gas Corporation" l'ammoniaque se formerait en deux stades:—

(1) Par la distillation du combustible à basse température; dans ce stade, il y a une perte considérable d'azote.

(2) Par l'action de l'hydrogène naissant sur l'azote en voie de développement, au cours de la réaction de la vapeur sur les substances incandescentes azotées et charbonneuses.

Cette théorie est appuyée par les considérations de l'effet de la température; une faible concentration d'hydrogène serait accompagnée d'un faible dégagement d'ammoniaque, et *vice versa*. Ceci est prouvé par la

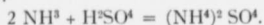
prat
sible
avec
aug
en a

con
suiv

d'au
par

pratique. De plus, à mesure que la température baisse, la réaction réversible $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{H}_2$, procède dans la direction $\text{CO} + \text{H}_2\text{O} = \text{CO}_2 + \text{H}_2$, avec dégagement de calorique. La concentration d'hydrogène est donc augmentée par cette réaction, et cet état donne un rendement plus élevé en ammoniacque.

Le gaz ammoniacal ainsi formé passe dans une colonne où il entre en contact intime avec de l'acide sulfurique, donnant lieu à la réaction suivante:—



Le sulfate d'ammoniaque résultant reste en solution dans la liqueur d'acide sulfurique, environ 2 pour cent, et on le recouvre à l'état cristallin par évaporation.

USI

obse
util
l'ex

à c
fin
tou

fin
mo
hou
d'u
l'in
et

de
ave
vis
de
le p

cri

Mo
Li
lsc
L'
Ita
M
Ita
on
im
de

CHAPITRE IV.

**USINES EUROPÉENNES DE GAZ À MOTEURS, INSTALLÉES
POUR RECOUVRER LES SOUS-PRODUITS, À TOURBE
OU À CHARBON.**

Le but de notre voyage en Europe était de recueillir des données par observations directes sur les usines de production de gaz de gazogènes, utilisant la tourbe et le charbon, tant pour le coût de l'installation que pour l'exploitation et la bonne marche continue.

En ce qui concerne les gazogènes à tourbe, l'un des points importants à considérer est le coût du combustible rendu à l'usine à gaz. Nous en fîmes donc une étude spéciale, y compris les modes de préparation de la tourbe et le prix de revient du combustible rendu au point d'utilisation.

Lorsque nous pûmes les obtenir, nous nous procurâmes des états financiers donnant le coût de l'exploitation pendant des périodes de plusieurs mois. Nous ne pûmes les avoir que dans deux cas, tous deux utilisant de la houille. Les prix de revient et les bénéfices découlant de l'exploitation d'usines à gaz brûlant de la tourbe, sont calculés sur la base du coût de l'installation, des frais de main-d'œuvre, du prix des sous-produits recouvrés et de la vente du gaz.

Il n'y a qu'en Angleterre que nous ayons vu des usines à gaz brûlant de la houille installées pour recouvrer les sous-produits, et elles sont montées avec le gazogène Mond. Les deux usines de gaz de tourbe que nous avons visitées sont situées en Allemagne et en Italie respectivement. La première de celles-ci a été montée sur le système Frank et Caro, et la seconde employait le procédé Mond.

La différence entre les deux systèmes est si petite qu'une seule description suffira, le principe étant identiquement le même dans les deux cas.

Les usines que nous visitâmes sont celles de la South Staffordshire Mond Gas Company, à Dudley Port; la Langwith By-Product Company, Limited, Langwith; la Deutsche Mond Gas and Nebenproduktion Gesellschaft, sur la tourbière de Schweger, près d'Osnabruck en Allemagne, et L'Utilizzazione Dei Combustibili Italiani E. L'impianto Di Orentano, Italie. À l'époque de notre voyage en Europe, une grande usine du système Mond, pour utiliser la tourbe, était en voie de construction à Codigoro, Italie, et une autre, à tourbe et à lignite, était presque terminée à Stockton-on-Tees. Cette dernière, construite par la Power Gas Corporation, est installée pour fins d'expérimentation et pour faire des essais sur l'utilisation des deux combustibles.

Les usines de gaz Mond de la "South Staffordshire Mond Gas Co.," et celle de la "Langwith By-Product Company" utilisent de la houille, tandis que les deux usines que nous visitâmes sur le continent sont construites pour la gazéification de la tourbe.

USINE À GAZ MOND DE ORENTANO, ITALIE, INSTALLÉE POUR RÉCUPÉRER LES SOUS-PRODUITS.

Cette usine (planche XII) est située sur le bord d'une tourbière à quelques milles d'Orentano, un village bien desservi par le chemin de fer. La superficie totale de la tourbière est de 600 hectares (1,482 acres), mais de cette étendue, l'usine n'exploite que 200 hectares (494 acres). Cette partie de la tourbière a une épaisseur moyenne de 1m. 50 (5 pieds) de bonne tourbe à combustible, mais cette épaisseur n'est pas continue et uniforme; elle est malheureusement divisée en deux couches de tourbe d'égale épaisseur, par un lit d'argile et de graviers d'un pied.

Une couche intermédiaire d'argile de cette nature milite fort contre le succès de l'exploitation d'une tourbière dans les régions où la main-d'œuvre est chère, mais à Orentano les salaires sont peu élevés, et on peut y fabriquer avantageusement le combustible de tourbe. De plus, la tourbière est située dans un bas-fond et ne peut être asséchée que par épuisement par pompes, ce qui augmente considérablement les frais, et le coût de ce chef atteindra des proportions plus considérables à mesure que l'exploitation avancera.

Jusqu'à présent, on n'a guère exploité que la couche supérieure de tourbe et avant d'attaquer la couche inférieure il faudra enlever le lit d'argile, ce qui sera une opération coûteuse, même en Italie, où la main-d'œuvre est bon marché.

Méthode de fabrication.

La tourbe, dont l'extraction se fait entièrement à la bêche, est traitée dans des machines à tourbes du système Dolberg, dont il y en a cinq. Ces machines sont munies de courroies transporteuses qui servent à transporter la tourbe de la tranchée d'excavation aux triturateurs.

Le combustible de tourbe est transporté à l'usine d'énergie par un chemin de fer à voie étroite par des wagons fermés traînés par des locomotives à tourbe, dont il y en a deux.

Une certaine partie de la tourbe utilisée dans les gazogènes est triturée dans les machines à tourbe et séchée à l'air, mais la plus grande proportion est simplement bêchée à la main, mise en tas, et transportée à l'usine d'énergie selon les besoins, où on la traite mécaniquement et où elle subit un séchage artificiel (voir page 83).

Pour l'excavation de la tourbe pendant la campagne d'exploitation on emploie 70 ouvriers à 3 shillings (72 cents) et 30 ouvriers à 8 pence (16

cents) par jour. Les frais d'extraction d'une tonne métrique (2,200 livres) de tourbe, sur la base d'une teneur de 30 pour cent d'eau, se chiffrent à 2sh. 6 pences (60 centins).

Pour la tourbe préparée sur le champ, on emploie 5 machines Dolberg; il faut treize hommes pour chacune d'elles. Les machines peuvent produire de 20 à 22 tonnes de tourbe théoriquement sèche par douze heures.

Nonobstant le coût peu élevé de la main-d'œuvre qui règne dans cette région de l'Italie, c'est avec difficulté que l'on parvient à produire la quantité de tourbe nécessaire, soit: 70 tonnes de tourbe théoriquement sèche par jour, pour alimenter l'usine d'énergie à son maximum. Conséquemment, on est obligé de restreindre la marche de l'usine, l'alimentation quotidienne ne dépassant guère 30 tonnes de tourbe sèche.

Nous donnons ci-dessous une analyse moyenne de la tourbe fabriquée utilisée dans les gazogènes:—

Azote.....	1.56%
Carbone total.....	56.00
Cendres.....	12.00

Cette analyse fut faite sur un échantillon de tourbe absolument sèche. Donc, la teneur en azote de la tourbe contenant de 32 à 35 pour cent d'humidité sera de 1.04 environ. Ceci est faible et ne suffit pas pour que l'on puisse avantageusement la recouvrer dans les régions où la main-d'œuvre est chère, et où le prix de revient de la tourbe serait en conséquence élevé.

Séchage artificiel de la tourbe.

La plus grande partie de la tourbe consommée dans les gazogènes, ainsi que nous l'avons remarqué plus haut, est traitée mécaniquement à l'usine, et séchée artificiellement par la chaleur d'échappement des moteurs à gaz, la chaleur perdue des gaz de combustion des générateurs de vapeur et par la combustion de gaz de gazogène, correspondant, par jour, à 8 tonnes de tourbe à 33½ pour cent d'humidité, que l'on brûle dans un four spécial à chauffage d'air. La quantité de tourbe ainsi produits correspond à 20 tonnes par jour de 24 heures de tourbe théoriquement sèche. La consommation de l'usine en pleine marche, et donnant son rendement maximum, étant de 70 tonnes de tourbe sèche par jour, il faudrait, pour atteindre ce résultat, chercher des moyens de combler cette lacune, car avec les moyens de séchage artificiel dont l'on peut disposer actuellement, on ne pourrait fabriquer les 40 tonnes additionnelles sans consommer une quantité excessive de combustible.

Nonobstant le climat doux qui règne dans cette partie de l'Italie, la durée de la campagne d'excavation de la tourbe est relativement courte; dans les circonstances les plus favorables, elle n'est pas plus longue que dans

les parties de l'est et du sud de la province d'Ontario. Les neiges du Canada sont remplacées par des pluies qui inondent la tourbière, laquelle se trouve donc sous l'eau pendant un certain temps.

On espère, cependant, être en mesure, dans un avenir peu éloigné, de pourvoir aux besoins de l'usine. Pour atteindre ce but, il faudra fabriquer 42,000 tonnes de tourbe à 33½ pour cent d'eau, durant la campagne.

Teneur en azote du combustible de tourbe.

Si nous prenons la teneur moyenne en humidité de la tourbe chargée dans les gazogènes comme étant de 33½ pour cent, la teneur moyenne en azote sera de 1.04 pour cent. Le production de l'usine est actuellement beaucoup inférieure à son rendement possible, la consommation quotidienne n'étant que de 30 tonnes de tourbe théoriquement sèche, soit 45.11 tonnes à une teneur de 33½ pour cent d'humidité.

Durant l'année de travail, soit 350 jours, la consommation totale de combustible, sur cette base, serait de 15,790 tonnes métriques (17,370 petites tonnes) et la teneur totale d'azote serait de 180 petites tonnes, soit 849 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

En pratique, on ne peut guère compter recouvrer plus de 70 pour cent de l'azote, ce qui réduirait la production de sulfate d'ammoniaque à 594 petites tonnes.

Lorsque l'usine sera en pleine opération, on consommera 40,530 petites tonnes de tourbe en 350 jours, et les 70 pour cent recouvrables d'azote donneront 295 tonnes, représentant 1,390 tonnes de sulfate d'ammoniaque.

Quantité et coût de l'acide sulfurique employé.

La formation de sulfate d'ammoniaque,—en passant le gaz contenant l'ammoniaque à travers une pluie d'acide sulfurique,—requiert une quantité d'acide sulfurique égale à 1.2 fois le poids de sulfate d'ammoniaque produit.

Dans sa marche actuelle, c'est-à-dire en consommant 30 tonnes de tourbe sèche par jour, la production annuelle de sulfate d'ammoniaque serait de 594 petites tonnes environ. Ceci demanderait donc 594×1.2 ou 713 tonnes d'acide sulfurique à 50° Baumé.

L'acide sulfurique rendu à l'usine coûte 42 livres¹ soit \$8.11 la tonne métrique, 2,200, ou \$7.37 la petite tonne. Donc, le coût de l'acide sulfurique pour l'année serait de 713×7.37 , soit environ \$5,260, et à la cote actuelle du marché de \$65 la tonne, ce qui est peu pour cette année (1913) les recettes brutes du chef de la fabrication de sulfate d'ammoniaque seraient de $\$594 \times 65 = \$38,610$, et lorsque l'usine marchera son plein, les recettes brutes s'élèveront à environ \$90,000.

¹ 1 livre = 0.193 dollar en or.

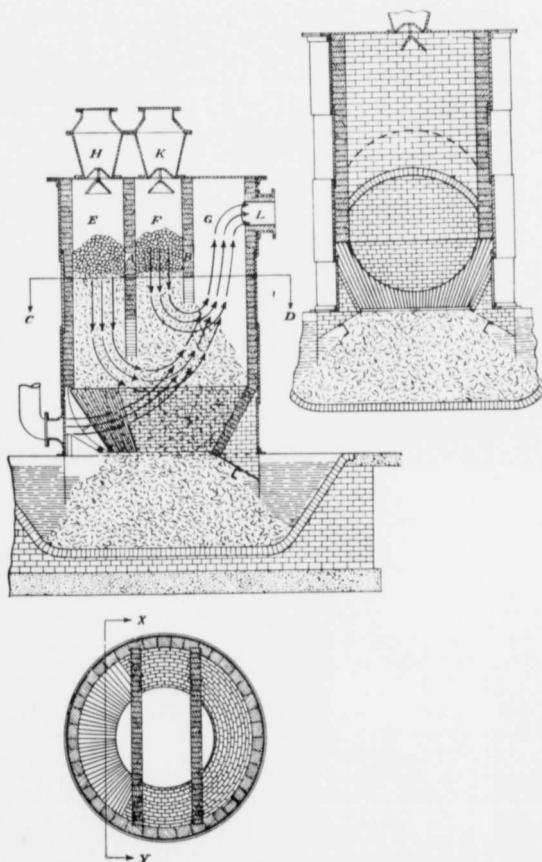


FIGURE 19. Coupe "CD." Coupe du gazogène Cerasoli.
 FIGURE 20. Coupe "XY." Coupe du gazogène Cerasoli.

Description de l'installation.

L'usine à gaz consiste en une batterie de 4 gazogènes, dont 3 sont du type Mond et le quatrième du type Cerasoli. Les trois appareils Mond diffèrent quelque peu du type ordinaire à récupération des sous-produits en ce qu'il n'y a pas d'espace annulaire entre le cylindre intérieur et l'enveloppe extérieure. Le surchauffeur qui accompagne généralement les gazogènes Mond est absent à Orentano.

Le gazogène Cerasoli, qui constitue le quatrième appareil, diffère du type Mond. Les figures 19 et 20 le donnent en coupes horizontale et verticale.

Dans ce gazogène, on essaie d'utiliser à l'intérieur même de l'appareil, une partie de la teneur en eau de la tourbe, afin de réduire la quantité de vapeur qui doit être fournie par une batterie de générateurs. On espérait aussi qu'une construction ingénieuse permettrait la décomposition d'une grande partie des substances goudroneuses distillées de la tourbe, qui dans le gazogène Mond, sortent de l'appareil à l'état de goudron. L'humidité de la tourbe consommée dans le gazogène, lorsqu'il n'y a pas de dispositif pour l'utiliser, est évaporée et surchauffée au détriment du rendement de l'appareil, car elle abaisse la température sans donner de travail utile. Cette humidité non seulement absorbe une quantité appréciable de calorique, mais elle ne joue aucun rôle dans la formation du gaz. Donc, en utilisant une partie de cette eau de la tourbe aux réactions chimiques qui ont lieu dans la zone de gazéification du gazogène, on effectuerait une économie de calorique, (1) en diminuant la quantité de vapeur que doivent fournir les générateurs, et (2) en utilisant la chaleur résultant de la décomposition de la vapeur représentant la teneur en humidité de la tourbe, que l'on peut recouvrer lorsque le gaz est utilisé à actionner un moteur ou autrement. Théoriquement, l'efficacité thermique d'un gazogène de ce type est supérieure à celle d'un appareil Mond ordinaire, mais on n'a pas de données desquelles on puisse déduire l'application pratique de ces conditions théoriques.

LE GAZOGÈNE CERASOLI.

D'après la coupe verticale (figure 19), on observe que le gazogène est divisé intérieurement en trois compartiments par deux cloisons. La séparation A va du sommet du gazogène jusqu'à une courte distance des grilles. La cloison B part aussi du haut de l'appareil, mais ne descend pas jusqu'à la partie inférieure du cylindre. Le bas de ces cloisons est cintré en forme d'arche.

L'admission d'air se fait par les grilles sur un tiers de la circonférence du gazogène, les autres deux tiers de la base sont pleins, et non pas à jour (voir figure 19). Donc la combustion dans le compartiment E est plus rapide que dans les compartiments F ou G. Les courants de gaz et de l'air sont indiqués par des lignes pointillées et des flèches.

Ce mode d'admission du courant d'air est réglé de façon à ce que la combustion des deux tiers du combustible ait lieu dans le compartiment E, le reste brûlant dans le compartiment F. Par ce dispositif, les matières volatiles, qui consistent principalement en substances goudronneuses, passent par courant descendant à travers le lit de combustible et le carbone incandescent, et traversent le fond avant d'atteindre l'ouverture de sortie. L'humidité volatilisée du charbon de tourbe dans le compartiment E, traverse aussi le carbone incandescent de la partie inférieure du gazogène, où elle entre en réaction avec le carbone, formant de l'acide carbonique ou du monoxyde de carbone, et de l'hydrogène. La quantité de vapeur nécessaire pour saturer le courant d'air est diminuée par ce dispositif.

Les matières volatiles et l'humidité vaporisée dans le compartiment F ne sont guère décomposées en passant vers l'ouverture de sortie des gaz; mais puisque les deux tiers de l'humidité et des substances goudronneuses du combustible sont brûlés dans le compartiment E, et conséquemment viennent en contact intime avec le carbone incandescent, il s'ensuit qu'un tiers seulement de l'humidité et des matières volatiles du combustible sort du gazogène sans être soumis à l'action du carbone incandescent. Donc, théoriquement, il semblerait que par ce dispositif on puisse effectuer la décomposition de la plus grande partie de l'humidité et des matières volatiles, réduisant par là la quantité de vapeur nécessaire pour saturer le courant d'air insufflé et le goudron produit, et il en découlerait naturellement un rendement thermal plus élevé.

Malheureusement, on n'a pas fait d'essais systématiques pouvant établir la théorie ci-dessus, et les essais que nous avons vus sont trop incomplets pour établir la preuve des avantages pratiques de cet ingénieux dispositif.

MÉTHODE D'ALIMENTATION DE COMBUSTIBLE.

Le combustible est monté par un élévateur à godets jusqu'à la plate-forme de chargement, où il est versé automatiquement dans des trémies placées au-dessus de chacun des gazogènes. Dans le cas du gazogène Cerasoli, il y a deux trémies, ou réservoirs, une pour chacun des deux compartiments. Les cendres sont enlevées par l'ouverture du joint hydraulique, disposé à la base de l'appareil. Des ouvertures pour remuer et attiser sont disposées à intervalles égaux sur le périmètre du gazogène, près des grilles et dans la partie supérieure du fût. Celles du haut se ferment au moyen de boulets de fer. Un gazogène en marche n'a pas besoin d'être tisonné souvent.

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR POUR LA SATURATION DE L'AIR INSUFFLÉ.

Trois générateurs à foyers à gaz fournissent la vapeur nécessaire à la saturation de l'air.

CONSOMMATION DE GAZ DES GÉNÉRATEURS, DU SÉCHAGE ARTIFICIEL ET DE
L'ÉNERGIE DE L'USINE.

Les générateurs de vapeur consomment un volume de gaz journalier équivalent à 11 tonnes de tourbe. C'est à peu près le tiers du volume total de la tourbe gazéifiée dans les gazogènes.

Le calorique nécessaire pour suppléer aux gaz d'échappement des moteurs et à la chaleur des conduits des générateurs, qui sont utilisés au séchage de la tourbe, nécessite le chauffage d'air dans un dispositif spécial. La quantité de gaz consommée dans cet appareil est l'équivalent de huit tonnes de tourbe à 33½ pour cent d'humidité.

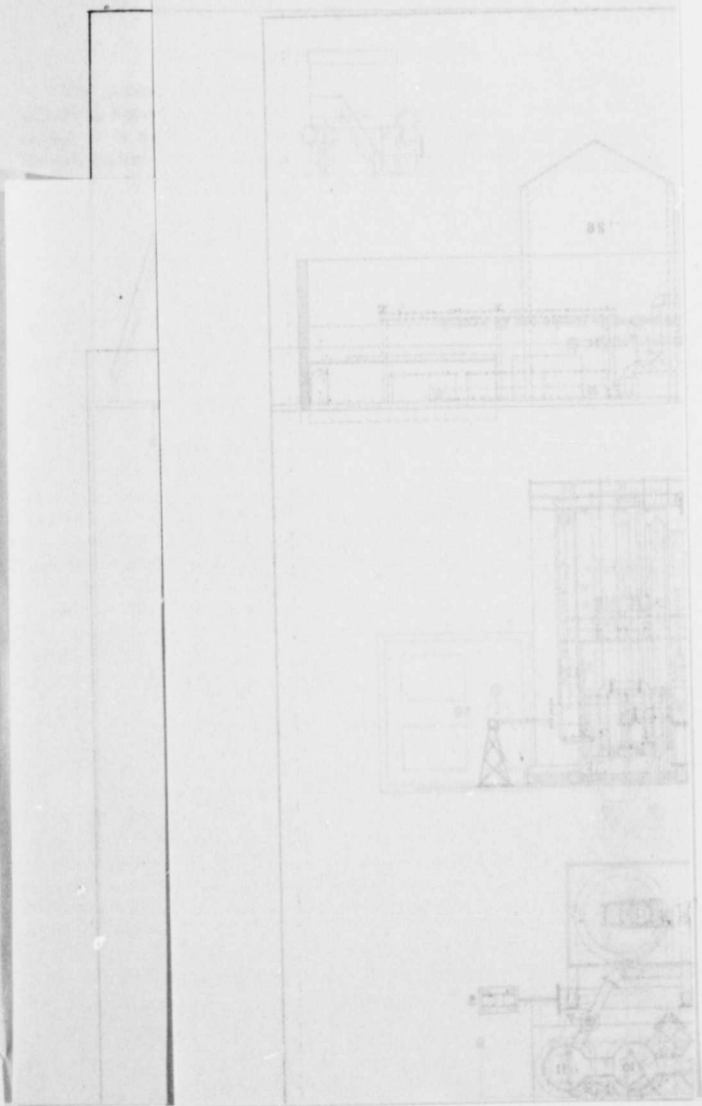
Donc, la quantité de tourbe, ou son équivalent en gaz que l'on consomme, pour produire la vapeur et chauffer l'air, se chiffre à 19 tonnes. Ceci laisse onze tonnes de tourbe à 33½ pour cent d'humidité à être converties en gaz à moteur utilisable.

La figure 21 donne le devis d'une usine Mond installée pour consumer 100 tonnes de tourbe théoriquement sèche. La disposition de cette usine donne une idée de l'installation des gazogènes et des appareils auxiliaires d'Orentano.

COLONNE À ACIDE, REFROIDISSEMENT DU GAZ ET RECHAUFFEUR D'AIR.

Le gaz du gazogène, chargé d'ammoniaque, de goudron, d'humidité, passe par un conduit central (6) dans un lavoir mécanique (8) qui en élimine une grande partie de la poussière et du goudron avant son entrée dans la tour à acide (9). Dans cette tour, il s'opère une réaction entre l'acide sulfurique qui est introduit en pluie, et le gaz ammoniacal, et la solution passe dans la cuve (12) doublée de plomb. De cette cuve, la liqueur retourne à plusieurs reprises dans la tour jusqu'à ce qu'elle soit suffisamment saturée pour être envoyée à la salle d'évaporation. Cette liqueur est maintenue au degré requis d'acidité en ajoutant de petites quantités d'acide sulfurique dans la cuve.

De la colonne à acide, le gaz libéré de sa teneur ammoniacale et d'une partie de son goudron, passe dans deux colonnes de refroidissement à l'eau. Il entre à la partie inférieure de ces appareils et sort près du sommet, tandis que l'eau coule dans le sens opposé. L'eau chaude qui résulte de l'absorption du calorique du gaz de la première colonne est élevée, par une pompe, au sommet de la tour (11) qu'elle traverse en pluie et rencontre un courant d'air froid qui est insufflé par la partie inférieure de l'appareil. De cette façon, l'eau se refroidit suffisamment pour retourner ensuite à la première tour où le même cycle se répète. L'air, en refroidissant l'eau s'est lui-même réchauffé et humidifié. L'eau de refroidissement de la seconde colonne (10) circule entre la cuve 13 et la colonne.



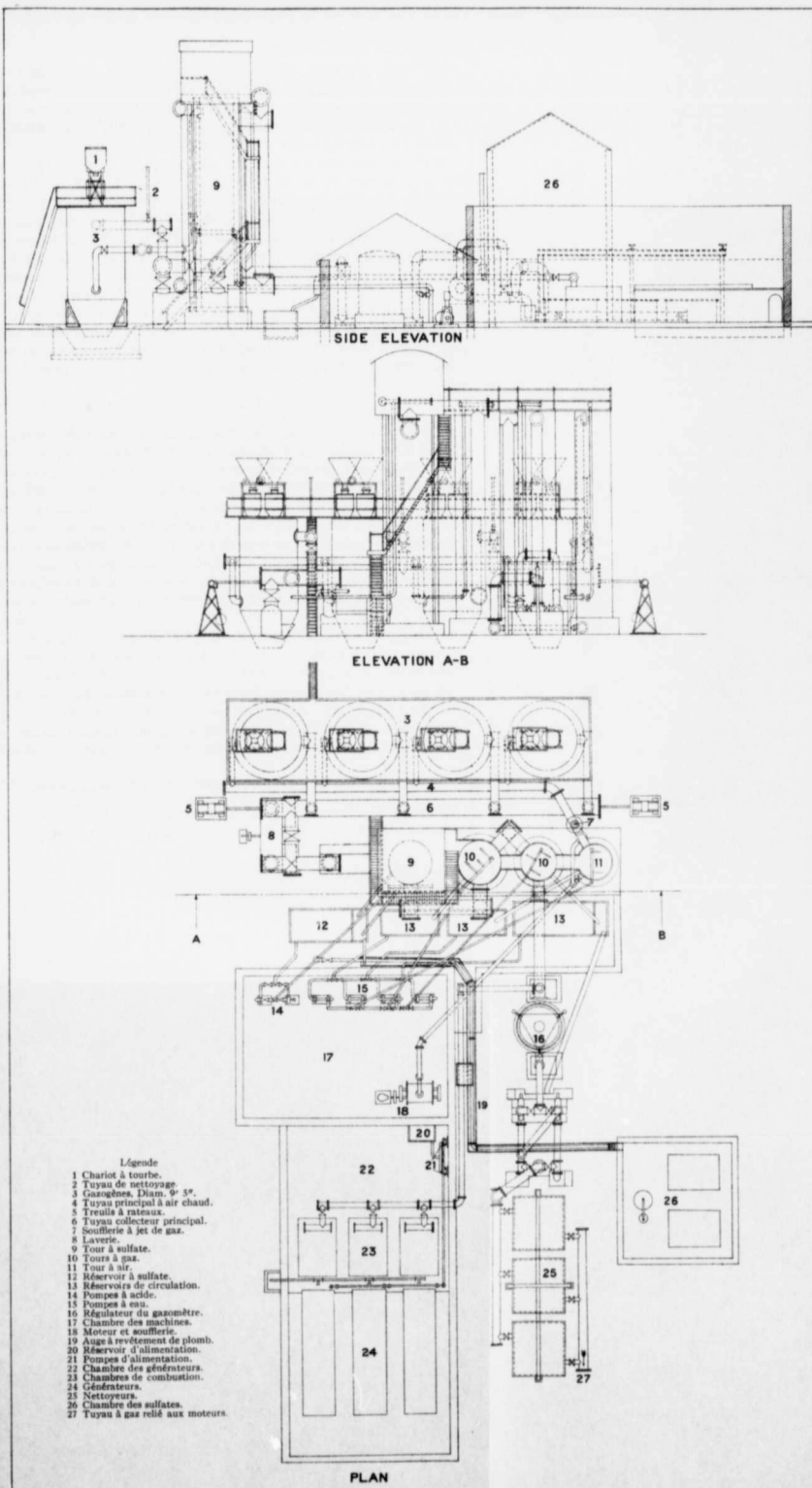


Fig. 21 Disposition générale d'une usine à gaz pouvant brûler 100 tonnes de tourbe par 24 heures.

CONSOMM

Les
équivalen
total de l

Le c
moteurs
séchage c
La quan
tonnes de

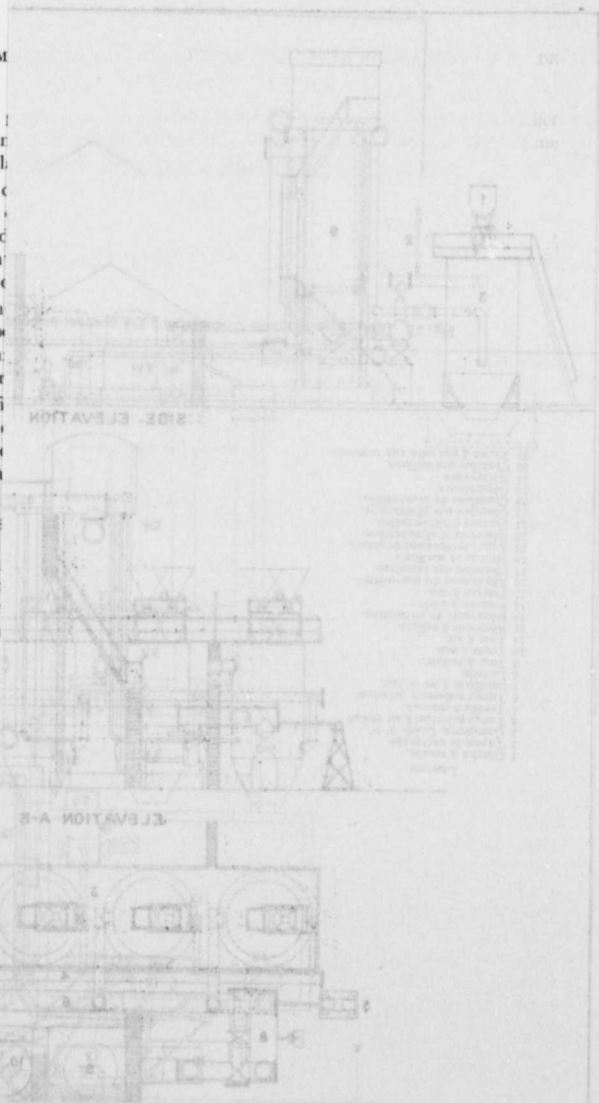
Don
pour pro
onze ton
à moteur

La fi
tonnes d
une idé
d'Orenta

COLONNE

Le
passe par
une gran
tour à a
sulfuriqu
passe d
retourne
ment sa
mainten
d'acide s

De
partie d
Il entre
que l'eau
du calor
somet
d'air fro
façon, l'
tour où
réchauff
(10) circ



D
circule
refoule
lesquel
L'
colon
Un di
cylindr
adhère
U
colon
On co
point t
L
passe
on sé
scrubl

L
poussi
le sys
tout l
des pr
la ma
goudr
un jo
récha
fond
ces aj
I
gaz a
en re
le ga
préca
régl
cipal,

I
dans

POMPES DE CIRCULATION.

Des pompes de construction spéciale sont installées pour faire circuler la liqueur entre la cuve (12) et la colonne à acide, et aussi pour la refouler à la colonne à sulfate (26). Tous les tuyaux et les canaux par lesquels coulent l'acide et la liqueur sont en plomb ou en sont doublés.

L'eau chaude et l'eau froide qui circulent entre les cuves 13 et les colonnes 10 et 11 sont pompées par des pompes ordinaires à piston. Un dispositif est installé permettant d'introduire de la vapeur dans le cylindre à eau pour amollir ou liquéfier le goudron ou poix qui pourrait adhérer aux parois des cylindres et des pistons.

Un ventilateur rotatif (18) force l'air dans les réchauffeurs d'air, la colonne de saturation (11), la conduite d'air, et l'insuffle dans les gazogènes. On complète la saturation de l'air en introduisant de la vapeur vive, au point 7, dans le tuyau à air principal.

Le gaz en sortant de la seconde colonne de refroidissement à l'eau, passe dans un gazomètre à régulateur (16) et des scrubbers, dans lesquels on sépare ce qui reste d'humidité et de goudron. De cette batterie de scrubbers, le gaz passe à la salle des machines pour la production d'énergie.

DISPOSITIFS POUR LE NETTOYAGE DES APPAREILS.

Les parties de l'usine à gaz qui sont le plus aptes à s'encrasser de poussière et de poix sont la conduite principale de gaz (6), le lavoir (8) et le système de circulation d'eau. Le tuyau principal (6), par lequel passe tout le gaz dégagé dans les gazogènes, s'encrasse d'une quantité considérable des produits goudronneux et des poussières. Pour le nettoyer, sans arrêter la marche de l'usine, on se sert de racloirs actionnés par des treuils (5). Le goudron et la poussière qui se déposent dans le lavoir (8), sont éliminés par un joint à eau. On enlève le goudron des tours de refroidissement, du réchauffeur d'air et de la tour de saturation par un dispositif analogue, du fond ou de la surface des cuves à eau formant joint hydraulique à la base de ces appareils.

La plus grande partie des substances goudronneuses est séparée du gaz avant qu'il entre dans le gazomètre régulateur, et ce dernier appareil en retient aussi une certaine quantité. Donc, les tuyaux qui conduisent le gaz de ce point aux scrubbers ne sont guère aptes à s'encrasser, mais, par précaution, ce système de conduites est en double. Par ce dispositif de réglage à retour, on peut conduire le gaz d'un côté à l'autre du tuyau principal, et isoler le système de conduite que l'on peut nettoyer.

INSTALLATION POUR LA PRODUCTION DU SULPHATE.

Lorsque la liqueur ammoniacale a atteint le degré requis de saturation dans la tour à acide, elle est refoulée à la salle d'évaporation où sont installés

un appareil à évaporer dans le vide, une pompe à air et une turbine centrifuge.

La solution de sulfate d'ammoniaque est concentrée par évaporation dans le vide jusqu'à saturation, et en refroidissant, le sulfate d'ammoniaque se sépare par cristallisation. Il est ensuite séché dans la turbine et mis en sacs.

PRODUCTION D'ÉNERGIE.

L'installation pour la production d'énergie consiste en deux moteurs à gaz de 350 chevaux métriques chacun, construits par Langen et Wolf, de Milan, Italie. Ces machines actionnent, par courroies de transmission, deux générateurs d'électricité à courant alternatif, chacun de ceux-ci étant muni d'un exciteur à 750 tours à la minute. On génère le courant à 6,000 volts.

En plus des machines ci-dessus, l'installation comprend le tableau de distribution muni des appareils nécessaires, des commutateurs de haute tension.

Les moteurs à gaz marchent sans interruption du dimanche à 3 heures de l'après-midi, au dimanche suivant à 8 heures du matin, et après un arrêt de sept heures pour le nettoyage, on les remet en marche.

Le premier des moteurs installés fonctionna dans ces conditions du 10 décembre 1909 au 15 mars 1911, ayant à son crédit 9,600 heures de service, sans avoir eu à subir la moindre réparation.

On n'a éprouvé aucune difficulté à mettre les générateurs en séries parallèles.

Production de gaz.

La quantité totale de gaz produite par tonne métrique de tourbe à 15 pour cent d'humidité, brûlée dans les gazogènes, est dit-on, de 1,610 mètres cubes. Ce chiffre, déterminé par un calcul basé sur l'analyse du combustible et celle des gaz examinés au cours d'un essai de l'usine,¹ est approximativement exact.

Donc la quantité de gaz dégagée par tonne de tourbe à 33½ pour cent d'humidité serait:—

$$\frac{2,000 \times 0.665 \times 1,610 \times 35.31}{2,220 \times 0.85} = 40,430$$

pieds cubes. La répartition de ce gaz serait comme il suit:

$$\text{Pour production de vapeur, } \frac{11}{30} \times 40,430 = 14,824 \text{ pieds cubes.}$$

$$\text{Pour le séchage de la tourbe, } \frac{8}{30} \times 40,430 = 10,782 \text{ pieds cubes.}$$

$$\text{Pour production d'énergie, } \frac{11}{30} \times 40,430 = 14,824 \text{ pieds cubes.}$$

¹ Essai fait par Alberto Cerasoli, ingénieur conseil de la société et représentant de la "Power Gas Corporation of London."

PUISSANCE CALORIFIQUE DU GAZ.

La puissance calorifique moyenne du gaz fut déterminée comme étant de 1,380 calories par mètre cube. C'est la puissance calorifique brute, et elle équivaut à 155 unités thermales anglaises par pied cube. La puissance calorifique nette est prise à 138 unités thermales anglaises par pied cube.

L'analyse qui suit donne la composition moyenne du gaz:—

CO ²	20	pour cent
CO.....	9.5	"
CH ⁴	3.5	"
H.....	24.0	"
Az.....	43.0	"

GAZ UTILISABLE À LA PRODUCTION D'ÉNERGIE.

La quantité utilisable à la production d'énergie est de 14,824 pieds cube par tonne de tourbe à 33½ pour cent d'humidité, brûlée dans le gazogène. La consommation est de 30 tonnes par jour de tourbe absolument sèche, ou 45.11 tonnes de tourbe à 33½ pour cent d'humidité.

La quantité totale de gaz utilisable par jour de 24 heures est donc de 14,824 × 45.11 ou 736,000 pieds cubes. Avec une puissance calorifique de 138 unités thermales anglaises par pied cube, la quantité de calorique utilisable à la production de travail mécanique est de 736,000 × 138, soit 100 million d'unités thermales anglaises, et la quantité de calorique par heure est de 736,000 × 138 ÷ 24 ou 4,232,000 unités thermales anglaises.

La charge développée au générateur d'électricité est: 200 K.W. durant la journée, et 270 durant la nuit, chaque période étant d'une durée de 12 heures. La charge moyenne quotidienne est donc de 235 Kilowatts-jour.

La puissance effective développée aux machines est donc de 235 × 1,000 × (746 × 0.80) = 394 chevaux. La consommation calorique par cheval effectif est donc 4,232,000 ÷ 394, soit environ 10,470. Dans les calculs ci-dessus, le rendement du générateur d'électricité est pris comme étant de 80 pour cent.

L'énergie requise par l'usine pour actionner les souffleries, les pompes et autres appareils est de 70 K.W. environ, et l'énergie électrique fournie aux consommateurs est de 165 K.W. par jour, 130 durant la journée et 200 durant la nuit.

Nous ne pûmes obtenir de données sur le caractère de la charge, mais nous supposons des conditions commerciales moyennes, c'est-à-dire une charge minimum et une charge maximum durant certaines périodes de la journée. Une charge de 394 chevaux laisse supposer un coefficient de charge de 60 pour cent, qui est usuel dans les usines de cette nature.

Usine et frais d'exploitation.

Le coût de l'usine entière, y compris l'installation de l'usine d'énergie et la ligne de transmission à Pontedera, distance de dix milles d'Orentano, — a été dit-on de 800,000 livres (154,000 dollars). Ce chiffre n'inclut probablement pas les frais d'organisation et les dépenses d'expérimentation, qui doivent s'élever à un chiffre considérable, et que l'on devrait porter au compte du capital engagé. Mais ce total comprend le coût des bâtiments, des appareils à fabriquer la tourbe, des voies de chemin de fer de la tourbière à l'usine à gaz, et deux petites locomotives pour le hâlage des wagons de tourbe, de la tourbière aux gazogènes.

FRAIS D'EXPLOITATION.

Direction, y compris le personnel de chimistes. Afin d'arriver à un chiffre approximatif des frais d'exploitation, nous prenons les appointements du directeur comme étant de \$1,500 par année, et ceux des chimistes, un chef et deux aides, comme étant de \$800 et \$400 respectivement. Nous ne pouvons ici tenir compte des frais du bureau général, tels que appointements du gérant, de l'ingénieur conseil, et autres, car nous ne possédons que les données portant directement sur l'exploitation de l'usine.

Main-d'œuvre. La marche de l'usine est continue, en deux postes de 12 heures chacun. Le nombre total d'ouvriers employés par poste, y compris les gazogènes, la fabrication du sulfate et l'usine d'énergie, est de 21. Ceci comprend deux contremaîtres, deux mécaniciens et deux électriciens.

Pour l'usine d'énergie, il faut huit hommes, quatre par poste; un mécanicien, un graisseur, un électricien et un aide.

Coût de la main-d'œuvre. Gazogène et fabrication du sulfate:—

12 hommes aux gazogènes, à 3 livres (60c. par jour).....	\$ 7.20
20 ouvriers pour travail général, à 3 livres.....	12.00
2 contremaîtres.....	1.74
2 mécaniciens, usine d'énergie, à 5 livres.....	1.93
2 graisseurs " " à 3 livres.....	1.16
2 électriciens " " à 5 livres.....	1.93
2 aides " " à 3 livres.....	1.16
Total.....	\$27.12

Les frais d'exploitation pour l'année de 365 jours sont de:

17,400 tonnes de tourbe, pour 350 jours, en admettant 7 heures d'arrêt par semaine, ou 15 jours par année.....	\$17,400
Salaires des ouvriers de l'usine à gaz, y compris ceux des générateurs de vapeur.....	7,640

Salaires de l'usine d'énergie, \$2,255, ou en chiffres ronds.....	2,260
Réparations, fournitures, entretien.....	2,000
Huile et graisse à machines.....	200
Intérêt, dépréciation et amortissement, soit 14 pour cent du coût de l'installation.....	21,610
Appointements du directeur.....	1,500
Chimistes, 1 chef à 800.....	800
1 aide à 400.....	400
713 tonnes d'acide sulfurique à \$7.37.....	5,260
Sacs pour le sulfate d'ammoniaque à 50c. la tonne.....	300
	59,370

Recettes:

594 tonnes de sulfate d'ammoniaque, à \$65.....	38,610
---	--------

Coût net de l'énergie, par année.....\$ 20,760

Prix de revient de l'énergie, par K.W.heure, sur une base de 165

K.W.heures pendant 350 jours de 24 heures: 1,380,000

K.W.heures.....1.5 cent

Dans l'estimation ci-dessus du prix de revient du K.W.heure les frais généraux de bureau, tels que appointements du gérant, de l'ingénieur conseil, et dépenses imprévues, ne sont pas compris. On peut les ajouter facilement en tenant compte des méthodes généralement en usage dans les entreprises de cette nature.

Le prix de revient du K.W.heure, soit 1.5 centins, est le minimum sur lequel on puisse compter dans les circonstances qui règnent dans l'usine. Les dépenses imprévues peuvent légèrement augmenter ce prix; mais nous ne croyons pas que l'on puisse diminuer les frais d'exploitation, de manière à influer sur ce prix de revient. Il est vrai qu'en faisant une estimation du prix minimum possible de production d'énergie, on doit tenir compte que l'usine fonctionne bien au-dessous du rendement qu'elle pourrait donner, mais, d'un autre côté, il ne faut pas perdre de vue que quoique l'usine ne marche qu'à demi-charge, le combustible est très bon marché, et on le prend dans les calculs comme ne dépassant jamais 33½ pour cent d'eau, et l'extraction du sulfate d'ammoniaque est prise comme étant de 70 pour cent de la teneur théorique. En pratique, on ne peut s'attendre à un concours continu de circonstances aussi favorables, par il est cue probable que la teneur en eau de la tourbe demeure inférieure à 33½ pour cent pendant toute l'année, et que la récupération du sulfate d'ammoniaque soit d'une moyenne de 70 pour cent de la teneur théorique.

L'énergie se vend aux consommateurs à raison de 20 centimes par K.W. heure, ce qui équivaut à 3.86 centins, et comme le prix de revient est estimé

à 1.5 cent, il reste une marge considérable pour les bénéfécies. Cependant, d'après les renseignements que nous avons recueillis, de la part de l'ingénieur conseil entre autres, la société n'a pas déclaré de dividendes depuis l' inception de l'entreprise, quoique la méthode de calculer les frais d'exploitation réduise de 10,000 dollars le chiffre que nous avons pris pour l'intérêt et l'amortissement. En Italie, on ne fait entrer que la dépréciation en ligne de compte.

La société, nous dit-on, sera en mesure de payer un dividende de 6 pour cent cette année (1913).

Prix de revient de l'énergie, avec une consommation de 70 tonnes de combustible théoriquement sec, par jour.

En faisant l'estimé du prix de revient de l'énergie, lorsque l'usine produit son plein rendement, c'est-à-dire lorsque la consommation de combustible atteint 70 tonnes métriques par 24 heures, il faut tenir compte, (1) que le rendement thermal des gazogènes est de 43.3 pour cent, comme dans le cas où la consommation n'est que de 30 tonnes; (2) que le rendement thermal des gazogènes est de 60 pour cent. Il est probable que le rendement thermal des gazogènes, à charge maximum, serait de 44 à 60 pour cent. L'usine n'a pas subi d'essai complet, que nous sachions, sous sa charge maximum, et nos déductions de rendement possible sont basées sur des données théoriques, découlant des observations et données que l'on a obtenues alors que l'usine ne marchait que sous une demi-charge, et de résultats provenant d'essais d'autres usines.

Pour gazéifier 70 tonnes de tourbe théoriquement sèche par 24 heures, on n'aurait qu'à tenir compte de la quantité additionnelle de combustible nécessaire. La main-d'œuvre et l'administration seraient les mêmes, car l'installation de gazogènes et de récupération de sulfate a été montée pour une consommation de 70 tonnes par jour, et il ne faudrait pas d'ouvriers additionnels pour la manutention du combustible. Donc il est évident que de ce chef il y aurait une réduction notable dans les frais d'exploitation par tonne de combustible gazéifié, si le coût de la tourbe reste le même par tonne.

QUANTITÉ DE COMBUSTIBLE NÉCESSAIRE.

Au cours de la marche en pleine charge de l'usine, la quantité de combustible est la même que le rendement thermal des gazogènes, soit de 44 ou de 60 pour cent. Comme valeur calorifique, une quantité de 70 tonnes de tourbe sèche correspond à $\frac{70 \times 2,200}{0.665 \times 2,000} = 116$ tonnes de tourbe contenant 33½ pour cent d'eau, et nous supposons que c'est cette dernière que l'on charge dans les gazogènes.

Donc la consommation annuelle de combustible durant une période de 350 jours de travail sera de $116 \times 350 + 40 = 46,640$, en ajoutant 40 tonnes supplémentaires pour prévoir les pertes encourues par les arrêts de 15 jours.

Coût de la production d'énergie avec un rendement thermique des gazogènes de 44.3 pour cent.

Lorsque le rendement thermal est de 44.3 pour cent, chiffre que l'on atteint lorsque la marche de l'usine est inférieure à la demi-charge, le combustible (ou son équivalent en gaz) que l'on brûle pour produire la vapeur, pour la production d'énergie, et pour sécher la tourbe, se divise en proportions 11: 11: et 8.

D'après cette division du gaz produit, les 70 tonnes seraient réparties comme il suit:—pour la production d'énergie, 25.7 tonnes, production de vapeur, 25.7 tonnes, et pour le séchage de la tourbe, 18.6 tonnes.

ÉNERGIE.

L'énergie moyenne qu'il est possible de produire, en prenant le même coefficient de charge, soit 60 pour cent, est de $235 \times \frac{70}{30} = 548 \text{ K.W.}$ Nous supposons que l'énergie nécessaire pour actionner les souffleries, les machines auxiliaires, augmente dans la proportion $\frac{70}{30}$; et puisqu'avec la charge inférieure il faut 70 K.W., l'énergie nécessaire pour la marche en charge pleine serait de $\frac{70 \times 70}{30} = 163 \text{ K.W.}$ Donc, l'énergie dont on pourrait disposer pour les consommateurs serait de $548 - 163 = 385 \text{ K.W.}$

FRAIS ADDITIONNELS.

Les frais à ajouter seraient le prix de la tourbe additionnelle, et la plus grande quantité d'acide sulfurique nécessaire à la fabrication du sulfate d'ammoniaque,— les autres chiffres restent les mêmes:—

Frais.

40,640 petites tonnes de tourbe à \$1.....	\$40,640
Main-d'œuvre de l'usine à gaz	7,640
Réparations, fournitures et entretien.....	2,000
Intérêt, dépréciation et amortissement, 14 pour cent.....	21,610
Main-d'œuvre de l'usine d'énergie	2,260
Huile et fournitures des machines.....	200
Appointements du directeur, 1,200 ou 1,500.....	1,500
Chimistes, 1 chef à 800.....	800
1 aide à 400.....	400
1,668 tonnes d'acide sulfurique à 7.37.....	12,290
Sacs pour le sulfate d'ammoniaque, 50 cents la tonne.....	700
Total.....	\$90,040

Recettes

1,390 tonnes de sulfate à \$65..... 90,350

Bénéfices sans la vente du gaz..... \$ 310

Dans ce cas, on produirait l'énergie sans frais, dont la vente permettrait de réaliser un bénéfice notable.

Coût de la production d'énergie lorsque le rendement thermique des gazogènes est de 60 pour cent.

Le principal résultat d'une augmentation du rendement thermal des gazogènes serait le dégagement d'une plus grande quantité de gaz utilisable à la production d'énergie, c'est-à-dire plus de gaz à livrer à la consommation. Ceci proviendrait du fait qu'il faudrait une moindre quantité de tourbe pour le séchage et pour la production de vapeur, puisque l'on obtiendrait plus de calorique par livre de tourbe gazéifiée. Donc la division des 70 tonnes de tourbe sèche pour la production de vapeur, pour la production d'énergie, et pour le séchage ne serait plus dans la proportion 11: 11: 8, mais bien de 31 tonnes utilisables pour l'énergie, 23 tonnes pour la vapeur, et 16 tonnes pour le séchage. Les autres frais resteraient les mêmes que pour le cas précédent.

CALORIQUE UTILISABLE POUR LA PRODUCTION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE.

La quantité de calorique du gaz des gazogènes, utilisable à la production d'énergie électrique sera de $\frac{31 \times 2,200 \times 9,500 \times 60}{24 \times 100} = 16,197,000$ unités thermales anglaises par heure. En supposant une consommation de calorique de 18,000 unités thermales anglaises par K.W. heure lorsque le coefficient de charge est de 60 pour cent, la somme d'énergie électrique utilisable sera de $\frac{16,197,000}{18,000} = 900$ K.W.

ÉNERGIE REQUISE POUR ACTIONNER LES SOUFFLERIES ET LES MACHINES AUXILIAIRES.

L'énergie nécessaire pour actionner les souffleries qui font circuler l'air chaud et les gaz dans les compartiments de séchage de la tourbe sera la même que pour le cas précédent, soit 163 K.W. Donc, la quantité nette d'énergie à vendre aux consommateurs sera de 900—163 = 737 K.W.

GÉNÉRATEURS ADDITIONNELS D'ÉNERGIE.

Afin de produire la quantité additionnelle d'énergie rendue possible par l'augmentation du volume de gaz, il faudrait installer trois générateurs de 300 chevaux chacun. Le coût de cette installation, y compris générateurs, fondations, etc., serait de 30,000 à 40,000 dollars; nous ne connaissons pas le prix exact des moteurs à gaz et des générateurs d'électricité en Italie, mais il est certainement inférieur au prix de ces appareils dans les autres pays, et nous adoptons le chiffre de \$30,000 comme coût additionnel à être ajouté au coût de l'usine d'énergie.

COÛT DE L'USINE COMPLÈTE.

Avec l'addition en question à l'usine d'énergie, le coût de l'usine sera augmenté de 30,000 dollars. Donc la mise de fonds pour la construction de l'usine complète serait de $154,400 + 30,000 = 184,000$ dollars.

Coût par année.

40,640 tonnes de tourbe à \$1.....	\$40,640
Main-d'œuvre de l'usine à gaz.....	7,640
Réparations, fournitures et entretien.....	2,000
Intérêt, dépréciation et amortissement, 14 pour cent sur \$184,400	25,810
Main-d'œuvre de l'usine d'énergie.....	2,260
Huile et fournitures des machines.....	400
Appointements du directeur.....	1,500
Chimistes.....	1,200
1,668 tonnes d'acide sulfurique à \$7.37 la tonne.....	12,290
Sacs pour le sulfate à 50c. la tonne.....	700
Total.....	\$94,440

Recettes

1,390 petites tonnes de sulfate à \$65.....	90,350
Prix de revient net de l'énergie.....	\$ 4,090

Énergie utilisable pour la consommation 737 K.W. an.

$$\text{Prix de revient par K.W. heure} = \frac{4.090}{737 \times 350 \times 24} = 0.00067 \text{ cents.}$$

BÉNÉFICES NETS PROVENANT DE LA FABRICATION DE SULFATE.

Afin de faire une estimation des bénéfices possibles de l'exploitation, par la fabrication de sulfate d'ammoniaque, il faut déduire du coût de

l'installation le coût de l'usine d'énergie et de la ligne de canalisation électrique à Pontedera.

Nous supposons un prix de 34,000 dollars pour l'usine et de 20,000 dollars pour la ligne de transmission (\$2,000 par mille), soit un total de 54,000 dollars. Sur cette base, la mise de fonds pour la construction de l'usine de gaz et de récupération de sulfate d'ammoniaque serait de 154,400-54,000, soit 100,000 dollars environ.

Tous les frais, à part ceux qu'entraîne l'exploitation de l'usine d'énergie, restent les mêmes, et les frais totaux seraient comme il suit:—

Frais par année

40,640 tonnes de tourbe à \$1 la tonne.....	\$40,640
Main-d'œuvre des gazogènes.....	7,640
Réparations, fournitures et entretien.....	2,000
Intérêt, dépréciation et amortissement 14 pour cent sur \$100,000	14,000
Appointements du directeur, 1,500.....	1,500
Chimistes.....	1,200
1,668 petites tonnes d'acide sulfurique à \$7.37 la tonne.....	12,290
Sacs pour le sulfate à 50c. la tonne.....	700
Total.....	\$79,970

Recettes

1,390 tonnes de sulfate à \$65 la tonne.....	90,350
Bénéfices nets.....	\$10,380

Ce bénéfice équivaut à 10 pour cent sur une mise de fonds de 100,000 dollars.

L'énergie est fournie aux consommateurs à raison de 3.86 centins par K.W. heure. À ce prix élevé il est probable qu'on fournit l'énergie à de petits consommateurs qui n'en font usage que par intermittence. Lorsque l'entière production est vendue à un grand nombre de petits consommateurs, les frais de distribution, dont nous n'avons pas tenu compte, sont considérables et augmenteraient notablement le coût de production.

OBSERVATIONS.

En Italie, et plus particulièrement à l'intérieur, les conditions qui régissent sont favorables à l'exploitation rémunératrice d'une usine à récupération des sous-produits du type que nous venons de décrire.

Le prix de la houille, qu'il faut importer, est élevé et les prix de la tourbe, de la main-d'œuvre et même de la construction des appareils sont inférieurs

à ceu:
du su
lequel
ment
atteig
avec
de gro

I
son d
guère
cause
temp
mâch
I
excell
à une
pério

de la
en su
là au
33½ p
traitu
descr
ici q
aussi

Itali
dév

théo
bière
gnen
rifiq
gazo
usino
bust

à ceux qui règnent dans les autres pays. D'un autre côté, le prix de vente du sulfate d'ammoniaque est réglé par le prix mondial de cette substance, lequel dépend de l'offre et de la demande. La demande augmente constamment dans une proportion plus élevée que la production, et en Italie, les prix atteignent un maximum, tandis que les frais de fabrication sont bas; donc avec une installation système Mond, les conditions régnaient pour réaliser de gros bénéfices sur la mise de fonds sont des plus favorables.

L'usine est en marche continue depuis plus de deux ans, et depuis son début, on n'a éprouvé aucune difficulté. Les gazogènes ne demandent guère de soins, et les réparations sont minimales, presque négligeables. À cause de la grande quantité de vapeur introduite dans les gazogènes, la température interne des appareils est basse. Il ne se produit donc pas de mâchefer et la durée du gazogène en est prolongée.

L'usine d'énergie est très bien aménagée et la construction en est excellente,—ce point est d'une importance capitale pour une usine destinée à une marche continue, et on n'a éprouvé aucune difficulté durant sa longue période de service.

Teneur en humidité de la tourbe consommée dans le gazogène.

On a fait tous les efforts possible pour maintenir la teneur en humidité de la tourbe à 33½ pour cent, car on prétend obtenir le meilleur rendement en sulfate d'ammoniaque avec cette teneur comme maximum. C'est bien là aussi notre opinion. Pour permettre de maintenir la teneur en eau à 33½ pour cent comme maximum, on a fait une installation compliquée pour traiter la tourbe mécaniquement et pour la sécher. Nous avons donné une description de cette partie de l'usine, et nous ne la mentionnons de nouveau ici que pour appuyer sur l'importance de maintenir la teneur en humidité aussi basse que possible.

AUTRES USINES MOND EN VOIE DE CONSTRUCTION.

À l'époque de notre visite en Europe, on construisait à Codigoro, Italie, une usine Mond, à récupération des sous-produits, pour le développement de plusieurs milliers de chevaux.

Cette usine sera montée pour brûler 100 tonnes métriques de tourbe théoriquement sèche par 24 heures; elle est placée à proximité d'une tourbière d'une grande superficie. La qualité de la tourbe, d'après les renseignements que nous avons recueillis est excellente, tant pour la valeur calorifique que pour la teneur en azote. Le prix de revient de la tourbe pour les gazogènes sera dit-on, notablement inférieur à celui d'Orentano. Cette usine est la seconde construite par la "Société pour l'utilisation des combustibles Italiens," la première étant celle d'Orentano.

Le seul but actuel de l'usine est la récupération de l'azote sous la forme de sulfate d'ammoniaque, et on ne compte pas utiliser à présent le gaz pour la production d'énergie.

La figure 22 donne l'aménagement des gazogènes et des machines pour une usine Mond de 100 tonnes de tourbe par jour que l'on doit construire sur une importante tourbière en Italie.

USINE À GAZ DE TOURBE, À RÉCUPÉRATION DES SOUS-PRODUITS PRÈS D'OSNABRUCK, ALLEMAGNE.

La seule usine à gaz de moteurs, à récupération des sous-produits, installée sur une grande échelle pour la consommation de tourbe est celle construite en 1910-1911 par la "German Mond Gas and By-Products Co." sur la tourbière de Schweger, à 50 milles environ de la ville d'Osnabruck.

Les inventeurs du système employé dans cette usine avaient en vue l'utilisation de tourbe contenant plus de 60 pour cent d'humidité. Les avantages découlant de l'emploi efficace de combustible à une teneur aussi élevée d'eau seraient considérables. Le résultat le plus important serait la prolongation de la campagne d'extraction de la tourbe, ce qui assurerait un approvisionnement suffisant de combustible. Lorsque les circonstances imposent l'utilisation de tourbe à teneur d'eau fort inférieure à 60 pour cent, ou se heurte à la difficulté de ne pouvoir exploiter la tourbière durant les saisons pluvieuses et la question d'approvisionner l'usine toute l'année se complique sérieusement. Il est donc naturel que l'on tente de rendre la marche d'une usine importante indépendante des intempéries, dans la mesure du possible. Les résultats des nombreux essais faits jusqu'à présent pour utiliser la tourbe à haute teneur d'eau ne semblent pas, malheureusement, faire espérer une solution prochaine du problème. Nous considérerons plus loin les raisons, qui, d'après nous, militent contre l'utilisation de la tourbe fort humide, pour la production de gaz à moteurs dans des appareils à récupération des sous-produits.

Procédé Frank-Caro.

Ce procédé, comme le système Mond, vise à une production maximum de gaz de moteurs avec extraction maximum des sous-produits. Les deux buts ne sont pas entièrement compatibles, car les conditions les plus favorables sont différentes dans chacun des cas. Par exemple, on obtient une production maximum de gaz par une température élevée dans le gazogène, tandis que pour la formation maximum de gaz ammoniacal, il faut au contraire opérer à basse température. Donc, on ne peut s'attendre à un rendement maximum en gaz et en ammoniaque par la même opération; il faut sacrifier l'un à l'autre, ou réduire le rendement des deux.

Le procédé Frank-Caro prétend à une production maximum de gaz, avec récupération maximum d'ammoniaque, de la tourbe *contenant plus*

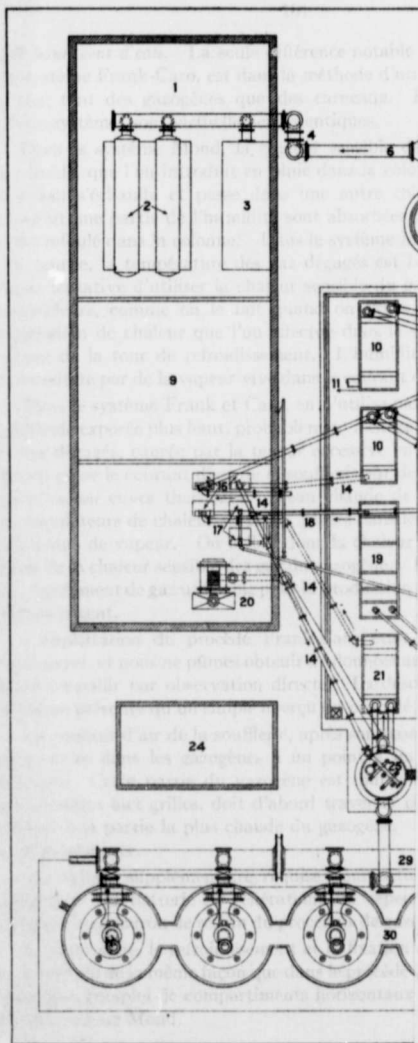


Fig. 22 Disposition générale de l'usine à gaz Mo

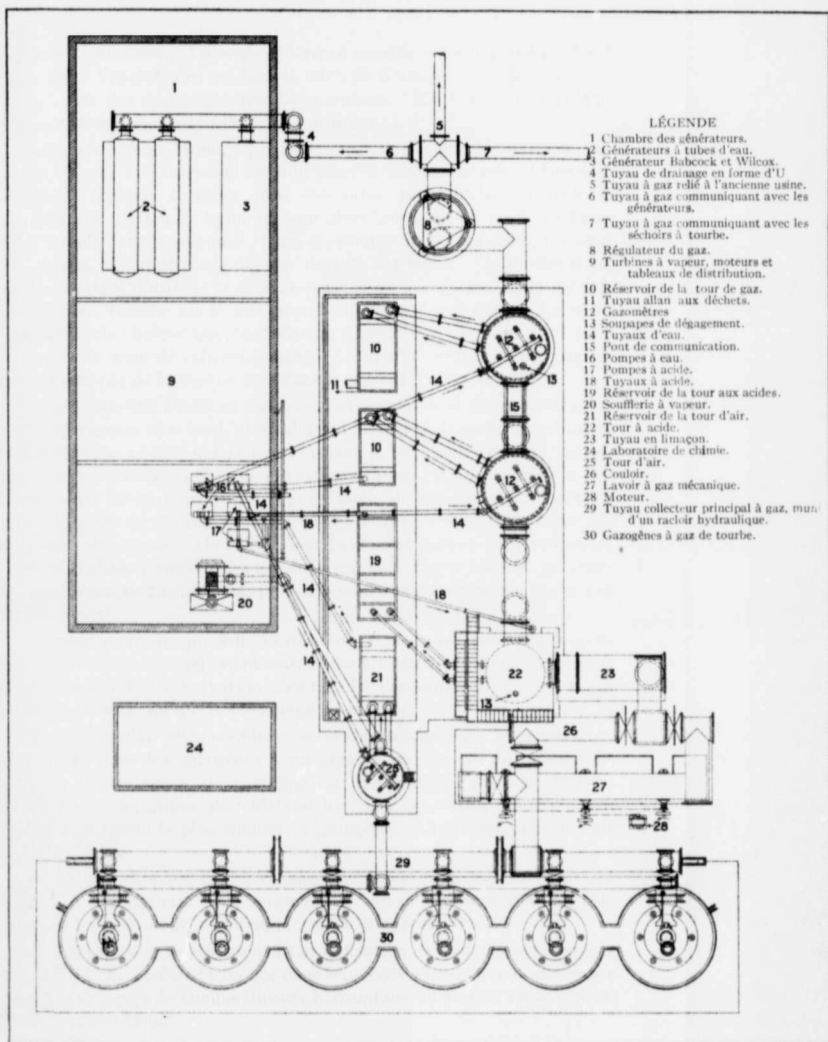
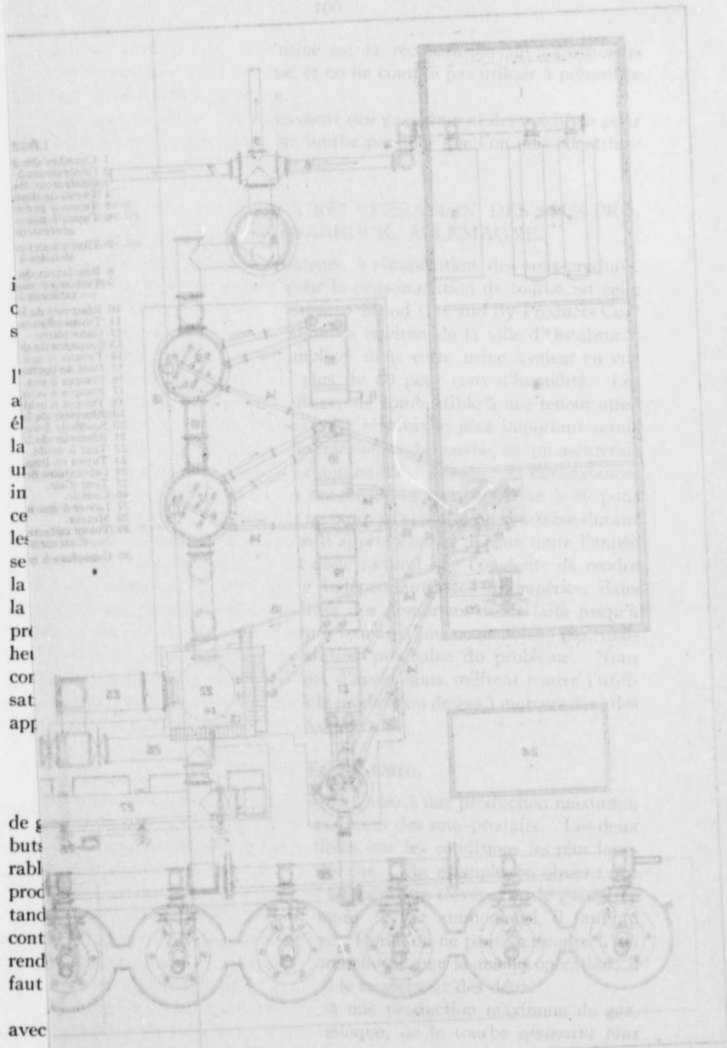


Fig. 22 Disposition générale de l'usine à gaz Mond pouvant brûler 100 tonnes de tourbe par 24 heures.



de g
but
rabl
proc
tand
cont
rend
faut

avec

Fig. 22. Disposition générale de l'usine à gaz Mord pour un boiler 100 tonnes de vapeur

de 60
et le
des g
les de

l'eau
Cetto
chale
qui e
de la
aucu
surcl
récul
de l'
est in

la m
des
mais
résen
d'ac
géné
au li
on, l
de 4

gran
pûm
don

mal
l'ap
en
est
en e

fou
tou

son
éta
dar

de 60 pour cent d'eau. La seule différence notable entre le procédé Mond et le système Frank-Caro, est dans la méthode d'utiliser la chaleur sensible des gaz, tant des gazogènes que des carneaux. En tous autres points, les deux systèmes sont virtuellement identiques.

Dans le système Mond, la chaleur sensible des gaz est extraite par l'eau froide, que l'on introduit en pluie dans la colonne de refroidissement. Cette eau s'échauffe et passe dans une autre colonne, dans laquelle la chaleur et une partie de l'humidité sont absorbées par l'air de la soufflerie qui est refoulé dans la colonne. Dans le système Mond ordinaire, utilisant de la tourbe, la température des gaz dégagés est basse. On ne fait donc aucune tentative d'utiliser la chaleur sensible du gaz du gazogène par des surchauffeurs, comme on le fait quand on brûle du charbon. La seule récupération de chaleur que l'on effectue dans le système Mond est celle de l'eau de la tour de refroidissement. L'humidité additionnelle requise est introduite par de la vapeur vive dans le courant d'air principal.

Dans le système Frank et Caro, on n'utilise pas la chaleur sensible par la méthode exposée plus haut, probablement à cause de la basse température des gaz dégagés, causée par la teneur excessive en humidité de la tourbe, mais on passe le courant d'air de la soufflerie sur de l'eau chaude dans des réservoirs, ou cuves thermales. L'eau chaude de ces récipients provient d'accumulateurs de chaleur spéciaux, placés dans les carneaux du foyer des générateurs de vapeur. On utilise donc la chaleur perdue des générateurs au lieu de la chaleur sensible des gaz du gazogène. Par ce procédé, prétend-on, le rendement de gaz utilisable pour la production d'énergie, est augmenté de 40 pour cent.

L'exploitation du procédé Frank-Caro était conduite dans le plus grand secret, et nous ne pûmes obtenir de données autres que celles que nous pûmes recueillir par observation directe. La description que nous avons donnée ne présente qu'un simple aperçu du procédé.

Le courant d'air de la soufflerie, après son passage dans les cuves thermales, entre dans les gazogènes à un point à un tiers de la hauteur de l'appareil. Cette partie du gazogène est munie d'un manchon, et l'air, en se rendant aux grilles, doit d'abord traverser cet espace annulaire, qui est situé à la partie la plus chaude du gazogène. La température de l'air en est donc élevée.

La vapeur supplémentaire requise pour saturer le courant d'air est fournie par une batterie de générateurs de vapeur qui sont chauffés à la tourbe, et au goudron de résidu du processus de gazéification.

Le nettoyage, le refroidissement et la fixation de l'ammoniacque du gaz sont effectués de la même façon que dans le procédé Mond, la seule différence étant dans l'emploi de compartiments horizontaux au lieu de tours comme dans le système Mond.

GAZOGÈNES.

On a installé cinq gazogènes du modèle Mond ordinaire. On estime que cette batterie peut produire suffisamment de gaz pour la production de 3,000 chevaux. Les réservoirs de combustible et les trémies de chargement sont indiqués dans la figure XIII qui donne une vue générale des gazogènes. La planche XIV présente une vue plus détaillée des gazogènes, des réservoirs et des trémies de chargement. Cette planche montre aussi les dispositifs installés pour le nettoyage de la conduite principale de gaz, c'est-à-dire un cabestan par lequel on actionne les racloirs.

USINE D'ÉNERGIE.

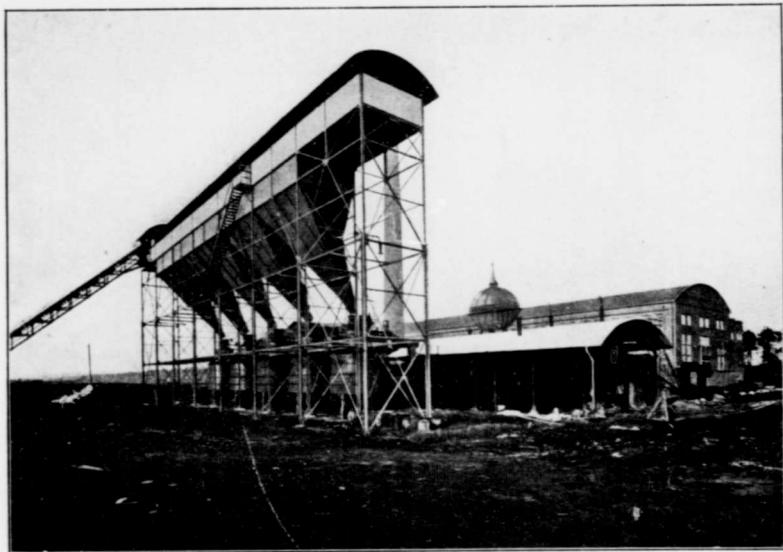
L'usine d'énergie, planche XVI, fut d'abord installée pour le développement de deux milles chevaux, par trois machines de 3,000ch. chacune, dont une est tenue en réserve. Une quatrième machine qui était en cours de construction durant notre visite, portera le rendement à 3,000 chevaux, avec une de réserve. Deux des machines ont été construites aux ateliers de la Augsburg-Nurnberg Engine Company, et la troisième sortait de chez Ehrhardt et Sohmer.

L'énergie électrique est produite par des générateurs du modèle à volant, et la distribution se fait à une tension de 30,000 volts.

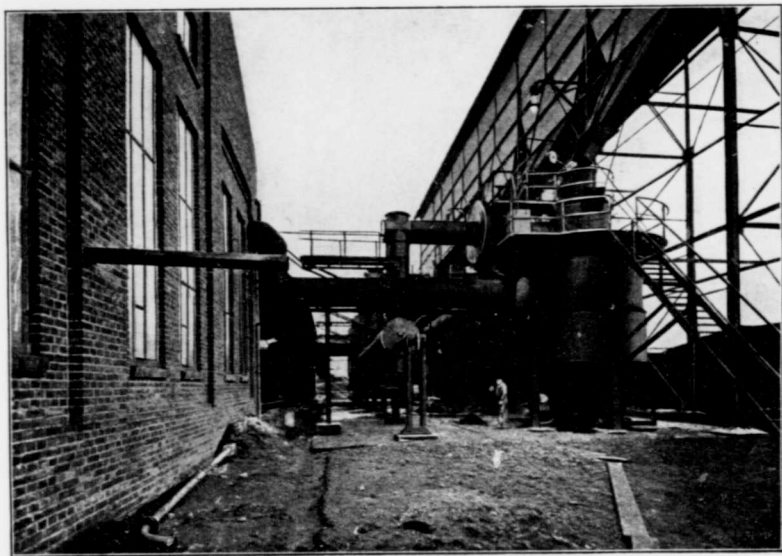
UTILISATION DE LA CHALEUR DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT.

On utilise les gaz d'échappement des moteurs pour la production de vapeur dans des générateurs Nürnberg spéciaux à basse pression. Ces générateurs sont placés immédiatement au dehors de la salle de production d'énergie, et le plus près possible des moteurs, ce qui réduit la déperdition de chaleur à un minimum, ainsi que la résistance à l'échappement entre les moteurs et les générateurs de vapeur. On montait ces générateurs à l'époque de notre visite, et conséquemment ils ne paraissent pas dans les photographies que nous reproduisons, car celles-ci ont été prises antérieurement.

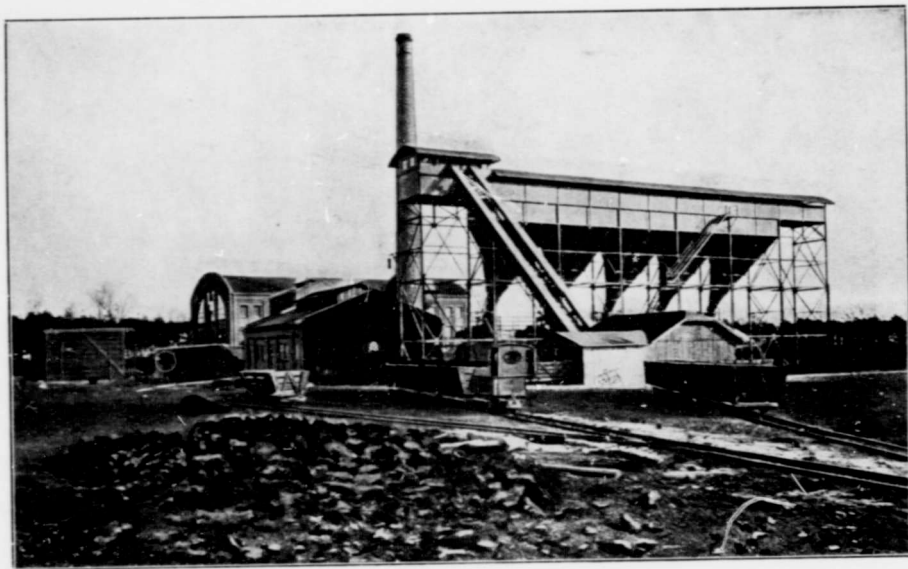
On se rendra compte de l'économie effectuée en utilisant la chaleur des gaz d'échappement des moteurs, en sachant que 30 pour cent de la puissance calorifique du gaz qui entre dans les cylindres des machines en sortent par les gaz d'échappement. Donc, si la consommation totale du moteur est de 10,000 unités thermales anglaises par chev. ang. heure, quantité généralement adoptée, les gaz d'échappement en retiendront donc 3,000. Si le rendement thermal est plus élevé que dans l'estimé ci-dessus, le calorique de l'échappement peut être moindre. Pour une machine à haut rendement, on peut assumer que le calorique utilisable des gaz d'échappement est de 2,500 unités thermales anglaises par cheval ang. heure. Dans le cas d'une usine d'énergie qui produit d'une manière continue 3,000 chev. ang., on aura une quantité de $3,000 \times 2,500 = 7,500,000$



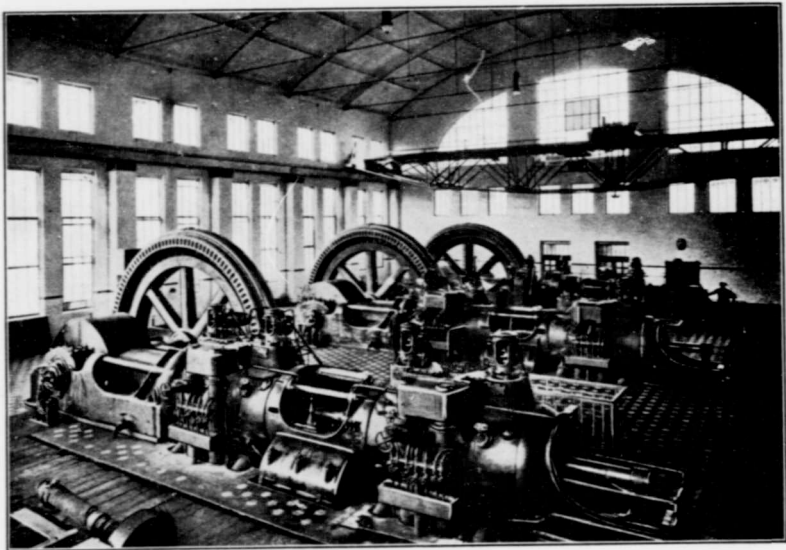
Usine d'énergie à gazogène à tourbe, avec récupération des sous-produits, 3,000 chevaux,
tourbière de Schweger Moor; vue générale de l'usine.



Usine d'énergie de la tourbière Schweger; vue des gazogènes et de la trémie installés sur la conduite principale.



Usine d'énergie de la tourbière; vue des trémies à combustible et des chargeurs.



Usine d'énergie de la tourbière Schweger; vue intérieure de la salle des machines.

unit
de v

à 3
calo
ton
le f
on
con
livr
être

foy
pro
fais
on
cha
éta

po
qu

au

to
Pr
ac
to
O
pl
l'a
co

di
an
b
s
en
p
d

unités thermales anglaises par heure, que l'on peut appliquer à la production de vapeur ou autres fins.

Cette quantité de calorique est l'équivalent de 1,200 livres de tourbe à 30 pour cent d'eau, si nous prenons la tourbe sèche à une puissance calorifique de 9,000 unités thermales anglaises par livre, soit 14 petites tonnes par jour de 24 heures. Si on utilisait cette quantité de tourbe dans le foyer d'un générateur de vapeur à rendement thermal de 65 pour cent, on évaporerait 4 livres d'eau, vaporisée à basse pression, par livre de tourbe consommée, soit une production de vapeur par heure de $1,200 \times 4 = 4,800$ livres, ce qui diminuerait notablement la quantité nécessaire de vapeur à être produite dans les générateurs ordinaires.

COMBUSTIBLE UTILISÉ À LA PRODUCTION DE VAPEUR.

Ainsi que nous l'avons mentionné antérieurement, on brûle, dans les foyers des générateurs, de la tourbe additionnée au goudron provenant du processus de gazéification. Il n'existait pas autrefois de méthode satisfaisante d'utiliser ce goudron; on se contentait de le mélanger à la tourbe, et on brûlait le mélange dans les foyers. Il s'ensuivait que sous l'effet de la chaleur, le goudron se liquéfiait et coulait à travers les grilles du foyer et était perdu.

À l'époque de notre visite, on employait un pulvérisateur Korting pour brûler le goudron. Dans cet appareil, le goudron est mêlé avec la quantité requise d'air et brûle dans le foyer jusqu'à combustion complète.

Avant l'introduction du pulvérisateur de goudron, il fallait recourir au charbon pour suppléer à l'insuffisance de calorique.

Fabrication et prix de revient de la tourbe combustible. La partie de la tourbière de Schweger dont est propriétaire la German Mond Gas and By-Products Company, comprend une superficie de 1,000 hectares: 2,470 acres. Avant la construction de l'usine, et même avant l'acquisition de la tourbière, cette société s'était engagée à fournir de l'énergie à la ville de Osnabruck. Ceci nécessitait la production d'énergie électrique sous le plus bref délai possible. Il n'y avait donc pas de temps à perdre à faire l'acquisition d'une tourbière pour commencer la fabrication de tourbe combustible.

La tourbière que la société acheta était fort humide, et on ne pouvait disposer du temps nécessaire à en faire l'égouttement. Conséquemment, au début, on éprouva de grandes difficultés à fabriquer de la tourbe combustible suffisamment sèche. Les lourdes machines que l'on employait s'enfonçaient et s'enlaçaient au point de ne pouvoir les utiliser, au moins en certaines parties de la tourbière. La teneur en azote était faible dans la partie exploitable, soit un pour cent.

Les circonstances pour le succès d'une fabrique de tourbe étaient donc des plus adverses, et la société fut obligée d'avoir recours aux petits

fabricants environnants pour alimenter l'usine. On dit que le prix moyen de la tourbe par tonne métrique était de \$3.50. Ce prix de revient, et la faible teneur en azote ne sont guère favorables au succès de l'entreprise.

MACHINES À TOURBE.

Pour la fabrication de la tourbe, on employait des machines Strengé et des machines Dolberg. Les machines Strengé sont pourvues d'excavateurs mécaniques et de machines à étendre, et on rapporte qu'elles travaillent bien dans les tourbières libres de racines et de morceaux de bois.

La machine Dolberg demande beaucoup de main-d'oeuvre à tous les stades de fabrication.

TENEUR EN EAU DE LA TOURBE.

La teneur moyenne en eau de la tourbe utilisée dans les gazogènes durant une partie de l'année 1911 était comme suit:—octobre, 45 pour cent; novembre, 53; décembre, 60; janvier, 58 et février, 41 pour cent.¹

VALEUR CALORIFIQUE EFFECTIVE DE LA TOURBE.

La valeur calorifique effective du gaz produit durant la période ci-dessus variait entre 1,100 et 1,300 calories par mètre cube, soit entre 124 et 146 unités thermales anglaises par pied cube.²

Les résultats que nous donnons ci-dessous de l'exploitation de l'usine en décembre, janvier et février sont tirés du même rapport.³

Décembre, 1912.

Quantité de tourbe gazéifiée, 1,325 tonnes métriques, 1,457 petites tonnes. Teneur en humidité de la tourbe chargée aux gazogènes, 60 pour cent.

Équivalent en tourbe gazéifiée théoriquement sèche, 530 tonnes métriques, 583 petites tonnes.

Tourbe brûlée dans les foyers de générateurs de vapeur, 170 tonnes métriques, 187 petites tonnes.

Équivalent en tourbe sèche, pour générateurs, 68 tonnes métriques, 75 petites tonnes.

Goudron brûlé dans les foyers.

Récupération de sulfate d'ammoniaque, 18.3 tonnes métriques, 20 petites tonnes.

Récupération de sulfate d'ammoniaque par tonne de tourbe théoriquement sèche, 34.5 kilogrammes, 69 livres.

¹ Dr. Hamers "Rapport sur les résultats obtenus à l'usine à gaz et électricité de la tourbière de Schweger." Commission centrale des tourbières de Prusse, 68^{me} Session, 1912.

² Ibid.

³ Ibid.

Teneur en azote de la tourbe, 1 pour cent.

Quantité totale de tourbe sèche utilisée dans la production de gaz de moteurs et de fabrication de sulfate d'ammoniaque, 598 tonnes métriques, 658 petites tonnes.

Production totale d'énergie, 427,000 K.W. heures.

Rendement d'énergie par tonne métrique de tourbe théoriquement sèche 715 K.W. heures; par petite tonne, 650 K.W. hrs.

Janvier, 1913.

Quantité de tourbe gazéifiée, 1,454 tonnes métriques, 1,599 petites tonnes.

Teneur en humidité de la tourbe chargée, 58 pour cent.

Quantité de tourbe théoriquement sèche équivalente, 611 tonnes métriques, 672 petites tonnes.

Quantité de tourbe humide utilisée dans les foyers de générateurs, 200 tonnes métriques, 220 petites tonnes.

Quantité équivalente de tourbe théoriquement sèche, 84 tonnes métriques, 92 petites tonnes.

Quantité de goudron brûlé dans les foyers.

Quantité totale de tourbe théoriquement sèche chargée dans les gazogènes et dans les foyers de générateurs de vapeur, 695 tonnes métriques, 764 petites tonnes.

Production totale d'énergie, 481,000 K.W. heures.

Production totale d'énergie par tonne de tourbe théoriquement sèche, 692 K.W. heures par tonne métrique, 629 K.W. heure par petite tonne.

À cause des changements que l'on fait dans l'usine de récupération du sulfate d'ammoniaque pendant ce mois, nous ne donnons pas de détails sur la production de cette substance.

Février 1913.

Résultats de l'exploitation jusqu'au 27 février inclusivement:—

Tourbe humide gazéifiée, 930 tonnes métriques, 1,023 petites tonnes.

Teneur en eau, 41 pour cent.

Tourbe théoriquement sèche gazéifiée, 549 tonnes métriques, 604 petites tonnes.

Tourbe humide brûlée dans les foyers de générateurs de vapeur, 607 tonnes métriques, 118 petites tonnes.

Tourbe sèche dans les foyers de générateurs 63 tonnes métriques, 69 petites tonnes.

Goudron brûlé dans les foyers.

Quantité totale de tourbe sèche gazéifiée et brûlée dans les foyers de générateurs, 612 tonnes métriques, 673 petites tonnes.

Énergie produits, 414,000 K.W. heures.

Production d'énergie par tonne métrique de tourbe sèche, 676 K.W. heures, 615 K.W. heures par petite tonne.

Tourbe sèche gazéifiée pour la production de sulfate d'ammoniaque, 549 tonnes métriques, 604 petites tonnes.

Sulfate d'ammoniaque récupéré 19·5 tonnes métriques.

Récupération de sulfate d'ammoniaque par tonne métrique de tourbe sèche 35·5 kilog., 71 livres par petite tonne.

La quantité de goudron récupérée et utilisée dans les foyers de générateurs n'est donnée dans aucun des essais ci-dessus. À cause de la basse température qui régnait dans la zone de distillation des gazogènes, cette quantité devait être considérable.

La plus haute moyenne de teneur d'eau de la tourbe chargée dans les gazogènes a été de 60 pour cent. Avec cette teneur, la production d'énergie était, dit-on, de 650 K.W. heures et la récupération de sulfate d'ammoniaque de 69 livres par petite tonne de tourbe sèche. Durant le mois de février, la teneur moyenne d'eau de la tourbe était de 41 pour cent, la plus basse des trois mois. Dans ces conditions, la production d'énergie et de sulfate d'ammoniaque était de 615 K.W. heures et 71 livres respectivement par petite tonne. La quantité totale de tourbe sèche gazéifiée et brûlée dans les foyers était à peu près de 640 tonnes métriques, 700 petites tonnes par mois. D'après les rapports mensuels, il semblerait que la teneur plus élevée d'eau de la tourbe consommée en décembre n'affecta aucunement la production d'énergie ou de gaz ammoniacal. On ne peut cependant, en aucune façon, accepter ceci comme déduction, car la teneur en humidité doit nécessairement influencer sur la valeur calorifique du gaz, et sur le rendement en gaz ammoniacal; une augmentation dans la proportion d'eau de la tourbe doit être suivie d'une diminution de qualité du gaz de moteurs et de quantité de gaz ammoniacal, ainsi que le prouvent les résultats obtenus dans les autres usines de gaz de moteurs.

Consommation de combustible par cheval effectif.

D'après les résultats cités plus haut, la production d'énergie par petite tonne de tourbe sèche serait, pour les trois mois d'essais, 650 K.W. heures, 629 K.W. heures, et 615 K.W. heures. La consommation de tourbe sèche, par K.W. heure, est de 3·07, 3·18, 3·25 livres respectivement, ce qui correspond à 2·29, 2·37 et 2·42 livres par cheval heure anglais, soit 2·06, 2·18 et 2·13 livres respectivement, si l'on tient compte du rendement du générateur électrique, que l'on prend à 90 pour cent.

Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux obtenus avec un gazogène Korting à double zone, pour la production de gaz de moteur seulement. Ce gazogène est construit pour que toute l'humidité et les matières volatiles prennent part à la production de gaz. On verra que

dans
et les
n'épr
comb
la ter
dire
idéa
pour
de co
ont é
plein

ou m
le go
de va

niaq
sèche
94 li
aura
étan

à 60
à va
de S
Cet
min

cern
pûn
de r
pûn
con
sati
élev
bab
arr

dans des conditions idéales, il y aura une action réciproque entre l'humidité et les matières volatiles d'un côté, et le carbone incandescent de l'autre. On n'éprouvera donc pas de pertes, car le goudron sera décomposé en gaz combustibles stables, et l'eau sera décomposée par le carbone, ce qui donnera la température du gazogène, et la chaleur sensible des gaz dégagés, c'est-à-dire que le rendement thermal du système sera augmenté. Ces conditions idéales se réalisent en partie lorsque la teneur en eau de la tourbe est de 25 pour cent. Au cours des nombreux essais effectués au laboratoire d'essais de combustibles de la Division des Mines, les meilleurs rendements obtenus ont été de 1.6 livres de tourbe sèche par cheval heure anglais, sous une pleine charge.

Il n'est donc guère raisonnable de s'attendre à de meilleurs résultats, ou même aussi bons, dans un système qui n'utilise ni la teneur en eau, ni le goudron du combustible, mais au contraire insufflé une forte proportion de vapeur externe dans les appareils de production de gaz.

Production de sulfate d'ammoniaque.

Durant les deux mois cités ci-dessus, la production de sulfate d'ammoniaque fut de 69 et de 71 livres respectivement, par petite tonne de tourbe sèche. Théoriquement, une teneur de un pour cent d'azote représente 94 livres de sulfate d'ammoniaque, donc le rendement effectif du procédé aurait été de 73 et de 76 pour cent, un chiffre qu'il faut admettre comme étant très élevé.

Malgré les résultats que l'on dit avoir obtenus en utilisant de la tourbe à 60 pour cent d'eau, en 1912, la société songeait à construire une usine à vapeur, d'énergie électrique, à être reliée à la canalisation à haute tension de Schweger, afin de compléter la charge du contrat de fourniture d'énergie. Cette usine, auxiliaire ou principale, serait construite à proximité d'une mine de charbon à 43 kilomètres de l'usine de Schweger.

À cause des conditions défavorables de l'exploitation, surtout concernant l'approvisionnement et le prix de revient de la tourbe, nous ne pûmes obtenir de données bien définies sur cette entreprise, telles que prix de revient et prix de vente de l'énergie, état financier de la société. Nous pûmes, cependant recueillir suffisamment de renseignements pour nous rendre compte que la tourbe était trop humide pour pouvoir donner des résultats satisfaisants. Ceci, ainsi que la faible teneur en azote, le prix de revient élevé de la tourbe, militent fort contre le succès de l'entreprise et la probabilité de bénéfices. Nous avons récemment appris que l'usine était arrêtée et que l'on ne comptait pas sur une reprise prochaine des travaux.

Teneur d'humidité permise dans la tourbe.

Ce sujet a été traité et discuté par diverses personnes et a donné lieu à tant de controverses, que nous croyons bon de faire quelques remarques explicatives.

La littérature technique du sujet de la gazéification de la tourbe pour la production d'énergie, avec ou sans récupération des sous-produits, contient des rapports à l'effet que l'on peut avantageusement brûler dans les gazogènes de la tourbe contenant jusqu'à 70 pour cent d'eau.

Nous ne croyons pas que des déclarations de cette nature soient, en quoi que ce soit, appuyées par des faits, et il en résulte des effets regrettables, car elles induisent en erreur, et portent détriment à cette branche si importante de l'industrie de la tourbe. D'éminents écrivains techniques ont simplement accepté les dires de certains inventeurs, sans essayer d'en contrôler ou de vérifier l'exactitude, et ainsi, beaucoup de monde, y compris des ingénieurs distingués, ont accepté la chose comme étant entièrement pratique.

Afin que l'on puisse se former une opinion sur la possibilité d'utiliser dans les gazogènes de la tourbe contenant de 60 à 70 pour cent d'eau, il faut se rendre compte des principes sur lesquels repose le procédé.

Nous avons dit plus haut que la principale innovation du procédé Mond était la méthode de saturation du courant d'air de la soufflerie. Pour la formation de gaz ammoniacal dans le gazogène, il faut introduire de grandes quantités de vapeur dans la zone de réaction, afin de fournir, par réaction avec le carbone incandescent, l'hydrogène nécessaire, et aussi pour réduire la température de la zone de réaction suffisamment pour permettre la combinaison de l'hydrogène avec l'azote.

Afin d'effectuer les réactions ci-dessus, il faut une grande quantité de calorique, et on doit prendre en considération cette quantité de chaleur, ainsi que la quantité nécessaire pour maintenir la température du gazogène, et les pertes, par rayonnement ou autrement.

Lorsque le combustible sur lequel on opère la gazéification possède une puissance calorifique élevée, il est facile de faire face aux conditions ci-dessus; mais si le combustible est pauvre, comme c'est le cas dans la tourbe, la quantité de chaleur est beaucoup moindre, et les conditions ne sont pas toujours favorables aux réactions.

Lorsque de la tourbe théoriquement sèche, de la qualité moyenne du Canada, est complètement brûlée, la quantité de chaleur dégagée est égale à 9,000 unités thermales anglaises par livre, et c'est là le maximum dont la tourbe soit capable. Si, au contraire, elle contient de l'eau, sa puissance calorifique est diminuée, par le poids de l'eau d'abord, et par la quantité de calorique requise pour élever l'eau à 212° F, et l'évaporer, c'est-à-dire, la chaleur latente de vaporisation qui est entièrement perdue quant à la gazéification.

E
certain
perdue
distill
sable,
sont p
sidéra
L
temp
de l'h
dioxy
sans a
dans
consi
1
brûle
c'est-
certai
temp
point
aussi
rédui
de la
résul
usine
de la
teneu
possi
et l'u
suffi
coml
gran
plus
Gas
que
36-1
resp
heui
résu
de c

En plus de la chaleur requise pour évaporer l'humidité, il en faut une certaine quantité pour distiller les matières volatiles qui est en partie perdue dans un gazogène de ce type. Les matières goudronneuses qui sont distillées sortent du gazogène sans contribuer à la formation de gaz utilisable, et comme elles possèdent une valeur calorifique élevée et qu'elles sont présentes en fortes proportions, le calorique perdu de ce chef est considérable, et il faut en tenir compte.

La vapeur que l'on introduit avec le courant d'air doit être élevée à la température de la zone de réaction, une partie est décomposée, libérant de l'hydrogène et donnant lieu à la formation soit de monoxyde ou de dioxyde de carbone, selon la température, mais la plus grande partie s'échappe sans avoir rendu sa chaleur. Finalement, la chaleur des cendres, qui passent dans l'eau de la fermeture hydraulique, et les pertes par rayonnement sont considérables.

Il est douteux que de la tourbe à 60 ou 70 pour cent d'humidité puisse brûler dans les conditions requises pour la production de gaz de moteurs, c'est-à-dire, lorsqu'il faut que la combustion soit incomplète, mais il est certain que, même en admettant que la combustion puisse avoir lieu, la température de la zone incandescente s'abaissera à certains moments au point qu'il ne se formera plus que de l'acide carbonique, et peut-être aussi une certaine quantité d'hydrogène. Dans ces conditions, il faut réduire la quantité de vapeur dans le courant de la soufflerie.

La preuve la plus concluante que l'on ne peut avec avantage utiliser de la tourbe à 60-70 pour cent d'eau dans les gazogènes se trouve dans les résultats de l'exploitation de l'usine Mond à Orentano, Italie. À cette usine, on exerce le plus grand soin de ne pas charger, dans les gazogènes, de la tourbe contenant plus de $33\frac{1}{2}$ pour cent d'eau, et afin d'assurer cette teneur comme maximum, on a recours au séchage artificiel. S'il était possible d'utiliser de la tourbe à 60 pour cent, ces exploitants le feraient, et l'usine, au lieu de marcher à demi-charge à cause de la difficulté d'obtenir suffisamment de tourbe sèche, pourrait facilement se procurer assez de combustible à 60 pour cent d'humidité pour marcher à pleine charge. La grande difficulté qu'ils éprouvent est de se procurer de la tourbe à teneur plus basse en eau.

Les résultats de trois mois d'exploitation de l'usine de la German Mond Gas Company, à Osnabruck, que nous avons cités plus haut, indiquent que la quantité et la valeur calorifique du gaz étaient très élevées, soit 36.1 pieds cubes par livre, et 140 unités thermales anglaises par pied cube respectivement, et que la production d'énergie était de 1,000 chevaux-heure par tonne de tourbe absolument sèche. On dit avoir obtenu ce résultat avec de la tourbe contenant 60 pour cent d'eau. Il est intéressant de comparer ces résultats avec ceux cités par Lunge¹ dans un article par A.

¹ Coal, Tar and Ammonia, Lunge, Partie II, page 869.

Frank, dans Z. Angew. Chem. 1908, page 1597, sur les résultats obtenus par le procédé Mond-Caro, travaillant avec de la tourbe brute avec 40 ou 50 pour cent d'eau à Sodingen, en Westphalie. La teneur en eau ne pouvant être 40 et 50 pour cent à la fois, nous prenons le plus bas des deux chiffres, soit 40 pour cent, comme ayant donné les résultats suivants:—Teneur en azote, 1.05; cendres, 3 pour cent; quantité de gaz par 1,000 kilogrammes (2,200 livres) de tourbe sèche, 2,800 mètres cubes, environ 45 pieds par livre; analyse du gaz, CO^2 17.4 à 18.8 pour cent; CO , 9.4 à 11 pour cent; H^2 22.4 à 25.6; CH^4 , 2.4 à 3.6, et azote, 42.6 à 46.6 pour cent; puissance calorifique, 1,400 calories par mètre cube, (157 unités thermales anglaises par pied cube) correspondant à une production de 1,000 chevaux effectifs heure. Le rendement en ammoniacque s'élevait à 40 kilog. de sulfate par tonne métrique, soit 80 livres par petite tonne. Dans des conditions extrêmement favorables, il serait possible d'obtenir des résultats tels que ceux-ci avec de la tourbe contenant un maximum de 40 pour cent d'eau, mais dans ce cas, la puissance calorifique de la tourbe doit être très élevée.

Les calculs qui suivent,¹ basés sur des considérations théoriques, montrent que l'on n'a pas pu obtenir les résultats cités dans le rapport sur l'usine d'Osnabruck avec de la tourbe contenant 60 pour cent d'eau. La valeur calorifique brute du gaz produit à Osnabruck est, dit-on, de 140 unités thermales anglaises, soit 134 net. Dans ces calculs, nous prenons un gaz dont la composition donnerait une puissance calorifique nette de 131 unités thermales anglaises par pied cube.

NOUS SUPPOSONS QUE.

Toute la matière de la tourbe est gazéifiée.

Toute l'eau de la tourbe est évaporée sans aucune décomposition du gaz.

L'air de la soufflerie est saturé à 60°C.

La vapeur introduite avec l'air est décomposée.

ÉQUILIBRE DU CALORIQUE.

Entrant dans le gazogène:—

1. La valeur calorifique potentielle de la tourbe humide chargée dans les gazogènes = la valeur calorifique brute de la tourbe humide.
2. La chaleur sensible, (au-dessus de 0° C) c'est-à-dire, air et eau à 60° C.
3. Chaleur latente de la vapeur à 60° C.

¹ Calculs effectués par M. Edgar Stansfield.

Sortant du gazogène:—

4. Valeur calorifique potentielle du gaz dégagé = valeur calorifique du gaz.
5. Chaleur sensible des gaz, y compris la vapeur à 200° C., partant de 0° C.
6. Chaleur latente de la vapeur dans les gaz, à 0° C.
7. Pertes par rayonnement.

BASES DES CALCULS.

H = 1, C = 12, Az. = 14, O = 16.

1 gram. mol. occupe 22.4 litres à 0° C. et 760 mm.

Chaleur latente de la vapeur à t° C = $606.5 \div 0.695t$ calories.
(Regnault).

Chaleurs spécifiques à pression constante:—

de l'air 0° — 60° C = 0.237 Regnault.

Az² 0° — 200° C = 0.244 "

CH⁴ 0° — 200° C = 0.593 "

H²O 0° — 200° C = 3.409 "

CO² 0° — 200° C = 0.217 "

CO 0° — 200° C = 0.245 "

Vapeur 0° — 200° C = 0.453 Pier.

Puissances calorifiques en calories, par gram. mol.

CO = 68,200

CH⁴ = 213,500

H² = 69,000

Analyse de tourbe brûlée:—

	Sèche	60% H ₂ O
Carbone.....	56.0	22.40
Hydrogène.....	5.2	2.08
Azote.....	1.9	0.76
Oxygène.....	30.9	12.36
Cendres.....	6.0	2.40
Eau.....	0.0	60.00

Puissance calorifique.

Calories par gramme..... 2102.2

Unités therm. ang. par livre 9,460..... 3784.0

100 grammes de tourbe contenant 60 pour cent d'eau, 86.0 grammes d'air et 13.4 grammes d'eau sont capables de donner dans le gazogène, 2.40 grammes de cendres, 60 grammes de vapeur, avec 66.82 grammes Az² + 2.72 grammes CH⁴ + 2.89 grammes H² + 46.93 grammes CO² + 17.64 CO.

Les gaz permanents sont :—

2,386 grammes mol. N^2 + 0.170 gram. mols. CH^4 + 1.445 grammes mols. H^2 + 1.067 grammes mol. CO^2 + 0.630 grammes mols. CO.
Total 5,698 grammes-molécules, soit 127.6 litres.

Le gaz a la composition suivante :—

Az^2	41.88 pour cent
CH^4	2.98 "
H^2	25.36 "
CO^2	18.72 "
CO.....	11.06 "

Puissance calorifique en unités thermales anglaises par pied cube, saturé à 60° F. et 30 pouces de mercure :—

Brute.....	147
Nette.....	131

Afin de pouvoir retenir la proportion ci-dessus de vapeur, l'air doit être saturé à une température d'environ 60° C.

TABLEAU D'ÉQUILIBRE.

(1) = 210,220	(4) = 178,950
(2) = 2,027	(5) = 13,890
(3) = 7,570	(6) = 36,390
	(7) = 9,410
Totaux 219,820	219,820

On verra donc, par le calcul ci-dessus, que même dans des conditions idéales,—que l'on ne trouve pas en pratique,—la quantité de calorique, dégagée par la combustion dans un gazogène, de la tourbe contenant 60 pour cent d'eau, n'est pas suffisante pour effectuer les diverses réactions et suppléer aux pertes. Donc, il est impossible de produire avec de la tourbe contenant une proportion aussi élevée d'eau, un gaz de moteurs possédant la valeur calorifique prétendue. Il est plutôt probable que pour produire la quantité nécessaire de calorique, il faudrait pousser la combustion jusqu'au bout, et dans ce cas le gaz résultant ne contiendrait aucun composant combustible, à l'exception peut-être d'une petite proportion d'hydrogène.

De plus, en introduisant la grande quantité de vapeur avec l'air insufflé, qui doit être en excès de la quantité théorique requise, il est probable que la température, ainsi que nous l'avons énoncé plus haut, tomberait beaucoup trop bas, même pour la formation de gaz ammoniacal.

Pour obtenir les meilleurs résultats, nous croyons que la teneur d'eau de la tourbe ne doit pas dépasser de 30 à 35 pour cent. Nous basons cette opinion sur les résultats obtenus dans d'autres usines à récupération des sous-produits, qui marchent à la tourbe, et sur les résultats d'études sur l'utilisation de la tourbe dans la production d'énergie faites aux laboratoires de la Division des Mines. En conclusion, on peut dire, comme argument final et concluant contre la possibilité d'utiliser économiquement dans les gazogènes de la tourbe à teneur élevée d'eau, que la seule usine de cette description actuellement en exploitation donnant des résultats satisfaisants, est l'usine Mond à Orentano, où la tourbe chargée dans les gazogènes ne dépasse pas 33½ pour cent d'humidité.

USINES À GAZ DE MOTEURS, À RÉCUPÉRATION DES SOUS-PRODUITS, UTILISANT DE LA HOUILLE.

Dans les chapitres précédents, nous avons donné une description détaillée du procédé Mond et de son application à un combustible pauvre, tel que la tourbe, mais nous n'avons pas encore traité de son application à la houille ou au lignite. De fait, le développement du procédé Mond avait en vue l'utilisation du charbon fossile, et son extension aux autres combustibles n'eut lieu que quelque temps après la preuve de son succès à l'utilisation de la houille. Il y a actuellement en exploitation plusieurs grandes usines à gaz Mond prospères. Le gaz produit est employé à diverses fins, et son utilisation croît constamment. Deux des usines Mond les plus intéressantes en exploitation en Grande Bretagne sont celles de la Staffordshire Mond Gas Company et de la Langwith By-Product Company, Limited. Ces deux usines ne développent de l'énergie que pour leur propre usage, et de ce chef elles occupent une place unique et intéressante. Pour cette cause, et ayant en vue l'introduction de telles méthodes au Canada pour l'utilisation des charbons pauvres, tels que menus et poussières de mine, lignites et autres; nous en donnerons une description complète.

LA SOUTH STAFFORDSHIRE MOND GAS COMPANY.

Les données de la description qui suit sont en grande partie tirées d'un travail par Herbert Alfred Humphrey, sur "La fabrication et la distribution de gaz de moteurs dans le South Staffordshire," augmentées d'observations personnelles par l'auteur.

La "South Staffordshire Mond Gas Company" a fait œuvre de pionnier en ce qu'elle fut la première usine à gaz de gazogène montée pour la distribution de gaz au public. Le gaz fabriqué à cette usine n'est pas converti en énergie électrique, ou autre forme d'énergie, à l'usine même, mais il est canalisé sous pression dans des conduits tout spécialement construits à cet effet, pour être distribué aux établissements industriels de la région avoi-

nante. C'est pour cela que nous disons que cette usine occupe une position unique et intéressante.

D'après la charte qui lui a été accordée par le parlement, cette usine a le privilège de fournir du gaz dans un territoire de 123 milles carrés de superficie. Dans cette étendue, on trouve six conseils de ville, seize conseils de districts urbains, et trois conseils de districts ruraux, et le gaz est utilisé pour le chauffage et l'énergie d'un réseau de 100 milles de chemin de fer,



FIGURE 23. Carte croquis, du district desservi par la "South Staffordshire Mond Gas Company."

de 106 milles de canaux et de plus de 2,000 établissements industriels et usines divers. La figure 23 donne la région en question.¹ Les plans et devis de l'usine centrale et du système de canalisation sont l'œuvre de M. Herbert Alfred Humphrey, l'ingénieur conseil de la société. L'usine fut construite par la "Power Gas Corporation" de Londres et de Stockton-on-Tees.

¹ Cette carte et autres vignettes nous ont été gracieusement fournies par la "Power Gas Corporation" de Londres.

Usine de gaz et de récupération des sous-produits.

L'usine consiste en huit gazogènes Mond (dont un constitue une réserve) avec les appareils nécessaires pour la réfrigération, le nettoyage et la compression du gaz; l'installation pour la récupération du sulfate d'ammoniaque et du goudron; les machines auxiliaires consistant en générateurs de vapeur, pompes à circulation, générateurs d'électricité, moteurs, et souffleries. La consommation de l'usine est de 140 tonnes de charbon par jour. À l'époque de ma visite, on faisait des additions pour augmenter la production de 80 pour cent.

Afin de réduire à un minimum les risques et les inconvénients d'un arrêt de l'alimentation de gaz, la première installation comprenait une installation double de colonnes de refroidissement et une plus forte proportion de machines de réserve qu'il n'était absolument nécessaire. On avait aussi pris d'autres précautions pour assurer contre des arrêts provenant d'accidents à diverses parties de l'usine; l'installation de gazogène consiste en deux sections indépendantes, chacune ayant son élévateur de charbon, son conduit principal de gaz et ses laveurs mécaniques. On a disposé des voies de passage en divers endroits, de façon à pouvoir isoler à peu près chaque partie pour le nettoyage sans affecter la marche de l'usine.

GÉNÉRATEURS DE VAPEUR.

L'installation de générateurs de vapeur consistait au début en 4 générateurs à tubes "climax"; mais ceux-ci ont été remplacés par des générateurs Lancashire à cause de difficultés éprouvées dans l'alimentation d'eau des premiers. Les générateurs sont aménagés pour le chauffage au charbon et au gaz. On a recours au chauffage au gaz durant certaines parties de la journée lorsqu'il y a un surplus de gaz produit.

Afin de pouvoir chauffer au gaz sans nuire au chauffage au charbon, M. Humphrey a installé un dispositif spécial. C'est une ceinture qui entoure le générateur au-dessus des grilles, dans laquelle le gaz entre par quatre tuyaux. Le côté intérieur de cette ceinture est perforé d'un grand nombre de trous de $4\frac{1}{8}$ pouces par lesquels le gaz s'allume. L'air nécessaire pour la combustion est fourni par un court tuyau, de 3 pouces de diamètre, qui est introduit dans la ceinture de façon à ce que l'air soit au centre, et le gaz l'entoure. Chaque trou a un jet de cette description. Chaque générateur peut évaporer 15,000 livres d'eau par heure à une pression de 120 livres par pouce carré. Deux générateurs suffisent pour fournir la vapeur nécessaire.

On introduit une grande quantité de vapeur avec l'air dans la zone de combustion du gazogène, soit 2 livres de vapeur par livre de houille, et pour cette raison, les machines auxiliaires sont actionnées à la vapeur, et là en plus de la vapeur vive requise on se sert de la détente, pour saturer

l'air de la soufflerie. On peut se rendre compte de la grande quantité de vapeur usitée en sachant que si les gazogènes brûlent 140 tonnes de houille par jour, il faut 240 tonnes de vapeur vive pour saturer l'air de la soufflerie. Ceci équivaut à 10 tonnes ou 20,000 livres de vapeur par heure. Plus de la moitié de la quantité totale de vapeur requise pour saturer le courant d'air provient du système de récupération par la circulation de l'eau que l'on emploie dans le système Mond décrit précédemment.

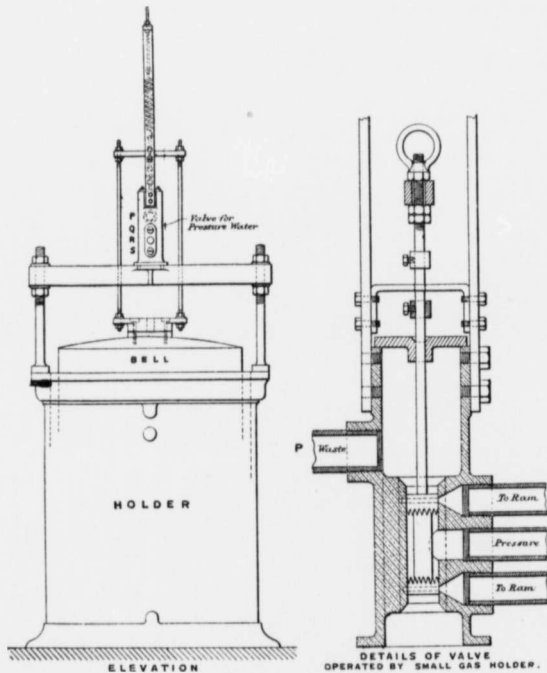


FIGURE 24. Appareil de réglage des souffleries donnant une pression constante de gaz.

SOUFFLERIE.

L'air insufflé dans les gazogènes est fourni par trois souffleries du type Root, actionnées par des machines à vapeur. Deux de ces souffleries suffisent pour l'alimentation constante; la troisième constitue une réserve.

Il est indispensable que l'alimentation de gaz aux consommateurs soit continue, et ceci dépend de la quantité d'air insufflée dans les gazogènes en tout temps; on a donc pris des dispositions spéciales pour assurer cette partie de l'usine contre tout arrêt.

D'autres usines ont installé des réservoirs ou gazomètres de grande capacité, pour que l'alimentation puisse continuer durant un arrêt forcé plus ou moins long. Mais, dans ce cas, ainsi que dans les autres usines Mond, le gaz se rend directement des appareils de lavage aux compresseurs, d'où il passe dans le système de distribution. On sait que l'on peut se fier à la vapeur plus qu'en toute autre force motrice, d'où le choix de cette forme d'énergie pour actionner les souffleries. Chaque soufflerie peut donner 6,000 pieds cubes d'air libre à la minute sous une pression de 28 pouces d'eau, lorsqu'elle est actionnée à 100 tours à la minute. La consommation de vapeur des machines est garantie à 32.5 livres par cheval indiqué, contre une résistance à l'échappement de 5 livres par pouce carré. Ces souffleries ont une large marge de variation de vitesse, mais il y a cependant une limite minimum au-dessous de laquelle il serait imprudent de marcher, dans la crainte d'arrêter le courant. Donc, lorsque la consommation de gaz tombe au-dessous d'une certaine quantité, on régularise le volume du courant en laissant échapper une partie de l'air au dehors. Les souffleries maintiennent la pression dans les appareils de formation du gaz jusqu'au point où les ventilateurs d'épuration augmentent la pression.

GAZOGÈNES.

La fabrication du gaz se fait dans deux batteries de quatre gazogènes chacune, ayant une production de 2,000 chevaux chacune, soit 16,000 chevaux pour toute l'usine. Ces gazogènes sont du type Mond ordinaire que nous avons décrit dans les pages précédentes. Chaque gazogène est mesuré à 20 tonnes (de 2,240 livres) de houille par 24 heures; mais la consommation dépend, jusqu'à un certain point, de la qualité du combustible. À l'époque de notre visite, les gazogènes fonctionnaient à une alimentation de 24 tonnes (de 2,240 livres) par jour. Les cendres sont évacuées du fond de l'appareil par une fermeture hydraulique, et on les retire à chaque changement de poste, soit trois fois par 24 heures. Une trémie réservoir, d'une capacité de 50 tonnes, est placée au-dessus de chaque gazogène. Ceci est en manière de précaution en cas d'accident à l'outillage de manutention du charbon. Ces trémies contiennent une provision suffisante pour trois jours d'alimentation. La figure 25 donne le dispositif employé pour la distribution uniforme du combustible.

SURCHAUFFEURS.

En sortant du gazogène, le gaz passe dans un surchauffeur d'air,—chaque gazogène a le sien,—dans lequel s'effectue un échange de calorique entre le courant d'air froid entrant et le courant de gaz chaud sortant. La

température du courant d'air entrant est considérablement élevée dans ce dispositif. En sortant de ce surchauffeur, le gaz passe dans la conduite collectrice principale et se rend aux laveurs mécaniques, à la colonne de récolte d'ammoniaque, aux colonnes refroidissantes de gaz, et ensuite passe au séparateur de goudron et au système de purification pour se rendre aux compresseurs et aux tuyaux principaux de distribution.

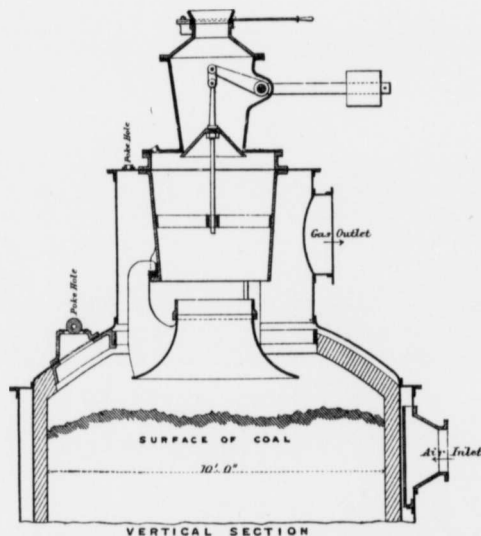


FIGURE 25. Distributeur de combustible, appliqué au gazogène Mond.

Nous avons donné précédemment une description du laveur mécanique, de la colonne à acide, du refroidisseur de gaz, et des colonnes de saturation d'air et de chauffage, ainsi que des autres appareils auxiliaires d'une usine à gaz Mond.

COMPTEURS À GAZ ROTATIFS.

Le gaz épuré passe dans des compteurs rotatifs pour se rendre au tuyau de succion des compresseurs de gaz; on a installé deux compteurs que l'on peut utiliser séparément ou en parallèles.

COMPRESSEURS DE GAZ.

L'installation de compression du gaz consiste en trois compresseurs à vapeur, dont deux fonctionnent continuellement, dans des conditions normales. Les cylindres à vapeur sont munis de tiroirs Corliss, et les cylindres à gaz de tiroirs Riedler, qui fonctionnent automatiquement. Chaque compresseur a une puissance de 9,400 pieds cubes de gaz libre à la minute, et a une vitesse de 80 révolutions à la minute. Il comprime ce volume de gaz à une pression de 10 livres au pouce carré. La puissance indiquée de chaque compresseur fonctionnent à pleine charge est de 430 chevaux. Donc, en marche normale, il suffit de 860 chevaux indiqués pour comprimer le volume total de gaz produit en une journée ordinaire. La figure 26 montre le dispositif de réglage automatique de voie de passage entre la succion et la sortie du gaz.

POMPES.

Huit pompes à vapeur, à commande directe, font circuler l'eau dans les colonnes de refroidissement, de réchauffement et de saturation de l'eau. On a installé deux pompes additionnelles pour l'alimentation d'eau que l'on prend dans un canal adjacent. Chaque pompe décharge 200 tonnes d'eau par heure.

Pour la circulation de la liqueur acide, il y a quatre pompes, dont deux constituent une réserve. Les pompes à acide ont des pistons et des tiroirs en bronze rouge pour résister à l'action corrosive de l'acide sulfurique. Ces pompes élèvent 7,000 gallons à l'heure à une hauteur de 90 pieds.

GÉNÉRATEURS D'ÉLECTRICITÉ.

L'usine de production d'électricité comprend deux moteurs à gaz Westinghouse, à trois cylindres, de 250 chevaux, accouplés directement aux dynamos, l'un de ces systèmes étant tenu en réserve. Les gaz d'échappement de ces machines passent dans des chaudières tubulaires qui absorbent de la chaleur, et qui agissent aussi comme silencieux. L'énergie électrique ainsi produite est utilisée pour actionner les divers moteurs et pour l'éclairage de l'usine.

NETTOYAGE DE L'USINE.

Les souffleries, les ventilateurs de purification, et les compresseurs de gaz, sont en marche continue, nuit et jour, pendant six semaines; les appareils de réserve sont alors mis en fonction, pour le nettoyage et l'ajustage.

Les moteurs à gaz marchent pendant une période égale, à l'exception d'une heure d'arrêt par semaine pour le nettoyage des bougies d'allumage.

En général, les pompes à circulation d'eau sont en marche continue pendant trois semaines, et on les arrête alors pour nettoyer les tiroirs du goudron qui a pu s'y accumuler.

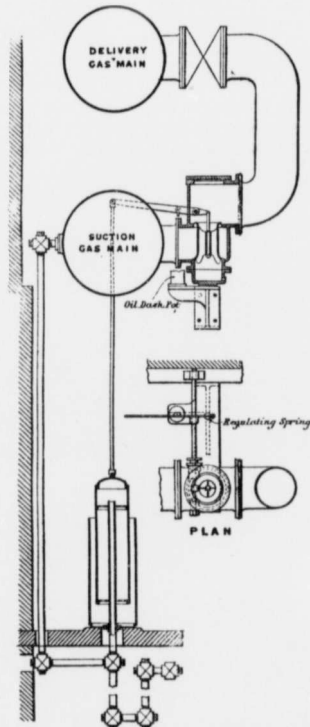


FIGURE 26. Disposition de réglage automatique de la voie de passage entre la succion et le refoulement des compresseurs de gaz.

Les gazogènes servaient pendant deux ans sans interruption, et on en éteint un à la fois, tour à tour, pour les examiner et les réparer s'il y a lieu. Les réparations, jusqu'ici, ont été très légères. Les réchauffeurs marchent aussi deux ans avant d'être nettoyés. Les laveurs mécaniques fonctionnent trois années sans arrêt, et on nettoie l'une des conduites collectrices tous les six mois.

Les colonnes à acide sont en fonction continue pendant deux ans; on les change alors pour en faire l'inspection et réparer le doublage en plomb, s'il y a lieu.

Depuis la mise en marche de l'usine, jusqu'à l'époque de notre visite,—environ huit années,—la nécessité ne s'est aucunement fait sentir d'arrêter la marche des colonnes de refroidissement, ou de réchauffage d'air.

On nettoie les chaudières à vapeur tous les trois mois, et les appareils d'évaporation de sulfate d'ammonium marchent toute l'année, avant de nécessiter des réparations aux serpentins de plomb. Tous les trois ans, il faut redoubler de plomb les cuves des évaporateurs.

Usine de goudron.

Le goudron produit est récolté des diverses parties de l'usine, mais plus particulièrement des cuves de décantation qui reçoivent le trop plein des colonnes de refroidissement. Le goudron venant de l'usine à gazogènes contient de 30 à 40 pour cent d'eau, qu'il faut éliminer pour le rendre commercial. Donc, par la déshydratation on le verse dans de grandes cuves verticales munies de serpentins à vapeur; on élève la température à 80° C, et on laisse l'eau s'évaporer lentement.

Analyses et puissance calorifique de la houille et du gaz produit.

L'analyse moyenne de la houille dont on a chargé les gazogènes pendant une longue période était la suivante.

Cendres.....	12%
Matières volatiles comb.....	36%
Azote.....	1.2% de la houille sèche.
Humidité.....	12%

et sa puissance calorifique était de 11,600 unités thermales anglaises par livre.

Une teneur de 1.2 pour cent d'azote dans la houille absolument sèche correspond à 1.06 pour cent dans la houille à 12 pour cent d'humidité. Si sept, des huit gazogènes, sont en marche continue, et que chacun consomme 24 tonnes de houille par 24 heures, l'azote recouvrable par jour serait de $24 \times 7 \times .0106 = 1.78$ grosse tonne ou environ 4,000 livres. La quantité totale de sulfate d'ammonium correspondant à ce poids d'azote serait:—

$$\frac{1.78}{21.21} \times 100 = 8.4 \text{ grosses tonnes.}$$

Analyse de valeur calorifique du gaz.

CO ²	17.40	pour cent, par volume.	
CO.....	10.31	"	"
H ²	25.55	"	"
CH ⁴	3.25	"	"
N ²	43.49	"	"
	100.00	"	"

Puissance calorifique brute, moyenne de 18 mois d'exploitation = 155 unités thermales anglaises par pied cube.

Récolte de l'ammoniaque.

On recouvre, par le sulfate d'ammoniaque, de 70 à 80 pour cent de la teneur totale en azote du combustible. Ceci équivaut à de 79 à 89 livres de sulfate d'ammoniaque par tonne de 2,240 livres, ou 70 à 79½ livres par tonne de 2,000 livres. L'acide sulfurique que l'on emploie dans le procédé de récupération est à 140° Twaddell, et il en faut 120 tonnes pour produire 130 tonnes de sulfate d'ammoniaque, soit 0.92 tonne par tonne de sulfate.

Si la quantité théorique de sulfate d'ammoniaque que l'on peut obtenir en azote de la houille est de 8.4 grosses tonnes, ainsi qu'enoncé ci-dessus, et que le rendement du procédé est de 75 pour cent, la production quotidienne de sulfate sera de $8.4 \times 75 = 6.3$ grosses tonnes. La quantité d'acide nécessaire à cette production sera approximativement $6.3 \times 0.92 = 5.8$ grosses tonnes.

La production annuelle de sulfate d'ammoniaque sera de $365 \times 6.3 = 2,300$ tonnes, et la consommation d'acide sera $365 \times 5.8 = 2,117$ tonnes.

Main-d'œuvre de l'exploitation.

À l'époque de ma visite, l'usine Mond de Dudley-Port ne travaillait que deux postes par jour, mais on prenait des dispositions pour inaugurer une marche continue de trois postes de huit heures par jour. Le nombre d'ouvriers, leur travail et les salaires payés étaient comme il suit:—

Aux gazogènes:—8 hommes par poste de 12 heures à 9½c. par heure.

Aux collecteurs de poussières:—1 homme par poste de 12 heures à 9½c.

Aux laveurs:—2 hommes par poste de 12 heures à 9½c.

Récolte de goudron:—2 hommes par poste de 12 heures à 9½c.

Aux pompes:—2 hommes 1 à 12c. de l'heure par poste de 12 heures; 1 à 8c.

Aux machines:—2 hommes, 1 à 12c. un à 8c.

Aux chaudières à vapeur:—2 hommes par poste de 12 heures, à 10c. chacun.

À l'usine de sulfate:—2 hommes par poste de 12 heures à 9½c.

Analyse et essai de gaz:— 2 hommes au poste de nuit, et 3 hommes de poste du jour.

En plus des ouvriers ci-dessus, il y avait un grand nombre d'employés au système de distribution. Le nombre total d'hommes employés à tous les services était de 120. Ce chiffre est exclusif de la direction, des employés de bureau et des contremaîtres.

Consommation de combustible et production des sous-produits.

Durant la dernière partie des premiers six mois de l'année 1912, la quantité de charbon gazéifié par mois atteignit 3,300 grosses tonnes, et la quantité de sulfate d'ammoniaque et de goudron recoltée durant cette période était de 120 tonnes et 280 tonnes par mois respectivement. Depuis cette époque, ces chiffres ont augmenté considérablement. De fait, quoique l'installation avait été faite pour une consommation de 140 tonnes par jour, on a gazéifié jusqu'à 200 tonnes.

Production et vente du gaz.

La quantité maximum de gaz vendue à la consommation durant la semaine finissant au 24 août 1912 fut de 868,700 pieds cubes par heure, et la quantité minimum de 195,000 pieds cubes. La charge maximum a atteint 1,000,000 de pieds cubes par heure. Lorsqu'il y a une telle charge maximum, on réduit la consommation de gaz de l'usine, et les générateurs de vapeur sont chauffés au charbon.

Durant la première période d'exploitation de cette usine, on éprouva des pertes, à cause de la difficulté de persuader les consommateurs des avantages à se servir de gaz pour l'industrie, et l'état financier favorable actuel est le résultat d'efforts continus et de dépenses considérables à dresser tout un personnel pour démontrer les méthodes les plus efficaces de l'emploi du gaz de moteur dans les industries qui existaient dans la région desservie par l'usine. Ce personnel fit même des études sur divers types d'installations de chauffage et de chaudières, afin de pouvoir agir comme ingénieurs-conseils auprès des clients en perspective. Comme résultat de cette campagne active, et de travail de pionniers entrepris par la société de gaz, la clientèle augmente constamment, au point qu'en 1913, on avait augmenté la production de l'usine de 80 pour cent.

Résultats financiers.

Le capital versé à la fin de l'année 1911 était de £424,003 (\$2,063,481), y compris £92,451 d'obligations (\$449,928) à 5 pour cent d'intérêt. On peut diviser le coût de l'installation comme il suit:—usine centrale et frais d'organisation £294,873 (\$1,435,048);

conduits principaux et système de distribution, £129,130 (\$629,432). Le coût de la construction des conduites principales de distribution, une longueur de 29.45 milles, à la fin de 1912, constitue une proportion considérable des fonds engagés, provenant du fait que l'on en construit beaucoup en excès des besoins de la première usine installée. L'addition à l'usine de gazogènes, dont la construction était avancée en 1913, ne coûtera, d'après les estimations, que £35,000 (\$170,000) et on peut encore compter sur une expansion considérable avant d'atteindre le maximum de ce que peuvent distribuer ces conduites principales.

L'exploitation de l'usine en 1911 rapporta £8,856 (\$43,099) de bénéfices bruts.

Prix de revient du gaz par 1,000 pieds cubes.

Les prix de revient de la fabrication du gaz par 1,000 pieds cubes, basés (1) sur l'estimation d'une gazéification de 225,000 tonnes de charbon par année, et (2) sur les résultats obtenus de l'exploitation de l'usine en 1912, sur une gazéification de 40,000 tonnes par année sont comme il suit:—

Prix de revient par 1,000 pieds cubes.¹

Estimation de la charte de 1901 basée sur une gazéification de 225,000 tonnes de charbon.	Résultats de 1912 sur une gazéification de 40,000 tonnes.	
	cents	cents
Charbon menu, gazogènes et chaudières.....	1.2856	1.5826
Fabrication, compression, distribution, y compris main-d'œuvre, fourniture, acide, réparations et entretien..	1.3100	1.4086
Vente des sous-produits.....	2.5956 1.2696	2.9912 2.1912
Prix de revient net, (exclusivement des frais généraux)....	1.3260	0.8000
Frais généraux (non compris intérêt).....	0.2914	1.7740 (comprend l'intérêt des obligations)
Par 1,000 pieds cubes de gaz produit.....	1.6174	2.5740

On se sert de houille menue de qualité inférieure, revenant, sur le carreau des gazogènes, à \$1.80:—ce prix de revient du charbon est basé sur le prix de revient des 1,000 pieds cubes de gaz donné au tableau ci-dessus, et sur une production de 140,600 pieds cubes de gaz par grosses tonne de houille.

¹ "The Generation and Distribution of Producer Gas in S. Staffordshire" par Herbert Alfred Humphrey, Comptes rendus Institution of Civil Engineers, vol. CXCI, page 42.

Si nous prenons la valeur calorifique nette du gaz à 144 unités thermales anglaises par pied cube, ou 144,000 unités thermales anglaises par 1,000 pieds cubes, et si nous supposons qu'une grosse tonne de houille représente une quantité de calorique équivalente à $11,600 \times 2,240 = 25,984,000$ unités

thermales anglaises, alors $\frac{25,984,000}{144} = 180,440$ pieds cubes de gaz contiendront une quantité de calorique équivalente à une grosse tonne de charbon d'une puissance calorifique moyenne de 11,600 unités thermales anglaises par livre.

D'après les chiffres du tableau ci-dessus, le prix de revient de production de 180,000 pieds cubes de gaz de gazogène serait de $180 \times 2.574 = \$4.63$.

Prix de vente du gaz.

TABLEAU DES PRIX DE VENTE DU GAZ MOND AUX CONSOMMATEURS.¹

Gaz pour moteurs, industrie de vernissage, chaudières tubulaires.

Pieds cubes par quartier.	Prix par 1,000 pds. cubes.
Jusqu'à 1,250,000.....	5½c
De 1,250 000 à 2,500,000.....	5 c
" 2,500,000 à 5,000,000.....	4½c
" 5,000,000 à 10,000,000.....	4¼c
" 10,000,000 à 20,000,000.....	4 c
" 20,000,000 à 30,000,000.....	3¾c
" 30,000,000 à 50,000,000.....	3½c
Au-dessus de 50,000,000.....	3 c

GAZ POUR LES FOURS À RECUITE, ET LES BAINS OU FOURS À GALVANISER.

Pieds cubes par quartier.	Prix par 1,000 pds. cubes.
Jusqu'à 4,000,000.....	4 c
De 4,000,000 à 8,000,000.....	3¾c
" 8,000,000 à 16,000,000.....	3½c
" 16,000,000 à 32,000,000.....	3¼c
Au-dessus de 32,000,000.....	3 c

Le prix de vente moyen du gaz en 1912 fut de 3.5 cents par 1,000 pieds cubes.² Ceci équivaut à de la houille à 11,600 unités thermales anglaises, coûtant $180 \times 3.5 = \$6.30$ par grosse tonne.

Cette comparaison du prix des deux formes de combustibles, basée sur leur valeur calorifique, n'est pas équitable, et ne représente pas le véritable jour sous lequel on devrait les considérer; elle ne fait pas ressortir

¹ "The Generation and Distribution of Producer Gas in S. Staffordshire" par Herbert Alfred Humphrey, Comptes rendus Institution of Civil Engineers, vol. CXCII, page 42.

² Ibid, page 29.

les avantages que l'un présente sur l'autre. Si une certaine quantité de gaz, possédant une valeur calorifique égale à celle d'une tonne de charbon menu, revient au consommateur à \$6.30, et qu'une tonne de charbon revient au même prix, on pourrait inférer que l'on peut retirer autant d'avantages de l'un que de l'autre; mais tel n'est pas le cas; le gaz de gazogène d'une valeur calorifique de 144 unités thermales anglaises par pied cube est beaucoup plus avantageux et plus économique à \$6.30 par 180,000 pieds cubes que le charbon à \$6.30 la tonne, car il y a infiniment moins de pertes dans la combustion du gaz que dans celle du charbon. Il existe du reste bien d'autres raisons pour lesquelles le gaz est plus économique que le charbon pour un grand nombre d'usages, et il n'est pas nécessaire de les énumérer ici, mais il est évident, pour tout consommateur de houille, pour usages domestiques ou pour la production d'énergie qui emploie du calorifique ou de l'énergie d'une manière intermittente, que le gaz de gazogène, même à un prix beaucoup plus élevé que celui que nous avons pris comme exemple, présenterait des avantages économiques considérables sur le charbon.

Usages de gaz Mond dans la région en question.

On emploie actuellement le gaz Mond à trente-trois usages différents dans la région. Nous donnons ci-dessous quelques-uns des plus importants et le nombre des diverses applications.¹

Moteurs à gaz.....	157
Fonte du fer.....	1
Recuite de métaux.....	49
Recuite de métaux en feuilles.....	2
Fours à tremper.....	25
Chauffages de barres métalliques.....	4
Corroyage de tubes.....	1
Procédé Barfing et Coslett.....	5
Émaillage.....	23
Séchage de l'émaillage.....	22
Séchage de formes.....	14
Vernissage.....	87
Soudure.....	74
Cuves de placage.....	12
Cuves à eau.....	19
Radiateurs de chauffage.....	114

On fait aussi usage du gaz Mond pour le chauffage de divers fours et cubilots. Ceux qui demandent les températures les plus élevées sont les cubilots de fonderie et les fours à corroyage de tuyaux.

¹"The Generation and Distribution of Producer Gas in South Staffordshire," par Herbert Alfred Humphrey, I.C., Mémoires de "The Institution of Civil Engineers," Vol. CXCII, page 40.

LE GAZ MOND DANS LES MOTEURS À GAZ.

Le tableau ci-dessus indique que l'on fait un usage considérable du gaz Mond dans les moteurs à gaz. Les installations de machines motrices varient de quelques chevaux à 650 chevaux. Le total de l'énergie développée à l'aide du gaz Mond à la fin de 1912, fournie par l'usine centrale, était de 9,500 chevaux. On emploie un grand nombre de petits moteurs à gaz pour divers usages ne demandant pas une production continue d'énergie, et les cas abondent où le moteur ne marche que pendant quelques heures par semaine. Dans ces cas, l'économie résultant de l'usage de gaz fabriqué par une usine centrale est des plus marquée. Cette remarque s'applique aussi aux petites usines, dont l'exploitation quoique continue n'est pas assez importante pour justifier l'installation d'un gazogène. Mais, dans une industrie considérable, à marche continue et demandant une force motrice de un ou deux cents chevaux, il peut être plus avantageux de monter un gazogène. Ces cas ne sont pas aussi nombreux que ceux des petites usines et ateliers. L'économie qui résulte de l'usage du gaz Mond, relativement aux gaz d'autres provenances, ressort bien du tableau ci-dessous.

- | | | | |
|-----|---------------------------------|-----------------------------|----------------------|
| (1) | Gazogène aspiré, moteur 23 ch., | marchant 54 hrs. | \$7.32 |
| | " Mond, " " " | " " " | 5.06 |
| (2) | " aspiré " 20 ch. ang. | " " " | 6.12 |
| | " Mond, " " " | " " " | 5.14 |
| (3) | Gaz de cornues, 25 chev. ang., | 36c. par 1,000 pieds cubes | coût 25c. par heure. |
| | Gaz Mond, 25 chev. ang., | 5c. par 1,000 pieds cubes, | coût 12c. per heure. |
| (4) | Gaz de cornues, 30 chev. ang., | 42c. par 1,000 pieds cubes, | coût 27c. par heure. |
| | Gaz Mond, 30 chev. ang., | 5c. par 1,000 pieds cubes, | coût 15c. par heure. |
| (5) | Gaz de cornues 90 chev. ang., | 36c. par 1,000 pieds cubes, | coût 77½ par heure. |

Remplacé par moteur à gaz Mond de 140 chevaux, coût 32c. par heure.

Nous n'avons malheureusement pas la comparaison entre le coût d'exploitation par gaz Mond, par gaz de gazogène soufflé et gazogène aspiré dans le cas des installations de 90 et 140 chevaux.

GAZ DE GAZOGÈNE POUR CHAUDIÈRES À VAPEUR.

Les grandes améliorations que l'on a apportées dans le chauffage au gaz des chaudières à vapeur, basées sur les recherches de W. A. Bone, ouvrent un nouveau champ aux usages du gaz de gazogène fabriqué dans une station centrale et distribué aux consommateurs. Dans la chaudière développée par le professeur Bone, on tire partie du phénomène de la "combustion de surface." Ce phénomène ne se produit que dans le cas

d'un mélange gazeux combustible. Avec sa chaudière, le professeur Bone a obtenu des rendements remarquables d'efficacité thermique, et partout où on a besoin de vapeur, soit pour la production d'énergie, soit pour le chauffage, il y a tout lieu de se servir de gaz comme source de chaleur.

Il est avéré que le gaz de gazogène, fabriqué sur une grande échelle, avec une installation à rendement élevé pour la récolte des sous-produits, est un combustible idéal pour un grand nombre d'usages variés dans l'industrie. Non seulement il offre des avantages indiscutables dans la production d'énergie par moteurs à gaz de toutes dimensions, mais on peut s'en servir économiquement pour la production de vapeur dans des chaudières de construction spéciale.

LA "LANGWITH BY-PRODUCT RECOVERY COMPANY, LIMITED.

L'usine à gaz Mond, exploitée par la Langwith By-Product Recovery Company, est située à Langwith, à proximité d'un important charbonnage, qui l'alimente de combustible. Cette usine est montée exclusivement pour la récolte des sous-produits. Tout le gaz est utilisé à l'usine même, ou est canalisé à la mine, où il est brûlé sous les chaudières à vapeur. Donc, dans le sens strict du mot, le gaz n'est pas une source de revenus, quoique le chauffage des chaudières de la mine réduise le coût du charbon fourni à l'usine à gazogènes.

Cette usine, dans sa disposition générale, et son mode d'exploitation, est identique aux autres usines Mond, donc la description d'une seule suffira. Pourtant en ce qui concerne quelques détails, comme par exemple le type des pompes de circulation, cette usine diffère quelque peu des installations typiques du système Mond. Nous y référons plus loin.

Gazogènes.

Cette partie de l'usine comprend six gazogènes Mond, capables de gazéifier 25 tonnes de houille chacun par journée de 24 heures. La batterie entière est en marche continue, et il n'y a pas d'appareils de réserve. La consommation de combustible est donc de 150 tonnes par jour. Les dispositifs pour le refroidissement, le réchauffage, la colonne d'acide, les souffleries, sont semblables à ceux que nous avons décrits précédemment.

Pompes à circulation.

On fait usage de pompes centrifuges pour la circulation de l'eau chaude, de l'eau froide et de la liqueur acide. Ces pompes, construites par la maison Mather et Platt, donnent entière satisfaction. On sait que le goudron adhère aux pistons et aux plongeurs des pompes ordinaires dont on se sert généralement pour le refroidissement de l'eau, et lorsque cette accumulation est excessive, il en résulte souvent des inconvénients sérieux dans la marche

des appareils. On élimine ces ennuis en faisant usage de pompes centrifuges. Lorsque ces pompes s'encrassent de goudron, on introduit de la vapeur vive pendant quelques moments — le goudron s'amollit et permet à la pompe de reprendre son fonctionnement. Il y a un jeu de quatre pompes pour la circulation de l'eau, deux de celles-ci constituant une réserve. La liqueur acide circule à l'aide d'une pompe centrifuge, avec une de réserve.

Le reste de l'installation consiste en une pompe Mirreles-Watson pour le refroidissement à l'air de la colonne à eau; une turbine de séchage pour le sulfate; un évaporateur Ernest Scott pour la liqueur de sulfate et une pompe à air pour cet évaporateur.

L'évaporateur dans le vide, système Ernest Scott, peut évaporer neuf tonnes de sulfate d'ammoniaque en 24 heures en se servant de vapeur à une pression de 2 livres par pouce carré et un vide de 20 pouces.

Chaudières à vapeur.

La batterie des chaudières comprend cinq générateurs de vapeur, chauffés au gaz, dont quatre peuvent vaporiser 7,500 livres par heure, ou un total de 30,000 livres pour les quatre chaudières. Ce cinquième générateur est plus petit.

Récolte du goudron.

Le goudron liquide provenant du processus de gazéification est récolté et chargé dans une cornue à goudron, dans laquelle il est soumis à une température de 200° C., jusqu'à distillation de l'eau et des huiles légères. La poix chaude liquide est ensuite coulée dans des cuves de convertisseurs où on la laisse durcir suffisamment pour la briser et l'enlever en morceaux.

Analyses du combustible employé et du gaz produit.

La composition moyenne du combustible, résultant d'observations faites pendant une période considérable, est comme il suit:—

Cendres.....	13%
Matières volatiles.....	22%
Azote	1·2%

On ne possède malheureusement pas d'analyse complète, et on n'a pas non plus fait de détermination de la valeur calorifique. La teneur en azote, telle que donnée dans l'analyse ci-dessus ne s'accorde pas avec celles que nous avons obtenues de la Power Gas Corporation, mais nous l'adoptons pour les calculs subséquents.

HOUILLE FOURNIE DURANT LES DEUX PREMIÈRES SEMAINES DU MOIS DE NOVEMBRE, 1912.

<i>Sheepbridge Company.</i>			<i>Power Gas Corporation.</i>		
Grosseur du charbon	Azote %	Cendres %	Grosseur du charbon	Azote %	Cendres %
Plus d'un quart de pouce 69·87 %	1·45	6·90	Plus d'un quart de pouce 63 %	1·51	10
Moins " " " 17·80 %	1·28	8·86	Moins d'un quart de pouce, 18 %	1·49	—
Moins d'un huitième de pouce 12·33 %	1·04	13·74	Moins d'un huitième de pouce 19 %	1·29	—
Moyennes	1·37	8·09	Moyennes	1·47	10 %

HOUILLE FOURNIE AUX GAZOGÈNES DURANT LES DEUX DERNIÈRES SEMAINES DU MOIS DE NOVEMBRE, 1912.

<i>Sheepbridge Company.</i>			<i>Power Gas Corporation.</i>		
Grosseur du charbon.	Azote %	Cendres %	Grosseur du charbon	Azote %	Cendres %
Plus de 1 de pouce 70·77 %	1·45	5·60 %	Plus de 1 de pouce 68·01 %	1·52	8·66
Moins " " 15·38 %	1·45	7·92	Moins de 1 de pouce 14·41 %	1·48	—
Moins de 1 de pouce 13·84 %	1·08	11·36	Moins de 1 de pouce 17·58 %	12·9	—
Moyennes	1·40	6·75 %	Moyennes	1·48	8·66 %

La quantité de charbon fournie à l'usine durant le mois d'octobre, 1912, fut de:—

Reçu à l'usine 3,570 tonnes
 Poussière de tamis à la mine 2,922 "

Quantité totale achetée 6,492 "
 Poussière dans le charbon reçu 22·6 % = 807 tonnes.
 Quantité totale de poussières achetée 807 + 2,922 =
 3,729 tonnes = 57·44 %.

La classification moyenne des échantillons de charbon faite à l'usine de la compagnie, à la mine de Sheepbridge, et à l'usine de la Power Gas Corporation était respectivement, 22·6 pour cent, 30 pour cent, et 34½ pour cent.

Des chiffres ci-dessus, on peut juger de la grande quantité de charbon fin comprise dans le combustible envoyé à l'usine à gazogènes mais en vertu d'un arrangement, d'après les renseignements que l'on nous a donnés, on fait une remise sur les poussières éliminées à l'usine de gaz. Le prix du charbon fourni à l'usine de gaz était de 5 shillings la tonne, et en tenant compte de la remise et du gaz fourni à la mine, ce chiffre se réduisait à 3 shillings.

L'analyse moyenne du gaz produit était:—

CO ²	16.8
O ²	
CO.....	8.4
H ²	22.8
CH ⁴	3.6
Az ²	48.4
	100.0%

La valeur calorifique nette par pied cube était de 135 à 140 unités thermales anglaises. La quantité de gaz par tonne de charbon, calculée d'après l'analyse du gaz, est de 135,000 pieds cubes, ou 60 pieds cubes par livre, et sa valeur calorifique totale = $60 \times 140 = 8,400$ unités thermales anglaises.

Quantité de sulfate d'ammoniaque produite.

Afin de faire une estimation de la quantité totale de sulfate d'ammoniaque produite annuellement, nous prendrons la teneur moyenne d'azote du combustible pendant une période de 12 mois à 1.2 pour cent. Ceci représente une quantité d'azote par tonne égale à $2,240 \text{ tonnes} \times .012 = 26.88$ livres, ce qui donnerait théoriquement

$$\frac{26.88}{21.21} \times 100 = 126.7$$

livres de sulfate d'ammoniaque. Le sulfate fabriqué à cette usine titre 96 pour cent, c'est-à-dire qu'il contient 96 pour cent de $(\text{NH}_4)^2 \text{SO}_4$, soit 24.5 pour cent d'ammoniaque, 2.7 pour cent d'eau, et 0.8 pour cent d'acide sulfurique. La quantité de sulfate récoltée par tonne de charbon est de 85 à 90 livres, ou comme moyenne de deux mois d'exploitation, 87.86 livres de sulfate à 96 pour cent. La récolte de sulfate pur serait de $87.86 \times 0.96 = 84.35$ livres. Puisque, théoriquement, la teneur en azote correspond à 126.7

livres, le rendement est de $\frac{84.35}{126.7}$ ou 66.6 pour cent. Les quantités de charbon gazéifié durant les mois d'octobre et de novembre 1912 furent de 3,531 et 3,792 tonnes respectivement, soit une moyenne de 3,660 tonnes par mois, et si nous prenons ce chiffre comme moyenne pour l'année, nous arrivons à une quantité de $3,660 \times 12 = 43,920$ tonnes de charbon gazéifié. La quantité de sulfate d'ammoniaque produite durant l'année serait donc $\frac{43,920 \times 87.86}{2,240} = 1,722$ grosses tonnes titrant 96 pour cent, requérant pour sa formation $1,722 \times 0.95 = 1,636$ grosses tonnes d'acide sulfurique (140 Twaddell).

Production de goudron.

La quantité totale de goudron récoltée durant les mois d'octobre et de novembre 1912, fut de 70 tonnes, 1 cwt, et 83 tonnes, 2 cwt, respectivement, ou une moyenne mensuelle de 76.56 grosses tonnes. Durant cette période la quantité de charbon gazéifié était de 3,600 tonnes par mois. Sur cette base, la récolte annuelle de goudron serait de $76.56 \times 12 = 918$ grosses

tonnes. Ceci est équivalent à $\frac{76.56 \times 2,240}{3,600} = 47$ livres. Ces 47 livres équivalent environ à 4.06 gallons.

Tableau des résultats de l'exploitation de l'usine pour les mois d'octobre et de novembre 1912.

	Charbon gazéifié.	Production de sulfate.	Livres de sulfate par tonne de charbon.		Goudron (sec) récolté.	Gallons de goudron par tonne de charbon.
		T. Cwt.	Production.	Liquor des laveurs.	T. Cwt.	
Nov.....	3792	149: 10	88.31	5.92	83: 2	4.27
Oct.....	3531	137: 17	87.45	4.87	70: 1	3.86

PRIX DE REVIENT ET PRIX DE VENTE.

	Novembre.			Octobre.		
	Montant.	Par tonne de sulfate	Par tonne de charbon	Montant.	Par tonne de sulfate.	Par tonne de charbon.
	£	s	d	£	s	d
Main-d'œuvre.....	345.770	46.25	21.89	352.293	51.08	23.95
Charbon chargé dans les gazogènes.....	679.717	90.92	43.02	611.747	88.75	41.58
Charbon pour chaudières.....	76.300	10.25	4.83	95.025	13.75	6.46
Vapeur de détente.....	16.666	2.25	1.06	16.667	2.42	1.13
Réchauffeur.....	4.000	.50	.25	4.000	.58	.27
Eau.....	13.900	1.83	.88	12.979	1.92	.88
Acide.....	237.701	31.83	15.04	212.439	30.84	14.44
Fournitures et laboratoire.....	59.887	8.00	3.79	24.875	3.58	1.69
Réparations.....	6.520	.83	.41	13.088	1.92	.89
Comité de sulfate.....	4.363	.58	.28	4.021	.58	.27
Voiturage et transport.....	5.250	.67	.33	10.375	1.50	.71
Frais fixes.....	108.500	14.58	6.87	108.500	15.75	7.37
Fonds de renouvellement.....	59.800	8.00	3.78	41.354	6.00	2.81
	1618.374	216.49	102.43	1507.363	218.67	102.45

Tableau des résultats de l'exploitation de l'usine pour les mois d'octobre et de novembre 1912.—(Suite).

Novembre.			Octobre.		
Crédit pour goudron			Crédit pour goudron 70:1 à		
83:2 à 36/- =	149.579		36/2 =	126.675	
Crédit pour liqueur des		26.25	Crédit pour liqueur des la-		25.00
laveurs 100:19 à 9/3..	46.687		veurs, 101:8 à 9/1.....	46.054	
	1422.108	190.24		1334.634	193.67
Prix de vente moyen		258.33	Prix de vente moyen		259.08
Bénéfices par tonne		68.09	Bénéfices par tonne		65.41
Tonnes, cwt.			Tonnes, cwt.		
sur 149:10 = £508/18/6			sur 137:17 = £450/17/8		

De ce qui précède des prix de revient et de vente pendant une période de deux mois d'exploitation, on verra que les bénéfices nets par tonne de sulfate en octobre et en novembre furent de 65.41 et 68.09 shillings respectivement, et que le prix moyen de vente furent de 259.08 et 258.83 shillings, ou près de £13.

Si nous pouvons prendre ces deux mois comme moyenne de production de sulfate de l'année, la récolte de sulfate serait de 122 grosses tonnes. Les bénéfices nets sur cette quantité seraient donc $1,722 \times \frac{65.41 + 68.09}{2} = 114,943.5$ shillings, ou plus de 28,000 dollars.

Les bénéfices nets résultant de la vente du goudron seraient de $918 \times 36 = 33,048$ shillings, ou \$8,060. Total des bénéfices nets de l'exploitation pendant l'année, $28,000 + 8,060 = 36,060$ dollars.

CAPITAL DE LA SOCIÉTÉ.

Le capital net de la société est de £66,000, (environ \$320,000) et un bénéfice net de \$36,000 correspond à plus de 10 pour cent.

Les résultats de plusieurs années d'exploitation prouvent qu'avec du charbon à 1.2 pour cent d'azote, et coûtant 3 shillings (72c) la tonne, on peut réaliser un bénéfice de 10 pour cent sur les fonds engagés, avec les conditions de main-d'œuvre qui règnent en Angleterre. La méthode d'estimation des profits diffère considérablement de celle adoptée au Canada ou aux États-Unis. Par exemple, si dans le cas ci-dessus, on faisait entrer en ligne de compte l'intérêt du capital engagé, l'amortissement, et la dépréciation, les bénéfices seraient considérablement moindres.

REMARQUES.

Pour faire l'estimation de la quantité de sulfate d'ammoniaque que l'on peut récolter, étant donné un combustible d'une certaine teneur en azote, nous avons adopté un coefficient de rendement de 75 pour

cent, c'est-à-dire une extraction de 75 pour cent de la quantité théorique possible.

Aux usines de la South Staffordshire Mond Gas Co., et de la Langwith By-Product Company, le rendement était considérablement inférieur à 75 pour cent. Ces deux usines n'étaient pas exploitées à leur production maximum, et dans le cas de la South Staffordshire Mond Gas Company, la charge n'était pas uniforme, car elle variait d'une fraction de la production normale à une surcharge pendant une partie de la journée. Dans ces conditions, on ne peut s'attendre à une récupération élevée de l'ammoniaque. Le rendement de l'usine de sulfate d'ammoniaque de la South Staffordshire Mond Gas Company pendant la période des premiers six mois de 1912, fut de 64·2 pour cent, comme il suit:—

Consommation de charbon gazéifié, par mois, vers la fin de la période.....	3,300 tonnes
Teneur en azote, du combustible.....	1·2%
Production mensuelle de sulfate d'ammoniaque.....	120 tonnes
Production par tonne.....	$\frac{120}{3300} = 0\cdot363$ tonnes.
Sulfate d'ammoniaque théoriquement possible par mois, $3,300 \times 0\cdot012 \times 4\cdot71$ =	186·5 tonnes.
Rendement du procédé.....	$\frac{120}{186\cdot5} = 64\cdot2$ pour cent.

D'après le directeur de l'usine, la moyenne de production de sulfate d'ammoniaque produite d'une tonne de charbon en 1913, fut de 85 à 90 livres. La teneur en azote du charbon gazéifié durant cette période fut d'environ 1·2 pour cent, ou 27 livres par grosse tonne, et cette quantité formerait théoriquement $27 \times 4\cdot71 = 127$ livres de sulfate d'ammoniaque. Sur cette base, le rendement du procédé de récupération était donc:

$$\frac{85 + 90}{2 \times 127} = 68\cdot8 \text{ pour cent.}$$

La production de goudron durant la dernière partie de la période des premiers six mois de 1912 fut de 280 tonnes par mois. Le charbon gazéifié mensuellement durant cette période fut de 3,300 tonnes, donnant une production de goudron par tonne de charbon de $\frac{280}{3300} = 0\cdot085$ tonnes ou 190 livres, environ 10 gallons. À l'époque de notre visite on ne distillait pas ce goudron, et il est probable qu'il contenait une proportion considérable d'eau.

Langwith By-Product Company.

La production moyenne de sulfate d'ammoniaque de cette usine fut de 85 à 90 livres par tonne de charbon gazéifié, d'une teneur de 1·2 pour cent en azote, le rendement étant donc de 68·8 pour cent.

CHAPITRE V.

USINE À VAPEUR D'ÉNERGIE, BRÛLANT DE LA TOURBE, À
WIESMOOR, EN OSTFRIESLAND, ALLEMAGNE.

Les données présentées dans ce chapitre sont pour la plupart extraites d'un travail intitulé "Das Kraftwerk im Wiesmoor in Ostfriesland," par T. Teichmüller, Karlsruhe, Allemagne.

L'usine d'énergie centrale, qui est située au centre d'une immense tourbière, éloignée de villes ou de villages importants, doit son existence à l'intérêt intense manifesté par le gouvernement prussien vers le défrichement de terrains déserts et incultes.

Le projet d'établissement de cette usine est dû à l'initiative du Dr Ramm, Conseiller privé au Ministère d'Agriculture, qui le poussa jusqu'à achèvement malgré les obstacles sérieux et nombreux qu'il eut à surmonter.

La première installation comprenait une usine à vapeur de 200 chevaux que l'on convertissait en énergie électrique pour la culture de la tourbière, creusement de fossés, nettoyage de la surface, labourage. Donc, l'idée qui donna lieu à cet établissement n'était pas la production d'énergie, mais l'usine a maintenant pris de telles proportions que l'utilisation de la tourbe comme source d'énergie est d'égale importance à la mise en culture de la tourbière. La petite usine put, pendant quelque temps, répondre aux besoins de l'entreprise agricole, mais plus tard on prit la décision de l'augmenter. Dans le cours du printemps de 1908, la Siemens-Schuckert Company, agissant pour le Bureau prussien des Domaines (Domanenfiskus) entra en pourparlers avec les autorités des villages environnants, Wilhelmshafen, Baut, Heppens, Nevende, et les villes de Leer et Emden, au sujet de l'installation de l'usine dite du "Fisc." Le résultat de ces démarches fut que le Domanenfiskus confia la direction, l'exploitation, l'installation de l'usine et la distribution de l'énergie à une société particulière. Un accord fut donc signé avec la Société d'électricité Siemens, (par la Société Siemens-Schuckert) par lequel cette compagnie s'engageait à installer une usine centrale d'énergie, mais pas d'autres bâtiments, et à établir des lignes de canalisation, à leurs frais, et d'en faire l'exploitation sous sa direction immédiate. Aux termes du contrat, la Domanenfiskus s'engageait à vendre à la Société toute la tourbe nécessaire à l'usine, et celle-ci vendait au Domanenfiskus l'énergie requise pour le défrichement et la culture de la tourbière.

L'érection de la nouvelle usine d'énergie, beaucoup plus puissante que l'ancienne, fut commencée en janvier 1909. Afin de pouvoir être en mesure de commencer à fournir l'énergie à la date stipulée, les travaux furent pous-

sés énergiquement. La tâche de reconstruction fut rendue plus difficile du fait qu'il fallut maintenir en marche l'ancienne exploitation de 200 chevaux jusqu'à ce que la nouvelle installation, de 5,400 chevaux, fut en mesure de fournir l'énergie.

On éprouva de grandes difficultés dans le transport des lourdes machines dans la tourbière, ainsi que pour leur mise en place dans l'usine. Il fallut prendre des mesures sortant de l'ordinaire pour pourvoir au logement et à la nourriture du grand nombre d'ouvriers et de mécaniciens employée à la construction et au montage, étant donné l'éloignement de centres d'habitations. Cependant, malgré toutes les difficultés, y compris une grève de plusieurs semaines des briquetiers et des charpentiers, le travail progressa si rapidement que la mise en marche de l'usine eut lieu en décembre 1909, onze mois après le commencement du travail, un exploit peu ordinaire. Au mois d'août 1910, l'usine toute entière était terminée.

DESCRIPTION DE L'USINE.

L'usine d'énergie est située (voir figure 27) sur la grande route entre Bagband et Wiesederfehn, où cette route est traversée par le canal projeté qui reliera le canal Ems-Jade à celui de Nord-Geogsehn. Lorsque ce canal sera achevé, l'usine aura des communications par eau avec Ems dans deux directions, vers le sud par la Jumme et la Léda. Au point de vue des moyens de transport, le site est donc très favorable.

La figure 28 présente le plan de l'usine d'énergie et la planche XVII en donne une vue prise du sud-est. La disposition générale ne diffère guère des autres installations électriques construites par les ateliers Siemens-Schuckert, et le fait n'est pas apparent que les nouveaux bâtiments représentent une reconstruction d'un ancien établissement. La seule différence se trouve dans la position relative des salles du tableau de distribution et de la salle des machines. Ainsi, les bureaux de l'administration sont placés entre ces deux salles, ce qui ne serait pas dans le cas d'une toute nouvelle installation.

SALLE DES CHAUDIÈRES.

L'usine génératrice de vapeur comprend quatre chaudières à tubes d'eau, ayant chacune une surface de chauffe de 300 mètres carrés (3,228 pds. carrés), une surface de surchauffe de 100 mètres carrés (1076 pieds carrés), et une surface de grilles de 8 mètres carrés (86 pds. carrés). Ces générateurs ont été construits par les ateliers Augsburg-Nürnberg, pour une pression de travail de 12 atmosphères (176 livres $\frac{1}{2}$ par pouce carré.)

La distribution du combustible, des réservoirs aux foyers des chaudières, offrait des difficultés qu'il fallut résoudre. Nous nous en occuperons plus loin. Trois pompes à vapeur pourvoient à l'alimentation d'eau des chau-

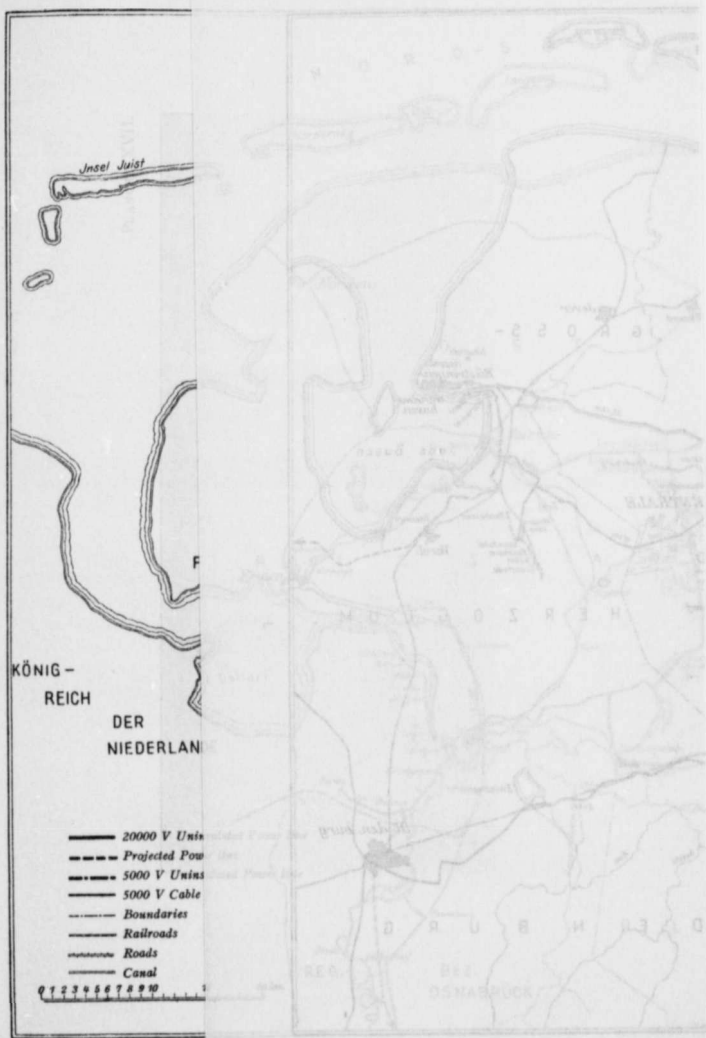


Fig. 27 Cable of the Netherlands and surrounding regions

sés
du
che
me

dar
pre
la
cor
tio
plu
rap
on
Au

Bay
qui
sera
dire
mo

en
guè
Sch
sen
se t
de
plac
nou

d'ea
pds
car
gén
une

offr
loin

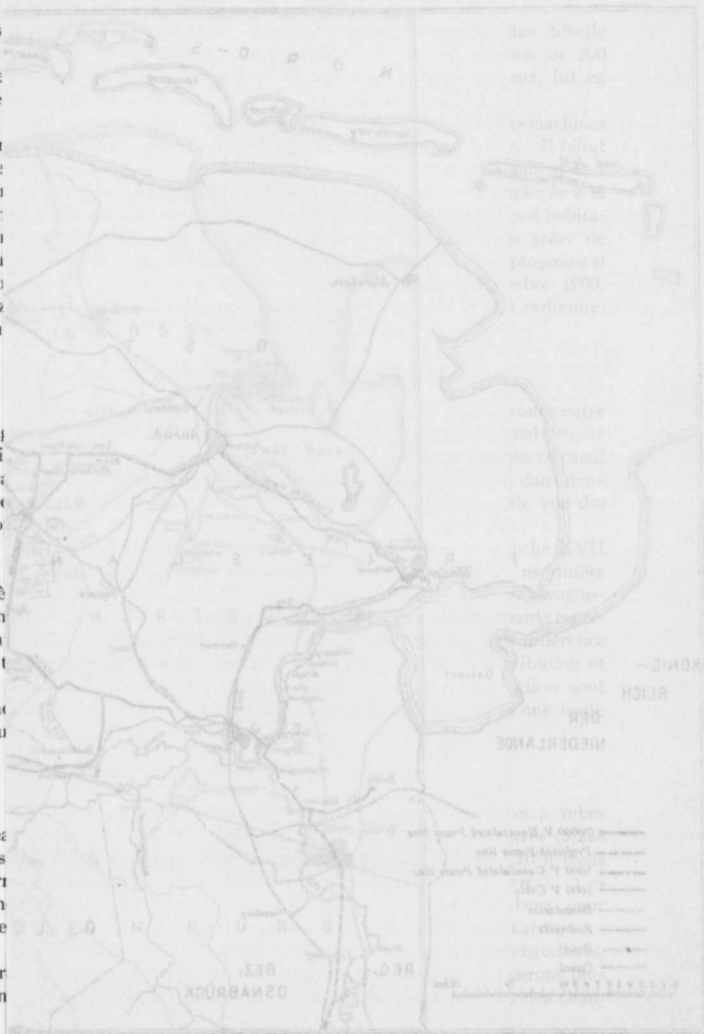
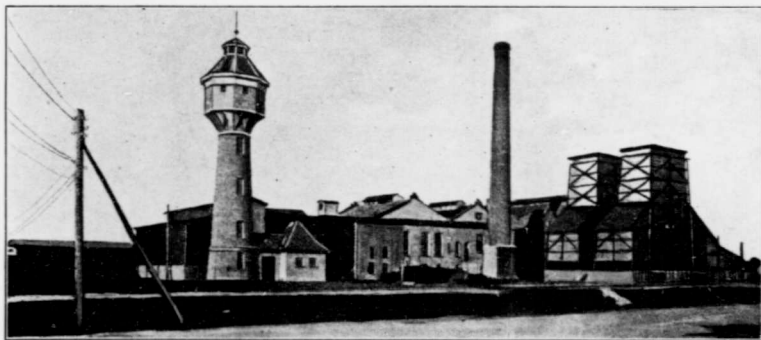
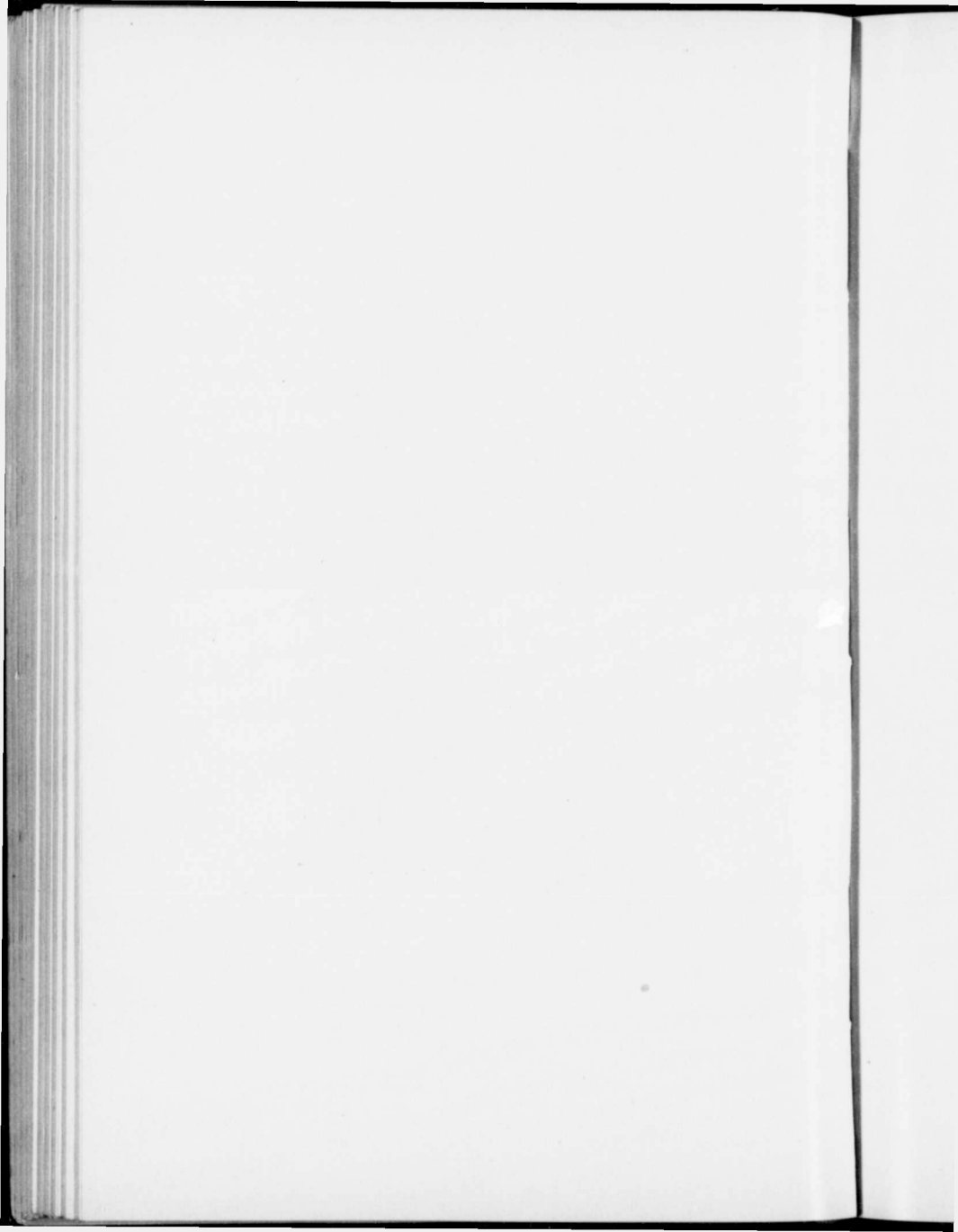


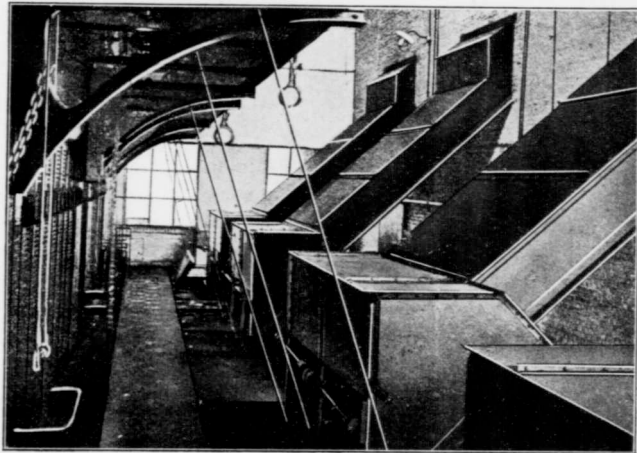
Fig. 17. Carte d'Ouestphalie montrant des localités à l'échelle de 1:100 000.

PLANCHE XVII.

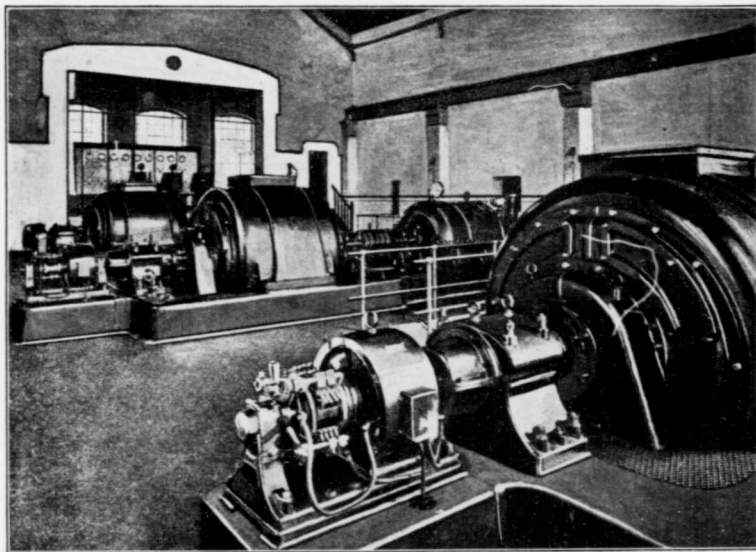


Usine d'énergie, côté sud-est.

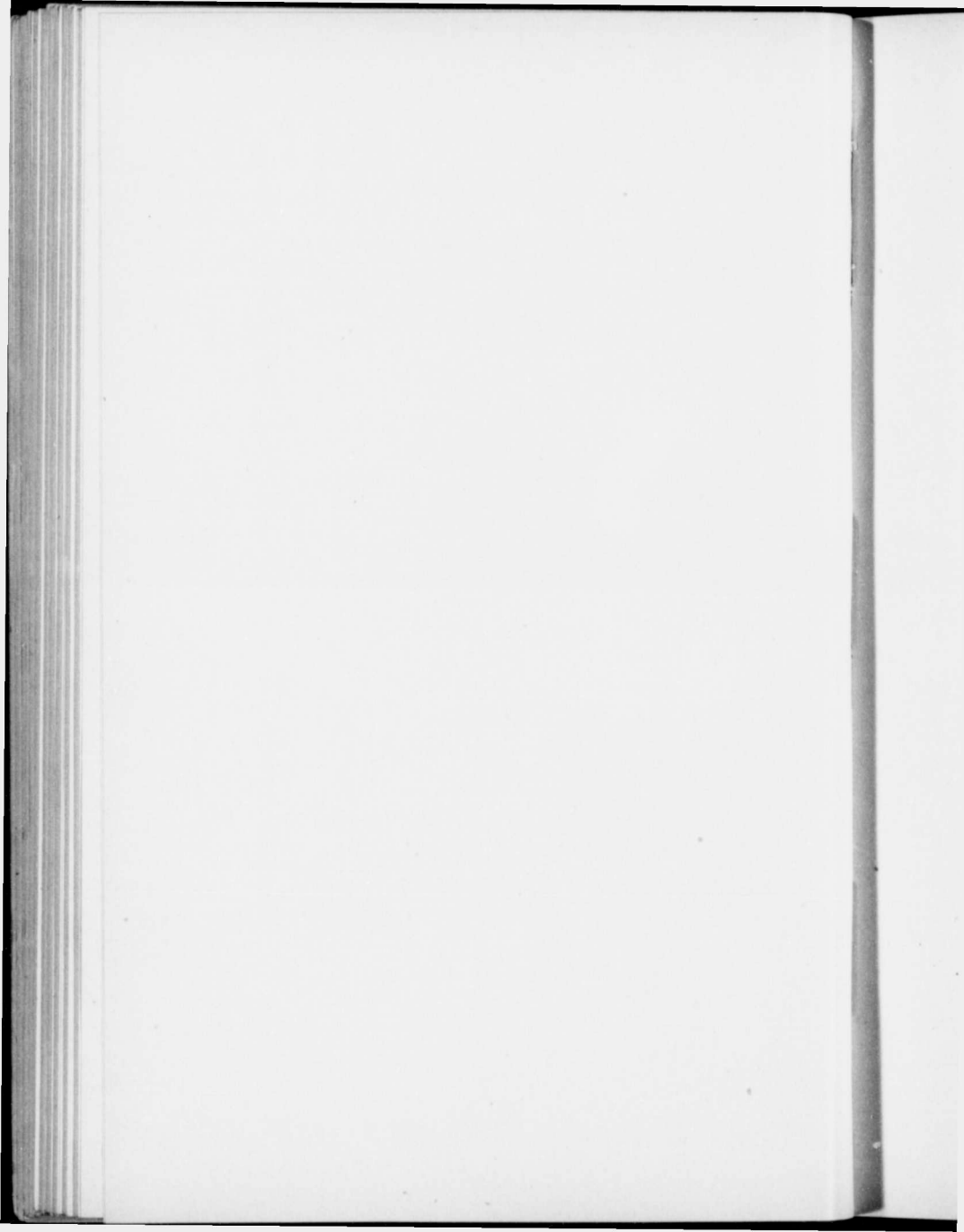




Salle des générateurs de vapeur; trémie d'alimentation de combustible.



Usine d'énergie, turbines à vapeur.



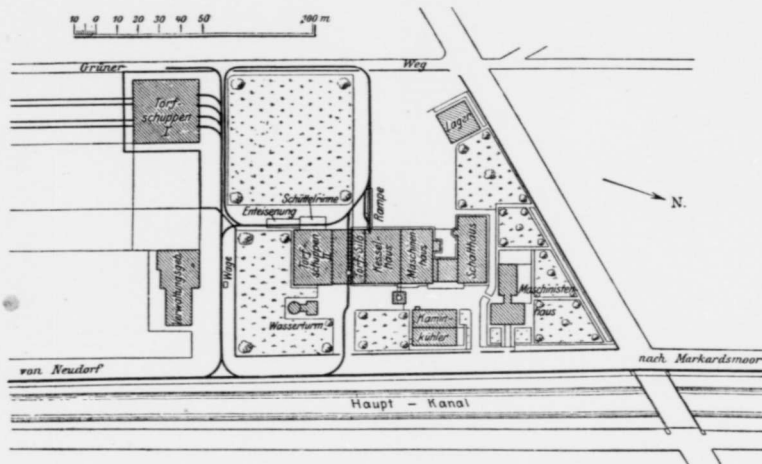


FIGURE 28. Plan de l'usine d'énergie.

dières. L'eau est traitée dans un épurateur et mêlée à l'eau de condensation des turbines. Cette eau se rend à un réservoir d'alimentation d'où elle est pompée aux générateurs.

Méthode d'épuration de l'eau des chaudières.

Dans le but d'épurer l'eau de la tourbière qui contient de l'acide humique, de la chaux et du fer, on a installé un épurateur d'eau ordinaire. Le filtre Suco montré dans la colonne à eau ne répondit pas aux besoins. On ajouta donc un filtre à air (voir fig. 28 et planche XVII, à l'extrême gauche), dans lequel on précipite le fer. On ne se sert du filtre Suco que pour éliminer le fer précipité par le filtre à air.

USINE DE PRODUCTION D'ÉNERGIE.

L'usine génératrice d'énergie consiste en trois turbo-dynamos, dont deux fournissent un courant alternatif triphasé de 1,250 K.V.A. à 5,000 V. Ces alternations font 3,000 tours à la minute. La troisième turbo-dynamo fournit un courant triphasé de 1,550 K.V.A. à la même tension électrique et à la même vitesse.

Les turbines sont toutes du système Zoelly. Les ateliers Germania de Kiel, ceux de Augsburg-Nurnberg et la maison Escher Wysz et Cie., ont chacun construit un jeu complet des trois turbo-dynamos ci-dessus.

La vapeur arrive aux turbines sous une pression de $11\frac{1}{2}$ atmosphères, (170 livres au pouce carré), et à une température moyenne de surchauffe de 300° C. La planche XVIII donne une vue de la salle des chaudières et la planche XIX donne la salle des machines. Les condensateurs sont installés sous le plancher de la salle des machines, selon la pratique ordinaire. Des pompes centrifuges électriques pompent l'eau de condensation au réservoirs d'alimentation mentionnés ci-dessus.

L'eau froide pour les condenseurs est fournie par deux réfrigérateurs système Balckeschen (Ruckkuhlern). L'eau supplémentaire pour le refroidissement vient de la tourbière. L'eau de la tourbière contient de l'acide humique, ce qui nécessite que toutes les parties des appareils réfrigérants avec lesquels elle vient en contact, soient faits de fonte ou de bronze, et les tubes de bronze du condenseur sont fabriqués d'un alliage très riche en cuivre et ils sont étamés.

Ces précautions ont donné pleine satisfaction. On a aussi pris des dispositions pour approvisionner le réservoir d'alimentation d'eau par la colonne à eau indiquée dans la figure 28, si la nécessité s'en présentait. Cette tour est alimentée par des pompes électriques qui tirent l'eau d'un puits profond de 50 mètres. Cette tour sert surtout pour approvisionner les habitations des employés et des ouvriers, et sa capacité et la pression maintenue sont suffisantes en cas d'incendie.

L'énergie électrique des machines génératrices, passe au tableau de distribution par des câbles électriques et des disjoncteurs qui protègent les dynamos.

Deux lignes de transmission, pour l'usage de l'administration de la tourbière, sortent par un système spécial de barres qui peut être relié par des commutateurs automatiques aux deux réseaux de basse tension. De ce point, la ligne de transmission est supportée par des tours spéciales pour se rendre vers le nord et vers le sud, aux parties des tourbières en défrichement et en culture. Il y a en plus deux transformateurs de 125 K.V.A. chacun, réduisant de 5,000 volts à 208 et 120. D'ici, le courant se rend à l'usine et dans les environs immédiats, y compris l'hôtel et les habitations des employés et des ouvriers. L'un de ces transformateurs est tenu en réserve.

Des barres à haute tension rayonnent quatre lignes de transmission à longue distance.

LA TOURBE COMME COMBUSTIBLE.

Dans la description ci-dessus, nous n'avons guère touché à l'installation des chaudières et des appareils accessoires. Cette partie de l'usine est, de fait, la plus importante de l'exploitation, et mérite d'être décrite en détail.

À l'époque où on entreprit la construction de l'usine d'énergie, les connaissances sur les chaudières chauffées à la tourbe n'en étaient qu'à leur début. Il fallut donc faire une expérimentation systématique au commencement de l'exploitation, et il est remarquable que les techniciens et les constructeurs de l'usine aient en trois ans perfectionné les méthodes au point où elles en sont actuellement.

Les difficultés que l'on eut à surmonter étaient si nombreuses, et nos connaissances sur l'utilisation de ce combustible si limitées, que nous sommes justifiés de nous étendre un peu longuement sur la description qui suit:—

Non seulement, on se heurtait à des difficultés d'emploi de la tourbe dans les foyers, mais même le transport du combustible de la tourbière au carreau des chaudières offrait des problèmes à résoudre. Il fallait le faire le plus économiquement possible pour remplacer avantageusement la houille par la tourbe.

Les principales difficultés qui se présentaient étaient:—(1) de fabriquer et d'emmagasiner un approvisionnement suffisant de tourbe, (2) le transport de la tourbe sèche des hangars d'emmagasinement au carreau des chaudières, et (3) finalement la combustion dans les foyers.

FABRICATION DE LA TOURBE.

L'extraction de la tourbe brute et sa fabrication en combustible utilisable se font tant par le système Strenge que par le système Dolberg.

Comme le prix de revient du combustible est d'une importance capitale, on emploie des excavateurs mécaniques partout où on peut le faire.

Avant de mettre la machine Strengé en marche, il faut enlever la mousse blanche de surface, qui n'a aucune valeur comme combustible pour les chaudières.

La machine Strengé emploie des excavateurs et des étendeurs mécaniques, et elle marche bien dans les parties unies de la tourbière libres de troncs d'arbres et de branches.

L'appareil à godets, ou excavateur, est actionné par un moteur électrique par un engrenage à vis. Un second moteur est installée pour déplacer latéralement la chaîne à godets, par un arbre de commande. L'appareil peut aller et venir sur une largeur de quatre mètres (treize pieds). On peut voir une illustration de la machine dans la planche IX, au chapitre sur la fabrication de la tourbe combustible. Les mouvements des deux moteurs sont commandés automatiquement. La tourbe humide, (cette tourbière contient 90 pour cent d'eau) tombe des godets dans l'auge d'un transporteur, et une chaîne à racloirs l'élève jusqu'au tritrateur qui est actionné par un autre moteur. La tourbe sort de la machine à l'état de pulpe homogène, et dans cet état elle est étendue sur la surface uniforme de la tourbière drainée, à l'aide de machines à étendre.

L'appareil entier est propulsé automatiquement par un moteur électrique sur une voie qui consiste en épais madriers de bois.

Il faut tout particulièrement suivre de près la marche de la machine et veiller à ce que l'excavateur n'amène pas de sable ou d'argile avec la tourbe. Ceci est sujet à survenir lorsque la surface du sous-sol est onduleuse. Cet excavateur mécanique ne peut pas être ajusté pour la profondeur pendant qu'il est en marche.

Durant la première période de fabrication, on ne s'était pas rendu compte de l'importance de ce point, et en conséquence la tourbe contenait une telle proportion de sable que les mâchefers formés dans les foyers brûlaient les grilles et gênaient la bonne marche des chaudières.

Lorsque la tourbe étendue est suffisamment ferme pour supporter un homme marchant sur une planche, on la découpe, en faisant des entailles superficielles à l'aide d'un découpeur à la main, suivi d'une machine à découper électrique. Les couteaux en disques de cette machine sont guidés par les entailles. Les briques ainsi formées ont 10 x 12 x 33 centimètres, soit 4 x 5 x 13 pouces.

Lorsque la teneur en eau de la tourbe ainsi exposée à l'air est réduite à 25 ou 30 pour cent, on la charge sur des wagons que de petites locomotives à pétrole hâlent, par une voie à rails, soit aux hangars d'emmagasinement, soit au carreau des chaudières. Durant l'été sec de 1911, la teneur moyenne en humidité de la tourbe n'était que de 18 à 20 pour cent. Afin de s'assurer d'un approvisionnement suffisant de tourbe, on la met, sur la

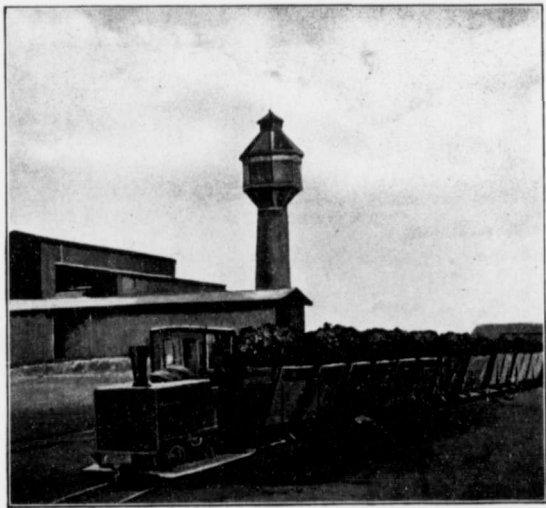
PLANCHE XX.



Appareil pour la mise en tas de la tourbe.



PLANCHE XXI.



Locomotive à essence pour wagonnets à tourbe.



tourbière, en tas hauts de dix mètres (33 pieds) et longs de cinquante mètres et plus (160 pieds). La récolte abondante de 1911 permit de mettre en tas une quantité considérable de tourbe, et d'assurer un fort approvisionnement de combustible.

En plus des deux excavateurs automatiques que nous venons de décrire, on emploie douze machines à tourbe, système Dolberg. Nous avons donné une description de cette machine au chapitre sur la fabrication de la tourbe comme combustible. La maison qui construit ces appareils garantit une fabrication de 60,000 à 80,000 briques par jour de dix heures de machine.

Par un procédé quelque peu différent, que l'on emploie aussi à Wiesmoor, la tourbe, en sortant des machines, tombe sur un transporteur à courroie, et sans être découpée en briques, on l'empile en tas. Après l'avoir laissé hiverner, on la découpe à même le tas.

La production totale de toutes les machines durant une campagne ordinaire c'est-à-dire du mois d'avril au mois d'août, est d'environ 30,000 tonnes métriques (33,000 tonnes) de tourbe à 25 ou 30 pour cent d'humidité. Durant l'été de 1911, on fit une récolte de 35,000 tonnes métriques (38,500 tonnes).

De ce qui précède, on peut voir que malgré l'emploi d'excavateurs mécaniques, la fabrication de la tourbe requiert beaucoup de main-d'œuvre pour la marche des machines, le retournage, la mise en tas et le transport. La nécessité d'observer la plus stricte économie dans toutes les branches de la fabrication de la tourbe est apparente à tous ceux qui s'occupent de cette industrie. Dans le passé, à cause du très bas prix de la main-d'œuvre, la nécessité de remplacer le travail à la main par le travail mécanique ne s'imposait pas au même degré, mais maintenant les conditions ont changé; non seulement les salaires d'ouvriers ont considérablement augmenté, mais en certaines régions, il est même difficile de se procurer des hommes, en nombre suffisant. Ceci s'applique tout particulièrement aux conditions qui règnent sur le continent américain.

La première machine construite dans le but d'économiser la main-d'œuvre sur la tourbière de Wiesmoor fut un élévateur (fig. 29) inventé et construit par Dolberg. Cet élévateur sert à la mise en tas de la tourbe séchée, et il ne faut pas le confondre avec les élévateurs ou les convoyeurs dont sont munies les machines à tourbe Dolberg. C'est un appareil individuel de construction spéciale qui sert exclusivement à la mise en tas de la tourbe. Il consiste en une auge longue de 16 mètres, (52 pieds) dans laquelle les briques de tourbe sont élevées par un transporteur à chaîne. Cette auge peut s'élever ou s'abaisser, la partie inférieure étant fixée par une charnière au chassis du chariot, et la hauteur de la décharge atteint un maximum de 10 mètres de hauteur (33 pieds).

Le chassis de l'appareil est fixé sur une plateforme qui repose sur deux trucks. Ces trucks roulent sur des rails à 0.6 mètres d'écartement (2 pieds)

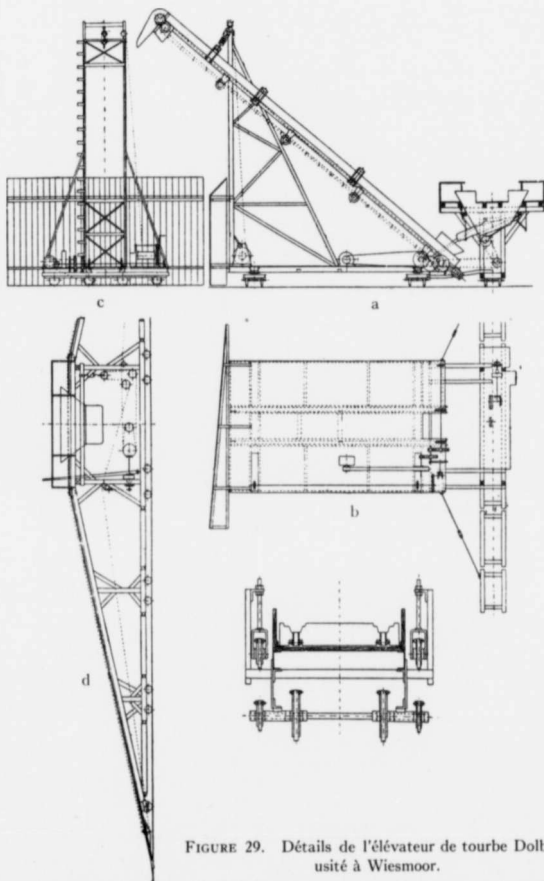


FIGURE 29. Détails de l'élévateur de tourbe Dolberg usité à Wiesmoor.

- (a). Elévateur mobile, sur deux trucks sur rails. À droite, plateforme du réservoir de tourbe.
 (b). Plan de chassis de l'élévateur et du plan incliné de la plateforme.
 (c). Elévateur vu de la plateforme de déchargement des wagons. À droite, treuil pour élever ou abaisser l'auge mobile.
 (d). Plan incliné de la plateforme pour déchargement des wagons.
 (e). Coupe (agrandissement) de l'auge de l'élévateur; les deux poulies placées à l'extérieur, l'une au-dessus de l'autre, sont pour la chaîne de commande; celles placées à l'intérieur sont pour la chaîne de l'élévateur sur laquelle sont fixées les lames transporteuses.



Emmagasinage de la tourbe; trémie d'une capacité de 2,000 tonnes métriques;
habitations des ouvriers à l'arrière-plan.

qui l
donc
mon
vate
laque
déve
Le t
elle :

fourn
est n
du t
autre
métr
qui c

sa m
sami
est à
à l'a
avoir
l'air.
anné

là un
foyer

on su
XXI
des c
Au d
tricit
char
lourd

consi
main
et so
pouc
et le
que l

adop

qui forment une voie longue de 100 mètres (328 pieds). L'élévateur peut donc avancer d'une distance de 100 mètres. Le train de wagons de tourbe monte le long d'un plan incliné construit parallèlement à la voie de l'élévateur. Au sommet de cette voie inclinée se trouve une plateforme sous laquelle est construite un grand réservoir. Les briques de tourbe sont déversées dans le réservoir d'où elles tombent dans la trémie de l'élévateur. Le transporteur à chaîne élève la tourbe jusqu'à l'extrémité de l'auge d'où elle se décharge sur le tas.

La machine est actionnée par un moteur de 15 chevaux. Ce moteur fournit aussi l'énergie pour déplacer l'appareil le long de la voie. Cette voie est mobile, et on en ajoute des longueurs au fur et à mesure que la longueur du tas augmente, ou quand on désire transporter la machine dans une autre partie du champ de séchage. L'élévateur peut emplir 20 tonnes métriques à l'heure. Le mode d'opération est indiqué dans la planche XX, qui donne un ancien type d'élévateur.

À partir du moment où la tourbe est extraite de la tourbière jusqu'à sa mise en tas, la pluie est une source d'ennuis sérieux, car la tourbe insuffisamment sèche absorbe de nouveau la quantité primitive d'eau, et le séchage est à recommencer complètement. D'un autre côté, la tourbe bien séchée à l'air libre perd cette propriété d'absorption d'eau. On doit cependant avoir soin de recouvrir les tas inachevés, même si la tourbe a été séchée à l'air. En prenant ces précautions, la tourbe reste sèche en tas pendant des années.

Le froid n'affecte pas la tourbe séchée à l'air; elle ne gèle pas. C'est là une propriété importante, car la tourbe gelée ne peut être utilisée dans les foyers.

Pour le transport de la tourbe aux hangars ou au carreau des chaudières, on se sert de petites locomotives sur des voies à petit écartement (planche XXI). Le voiturage avec des chevaux ne serait pas économique à cause des distances, qui, du reste, augmentent à mesure que l'exploitation avance. Au début, on avait eu l'intention d'établir un système de traction à l'électricité, mais on dut abandonner le projet pour le moment à cause de la charge encore relativement faible de l'usine d'énergie. Une charge aussi lourde serait trop forte pour un courant à simple phase.

Les wagons à tourbe, dont six constituent un train, sont spécialement construits, eu égard à la légèreté et à la facilité de déchargement, sans main-d'œuvre. Les rails ont un écartement de 60 centimètres (2 pieds) et sont posés sur une couche de sable épaisse de 20 à 25 centimètres (8 à 10 pouces). La voie et les routes de la tourbière sont ballastées avec les cendres et les escarbilles dont on a produit une grande quantité au début avant que l'on obtienne de la tourbe libre de sable.

Nous avons traité au long les méthodes de fabrication de tourbe adoptées pour assurer un approvisionnement de tourbe d'une année. Nous

n'avons cependant pas mentionné le plus grand obstacle que l'on a rencontré. La campagne de fabrication dure, en général, du mois d'avril au mois d'août, et pendant ce temps il faut faire une récolte suffisante pour les besoins de toute l'année. On ne peut donc produire la tourbe d'une façon continue, et à cet égard son usage dans les grandes usines d'énergie présente des difficultés et des problèmes que l'on ne rencontre pas dans le cas des usines qui emploient le charbon.

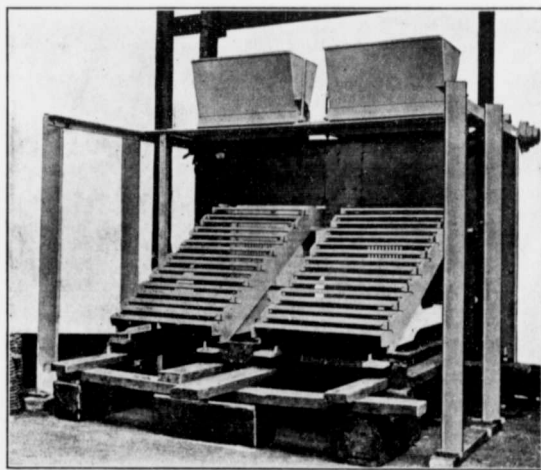
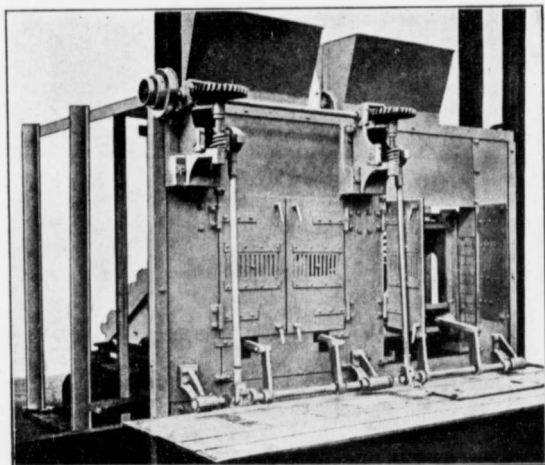
On parvient facilement à fabriquer suffisamment de tourbe combustible dans le cours des campagnes moyennes, mais le problème à résoudre était la question de s'assurer un approvisionnement de tourbe suffisamment sèche pour atteindre la campagne suivante. La tourbe fabriquée vers la fin de la campagne est trop humide pour s'en servir directement dans les foyers. Il est donc important d'apporter tout le soin possible à l'emmagasinement, et à la mise en tas pour que la tourbe ne gèle pas.

Durant les premiers mois de 1910, on se rendit compte que la fabrication de la quantité nécessaire de tourbe, et sa conservation en bon état pour pouvoir s'en servir au fur et à mesure, constituaient deux problèmes différents. En janvier de cette année, on n'avait que 6,000 tonnes de tourbe séchée à l'air pour usage immédiat. Une provision supplémentaire de 6,000 tonnes était trop humide pour que l'on puisse s'en servir avant le mois de mai. À cause des besoins urgents d'énergie pour la construction d'écluses du havre d'Emsden, il fallait pourvoir à une consommation de 75 tonnes de tourbe par jour. Donc, les 6,000 tonnes de tourbe sèche ne représentaient que quatre-vingts jours de marche, ou jusqu'à la fin de mars. Il fut donc nécessaire d'avoir recours au charbon comme combustible supplémentaire. On le mélangea à la tourbe, car les grilles construites pour la tourbe n'étaient pas adaptées au charbon seul. De cette façon, l'usine marcha à pleine charge sans aucunement manquer au contrat de fourniture d'énergie.

On détermina que des briquettes de charbon ligniteux étaient le plus appropriées pour le mélange avec la tourbe, et on fut obligé de voiturier ce combustible de la gare la plus rapprochée, onze kilomètres (7 milles).

Subséquemment, on découvrit que les 6,000 tonnes de tourbe humide, que l'on comptait utiliser en mai, avaient été atteintes par la gelée, et étaient impropres au chauffage des chaudières.

Comme résultat de cette expérience, on érigea plusieurs magasins. Il est vrai que l'on peut mettre en tas une quantité suffisante de tourbe, mais en cas de pluie, et surtout en hiver, lorsque la neige est épaisse, il devient difficile de transporter la tourbe suffisamment libre d'eau ou de neige. Pour obvier à ces difficultés, on construisit près de la salle des chaudières un grand hangar d'une capacité de 2,000 tonnes (planche XXII). Ce hangar peut contenir l'approvisionnement d'un mois à raison de 65 tonnes de tourbe par jour.



Foyer à tourbe avec grilles mécaniques, chauffant des chaudières Babcock et Wilcox.

(
d'un t
la m
maga
conte
300 t
voye
des cl
sont
direc

J
ses d
sancc
cette
usine
ou n
l'exp
et le
fure
et d'

relat
briq
petit
trop
dans
la t
diffic
voil
par

tour
silos

les v
arrè
s'ou
Ce
trar
qui

On remplit le hangar par des trains de tourbe, que l'on monte à l'aide d'un treuil électrique, par un plan très incliné.

On sort la tourbe par l'autre extrémité du hangar. On en charge, à la main, des wagonnets pour la transporter aux chaudières. Un second magasin, ou hangar à tourbe n° 2, indiqué sur le plan de la fig. 28, peut contenir 500 tonnes si on dispose la tourbe soigneusement à la main, et 300 tonnes si on la laisse s'entasser comme elle tombe de la courroie convoyeur. Il y a aussi quelques soutes ou silos, situés vis-à-vis de la salle des chaudières, et qui peuvent contenir de 100 à 120 tonnes. Ces magasins sont accessibles de la salle des chaudières, et on peut alimenter celles-ci directement de cet approvisionnement quand cela est nécessaire.

Transport de la tourbe des réservoirs aux foyers.

Le transport des réservoirs aux grilles des foyers présentait de nombreuses difficultés à cause des caractères physiques de la tourbe. Les connaissances requises de la manutention du charbon ne pouvaient s'appliquer à cette forme de combustible. Les appareils en usage dans les grandes usines pour le chauffage des chaudières ne pouvaient pas servir de modèle ou même de guide. Il fallut construire de nouveaux chargeurs, et en faire l'expérimentation avant de trouver une méthode appropriée à la tourbe, et les résultats obtenus, qui pourront servir aux exploitations futures, furent très onéreux et demandèrent des dépenses considérables de temps et d'argent.

La tourbe en briques ou en blocs, même lorsqu'elle est en morceaux relativement petits, ne glisse pas facilement sur un plan incliné. Les briques ont une tendance à se coincer, et en les cassant en morceaux plus petits, soit à la main, soit par des broyeurs mécaniques, il en résulte une trop forte proportion de fines ou de poussières que l'on ne peut employer dans les foyers, et qui sont donc une perte sèche. Sous forme de blocs, la tendance à obstruer les ouvertures de sortie présentait une difficulté difficile à résoudre, et en dégagant ces ouvertures, la tourbe descendait voilement et en trop grand volume. On parvint à résoudre ce problème par une série de changements plus ou moins importants.

Dans des conditions de marche normale, on amène directement la tourbe des tas aux foyers, et on ne se sert des réserves des hangars et des silos qu'en cas de nécessité.

Le transport de la tourbe, des tas aux foyers, se fait comme il suit: les wagonnets du train de tourbe passent devant le hangar n° 2, et on les arrête au-dessus d'une trémie située à l'extrémité ouest. Les côtés du wagon s'ouvrent et la tourbe glisse sur le fond incliné et tombe dans la trémie. Ce dispositif rappelle le wagon Talbot dont on se sert largement pour le transport du charbon. De la trémie, la tourbe passe dans un élévateur, qui la monte à l'étage supérieur et la déverse sur un transporteur à courroie

qui passe au-dessus de deux grands réservoirs à combustible, et transporte la tourbe à l'autre extrémité du bâtiment. La courroie se décharge sur une seconde courroie disposée à angles droits de la première, et de laquelle la tourbe tombe dans une balance automatique Schenk qui la pèse. Après le pesage, elle tombe sur une troisième courroie disposée parallèlement à la première, c'est-à-dire parallèle à la batterie de chaudières. Cette troisième courroie, par un dispositif de distribution, décharge la tourbe directement dans les réservoirs d'alimentation de la chaufferie. Le transport de la tourbe jusqu'ici, est mécanique, et est donc à peu près automatique. Les appareils sont actionnés par des moteurs électriques, et l'installation ne demande que très peu de main-d'œuvre et de surveillance.

L'installation peut transporter dix-huit tonnes métriques de tourbe à l'heure (20 petites tonnes), ce qui est en excès des besoins maximums des chaudières.

Manutention de la tourbe dans la salle des chaudières.

Ainsi que nous l'avons mentionné plus haut, la tourbe tombe de la dernière courroie dans des réservoirs, qui se déchargent, par des couloirs, dans les trémies fermées, situées immédiatement au-dessus des grilles en gradins des chaudières. (voir pl. XVIII.). Tous les quarts-d'heure, ou plus, selon les besoins de vapeur, et la qualité du combustible, le chauffeur alimente le foyer, en manipulant deux leviers,—l'un ferme la trémie verticalement, et le second, horizontalement. Par ce dispositif, on introduit une quantité définie de tourbe, égale à la capacité de la trémie d'alimentation, chaque fois que l'on manipule ces leviers. La disposition des gradins des grilles est analogue à celle des chaudières Babcock-Wilcox, que nous donnons dans la Planche XXIII.

La tourbe tombe en briques ou blocs sur les grilles, et la production de fines au cours du transport entre les tas et les foyers, ne dépasse pas 10 pour cent. Mais ce chiffre de fines comprend une certaine quantité qui existait dans les tas, et on ne peut donc entièrement l'attribuer au dispositif de transport.

En marche normale de l'usine d'énergie, on suit strictement ce mode d'approvisionnement de la chaufferie. Mais il est parfois à propos d'un dévier. Si, par exemple, il y a une augmentation considérable de la charge de l'usine, ou si la tourbe à un certain moment est de qualité fort inférieure, le contenu des réservoirs et du couloir, environ deux tonnes, peut être insuffisant pour répéter la charge de trois-dixièmes de tonne à une demitonne assez rapidement, ou sans permettre une pause appréciable. Dans ce cas, on tire sur la réserve des silos situés vis-à-vis des chaudières. Ils sont accessibles par des portes métalliques disposées devant les foyers. On les remplit au moyen d'un dispositif de décharge par lequel la tourbe

tombe dans les silos au lieu de tomber dans les réservoirs d'alimentation décrits plus haut. Depuis que l'on a vaincu les difficultés du début, on n'a jamais été obligé de recourir à ce supplément d'alimentation des chaudières.

Seconde réserve principale de tourbe.

La seconde réserve de tourbe est emmagasinée dans de grands réservoirs dans le hangar n° 2, et on ne s'en sert que lorsque l'approvisionnement de la tourbe en tas est épuisé ou cesse. Ces réservoirs, que l'on remplit, durant les périodes moins actives de l'exploitation, par un wagon à bascule ou par les wagonnets que l'on élève par un monte-charge ordinaire, sont alors vidés par une porte à coulisses pratiquée dans le fond. Par ces ouvertures, la tourbe tombe sur un transporteur à courroie qui l'amène près de l'éleveur. On n'a pas eu à recourir à cette réserve depuis quelque temps, et si ces magasins sont vidés périodiquement toutes les six semaines environ, c'est pour des raisons autres que le manque d'approvisionnement des autres sources. On peut vider ces réservoirs en cinq ou six jours.

La réserve de tourbe emmagasinée dans le hangar n° 1 n'est utilisée qu'en cas de nécessité extrême. On construit ce magasin sous l'empire des impressions reçues au cours des difficultés du début, et dans les conditions actuelles on ne le considérerait pas nécessaire. La tourbe en est prise et transportée de la même manière que celle des tas.

On a aussi prévu à l'alimentation de tourbe en cas d'accident nécessitant un arrêt de plus de deux jours dans le dispositif de transport mécanique et de distribution. Près de la voie principale du petit chemin de fer, on a construit un plan incliné qui mène directement dans la salle des chaudières. Les wagonnets montent sur ce plan incliné, tirés par un treuil électrique. La voie que l'on observe près du plan incliné (figure 28) conduit dans la salle au-dessous des chaudières, et sert à l'évacuation des cendres.

Il est évident, d'après les détails donnés ci-dessus, que l'on a pris toutes les mesures possibles pour éviter une répétition des difficultés éprouvées au début. Le transport de la tourbe est maintenant indépendant de tout imprévu. Il est probable que l'on a pris plus de précautions qu'il n'était nécessaire, mais dans le cas d'une centrale importante située dans un endroit désert, éloigné de tous centres et loin de toute autre source de combustible, on ne peut pas prendre trop de soins pour se garder contre un arrêt.

Lorsque l'on considère l'importance de l'entreprise, et les difficultés rencontrées dans l'utilisation de ce combustible dont les caractères étaient si peu connus quant à son adaptabilité au chauffage de chaudières à vapeur, on ne peut qu'être émerveillé de la manière dont on a résolu les problèmes techniques qui se présentaient à chaque pas.

CONSTRUCTION DES CHAUDIÈRES.

Au cours de la construction des foyers des chaudières et des générateurs eux-mêmes, il s'éleva plusieurs questions dont la solution demanda une

expérimentation longue et coûteuse. La tourbe brûlée sous un générateur de vapeur ne se conduit pas du tout comme la houille, ou même comme aucune autre sorte de combustible solide. Donc, les connaissances acquises au cours du développement des chaudières à charbon ne sont d'aucune utilité dans la construction d'une chaudière à tourbe. Il fallut étudier le problème depuis le point de départ. Malgré toutes les difficultés qui confrontaient les ingénieurs chargés de ce problème, le développement de la chaudière à tourbe a atteint sa haute efficacité actuelle en moins de trois années, et ce résultat a dû être la source d'une extrême satisfaction de la part des techniciens qui s'étaient saisis de la question.

Le foyer et les grilles sont les parties des chaudières qui offrent un intérêt tout spécial et qui méritent une description détaillée. On essaya un grand nombre de modèles de grilles et de chambres de combustion avant d'en arriver à ceux finalement adoptés. Des grilles à gradins, inclinées sous un angle de 36° de l'horizontale sont maintenant employées avec succès. La grille est en deux parties, chacune mesurant quatre mètres carrés (43 pieds carrés) en superficie. On charge les deux moitiés alternativement de la trémie placée devant la grille. Dans l'opération du chargement, il faut éviter un accès excessif d'air, et on y parvient par un passage rapide de la tourbe des trémies aux grilles. C'est un point important, car la tourbe séchée à l'air libre a une valeur calorifique faible (2,500 à 3,500 calories par kilogramme, ou 4,500 à 6,300 unités thermiques anglaises), et il faut alimenter fréquemment, non seulement à cause de sa puissance calorifique peu élevée, mais aussi à cause de son grand volume. Le volume de 100 kilogrammes de tourbe séchée à l'air en briques ou blocs est de 0.4 mètres cubes au moins (14 pieds cubes). La valeur calorifique d'un mètre cube est donc de 620,000 calories environ.

Avant d'obtenir des résultats pratiques dans l'utilisation de ce combustible pauvre, il fallut l'étudier soigneusement sous diverses conditions. La variation dans la composition de la tourbe fut aussi la cause de nombreuses difficultés. La teneur en eau n'était pas uniforme, et on ne peut s'attendre à une telle uniformité en pratique, et des blocs de tourbe contenant diverses proportions d'humidité remplissaient les chambres de combustion. On peut donc comprendre que la vitesse de combustion, par unité de temps, n'était jamais constante, mais variait considérablement. Parfois la tourbe ne contenait pas suffisamment d'humidité, et on pouvait remédier à ce défaut en humectant la tourbe, car elle n'absorbe pas d'eau, et ne s'humifie pas sensiblement.

Donc les résultats de la combustion et du chargement étaient, en conséquence, peu satisfaisants.

La valeur calorifique de la tourbe variait considérablement pour d'autres causes que celle de la teneur en humidité, car durant la période de début de fabrication de ce combustible, on mélangeait à la tourbe la mousse

de surface, qui n'a aucune valeur comme combustible, et de plus, à cause de la surface onduluse du fond de la tourbière, les excavateurs ramenaient du sable et de l'argile qui, non seulement réduisaient sensiblement la valeur calorifique du combustible, mais coulaient et empêchaient sérieusement la bonne combustion. Finalement, avant l'inauguration de la présente méthode de transport et d'emmagasinement, on essaya de chauffer avec de la tourbe gelée, et on se rendit compte de sa valeur à peu près nulle en cet état. Elle se consumait trop vite, comme la mousse de surface, ne dégageant que 5 à 6 pour cent d'acide carbonique, et la plus grande quantité de chaleur du combustible se dégageait donc dans la cheminée au lieu des foyers.

On a surmonté tous ces obstacles, et l'usine marche maintenant sans difficultés.

À l'époque de notre visite, on montait une grande chaudière d'un nouveau modèle, dont on attendait une augmentation de rendement de la valeur calorifique de la tourbe. La surface des grilles de ce nouvel appareil sera, dit-on, de 25 pour cent moindre que celle des chaudières actuellement en usage.

Nous donnons, ci-dessous, les résultats d'un essai des chaudières fait en 1910, avant que ces appareils aient été formellement acceptés.

Résultats moyens de plusieurs essais.

Pression du générateur de vapeur	(moyenne) 12.1 atmosphères (177.9 livres par pouce carré).
Température de la vapeur	" 247.5° C.
Teneur en CO ² des gaz de carneaux	" 12.8%
" " CO ² + O des gaz de carneaux	" 19.7%
Température des gaz de carneaux	" 330° C
Température de l'air introduit	" 28° C
Courant d'air au-dessus des grilles	" 5.8 mm (0.22 pouces)
Courant dans les carneaux au delà du registre	" 8.3 mm. (0.33 pouces)
Courant dans le carneau principal	" 17.6 mm. (0.69 pouces)
Température de l'eau, d'alimentation	" 47.7° C.
Calorique dans la vapeur, par kilogramme	" 653.6 calories (1.176 unités thermiques anglaises).

La quantité de tourbe brûlée pendant des essais fut de 15,266 à 14,027 kilogrammes, et la quantité d'eau vaporisée fut de 44,982 à 43,092 kilogrammes, d'où la proportion de vaporisation

$$\frac{44,982 + 43,092}{15,266 + 14,027} = 3.01 \text{ kilogrammes, par kilogrammes de tourbe,}$$

soit 5.4 livres d'eau par livre de tourbe.

La quantité de calorique dégagée est de $653.6 \times 3.01 = 1,967$ calories par kilogramme, = 3,541 unités thermales anglaises par livre, ce qui donne le rendement thermal suivant pour la chaudière, la valeur calorifique moyenne de la tourbe brûlée étant de 2,680 calories (4,824 unités thermales

anglaises par livres, $\frac{1,967}{2,680} = 73.5$ pour cent, ce qui est sensiblement en excès du rendement garanti de 65 pour cent.

On ne peut atteindre ce résultat en marche journalière de l'usine. Jusqu'à présent, on n'a atteint une consommation de 2.7 kilogrammes (5.94 livres) par kilowatt heure, qu'en de rares cas isolés. On a même été jusqu'à 2.4 kilogrammes (5.28 livres) en une occasion.

En temps d'atmosphère humide la consommation de combustible est de 3 kilogrammes et plus par kilowatt-heure.

Pour comparer ces chiffres avec ceux du taux d'évaporation donnés plus haut, il faut tenir compte du rapport où :

$\delta, \frac{\text{Kg}}{\text{K.W. heure}} = \text{Consommation spécifique de vapeur du turbo-générateur.}$

$\delta', \frac{\text{Kg}}{\text{K.W. heure}} = \text{Vapeur qu'il faut produire pour actionner les machines auxiliaires, pompes d'alimentation des chaudières, condenseurs etc., en plus de celle actionnant le turbo-générateur.}$

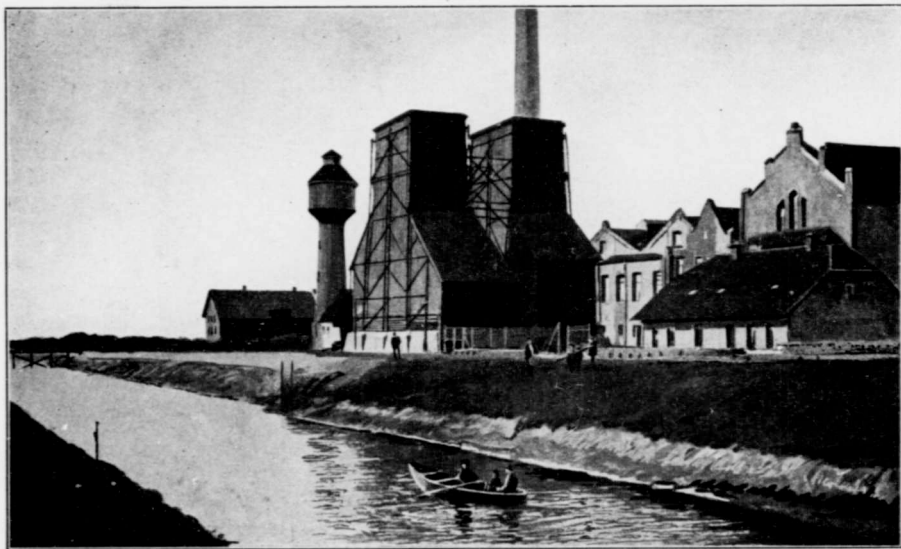
$d, \frac{\text{Kg.}}{\text{Kg. tourbe}} = \text{Poids de la vapeur produite par Kg. de tourbe, soit le chiffre de vaporisation.}$

$\tau, \frac{\text{Kg.}}{\text{K.W. heure.}} = \text{Consommation de tourbe par Kilowatt heure.}$

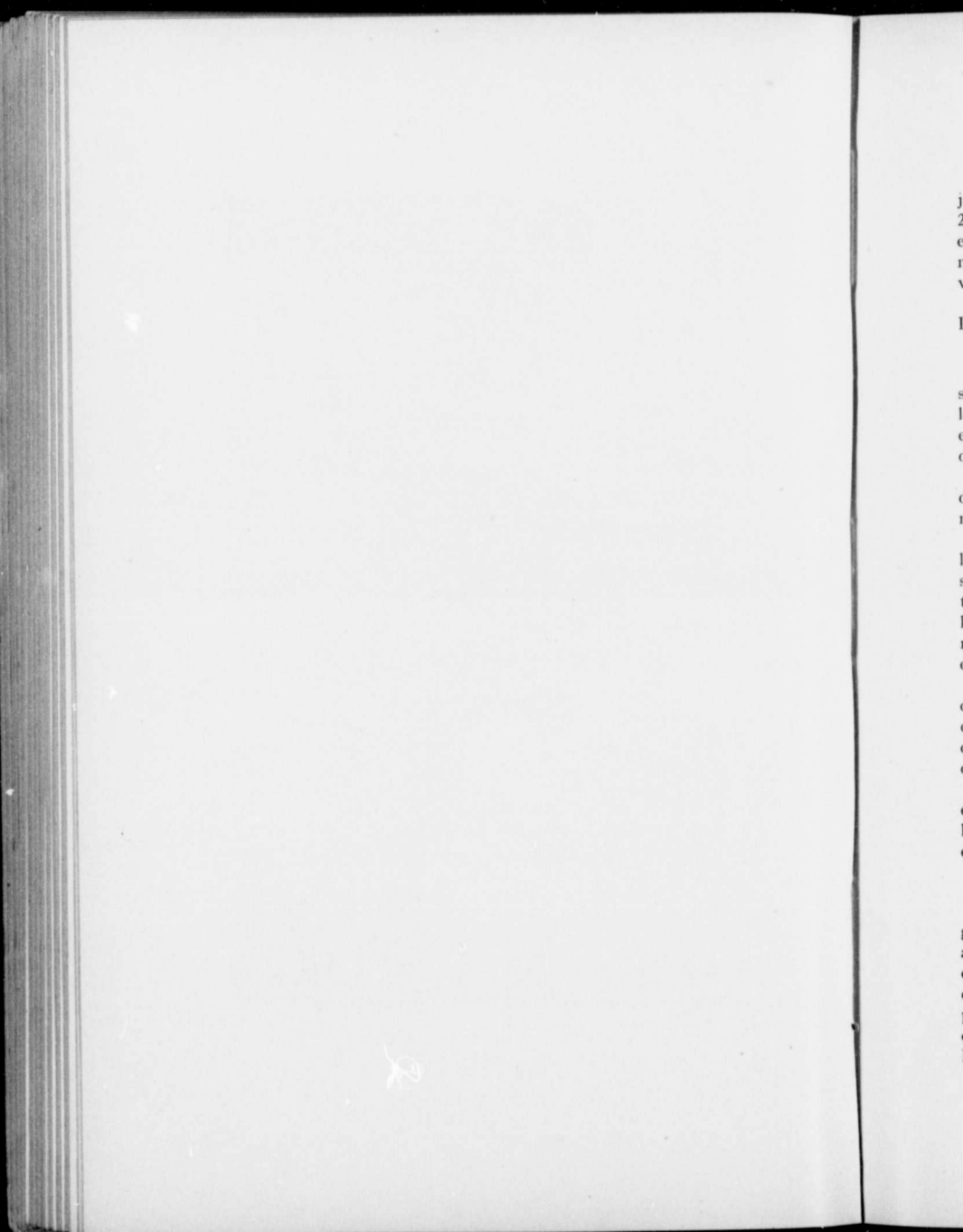
Si nous prenons la consommation de vapeur du turbo-générateur partiellement chargé à $\delta = 7.3$, nous avons $\tau d = 8$. Le chiffre d'évaporation $d = 3.01$ représenterait donc la consommation spécifique de tourbe,

$\tau = \frac{2.66 \text{ Kg.}}{\text{K.W. heure}}$, et inversement l'estimation faite en dernier lieu, de 3 kilogrammes de tourbe par K.W. heure représenterait un chiffre de vaporisation, $d = 2.67 \text{ Kg/Kg. tourbe}$ ce qui donnerait un rendement des chaudières de $\frac{654 \times 2.67}{2,680} = 65$ pour cent, chiffre de garantie des constructeurs.

Si nous prenons le prix de la tourbe à 5 marks (\$1.20), qui est le prix auquel le gouvernement la fournit à la centrale, une consommation de combustible de 2.4 à 2.8 kilog. (5.28 à 6.16 livres) par K.W. heure reviendrait à 1.2 à 1.6 pfennig (0.3 à 0.35 cents) par K.W. heure, soit à peu près le même prix qu'avec du charbon.



Partie terminée du canal passant devant l'usine d'énergie.



Dans la marche ordinaire de l'usine, et d'après les données recueillies jusqu'ici, on ne peut guère s'attendre à une consommation spécifique de 2.5 kilog. par K.W.-heure, mais pourtant les résultats ont été merveilleux, et ils ont démontré au delà de tout doute, que l'on peut utiliser économiquement la tourbe à la production d'énergie par le moyen de chaudières à vapeur.

DÉFRICHEMENT ET MISE EN CULTURE DE LA TOURBIÈRE WIESMOOR.

Une description de l'usine d'énergie de Wiesmoor serait incomplète sans une mention des méthodes adoptées pour mettre en valeur et cultiver les terres de la tourbière de Wiesmoor. De fait, le défrichement et la mise en culture étaient le but principal de l'entreprise, et l'usine d'énergie n'est qu'un projet secondaire, pour fournir l'énergie nécessaire à la culture.

Cependant, la croissance rapide de la centrale a placé le projet auxiliaire dans une position plus en vue qu'au début, et son importance maintenant ne le cède en rien au projet principal.

Afin de préparer une tourbière pour la culture, il faut commencer par le drainage, et on le fait en creusant un système de fossés principaux et secondaires. Les préliminaires sont donc analogues à celles de l'exploitation pour la tourbe, la seule différence se trouvant dans la dimension et l'espacement des fossés. Mais une tourbière qui a été préparée soigneusement pour la culture se trouve préparée pour l'exploitation de la tourbe, et à Wiesmoor on fait les deux soigneusement et avec succès.

Avant l'établissement de la centrale de Wiesmoor, on avait essayé des charrues et des excavateurs à vapeur, mais leur poids excessif militait contre leur usage, et ils furent finalement abandonnés. Le succès atteint est dû entièrement à l'introduction des machines électriques dans le projet, que l'on construit beaucoup plus légères que les machines à vapeur.

Il est inutile de nous étendre ici sur le travail préliminaire d'arpentage et de nivellement de la tourbière. Il suffit de mentionner que l'on releva les contours de niveaux de la surface et du sous-sol, travail long, monotone et onéreux.

Canaux.

Le réseau principal de canaux en voie de construction comprend un grand canal et des canaux latéraux. Il y a aussi des canaux secondaires auxquels nous reviendrons plus tard. La longueur totale de ces voies d'eau est de 58 kilomètres (36 milles). Nous donnons ci-dessous (fig. 30) une coupe d'un de ces canaux. On verra qu'ils sont bordés de chaque côté par des routes larges. Un sentier de hâlage est aussi construit sur lequel on pourrait disposer un chemin de fer léger, si la nécessité s'en présentait. Les établissements de culture que l'on a créés, de l'étendue inculte de la

tourbière sillonnée par les canaux, ont une superficie moyenne de 7 à 10 hectares (17 à 25 acres).

On commença l'exécution de ce système de canaux par le creusage du grand canal nord et sud, long de 15 kilomètres (9 milles). Au mois d'avril 1912, on en avait construit un kilomètre (0.62 mille). La tranchée préliminaire, que l'on creuse à la main, était faite sur une distance considérable au nord et au sud de ce premier tronçon. Cette tranchée est creusée

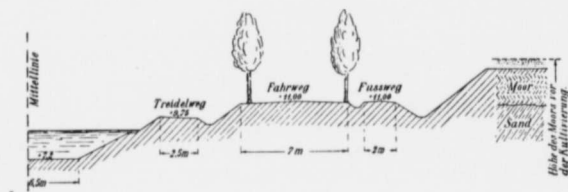


FIGURE 30. Coupe d'un canal.

à la main, car la surface humide de la tourbière ne peut supporter l'appareil de dragage. Cette partie complétée du canal, près de la centrale, est représentée dans la planche XXIV.

L'excavation du sous-sol suit l'enlèvement de la tourbe; dans ce cas-ci, le sous-sol est du sable. Le sable que l'on retire du canal est utilisé à la construction de chemins et pour la voie du petit chemin de fer; il est donc d'une grande utilité. On se sert d'une pelle mécanique, pouvant manier 50 mètres cubes à l'heure (1,765 pieds cubes) actionnée par un moteur de 25 chevaux, pour les excavations dans le sable.

D'après les données recueillies au cours de l'élaboration du projet, on peut calculer le volume approximatif de tourbe sur lequel on peut compter dans la tourbière. Si l'épaisseur moyenne de la tourbe est de $2\frac{1}{2}$ mètres (8.2 pieds), la tourbière contiendra $6,200 \times 2.5 \times 10,000 = 155,000,000$ mètres cubes, et si nous prenons le poids d'un mètre cube de tourbe contenant 90 pour cent d'eau comme étant d'une tonne métrique, le contenu de la tourbière sera de 155,000,000 tonnes métriques de tourbe à 90 pour cent d'eau, ou 22,000,000 de tonnes de tourbe à 30 pour cent d'humidité. Si nous prenons la consommation de tourbe à 30 pour cent, par kilowatt heure, comme étant de 2.5 kilogrammes, et la production d'énergie électrique de 20,000,000 kilowatts heures par année, soit deux fois et demie la production de la première année, l'approvisionnement de tourbe dans la région en question pourra durer 450 ans. De fait, le creusage des canaux seuls, qui ont une largeur de 50 mètres sur toute la profondeur de la couche de tourbe, pourraient alimenter

l'usine d'énergie, sous sa charge actuelle, pendant 20 ans ou plus, peut-être 30, car la production d'énergie n'a pas encore atteint le chiffre adopté dans le projet. On peut donc se rendre compte que la matière première est assurée; mais il faut aussi reconnaître que l'on ne pourrait pas disposer de la grande quantité de tourbe provenant de la construction des canaux si l'on était limité à la production d'énergie pour les besoins de la commission seulement. Il ne faudrait guère, dans ce cas, que quelques centaines de mille kilowatts heures par année, et la quantité de tourbe extraite des canaux, donnerait un approvisionnement de 1,000 à 2,000 ans, et il faudrait consacrer ce laps de temps à leur construction.

La nécessité de l'établissement d'une usine centrale d'énergie d'une importance adéquate ressortait donc, si l'on voulait utiliser économiquement toute la tourbe rendue disponible par ce projet de culture. Il est donc naturel que cette usine joue un rôle capital dans la mise en œuvre du projet.

L'énergie disponible étant grandement en excès des besoins de l'entreprise, il fallut chercher des débouchés. Nous reviendrons sur ce point plus tard.

Lorsque le creusage du canal a atteint une certaine profondeur, la couche de tourbe à proximité de l'excavation est suffisamment drainée pour permettre d'étendre la tourbe sur les rives pour le séchage, et pour construire les chemins. D'après le devis, ces routes sont larges de 7 mètres (22 pieds), et se dirigent en lignes droites à angles droits du canal principal. Elles sont distancées de manière à ce que chacune sépare deux établissements de culture, et elles sont assez éloignées les unes des autres pour constituer une véritable aide à la mise en valeur de la tourbière. Les fermes en ces endroits, ont 100 mètres de largeur (320 pieds) et la distance adoptée entre les routes est de 400 à 500 mètres (1,280 à 1,600 pieds), ce qui correspond à quatre ou cinq fermes.

Construction des chemins.

À droite et à gauche du chemin proposé, on creuse d'étroits fossés, profonds d'un mètre (3·2 pieds). Ces fossés drainent l'eau des environs immédiats, mais particulièrement cette partie de la surface entre les deux, destinée à être la route. On y rejette les matériaux extraits des fossés, on prépare la surface et on y sème de la graine de gazon. On roule après les semences, et aussi quand le gazon lève, et ceci donne une surface gazonnée suffisamment résistante pour supporter le charroiyage d'un treuil sur des madriers.

Après ce travail préliminaire, on continue le creusage des fossés à une profondeur de un mètre à un mètre et demi (3·2 à 4·8 pieds). Puis on arrête tout travail pendant 6 à 8 mois. Durant cette période, l'eau de la tourbière draine dans le canal principal par les fossés des chemins et autres tranchées. Ceci assèche considérablement la surface, et, comme il en

résulte suffisamment de celle-ci, la profondeur des fossés diminue à environ 80 centimètres (2·6 pieds). Au bout de ces six ou huit mois, on les creuse de nouveau à la profondeur originale, et on y dispose des tuyaux d'égouttement. Ces tuyaux sont recouverts de mousse et sont munis de vannes à certains points repérés, qui permettent de commander l'écoulement d'eau dans les périodes de sécheresse. Lorsque la tourbe dans cette partie de la tourbière est fabriquée en combustible, on peut recouvrir ces tuyaux. Les tuyaux aussitôt posés, les fossés sont immédiatement comblés, et lorsque les surfaces ainsi préparées sont suffisamment étendues, on commence le défrichement à la machine.

Culture.

Lorsque le travail préliminaire que nous venons de décrire est achevé, on amène les instruments de culture, et on commence le défrichement de cette partie de la tourbière. L'installation comprend un transformateur de 50 K.V.A., qui réduit de courant de 5,000 volts à 500; un treuil sur lequel est fixé un moteur de 50 chevaux, et un chariot d'ancrage. On relie une ligne de transmission au réseau de haute tension, qui court le long du canal principal. Tout est alors prêt pour le fonctionnement de la charrue. Cette charrue est à renversement, à trois socs, construite par la maison Fowler & Cie. Elle est munie d'une roue de guidage qui suit le dernier sillon tracé, et qui sert en même temps de support à l'instrument, et l'empêche de s'enfoncer dans la tourbière. La figure 31 montre la méthode de procéder, et la planche XXV représente la charrue en marche; la planche XXVI donne le chariot d'ancrage inventé par M. Schweizer, l'administrateur de la tourbière.

On voit, dans la figure 31, les deux extensions, à droite et à gauche, du chariot, disposées de façon à ce que l'une appuyée sur la paroi du fossé résiste à la tension du câble d'acier tendu entre le treuil et le chariot d'ancrage, tandis que la seconde, reposant à plat sur la surface de gazon, résiste à l'effort de torsion de ce câble.

La même figure montre le mode d'avancement du chariot par enroulement à mesure de l'avancement du travail.

Après le labourage, on passe une herse (planche XXVII) mais avant de procéder à cette opération, on laisse passer un hiver sur la surface labourée. Ceci permet à la herse de faire son travail de division plus à fond, et de mieux niveler la surface du sol.

Après le hersage, on roule. Le rouleau va et vient entre le treuil et le chariot d'ancrage (planche XXVIII). On étend alors de la chaux et des engrais chimiques que l'on herse ensuite à fond et le champ est prêt à l'ensemencement.

Nous présumons que le lecteur possède des connaissances sur la culture à l'aide de l'énergie électrique et sur les instruments aratoires que l'on emploie, plus particulièrement la charrue électrique.

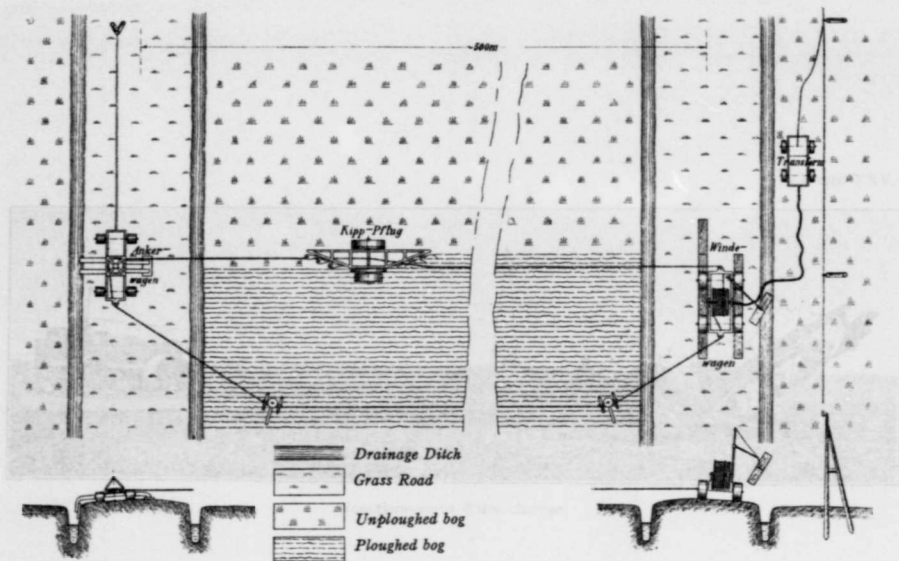
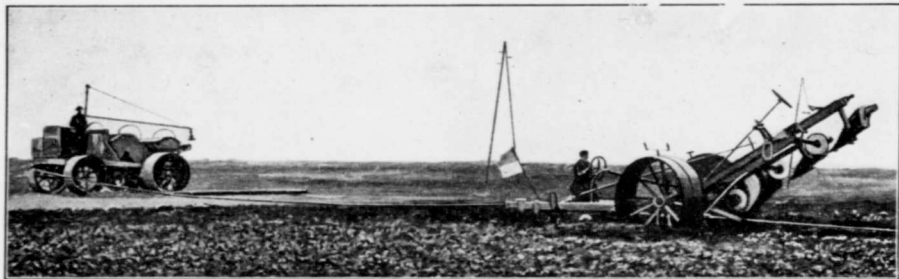
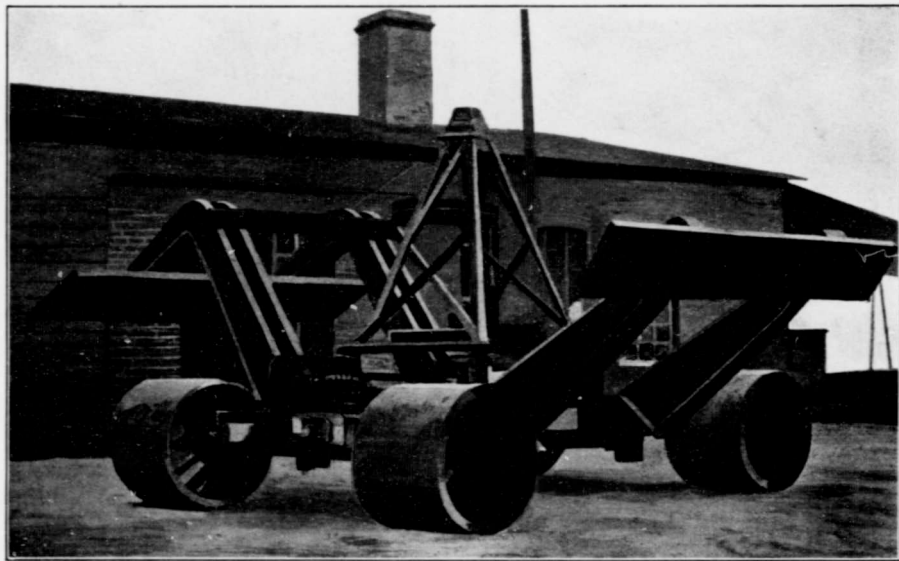


Fig. 31 Méthode de labourage en n'employant qu'une seule machine.

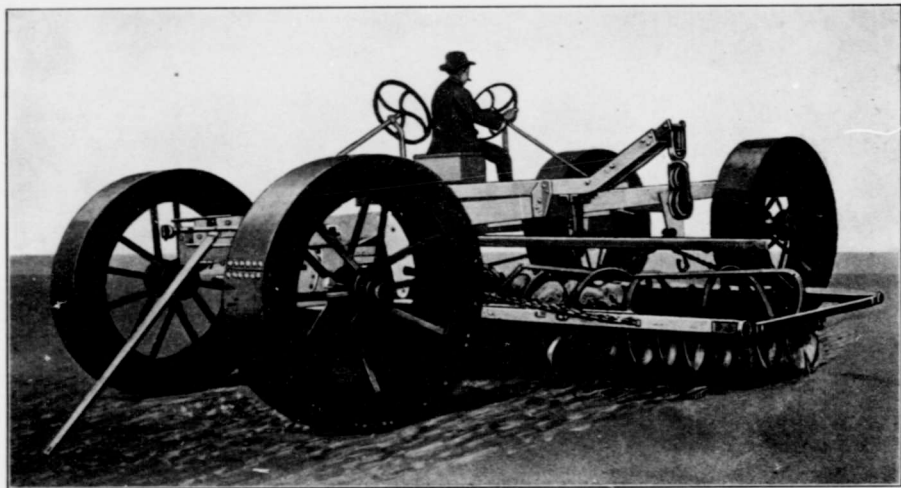


Fonctionnement d'une charrue.

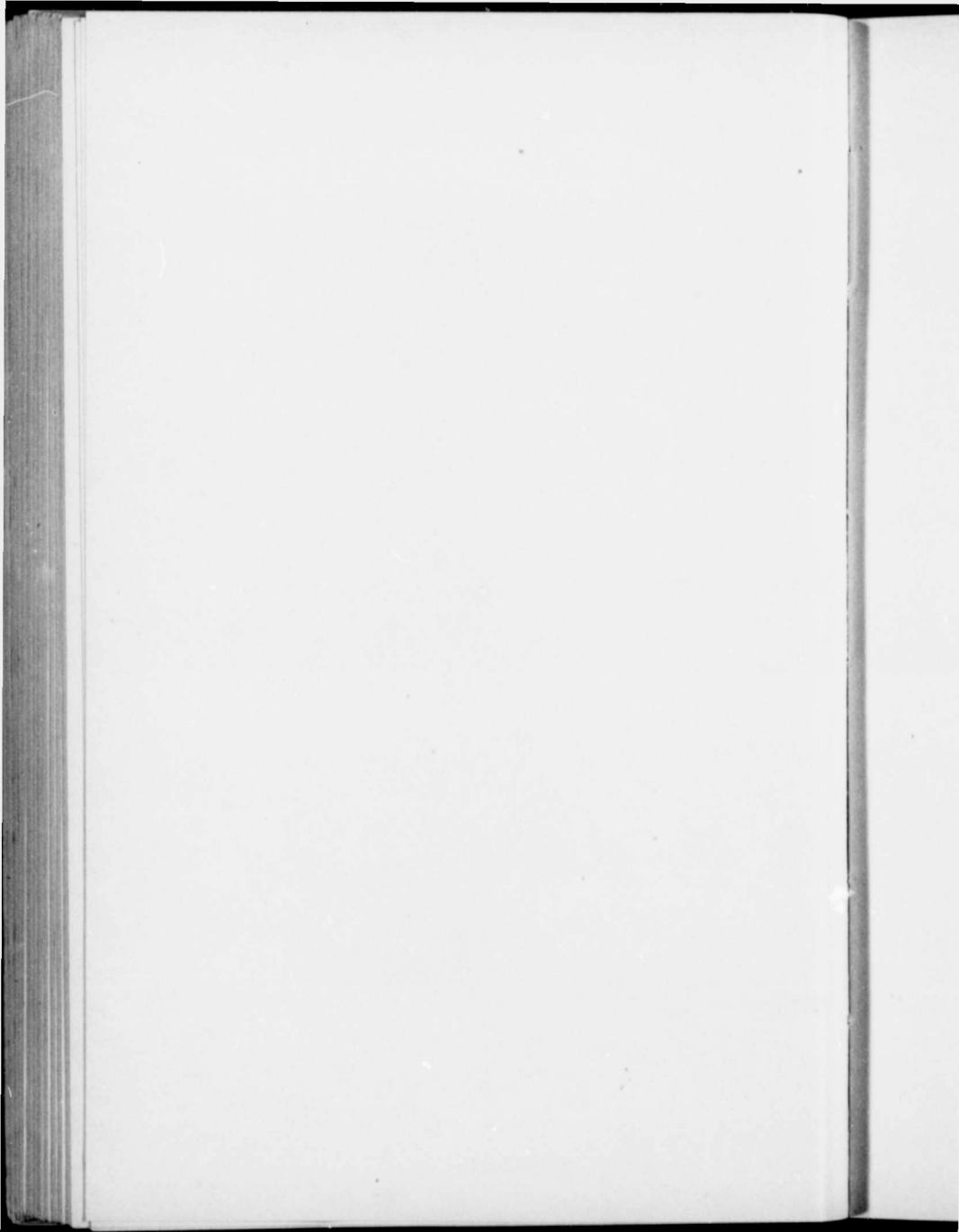


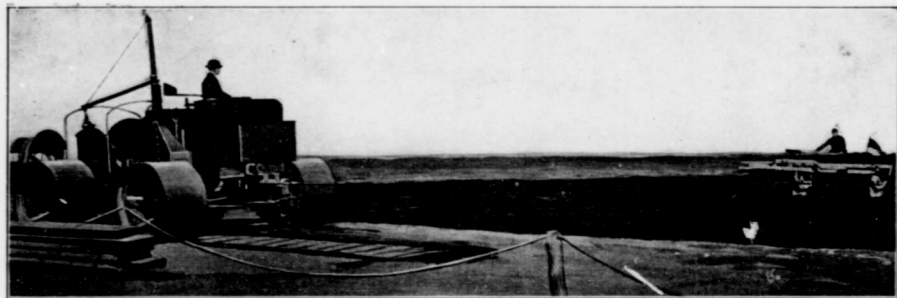
Dispositif d'ancrage.





Herse employée sur la tourbière Wiesmoor.





Rouleau employé sur la tourbière Wiesmoor après le hersage.

él
le
su
l'a
ne
ap
à
fa
ne
à
la
su
m
à
ne
à
re
ch
lé
la
m
L
tr
te
ac

pe
pe
co
m
pi

la
en
—
To

Nous supposons aussi une connaissance des rapports entre la charrue électrique et la charrue à vapeur. Pour un exposé de ce sujet, nous renvoyons les personnes intéressées à l'excellent ouvrage de Wallem.¹ Ce qu'il dit au sujet des poids des diverses machines, et l'importance de ce point dans l'application pratique, ressort à encore un plus haut degré dans le cas qui nous occupe. Le sol de la tourbière, qui est mou et spongieux, même après le drainage, ne peut supporter un instrument du poids de la charrue à vapeur, même si les bandes des roues sont des plus larges. De fait, il faut placer d'épais et larges madriers sous les roues du treuil électrique, qui ne pèse que douze tonnes, soit à peu près la moitié du poids d'une charrue à vapeur. On pose ces madriers à l'aide d'une grue électrique, donnée dans la figure 31, et la planche XXVIII. Quoique trop lourdes pour les poser sur la surface même de la tourbière sans avoir préalablement posé de larges madriers sous les roues, les machines électriques sont très bien adaptées à la mise en culture des tourbières. Les roues de la herse à disques, qui ont normalement des largeurs de 35 centimètres, sont augmentées dans ce cas, à 60 centimètres. Cette machine ne pèse que trois tonnes métriques. Les roues du chariot du treuil ont 70 centimètres (27 pouces), et celles du chariot d'ancrage, 75 cm. (29 pouces). Ce dernier appareil est beaucoup plus léger; il ne pèse que 3½ tonnes métriques, et peut être propulsé, à cause de la largeur des roues sur les routes non préparées. Le poids des autres machines usitées au défrichement est faible relativement à celui du treuil. La charrue, le chariot transformateur, et le rouleau ne pèsent guère que trois tonnes chacun. On peut, cependant, charger le rouleau jusqu'à cinq tonnes.

Le travail que chacune des machines employées sur la tourbière peut accomplir est comme il suit:—

Charrue électrique	5 hectares (12 acres) par jour.
Herse " (2 hersages)	10 " (24 ") " "
Rouleau "	15 " (37 ") " "

On n'a pas encore pu atteindre la première estimation du travail dont pourraient être capables le rouleau et la herse, soit 40 et 20 hectares respectivement. Il faut fréquemment reposer les madriers, ce qui réduit considérablement leurs possibilités. Le jeu des machines actuellement en marche sur la tourbière peut mettre en culture 750 hectares (1,852 acres) par année de 200 jours de travail.

D'après des calculs récents, le prix de revient de la mise en culture de la tourbière de Wiesmoor est de 600 marks (150 dollars) par hectare, soit environ 60 dollars l'acre.

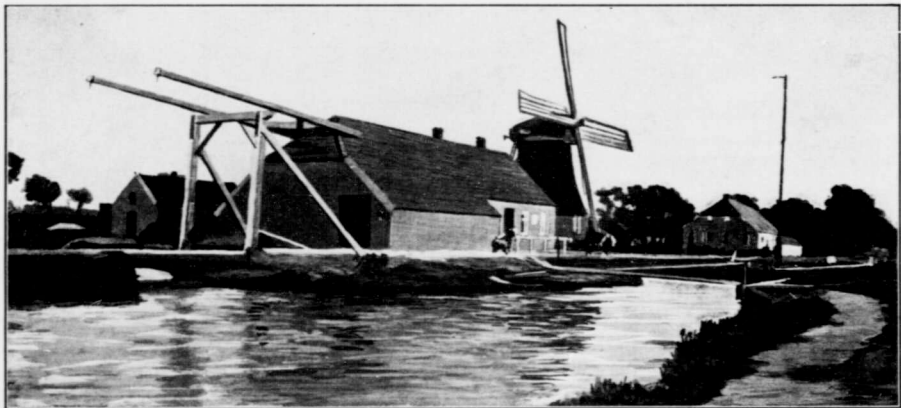
¹ H. Wallem, L'électricité dans l'agriculture, et ses rapports avec les usines centrales d'énergie. *Electro Technische Zeitung*, 1910, page 671.

On cède les lopins de terres aux colons après complets défrichement et mise en culture, et après avoir préparé un site pour construire une habitation. Les maisons ne sont pas des constructions temporaires, mais sont en pierres sur le fond de sable. Les colons continuent l'exploitation de la tourbe pour fins de combustible. Il est toujours facile de disposer de cette tourbe, car l'usine génératrice d'énergie dépend de cet approvisionnement.

La planche XXIX donne une idée de l'apparence que présentera la tourbière de Wiesmoor après sa colonisation. À la fin de 1912, le travail n'était pas encore très avancé; on n'avait complété que quelques champs, prairies et pâturages. Mais c'était suffisant pour démontrer que les espérances fondées sur la mise en culture de la tourbière étaient justifiées, et même elles ont été surpassées par l'abondante récolte de céréales, de pommes de terre et autres produits agricoles, et par la qualité des pâturages. La première récolte de seigle fut vendue sur pied à des prix de 300 à 400 marks par hectare, (soit \$29 à \$38 l'acre).

Un agronome pratique, Fhr. von Wangenheim, président de l'Association de la mise en culture des tourbières de l'empire Allemand, s'exprime comme il suit sur les succès obtenus jusqu'à présent: "La qualité du travail que nous accomplissons est excellente, et nous pouvons dire avec fierté que la Prusse maintenant surpasse nos anciens modèles les Hollandais. Les établissements de culture de la Hollande sont beaux, les faits accomplis en Oldenburg sont splendides, mais après les développements dont nous avons été témoins dernièrement à la tourbière Provinciale, à la tourbière de Markard, et plus particulièrement le travail de la station d'énergie centrale électrique de la tourbière Wiesmoor, accompli sous la direction du Conseiller privé Ramm, nous pouvons dire que nous avons vu le plus bel exemple de travaux de l'industrie agricole."

C'est l'intention du gouvernement de diviser toute cette étendue en "homesteads" ou fermes de 7 à 10 hectares, pour créer de petits établissements individuels cultivés par une seule famille sans avoir à recourir à de la main-d'œuvre extérieure. Les récoltes du "homestead" pourront pourvoir aux besoins de la famille. On espère de cette façon faire naître une population industrielle, attachée au sol. Chaque paysan sera chez lui, sur sa terre, et dans l'espace de quelques dizaines d'années, il y aura là une colonie de 3,000 âmes répandues uniformément sur une superficie de 6,500 hectares (16,000 acres).



Apparence d'une tourbière divisée en fermes cultivées.

p

g

f

I

d

d

P

c

r

t

I

f

a

l

c

l

c

l

I

c

s

r

r

c

c

CHAPITRE VI.

**POSSIBILITÉ DE L'ÉTABLISSEMENT, AU CANADA,
D'USINES D'ÉNERGIE À TOURBE, À RÉCUPÉRATION
DES SOUS-PRODUITS.**

Le succès d'une usine d'énergie à tourbe, à récupération des sous-produits, au Canada, dépend des facteurs qui suivent :

- (1) Coût de la tourbe fournie aux gazogènes, et sa teneur en azote.
- (2) Prix de la main-d'œuvre et de son efficacité.
- (3) Coût de la construction de l'usine.
- (4) Prix de revient de l'acide sulfurique à l'usine.
- (5) Débouchés de l'énergie produite.

Coût de la tourbe. Le prix de la tourbe combustible rendue aux gazogènes, et la quantité de tourbe sur laquelle on pourrait compter sont les facteurs les plus importants, car sans eux, il est inutile de considérer la possibilité d'une telle entreprise.

De ce qui précède, et de l'analyse que nous avons faite des entreprises de ce genre en Europe, on verra que nous nous rendons bien compte des difficultés qui surgissent de se procurer un approvisionnement suffisant pour alimenter une usine. Non seulement la question de fabrication d'une quantité suffisante de tourbe est constamment un problème difficile à résoudre, mais il a été, en certains cas, impossible de fournir de la tourbe à teneur en eau suffisamment faible pour pouvoir l'utiliser dans les gazogènes. Pour cette raison, on s'est évertué à utiliser de la tourbe contenant une forte proportion d'humidité, mais jusqu'ici les efforts ne semblent guère avoir eu de succès, et nous ne nous occuperons donc pas de cette phase de la question. Finalement, après s'être assuré d'une fabrication de tourbe combustible suffisante durant la campagne qui ne dure que de 3 à 4 mois, la question s'élève d'emmagasiner les tourbes sèches, partiellement sèches et celles encore fortement humides, de façon à les protéger contre les effets de la pluie, de la gelée et de la neige. Toutes les questions ci-dessus se sont présentées au cours de la fabrication de la tourbe combustible en Europe et nous pouvons dire avec assurance qu'elles ont été résolues d'une façon satisfaisante. Donc, en considérant la possibilité de l'établissement d'une nouvelle industrie de ce genre au Canada, nous tiendrons compte des résultats obtenus en Europe.

Il a été démontré au delà de tous doutes que l'on peut fabriquer, au Canada, de la tourbe combustible contenant de 25 à 30 pour cent d'eau, durant la campagne d'été ordinaire, en quantités relativement considérables.

Par exemple, une petite installation système Anrep, de 25 tonnes par jour de dix heures, a produit jusqu'à 2,200 tonnes de tourbe à 25 pour cent d'eau, durant la campagne de 90 jours. En multipliant les unités de ce genre sur une grande étendue, on pourrait donc produire la quantité requise, et d'après la pratique d'emmagasinement adoptée en Allemagne à Ostfriesland, on peut conserver cette tourbe pendant l'hiver et pendant les saisons pluvieuses, sans crainte de détérioration.

Cependant au Canada, les conditions régnantes sont moins favorables à la fabrication d'un produit de faible valeur comme la tourbe, par un procédé qui dépendrait entièrement de la main-d'œuvre. Il faut donc, en ce pays, adopter des procédés ou des méthodes qui rendront, autant que possible, la fabrication de la tourbe combustible indépendante des conditions de main-d'œuvre. Le procédé mentionné ci-dessus, qui dépend entièrement du travail à bras, n'est donc pas applicable sur une grande échelle dans le but de produire de grandes quantités d'un combustible pauvre à des prix de revient aussi bas que possible.

Comme résultat des deux dernières campagnes sur deux tourbières canadiennes, Alfred et Farnham, il y a tout lieu de croire que la fabrication de la tourbe sur une grande échelle, à l'aide de machines automatiques, est un fait établi. Il n'y a donc pas lieu de prévoir de difficultés à s'assurer la quantité requise de tourbe combustible.

La teneur en azote de la tourbe, lorsque l'un des objectifs est la récupération des sous-produits, ne le cède en rien en importance à l'assurance d'une quantité suffisante de tourbe, car c'est de cet élément que dépend le succès de l'utilisation du combustible. Donc, en faisant le choix d'une tourbière pour la fabrication de la tourbe, et en ayant en vue la récupération des sous-produits, il est de toute importance de considérer la teneur moyenne en azote de la matière première. De la tourbe contenant moins de 1½ pour cent d'azote, dans un échantillon théoriquement sec, serait inutilisable à la récolte de sous-produits. Donc, en considérant l'adaptabilité des tourbières du Canada, on ne devra considérer que celles dont la tourbe dépasse cette teneur.

Main-d'œuvre et conditions qui la régissent. Le Canada est un pays neuf en voie de croissance et de développement, et les nombreuses nouvelles entreprises qui surgissent constamment, créent une demande d'ouvriers qui ne fait qu'augmenter, et comme la demande excède l'offre, le prix de la main-d'œuvre augmente. Il y a bien aussi d'autres facteurs qui ont une tendance à faire hausser les salaires sur le continent Nord-Américain, mais il est inutile d'en traiter ici. La rémunération des ouvriers au Canada est beaucoup plus élevée que dans les pays d'Europe, et pour cette raison seule, une industrie qui est praticable là où la main-d'œuvre est bon marché et abondante, peut très bien marcher à un insuccès certain dans un pays où les salaires des ouvriers sont élevés. On voit donc qu'il est essentiel de prati-

quer la plus stricte économie de travaux manuels dans toutes les branches de l'industrie en question. Au Canada, la journée de travail se divise en trois postes de huit heures chacun, tandis qu'en Europe il n'y a généralement que deux postes de douze heures chacun.

Le nombre d'ouvriers nécessaire à l'exploitation d'une usine au Canada serait de ce seul fait considérablement plus élevé qu'en Europe. Il serait peut-être possible en certaines régions, d'inaugurer la pratique d'un poste de douze heures, mais dans la plupart des cas, on serait obligé de compter avec un poste de huit heures. Les prix varient beaucoup de l'est à l'ouest du pays. Dans la partie est du Canada, on peut adopter comme base un salaire de \$1.75 à \$2 par jour de huit heures, tandis qu'en Colombie britannique et dans les provinces des plaines centrales, il faut compter sur \$3 par jour.

Les hommes de métiers sont beaucoup mieux payés au Canada que dans les pays d'Europe, mais comme le nombre d'ouvriers spécialistes nécessaire dans une usine à gazogènes est peu élevé, la différence de ce chef ne serait pas très grande. Nous comprenons dans cette catégorie de main-d'œuvre, les mécaniciens, électriciens, machinistes et contre-maîtres.

Donc, en faisant les estimations de bénéfices d'une entreprise projetée de ce genre, il ne faut pas perdre de vue que la main-d'œuvre est beaucoup plus chère au Canada qu'en Europe, où les usines à gazogènes à récupération des sous-produits sont florissantes.

Coût de construction et d'établissement de l'usine. Le prix de la construction de machines au Canada et aux États-Unis est considérablement plus élevé qu'en Europe, et l'achat du matériel en pays étranger entraîne une charge de droits d'entrée de 30 pour cent au moins sur le prix d'achat. En certains cas, on pourrait trouver avantage à importer certaines parties des machines et à fabriquer les autres sur place, mais de toutes façons, il faut s'attendre à un coût excédant beaucoup ceux d'Europe.

Dans le coût de l'usine, nous comprenons les bâtiments des gazogènes et appareils de manutention du combustible, les scrubbers, les appareils de récolte d'ammoniac, et les machines accessoires, pompes de circulation pour l'acide et pour l'eau, les souffleries, les ateliers de réparations. En plus, il faut tenir compte de l'usine d'énergie et de son installation si on désire utiliser le gaz à la production de puissance. Nous ne ferons pas figurer le prix d'achat de tourbières ni des machines à fabriquer la tourbe combustible au tableau des mises de fonds de l'installation d'une usine à gazogène, ni aucun appareil de séchage de tourbe.

Acide sulfurique. Il faut considérer le prix de revient de l'acide à la fixation du gaz ammoniacal. Il faut environ 1.1 tonne d'acide sulfurique titrant 60° Beaumé, et il est important de s'approvisionner à un taux aussi bas que possible. Lorsque l'on ne peut acheter l'acide à un prix de revient raisonnable, on devra prendre des dispositions pour le fabriquer à

l'usine. Ceci est une entreprise onéreuse, à cause de la quantité relativement faible requise, mais si on peut le fabriquer à meilleur marché que l'on puisse l'acheter, il y aurait lieu d'installer le matériel nécessaire.

On doit tenir compte que le sulfate d'ammoniaque se vend dans le monde entier à des prix variant de 65 à 70 actuellement (1913) et que les usines canadiennes devront être en mesure de faire la concurrence aux produits étrangers, dont le prix de revient est probablement moins élevé à cause du plus bas prix de la main-d'œuvre. On ne trouverait donc aucun avantage, financièrement parlant, à faire la récupération de l'azote du combustible si les prix de revient des matières premières sont hors de proportion des prix de vente du sulfate. En certaines parties du Canada, ces conditions pourraient se présenter et dans ce cas, il n'y aurait pas d'avantages à monter une usine pour récupérer l'azote.

Débouchés pour l'énergie développée. Ce point est d'une importance capitale. Il est peu probable que l'on puisse compter sur l'établissement rémunérateur d'une usine à sulfate d'ammoniaque comme seul produit. Dans la plupart des cas, la fabrication de ce produit ne pourrait qu'aider à réduire le prix de revient de l'énergie, et si la récupération n'atteignait pas ce but, il n'y aurait pas d'avantages à l'entreprendre, autre que par esprit de conservation. Donc, l'objectif principal d'une usine de cette nature serait la production de gaz pour être utilisé au développement d'énergie ou autrement, et cette phase du problème devra être étudiée à fond avant de considérer l'établissement de l'usine.

Le Canada, et plus particulièrement les provinces de l'Est, possède une abondance de chutes d'eau, et depuis quelques années, on les développe sur une grande échelle. Lorsque les forces hydrauliques sont importantes et que leur développement n'est pas trop onéreux, on peut produire de l'énergie électrique à bon marché, et si ce développement suffit aux besoins de la région qu'il peut desservir, l'énergie produite à l'aide de combustible ne peut pas lui faire concurrence. Mais s'il faut canaliser l'énergie d'usines hydro-électriques à de longues distances, son prix de revient sera plus élevé que si elle était utilisée à proximité de son développement. Donc, en certains cas, l'usine à combustible peut posséder des avantages. La canalisation de l'énergie électrique à de longues distances, même à tension élevée, entraîne des dépenses et des pertes considérables, et ce fait, ajouté au coût de la ligne de transmission, des stations secondaires, et des transformateurs, peut militer contre une usine hydro-électrique en faveur d'une usine à combustible.

Il faut donc que l'on soit assuré de la vente de l'énergie que l'on se propose de développer avant de se lancer dans la construction d'une usine à récupération des sous-produits. En étudiant la question de près, on diminuera d'autant les chances d'insuccès.

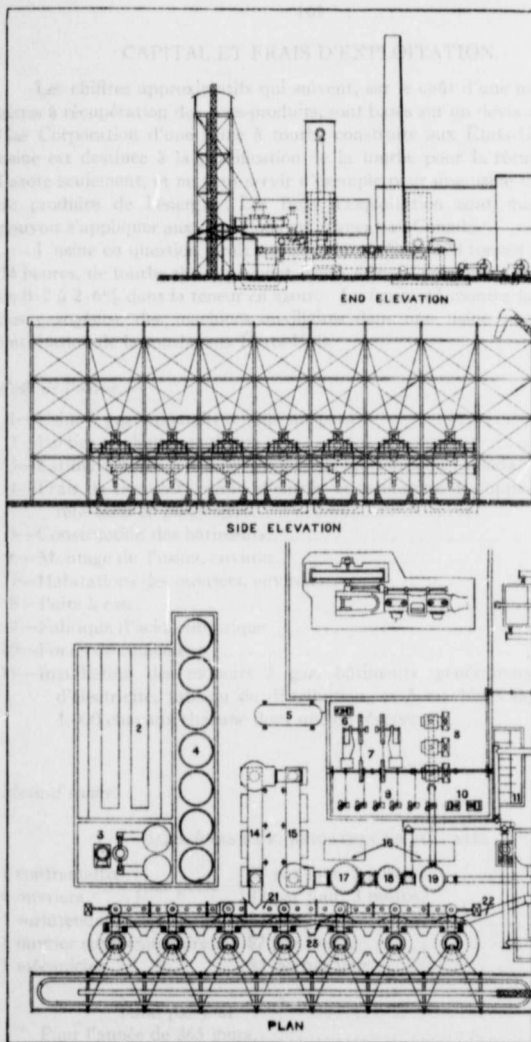


Fig. 32 Disposition générale d'une usine à tourbe

l'usi
men
puis

mon
usin
prod
caus
avar
com
port
conc
à m

capi
rém
Dar
à ré
pas
espr
nati
d'ér
fou

une
sur
tes
l'én
de
ne
hyc
élev
en
car
élev
au
for
usi

pre
à
dir

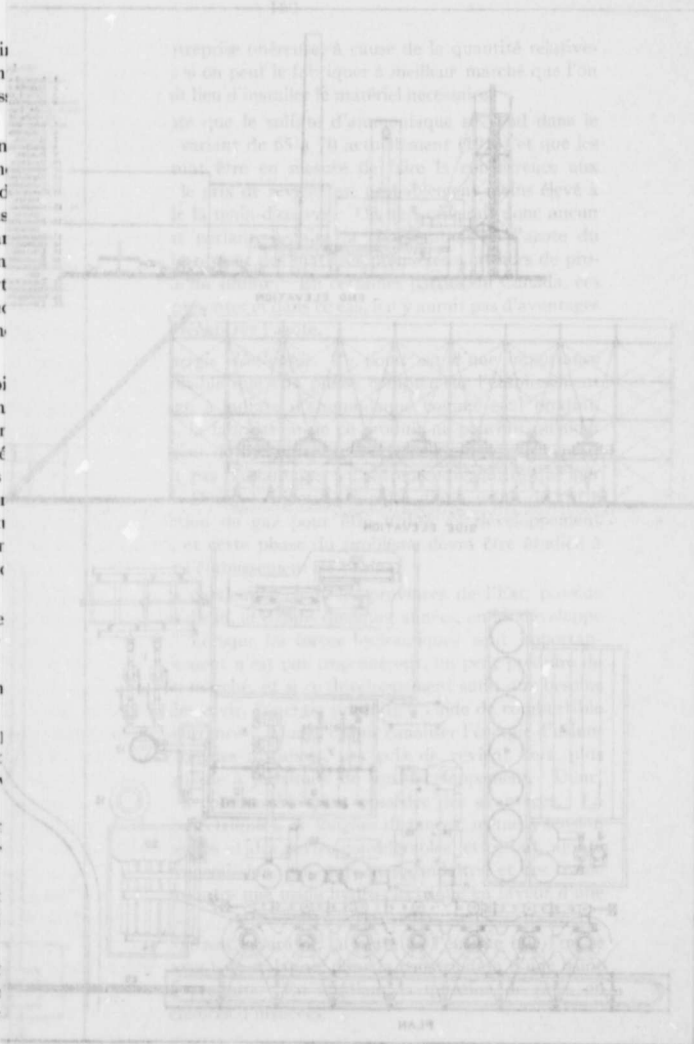


Fig. 32 Disposition générale d'une usine à pompe de 150 tonnes

gen
Ga
usi
l'a
de
po

24
de
l'u

Co

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

M

1

6

1

1

1

CAPITAL ET FRAIS D'EXPLOITATION.

Les chiffres approximatifs qui suivent, sur le coût d'une usine à gazogènes à récupération des sous-produits, sont basés sur un devis de la Power Gas Corporation d'une usine à tourbe construite aux États-Unis. Cette usine est destinée à la gazéification de la tourbe pour la récupération de l'azote seulement, et ne peut servir d'exemple pour une usine se proposant de produire de l'énergie. Les frais d'exploitation sont modifiés pour pouvoir s'appliquer aux conditions qui règnent au Canada.

L'usine en question serait capable de gazéifier 120 tonnes par jour de 24 heures, de tourbe théoriquement sèche, et nous présumons une variation de 0.2 à 2.6% dans la teneur en azote. La figure 32 montre la disposition des gazogènes, des machines auxiliaires dans une usine analogue pour l'utilisation de la tourbe aux États-Unis.

Coût de l'usine.—

1—Usine à gaz, appareils rendus sur place.....	\$ 98,000
2—Parties en double et divers.....	8,000
3—Estimation des parties des appareils fabriqués au Canada..	9,000
4—Frais de transport, droits d'entrée, et assurances des appareils faits en Angleterre.....	4,800
5—Construction des bâtiments.....	19,000
6—Montage de l'usine, environ.....	15,000
7—Habitations des ouvriers, environ.....	8,000
8—Puits à eau.....	600
9—Fabrique d'acide sulfurique.....	36,000
10—Fonds de roulement.....	36,000
11—Installation des moteurs à gaz, bâtiments, générateurs d'électricité, tableau de distribution, et 5 machines de 1,000 chevaux chacune dont une de réserve.....	300,000
	\$534,000

Main-d'œuvre.

GAZOGÈNES ET FABRICATION DE SULFATE.

1 contremaître	} par poste	{ \$3 par jour, 3 postes.....	9.00
6 ouvriers			36.00
1 surintendant.....		\$4 par jour.....	4.00
1 ouvrier supplémentaire.....		\$2 par jour.....	2.00
1 mécanicien.....		\$3.50 par jour.....	3.50

Total par jour.....\$54.50
 Pour l'année de 365 jours.....\$19,892.50

USINE D'ÉNERGIE.

1 machiniste	} par poste	{	\$3.50 pour 3 postes.....	\$10.50
1 aide			2.00 "	6.00
1 électricien			3.50 "	10.50
1 aide			2.00 "	6.00
Total par jour.....				\$33.00
Pour l'année de 365 jours.....				\$12,045.00

Intérêt et amortissement

Nous prendrons une base d'amortissement de l'usine en 20 années.

Intérêt à 6% sur les *item* (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10) = \$11,904 (e).

Intérêt et l'amortissement de (9) sont compris dans le coût de la fabrication d'acide sulfurique.

Amortissement à 5% sur 1,3,5,6,7, et 8, = \$7,480 (f) = e + f = 11,904 + 7,480 = \$19,384.

(a) Intérêt et amortissement.....	\$19,384	8.
(b) Main-d'œuvre, gaz et sulfate, chiffres ronds.....	19,900	9.
{ Directeur et garçons de bureau.....	4,000	
{ Chimiste, un chef et un aide.....	1,800	
{ Fournitures, huile, graisse, etc.....	1,700	
(c) { Fournitures diverses.....	2,400	10
{ Réparations.....	3,000	
{ Frais généraux.....	5,000	
(F) Combustible, 60,000 tonnes à 30 pour cent d'humidité, à \$1.50 la tonne.....	90,000	11

PRÉVISIONS.

- Valeur calorifique d'une livre de tourbe théoriquement sèche.....9,000 unités thermales ang. 12
- Coefficient de rendement du gazogène.....70 pour cent.
- Valeur calorifique du gaz par pied cube...140 unités thermales ang.
- Vapeur requise par livre de tourbe absolument sèche gazéifiée.....2 livres. 13
- Vapeur fournie par récupération, par livre de tourbe sèche.....1 livre sous 5 livres de pression
- Coefficient de rendement de la chaudière..70 pour cent. 14
- Coefficient de récupération de la teneur en azote.....70 pour cent.

PRODUCTION.

1. Calorique dans le gaz, par livre de tourbe gazéifiée, $9,000 \times 0.7 = 6,300$ unités thermales anglaises.
2. Quantité de gaz par livre de tourbe gazéifiée $= \frac{6,300}{140} = 45$ pieds cubes.
3. Quantité de gaz nécessaire pour la formation de une livre de vapeur sous une pression de 5 livres $\frac{1,310}{140 \times 0.7} = 11.5$ pieds cubes.
4. Quantité de gaz par livre de tourbe sèche applicable à la production d'énergie ou autres fins, $45 - 11.5 = 33.5$ pieds cubes.
5. Quantité totale de gaz par tonne de tourbe théoriquement sèche $= 45 \times 2,000 = 90,000$ pieds cubes.
6. Quantité totale de gaz par tonne de tourbe sèche, applicable à la production d'énergie, $33.5 \times 2,000 = 67,000$ pieds cubes.
7. Valeur calorifique du gaz applicable par tonne de tourbe sèche, $90,000 \times 140 = 12,600,000$ unités thermales anglaises.
8. Puissance calorifique du gaz disponible, par tonne de tourbe sèche gazéifiée, $67,000 \times 140 = 9,380,000$ unités thermales anglaises.
9. $(\text{NH})^2 \text{SO}^4$ par tonne de tourbe sèche a une teneur de (X) pour cent d'azote $= 2,000 \times 0.7 \times 4.71 \times \frac{X}{100} = 65.94 X$
10. H^2SO^4 nécessaire par tonne de sulfate $1.1 \times 65.94 X = 72.53 X$.
11. Recettes brutes provenant de la vente de sulfate, par tonne de tourbe sèche gazéifiée $= \frac{65 \times 65.94 X}{2,000} = \$2.143 X$.
(65 = prix du marché du sulfate d'ammoniaque en dollars).
12. Coût de H^2SO^4 requis $= \frac{8 \times 72.53 X}{2,000} = \$0.29 X$ (8 = coût de H^2SO^4 par tonne en dollars).
13. Coût de la mise en sacs du sulfate à $1\frac{1}{2}$ dollars par tonne $= \frac{1.5 \times 65.94 X}{2,000} = \$0.0495 X$
14. Recette nette de la vente du sulfate, déduction faite des frais de combustible et de fabrication $= 2.143 - (0.29 \times 0.0495) X = 1.8 X$.

15. Coût total par tonne de tourbe sèche gazéifiée,

$$\frac{a + b + c + BF}{42,000} = \left\{ \frac{A + BF}{F} \right\} = \$3.50 \quad (1)$$

A = a + b + c.

F = Tonnes de tourbe sèche.

B = Prix de revient du combustible, par tonne.

16. Frais nets d'exploitation par tonne de tourbe sèche gazéifiée:

$$\begin{aligned} & \left\{ \frac{A + BF}{F} \right\} - 1.8 X \\ &= 1.8 \left\{ \frac{A + BF}{1.8F} - X \right\} = 3.50 - 1.8 X = \$1.8 (1.94 - X) \end{aligned} \quad (2)$$

- 17.—Prix net de la vente du gaz disponible, par 1,000 pieds cubes.

$$1.8 \left\{ \frac{\frac{A + BF}{1.8F} - X}{67} \right\} = 0.0268 \left\{ \frac{A + BF}{1.8F} - X \right\} = 0.0268 (1.94 - X) \quad (3)$$

18. Prix net de revient du gaz pour développer un cheval vapeur au moteur à gaz.

1. Quantité totale de calorique disponible pour la production d'énergie par tonne de combustible = 9,380,000 unités thermales anglaises.
2. Consommation de calorique du moteur à gaz par cheval vapeur heure = 10,000 unités thermales anglaises.
3. Consommation de l'usine, 5 tonnes de tourbe sèche par heure.
4. Quantité totale de calorique disponible pour l'énergie par heure, 9,380,000 × 5 unités thermales anglaises.

Énergie développée:

$$\frac{9,380,000 \times 5}{10,000} = 4,690 \text{ unités therm. ang.}$$

Pour une usine de 4,000 chevaux vapeur anglais, volume de gaz en pieds cubes par C.V. an anglais:

$$\frac{10,000 \times 350 \times 24}{140 \times 1,000} \times \frac{4690}{4000} = 704 \text{ mille pieds cubes.}$$

Coût du gaz par C.V. an anglais.

$$\begin{aligned} 704 \times 0.0268 \left\{ \frac{A + BF}{1.8F} - X \right\} &= 18.9 \left\{ \frac{A + BF}{1.8F} - X \right\} = \quad (4) \\ \$18.9 (1.94 - X). \end{aligned}$$

19.

con

où
et 2d'e
quafrai
sta
pre
—
de'n

19. Prix de revient net du cheval-vapeur-au anglais.

Production normale de l'usine.....	4,000 C.V.
Coût de l'usine d'énergie.....	\$300,000
Intérêt et amortissement, 11 pour cent.....	\$33,000
Main-d'œuvre et surveillance par année de 365 jours.....	12,040
Huile et graisse.....	1,500
Réparations.....	4,000
Total.....	\$50,540

Coût du développement de l'énergie sans tenir compte du gaz:—

$$\frac{50,540}{4,000} = \$12.63 \text{ par chev. vapeur an anglais.}$$

Le prix de revient net par cheval an anglais. pour un coefficient quelconque de charge sera exprimé par l'équation:

$$\frac{1}{C} \left[1263 + 1890 \left\{ \frac{A + BF}{1.8F} - X \right\} \right] \quad (5)$$

où C¹ = le coefficient de charge pour cent,

et X = la teneur pour cent en azote de la tourbe absolument sèche.

Lorsque le coefficient de charge est de 100 pour cent, et que les frais d'exploitation et charges fixes (A) et le prix du combustible (B) et la quantité (F) sont ceux du cas de l'exemple donné, l'équation devient:—

$$18.9 (2.61 - X) \quad (6)$$

Si tous les facteurs varient, c'est-à-dire le coût de l'usine, ainsi que les frais d'exploitation et les frais fixes des installations des gazogènes et de la station d'énergie, et le prix et la quantité de combustible, alors le coût de production d'un cheval-année anglais peut être exprimée par l'équation:

¹ Le coefficient de charge est pris ici comme étant la charge moyenne annuelle divisée par le nombre d'heures de marche (350 jours par année).

$$\frac{100}{C} \left[A' + 18 \cdot 9 \left\{ \frac{A + BF}{1 \cdot 8F} - X \right\} \right] \quad (7)$$

Dans cette formule A' = les frais d'exploitation et les charges fixes de l'usine d'énergie.

C = coefficient de charge pour cent.

A = frais d'exploitation et charges fixes des gazogènes et de l'usine de sulfate.

BF = quantité de tourbe absolument sèche en petites tonnes par année.

B = Coût en dollars par tonne.

X = Teneur en azote de la tourbe sèche, pour cent.

Nos présumons le prix du sulfate à \$65 la tonne.

$$\text{La seconde partie de la formule (7), c'est-à-dire } 18 \cdot 9 \left\{ \frac{A + BF}{1 \cdot 8F} - X \right\}$$

représente le coût de la quantité de gaz pour produire un cheval-année anglais lorsque l'usine marche en pleine charge. Lorsque ce chiffre est divisé par le nombre de mille pieds de gaz nécessaire pour ce résultat, l'expression devient le coût de 1,000 pieds cubes de gaz. En le multipliant par le nombre de mille pieds de gaz disponible provenant de la gazéification d'une tonne de tourbe théoriquement sèche, c'est-à-dire 67, l'expression devient $1 \cdot 8 (1 \cdot 94 - X)$ qui est le coût par tonne de la tourbe sèche gazéifiée, et les frais de la récupération du sulfate d'ammoniaque provenant d'une petite tonne de tourbe sèche.

Des équations (5) et (6) on verra que lorsque X est égal à $1 \cdot 94$, le coût de 1,000 pieds cubes de gaz et le coût de fabrication de sulfate d'ammoniaque est zéro, et que lorsque $X = 2 \cdot 62$, l'équation (6), le prix de production d'un cheval-an, lorsque l'usine marche à pleine charge, est zéro.

L'effet d'une augmentation de la teneur en azote du combustible est bien visible dans le graphique, figure 33. Le diagramme, figure 34, montre l'effet, sur le prix de revient de l'énergie produite, de brûler de la tourbe coûtant de 50c. à \$3.50 par tonne, et avec une teneur en nitrogène variant de 0.2 pour cent à 2.6 pour cent. La variation dans le prix de revient du sulfate et de 1,000 pieds cubes de gaz provenant d'une variation dans le prix de la tourbe, est indiquée dans la figure 35.

Dans l'estimation ci-dessus du coût de l'usine, nous n'avons pas tenu compte du coût du terrain, car dans tous les cas comme il faut que l'installation se fasse à proximité d'une tourbière, à quelque distance des centres de population, le prix de tels terrains est négligeable. Les résultats, tels qu'indiqués ci-dessus, ne seront pas appréciablement affectés par cette

¹ Dans tous les cas F est pris à 42,000 tonnes de tourbe sèche par an. Nous présumons l'usine en marche continue, consommant 120 tonnes par jour.

omission. De fait, comme l'usine serait probablement montée sur la tourbière même, achetée pour fournir le combustible, on pourrait considérer la fabrication de la tourbe soit comme partie de l'entreprise entière, soit comme une industrie subsidiaire exploitée par une société distincte.

FABRICATION DE LA TOURBE COMBUSTIBLE.

Afin de fournir 42,000 tonnes de tourbe absolument sèche, ou 60,000 tonnes de tourbe à 30 pour cent d'humidité, par année, il faut une grande

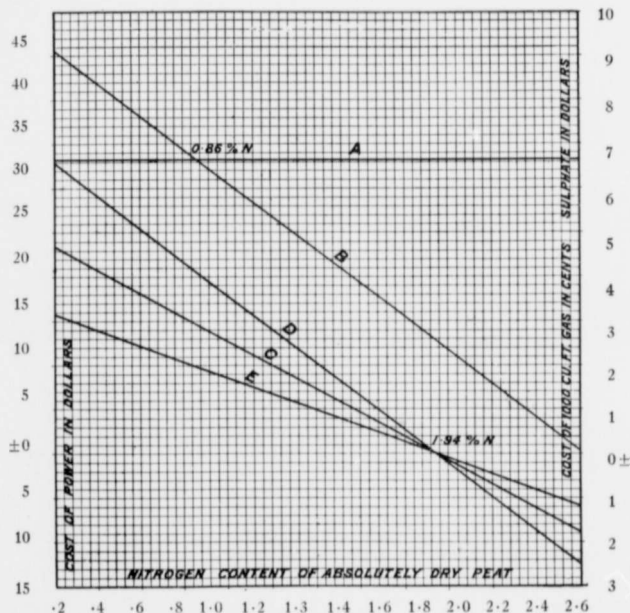


FIGURE 33. Courbes indiquant l'effet d'une augmentation de la teneur en azote sur le prix de l'énergie produite de la tourbe.

- Coût de production d'un cheval année, par une usine à gazogène sans récupération des sous-produits.
- Coût de production d'un cheval-année par une usine à gazogène, avec récupération des sous-produits.
- Prix de revient de fabrication de 1,000 pieds de gaz, avec usine à gazogène à récupération des sous-produits.
- Coût de production de gaz par cheval-année, avec usine à récupération des sous-produits.
- Prix de revient net de la récupération du sulfate d'ammoniaque par tonne de tourbe sèche.

usine, installée sur une tourbière de grande superficie. Dans nos calculs de prévisions, nous présumons une superficie de 1,000 acres, et nous supposons une campagne de fabrication de 100 jours.

La quantité de tourbe à 30 pour cent d'eau qu'il faut fabriquer par jour de 10 heures, est de 600 tonnes. Si nous supposons une machine à

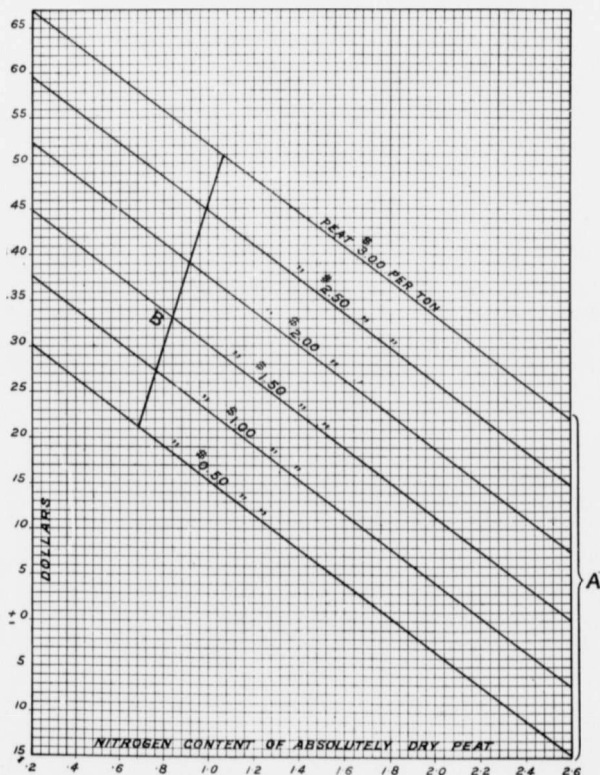


FIGURE 34. Les courbes A indiquent l'effet d'une augmentation du prix du combustible sur le prix de production de l'énergie.

La courbe B indique la teneur minimum d'azote pour permettre à une usine à récupération des sous-produits de faire concurrence à une usine à gaz de gazogène sans récupération.

TENEUR EN AZOTE DE TOURBE ABSOLUMENT SÈCHE.

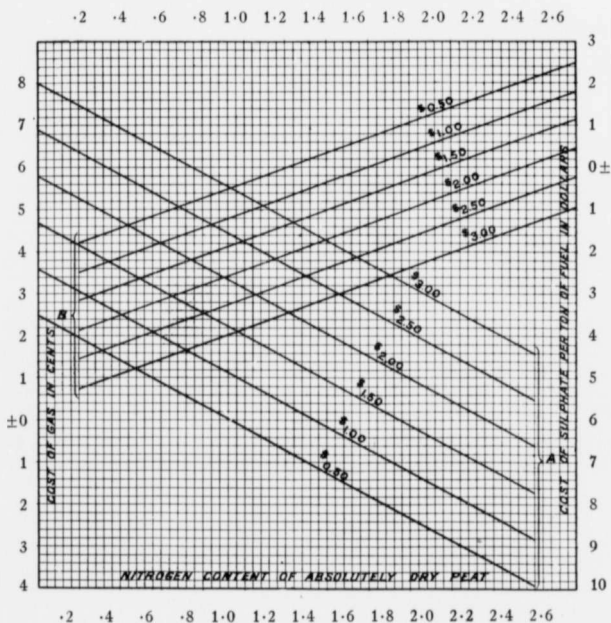


FIGURE 35. Les courbes A indiquent le coût de 1,000 pieds de gaz lorsque le tourbe coûte de 0.50 cents à \$3.00 la tonne.

Les courbes B indiquent le coût de production de sulfate lorsque la tourbe coûte de 0.50 cents à \$3.00 la tonne.

tourbe et ses accessoires, formant une unité, capable de fournir 60 tonnes par jour, il faudrait donc dix installations de ce genre pour l'approvisionnement de l'usine. Si, d'un autre côté, ces machines marchent deux postes par jour de 10 heures chacun, il suffirait de cinq unités pour suffire aux besoins. Si on adopte le système de cinq unités, le prix de revient de la tourbe sera diminué d'un montant proportionnel sur les frais d'intérêts, d'amortissement et de dépréciation de la mise de fonds des cinq unités éliminées. Cependant, pour pourvoir à une certaine marge, nous baserons nos chiffres sur une installation complète de dix machines.

Coût d'une usine à tourbe.

Tourbière, 1,000 acres à \$10 l'acre.....	\$10,000
Machines à tourbe (10), complètes, avec système de convoyeur, machines à étendre automatiques, etc...	120,000
Deux hangars d'emmagasinement, de 2,000 tonnes chacun.....	10,000
Locomotives, voies etc.....	10,000
Ligne portative de transmission d'énergie.....	10,000
Drainage et préparation de la tourbière pour l'explo- itation.....	10,000
Dix maisons d'habitation pour loger les ouvriers, au nombre de 140.....	20,000
Total.....	\$190,000

Main-d'œuvre, direction, et autres frais.

140 hommes à \$2 par jour, 100 jours.....	28,000
1 Directeur, à \$1,800 par année.....	1,800
2 surintendants, à \$5 par jour.....	1,000
Énergie, 500,000 ch. heure, à .005 par ch. heure.....	2,000
Huile, etc.....	3,000
Réparations.....	6,000
Intérêts, amortissement et dépréciation.....	26,600
Total.....	\$ 68,900

Quantité de combustible fabriquée, 60,000 tonnes de tourbe à 30 pour cent d'eau.

$$\text{Prix de revient par tonne} = \frac{68,900}{60,000} = \$1.15.$$

Le chiffre de \$1.50 par tonne est donc très ample comme prix de revient de la tourbe rendue à l'usine à gazogène, lorsque l'on travaille sur une grande échelle. En pratique, il est possible que l'on puisse parvenir à réduire ce chiffre d'une manière appréciable.

Les chiffres du coût de toute l'installation, y compris les gazogènes, l'usine d'énergie, l'installation de la fabrique de tourbe, sont plutôt élevés, et il est probable que les prix de revient pourraient être diminués.

Étant donné les résultats obtenus en Allemagne, à Wiesmoor, il n'est pas à prévoir que l'on éprouverait de difficultés à emmagasiner cette grande quantité de tourbe.

Nous n'avons fait aucune allusion à l'utilisation de la chaleur des gaz d'échappement à la production de vapeur, mais il va sans dire que l'on en ferait usage. On ne peut s'exagérer l'importance et même la nécessité

d'adopter toutes les économies possible dans l'exploitation d'une industrie de cette description. La manutention du combustible, de la tourbière aux gazogènes, doit se faire mécaniquement autant que possible pour économiser la main-d'œuvre.

Puisqu'il faut 60,000 tonnes de combustible pour pourvoir à une marche de 350 jours par année, on devra s'assurer un approvisionnement supplémentaire pour faire face à l'imprévu. Les machines à tourbe devront être installées avec cet objectif en vue.

La construction d'une usine d'acide sulfurique s'imposerait, car l'achat de ce produit d'une fabrique indépendante, et les frais de transport à l'usine installée sur la tourbière, entraîneraient un prix de revient trop élevé lorsque le succès de l'exploitation est basé sur une marge étroite. Nous croyons que l'on peut fabriquer l'acide pour le prix mentionné, soit \$8 la tonne, au moins dans la partie est du Canada, en faisant un choix judicieux d'une localité favorablement située quant aux voies de communications par chemin de fer ou par eau.

Les chiffres que nous avons donnés sont, croyons-nous, très larges, mais on ne peut les prendre comme étant **précis**. Ils ne sont qu'approximatifs et ne peuvent servir qu'à indiquer les grandes lignes de l'usage que l'on pourrait faire des tourbières du Canada. Il faudrait donc étudier chaque cas individuellement, car il est impossible de donner des chiffres qui pourraient s'appliquer également à toutes les localités du Canada; du reste, les prix du coût des machines varient en Angleterre comme au Canada, et on devra s'armer de toutes les données disponibles pour élaborer un projet de cette nature.

L'exploitation ne devrait pas être prévue pour une consommation inférieure à 100 tonnes de tourbe sèche par jour de vingt-quatre heures. À cause du coût élevé de la construction et des frais d'exploitation dans ce pays, une petite usine n'aurait guère de chances de succès à moins d'une teneur élevée en azote. Une augmentation de la proportion d'azote dans la tourbe permettrait une réduction notable dans le prix de revient de l'énergie produite, et dans ce cas il serait possible d'atteindre des résultats satisfaisants avec une usine plus petite, et même, en certains cas, on pourrait faire des bénéfices par la seule fabrication de sulfate d'ammoniaque. La teneur minimum d'azote dont il y a lieu d'attendre des résultats satisfaisants, serait de 1.5 à 1.75 pour cent de la tourbe théoriquement sèche. Il existe plusieurs tourbières, propres à la fabrication de combustible, qui contiennent 2 pour cent et plus d'azote, mais dans la majorité des cas, la proportion est fort inférieure à ce chiffre.

COEFFICIENT D'UTILISATION.

Dans l'estimation qui précède, du prix de revient du kilowatt et du cheval-année, nous n'avons pas tenu compte du coefficient d'utilisation c'est-à-dire du rapport de la charge moyenne annuelle à la production prévue

de l'usine. On atteint un rendement maximum d'une installation à moteurs à gaz lorsque l'usine d'énergie opère à pleine charge, et pour cette raison nous avons basé nos chiffres sur une marche continue de l'usine d'énergie. à pleine charge. Ceci ne se présente jamais en pratique à moins qu'il n'y ait distribution de la charge telle que l'installation de moteurs à gaz pourvoit à partie constante, et que la partie variable ou charge maxima (*peak load*) soit supportée par une machine auxiliaire à vapeur, ou un moteur à gaz supplémentaire, ou que la production totale soit vendue en bloc et distribuée, par l'acheteur, aux consommateurs.

Certaines industries ont besoin d'une charge uniforme pendant quelques heures par jour, tandis que d'autres requièrent une charge uniforme pendant les 24 heures. Mais, dans la majorité des cas, la consommation d'énergie varie notablement.

Donc, afin de pouvoir faire face aux exigences des oscillations de débit d'énergie, et en même temps tenir le rendement des moteurs à gaz à leur maximum, il semblerait à propos d'installer une machine auxiliaire à vapeur. L'installation d'une turbine à vapeur serait la plus pratique. À cause de la souplesse des machines à vapeur en général, et plus particulièrement de la turbine, il est possible de leur faire supporter une charge momentanée fort en excès de la puissance nominale. Une seule de ces machines suffirait dans la plupart des cas à répondre aux exigences des charges maximum. Il faudrait aussi installer une chaudière à vapeur, qu'il serait préférable de chauffer au gaz.

La production du gaz nécessaire à la chaudière pourrait se faire dans un gazogène supplémentaire qui dormirait pendant la plus grande partie de la journée. La consommation de combustible de ce chef durant les heures d'inactivité ne serait pas considérable. L'avantage que l'on dériverait de cette méthode de chauffage serait la récolte de l'azote de la tourbe consommée pendant la marche du gazogène, qui serait perdue dans une chaufferie à tourbe. Il serait possible de tenir les chaudières sous pression durant les heures de repos avec une certaine quantité de gaz des gazogènes principaux.

Un coefficient de charge inférieur à l'unité augmente considérablement le prix de revient de l'énergie. Par exemple, un coefficient de 50 pour cent augmente le coût du cheval-année de \$12.63 à pleine charge, à \$25.20, lorsque la teneur en azote est de 1.95 (voir formule 5, page 164).

PRODUCTION DE VAPEUR POUR LES GAZOGÈNES.

La quantité de vapeur nécessaire est considérable, environ deux livres par livre de combustible chargé dans les gazogènes, et une gazéification de cinq tonnes de tourbe sèche par heure nécessiterait une quantité de vapeur de 10 tonnes pour les gazogènes seuls. À moins d'utiliser toute la chaleur perdue de l'usine à la production de vapeur, on serait obligé d'y pourvoir

par une chaufferie au gaz aux dépens de l'alimentation des moteurs, ce qui entraînerait une réduction dans la production d'énergie.

Les sources de calorique disponibles pour saturer l'air de la soufflerie et produire de la vapeur vive, sont: la chaleur sensible du gaz de moteur; la chaleur des gaz de carreaux des chaudières, la chaleur des gaz d'échappement, la vapeur des pompes de la soufflerie; de plus le goudron résultant des procédés en usage doit être récolté et employé comme combustible dans les foyers des chaudières. Toutes ces économies augmenteront sensiblement le rendement de l'usine, et permettront de disposer d'une plus grande quantité de gaz pour la production d'énergie.

Gaz de gazogène comme gaz de chauffage.

En certains cas, il peut être pratique de fournir le gaz produit, par des conduits, à la consommation dans des villes ou centres manufacturiers peu éloignés, pour le chauffage ou autres usages. Une installation de cette nature existe à la grande usine de gaz Mond à récolte des sous-produits, à Dudleyport, Staffs, Angleterre.

Les chiffres de coût de production du gaz, par 1,000 pieds cubes, sont donnés par les courbes des figures 34 et 35, pour des teneurs d'azote du combustible entre 0.2 et 2.6 pour cent. Nous reviendrons sur ce sujet plus tard.

TOURBIÈRES DU CANADA COMME SOURCES DE COMBUSTIBLE POUR LA FABRICATION DE GAZ DE MOTEUR DANS LES GAZOGÈNES À RÉCOLTE DES SOUS-PRODUITS.

Les résultats qui découlent des études et des expériences faites par le passé démontrent indubitablement que la tourbe combustible peut avantageusement concourir avec la houille pour la fabrication de gaz de moteur dans des gazogènes sans récupération des sous-produits, lorsque la houille coûte dans les environs de \$4 la tonne sur le carreau des gazogènes, et la tourbe à 25 pour cent d'eau ne dépasse pas un prix de revient de \$2. Ceci s'applique au cas où les deux combustibles sont utilisés de la même manière. Lorsque l'on compare les prix de revient de l'énergie produite par le gaz de gazogène de tourbe avec celui de l'énergie produite par la houille dans des chaudières à vapeur, l'avantage est entièrement en faveur de la tourbe. Donc, lorsqu'une centrale est appelée à desservir une région dépourvue d'énergie hydro-électrique à bas prix, une usine à gaz de gazogène de tourbe pourra économiquement subvenir aux besoins, s'il y existe une tourbière exploitable.

Malheureusement toutes ces conditions se trouvent réunies assez rarement au Canada. D'abord la population des diverses provinces est plus ou moins dense, et dans les parties où se trouvent de grands centres, et où abondent diverses industries, il existe des chutes d'eau qui produisent de l'énergie en quantités plus ou moins grandes. En d'autres cas, les districts peuplés ne sont pas à proximité de tourbières utilisables. Dans les circonstances favorables au développement, sur une grande échelle, d'une exploitation pour la production d'énergie au gaz de tourbe, ne se rencontrent pas fréquemment, car il faut tenir compte que cette énergie devra être en mesure de pouvoir faire concurrence aux autres sources de puissance disponibles dans la région.

Nous ne nous occuperons donc pas de cette phase de l'utilisation de la tourbe en considérant les cas demandant la production d'énergie sur une grande échelle; quoiqu'elle puisse être d'application pratique en quelques cas isolés, pour la production de quantités peu élevées d'énergie.

GAZOGÈNES À RÉCUPÉRATION DES SOUS-PRODUITS.

Si le coût de production d'énergie d'une usine à gaz de gazogène peut être diminué au point de pouvoir faire la concurrence aux autres formes d'énergie, on pourra largement étendre son champ d'application. L'espoir des expérimentateurs et des personnes intéressées à l'utilisation des immenses quantités de tourbe qui dorment en ce moment, fut sérieusement soulevé lorsque le procédé Mond pour la gazéification des combustibles pauvres fut démontré d'application pratique. Cependant, quoique ce procédé,

appliqué à la tourbe, possède des avantages sérieux, et en certains cas peut abaisser considérablement le coût de l'énergie, son champ d'application est très limité. Les principales difficultés auxquelles on se heurte pour la production d'énergie par gaz de gazogène sont les suivantes: (1) On n'atteint un maximum d'économie de production que lorsque les gazogènes et les moteurs marchent sous leur charge maximum; (2) les moteurs à gaz n'offrent pas de souplesse pour supporter une surcharge. Pour ces raisons, une usine d'énergie à gaz de gazogène ne serait pas très pratique dans un service sujet à de fortes oscillations de la charge journalière, ou lorsque le coefficient d'utilisation est peu élevé. Dans le premier cas, il faudrait suppléer à l'installation de moteurs à gaz, par une installation à vapeur qui supporterait la surcharge; ou les unités de moteurs à gaz devront être augmentées hors de proportion à l'importance de l'usine. Dans le second cas, l'économie résultant de l'emploi de moteurs à gaz serait entièrement perdue si la charge, ou coefficient d'utilisation était beaucoup inférieure à l'unité, car on obtient un rendement maximum lorsque les machines marchent à leur charge normale, et si une grande proportion des unités sont inutilisées pendant une grande partie du temps, les frais fixes seront trop élevés pour permettre une production économique. Les conditions idéales sont lorsque la charge est telle que l'installation des moteurs à gaz puisse marcher à pleine charge durant toute la journée, toutes demandes supplémentaires étant fournies, soit par une unité de moteur à gaz auxiliaire, soit par une turbine à vapeur indépendante. Une autre solution possible, quoique peu pratique, serait l'installation d'une batterie d'accumulateurs d'une capacité suffisante pour absorber la charge lorsque la demande d'énergie est faible, et de rendre cette force lorsque le besoin s'en fait sentir durant les heures de débit maximum. Cette solution, quoiqu'elle puisse répondre à toutes les exigences d'exploitation économique d'une usine d'énergie à gaz de gazogène, ne serait cependant guère praticable à cause du coût élevé initial d'une telle installation d'accumulateurs, et des frais d'entretien. Nous ne nous occuperons donc pas de ce cas.

En outre, les avantages qui découlent de la récolte des sous-produits, tels qu'ammoniaque, goudron, sont plus apparents que réels, car les économies effectuées par leur récupération dépendent de leur prix de revient, et d'un débouché à des prix raisonnables. Il est probable que les prix du sulfate d'ammoniaque se maintiendront pendant quelque temps à venir au niveau actuel ou même peut-être plus élevés, mais le coût de la fabrication de ce produit est quelque peu incertain, à cause de l'incertitude de pouvoir compter sur la fourniture des matières premières à des prix suffisamment bas, et ceci seul, dans un grand nombre de cas, militerait contre une récupération économique des sous-produits. Les débouchés pour le goudron sont aussi fort incertains; si on le convertit en poix par distillation subséquente, sa valeur sera considérablement augmentée, mais même dans

ces conditions, une substance de prix aussi bas ne peut supporter des frais de long transport. Du reste, il n'est guère nécessaire de considérer le goudron comme sous-produit, car dans la plupart des usines à gazogènes à récupération des sous-produits, on le brûle sous les chaudières, et plus particulièrement dans le cas des gazogènes à tourbe. Il ne reste donc que le sulfate d'ammoniaque comme sous-produit sur lequel on puisse compter pour diminuer les prix de revient de l'énergie produite.

Quoique l'on ait monté des usines de ce genre pour la production seule d'énergie en utilisant de la tourbe, nous n'en connaissons qu'une seule qui soit actuellement en exploitation. Les raisons que l'on avance pour l'insuccès de toutes les autres ne nous semblent pas convaincantes. Par exemple, en un cas on allègue la difficulté de pouvoir se procurer la quantité de tourbe requise à teneur d'eau suffisamment basse, et la teneur trop faible en azote. D'après nous, la cause principale du manque de succès de ces entreprises est due au fait que l'on n'étudia pas suffisamment les détails dont dépend le succès ou la faillite d'une usine projetée. Avant de décider la construction d'une telle usine utilisant la tourbe, il faut se procurer toutes les données tant physiques que chimiques sur la tourbe disponible. En faisant des études sérieuses d'un projet de cette nature, on évitera de construire une usine sur une tourbière qui ne convient pas à la fabrication économique de combustible, et dont la teneur en azote est trop faible pour pouvoir la récolter. Il n'est pas difficile de déterminer si une tourbière est appropriée ou non à la fabrication de tourbe combustible, et de s'assurer à l'avance si l'on peut fabriquer une quantité suffisante de tourbe suffisamment sèche pendant la campagne d'exploitation de la tourbière. Si la tourbière est très humide et présente des difficultés de drainage, on devra la rejeter et en chercher une autre. On ne pourra prendre trop de précautions pour obtenir des données précises sur la teneur moyenne en azote, car ce point affecte sérieusement les résultats financiers. Une fois le choix fixé sur une tourbière appropriée sous tous les rapports, on devra étudier les conditions de la vente de l'énergie électrique dans la région environnante. Si les résultats de cette étude sont favorables, on pourra, sans crainte, décider la construction de l'usine. Les facteurs et les conditions qui déterminent la réussite ou l'insuccès d'une entreprise de cette nature sont maintenant bien comprises. Les difficultés que présente la fabrication de la tourbe combustible sur une grande échelle sont connues, ainsi que les méthodes de les résoudre, et on devra surtout ne pas se faire d'illusion sur la teneur maxima d'eau permise dans le combustible. Cette phase a été étudiée à fond, et n'a plus besoin d'essais et d'expérimentation. Si on arrive à la conclusion qu'il n'est pas possible de fournir la quantité nécessaire de tourbe contenant un maximum de 40 pour cent d'eau, à un prix de revient inférieur à deux dollars la tonne, sur le carreau des gazogènes, on devra abandonner le projet. (Voir courbes, figures 34 et 35).

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, il y a des tourbières, en tout appropriées à la gazéification avec récolte des sous-produits, situées dans des régions déjà pourvues d'usines d'énergie électrique, fournissant la puissance à bon marché; dans ce cas, l'utilisation de la tourbe, pour la production d'énergie, n'est guère possible, excepté dans des cas exceptionnels. Nous toucherons plus tard sur la possibilité d'en fabriquer du gaz pour les usages domestiques. Tout le gaz fabriqué au Canada pour usages domestiques ou industriels, à l'exception du gaz de fours à coke, est presque exclusivement du gaz de cornues, et dans un grand nombre de cas, la houille est importée des États-Unis. Dans la fabrication du gaz par distillation en cornues, on ne gazéifie que les matières volatiles de la houille, et le carbone fixe demeure comme résidu dans les cornues à l'état de coke. Le coke donc est un sous-produit qui s'écoule facilement dans les grands centres de population, et dont la vente contribue à diminuer le prix de revient du gaz. En plus du coke, il se forme un peu d'ammoniaque et de goudron. Mais la récupération des gaz ammoniacaux ne représente qu'une faible proportion de la teneur en azote, et ne contribue pas beaucoup à l'économie du procédé. La quantité moyenne de gaz de cornue produite par tonne (2,240 livres) de houille, est de 11,000 pieds cubes, ou 10,000 pieds cubes par petite tonne (2,000 livres) et sa valeur calorifique moyenne est de 560 unités thermales anglaises par pied cube. Dans le cas du gaz fabriqué de la tourbe dans un gazogène Mond à sous-produits, la quantité de gaz disponible pour la production d'énergie produite par tonne de tourbe absolument sèche, est de 67,000 pieds cubes environ, et la valeur calorifique est de 140 unités thermales anglaises par pied cube. La valeur calorifique serait donc 25% de celle du gaz de cornues.

Les quantités de "gaz de cornues" de distillation de houille, et de gaz de gazogène de tourbe, dont la valeur calorifique équivaut à une petite tonne de charbon donnant 12,500 unités thermales anglaises par livre, sont 45,000 et 179,000 pieds cubes respectivement. Il faut 2.67 tonnes de tourbe absolument sèche, d'une valeur calorifique de 9,000 unités thermales par livre pour produire 179,000 pieds cubes de gaz, et si le prix de revient de la tourbe à 30 pour cent d'eau, sur le carreau des gazogènes, est de \$1.50 la tonne, soit \$2.13 la tonne de tourbe théoriquement sèche, le coût du combustible seul requis pour produire les 179,000 pieds de gaz serait de $\$2.13 \times 2.67 = 5.70$ dollars; tandis que dans le cas de gaz de cornues, il faudrait $4\frac{1}{2}$ tonnes de houille de 12,500 unités thermales, pour produire 45,000 pieds cubes de gaz d'une valeur calorifique de 560 unités thermales par pied cube. Si le coût de la houille à gaz rendue aux cornues est pris à \$2.50 la petite tonne, le combustible seul coûterait $4.5 \times 2.50 = 11.25$ dollars, soit deux fois le prix de la tourbe. Les sous-produits du gaz de cornue sont du coke et un peu d'ammoniaque et de goudron; tandis que dans le cas du gaz de gazogène, l'ammoniaque et le goudron constituent les sous-produits.

Les calculs qui suivent donnent le coût du combustible dans le procédé de distillation en cornues, et dans le cas du procédé Mond utilisant la tourbe pour produire une quantité de gaz équivalent en valeur calorifique à une petite tonne de houille, d'une puissance calorifique de 12,500 unités par livre. Le coût de la récupération de l'ammoniaque dans le procédé Mond est déduit des estimations des frais d'exploitation d'une usine Mond de 120 tonnes brûlant de la tourbe. (Voir page 162).

GAZ DE CORNUES.

Produits de la gazéification d'une tonne de houille (2,000 livres).

Gaz d'éclairage, 10,000 pieds cubes, valeur calorifique 560 unités thermiques anglaises par pied cube.....

Coke, environ 1,100 livres.

Sulfate d'ammoniaque, 20 livres (teneur en azote de la houille $1\frac{1}{2}$ pour cent).
Goudron.

Coût du combustible.

$4\frac{1}{2}$ tonnes de houille à \$2.50.....\$11.25

Crédit, vente de 4,950 livres de coke à \$5 la tonne = \$12.37, et 90

livres de sulfate d'ammoniaque à \$65 la tonne = \$2.92.....\$15.30

Prix net de la houille, exclusifs des frais de fabrication.....\$ 4.05

GAZ DE GAZOGÈNE MOND.

Produits résultant de la gazéification d'une petite tonne de tourbe théoriquement sèche, d'une puissance calorifique de 9,000 unités thermiques par livre.

Gaz 67,000 pieds cubes, puissance calorifique 140 unités thermiques par pied cube.

Sulfate d'ammoniaque, 128 livres d'azote; teneur en azote de la tourbe 1.94 pour cent.

Goudron.

Prix du combustible.

2.67 tonnes de tourbe sèche à \$2.13 la tonne.....\$ 5.70

Crédit, 2.76×128 livres de sulfate d'ammoniaque, recettes de la vente.....11.00

Coût net du combustible, exclusif des frais de fabrication.....\$ 5.30

En exploitant dans les conditions données à la page 166, avec de la tourbe, dont le prix de revient ne dépasse pas \$2.15 par tonne théoriquement sèche, et en gazéifiant 120 tonnes par 24 heures de tourbe contenant 1.94 pour cent d'azote, il est possible de produire le gaz ne coûtant rien, tandis que le coût du gaz de cornue comprendrait, en plus du prix du combustible, les frais d'exploitation et les frais fixes qui sont considérables.

Il faudrait produire 4,000 pieds de gaz de gazogène, contre 1,000 pieds de gaz de cornue, pour fournir la même puissance calorifique.

Une installation de gazogènes, pouvant gazéifier 120 tonnes de tourbe théoriquement sèche par jour, donnerait 335,000 pieds cubes par heure en marche normale. On pourrait considérablement excéder ce chiffre par courtes périodes. Une usine de ce débit suffirait aux besoins domestiques et industriels de plusieurs petits centres, villes et villages. On pourrait, avec avantage, s'en servir pour le chauffage des habitations et autres usages domestiques.

En faisant l'estimation des frais de fabrication de l'une ou de l'autre usine, nous n'avons à considérer que le prix de l'usine, car le système de conduites de distribution serait le même dans les deux cas. Si ce système est déjà installé pour distribuer le gaz de cornues, on devra augmenter la pression, puisqu'il faut quatre fois la quantité de gaz de gazogène. Les tourbières du Canada que l'on pourrait exploiter avec avantage sont celles dont la tourbe a une teneur élevée en azote, et une puissance calorifique assez forte. Elles devront être situées à proximité de centres assez importants pour assurer la consommation de tout le gaz produit. Nous citerons les tourbières suivantes, dont la teneur en azote est satisfaisante, pour attirer l'attention sur les possibilités de cette industrie: Brockville, Hollande, Large Tea Field et Small Tea Field. Il existe bien d'autres tourbières dont on pourrait fabriquer de la tourbe combustible, mais la teneur en azote n'est pas suffisante pour permettre de la récolter avec profit.

TOURBIÈRES DE BROCKVILLE.

Cette tourbière est située dans le canton d'Elizabethtown, comté de Leeds, province d'Ontario, à trois milles environ de la ville de Brockville. Sa superficie totale est de 1,400 acres, mais l'épaisseur de tourbe varie en divers endroits. Si nous prenons cette partie de la tourbière dont l'épaisseur de tourbe est de cinq pieds ou plus, la superficie exploitable est de 1,044 acres, d'une profondeur moyenne de 8 pieds, et si cette tourbe était fabriquée en combustible d'une teneur moyenne de 25 pour cent d'eau, on pourrait compter sur plus de 1,500,000 petites tonnes.

La teneur moyenne en azote est de 2.41 pour cent de tourbe théoriquement sèche, ou 1.81 pour cent à 25 pour cent d'eau. C'est là une teneur très élevée en azote, et la puissance calorifique, 8,170 unités thermiques par livre, est suffisante.

La tourbe de cette tourbière, en prenant les chiffres donnés ci-dessus, serait de 1,500,000 tonnes, ou une quantité suffisante pour alimenter une usine consommant annuellement 47,000 tonnes de tourbe à 25 pour cent

d'eau, ou 50,000 tonnes à 30 pour cent, pendant $\frac{1,500,000}{47,000} = 32$ années.

Dans ce cas, la teneur en azote est suffisamment élevée pour permettre une usine de moindre envergure, mais, cependant, nous nous baserons sur une entreprise de 100 tonnes de tourbe sèche par 24 heures, ou 50,000 tonnes de tourbe à 30 pour cent d'eau, par année. La quantité totale d'azote dans la tourbière entière serait de $1,500,000 \times .01807 = 27,000$ environ, qui pourraient donner théoriquement 127,000 tonnes de sulfate d'ammoniaque. En supposant que le procédé soit capable d'un rendement de 70 pour cent, ceci correspondrait à $127,000 \times 0.7 = 88,900$ de sulfate d'ammoniaque que l'on pourrait extraire.

Nous supposons que la tourbière soit épuisée en 20 ans, c'est-à-dire que nous ne compterons que sur les $\frac{20}{32}$ de la tourbe exploitable, et l'amortissement complet de l'installation sera calculé sur cette période. La quantité de sulfate d'ammoniaque fabriquée durant cette période sera donc de $88,900 \times \frac{20}{32} = 55,600$ tonnes environ, qui à \$65 la tonne, donnerait une recette brute de 3,614,000 dollars, ou $\frac{3,614,000}{20} = 180,700$ dollars par année, si les frais d'exploitation et le coût de l'usine sont les mêmes que dans l'exemple donné en page 161.

Les bénéfices probables sur la récolte seule de l'ammoniaque en sulfate d'ammoniaque seraient donc:

Frais d'exploitation, comprenant amortissement, dépréciation, intérêt, acide sulfurique, ensachement, etc.	85,870
Combustible, 50,000 tonnes de tourbe, à 30 pour cent d'eau à \$1.50 la tonne.	75,000
	\$160,870
Recettes de la vente de sulfate d'ammoniaque.	180,700
Bénéfice net.	\$ 19,830
ou en chiffres ronds.	\$ 20,000

Dans ce cas, le gaz ne coûterait rien à produire, les seuls frais seraient ceux de la distribution à la consommation ou sa conversion en énergie électrique. Une usine capable de gazéifier 100 tonnes de tourbe sèche par

jour pourrait produire une énergie continue de 3,000 chevaux par jour de 26 heures. Voir figure 34 et 35 pour la production d'énergie.

La carte ci-contre, figure 36, indique la situation de la tourbière par rapport aux villes et aux villages dans un rayon de 30 milles. Les principaux centres sont: Brockville, Prescott, Smith's Falls, Newboro, Westport, Gananoque, et deux villes des États-Unis sur la rive du fleuve Saint-Laurent, Morristown et Ogdensburg. Brockville et Prescott sont les deux seuls centres offrant un débouché pour la consommation du gaz de gazogènes, pour usages domestiques ou industriels; ces villes ont des populations de 10,000 et de 2,800 habitants respectivement, et elles sont situées à peu de distance de la tourbière. Mais le champ pour la distribution d'énergie électrique est fort étendu, et comprend les centres qui suivent:

	Population.
Brockville	10,000
Gananoque	3,764
Prescott	2,800
Smith's Falls	6,361
Westport	803
Newboro	469
Kemptville	1,192
Morristown	{ États-Unis, sur la rive sud du Saint Laurent.
Ogdensburg	

et de nombreux petits villages.

Quoique l'on ne puisse pas compter que la tourbière de Brockville puisse alimenter une usine de 100 tonnes par jour pendant plus de vingt années, cette période suffirait pour rembourser du capital et payer de beaux bénéfices, à moins de difficultés imprévues. De plus, après l'enlèvement de la tourbe, le terrain serait disponible pour fins de culture, et se vendrait pour beaucoup plus que le prix d'achat.

Il est fort possible que de petites usines, sans récupération de l'ammoniaque, et ne produisant que de l'énergie, puissent aussi donner des résultats fort satisfaisants.

TOURBIÈRES DÉNOMMÉES "LARGE TEA FIELD" ET "SMALL TEA FIELD."

Ces deux tourbières sont situées dans la province de Québec, dans le comté de Huntingdon, canton de Godmanchester. La carte ci-contre indique leur position par rapport aux villes et villages situées dans un rayon de 30 milles. La tourbière d'Alfred, distante de 30 milles environ, au nord-ouest, est aussi indiquée sur la carte. La tourbière "Large Tea Field" embrasse une superficie totale de 5,268 acres, dont la plus grande partie est

propre à la fabrication de tourbe combustible. La quantité de tourbe à 25 pour cent d'eau que l'on pourrait extraire de la partie exploitable est de plus de 4,800,000 tonnes; d'une teneur moyenne en azote de 1.8 pour cent, et d'une puissance calorifique de 9,300 unités thermales par livre. Cette quantité de combustible pourrait alimenter une usine de 120 tonnes de tourbe

sèche par jour de 24 heures pendant $\frac{4,800,000}{120 \times 350} \times \frac{75}{100} = 86$ années. La

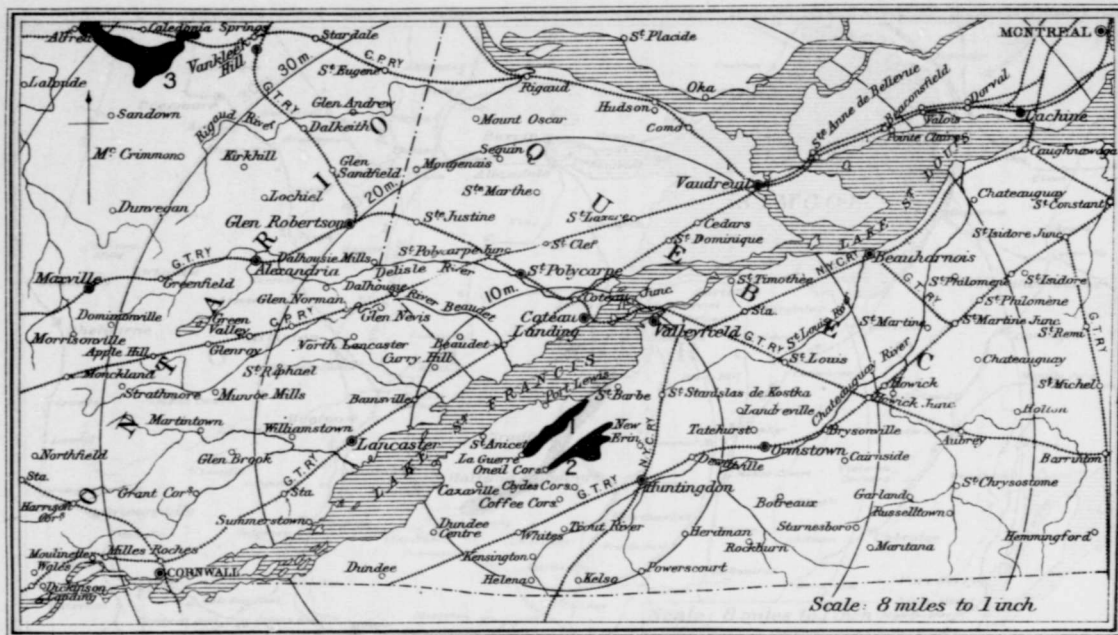
quantité totale de sulfate d'ammoniaque que l'on pourrait en extraire serait de $4,800,000 \times 0.75 \times 0.018 \times 4.71 \times 0.7 = 213,600$ tonnes, ou $\frac{213,600}{86} = 2,480$ tonnes annuellement.

Le gaz à moteurs disponible serait suffisant pour développer 4,000 chevaux d'une façon continue pendant 86 ans ou un total de $4,000 \times 86 = 344,000$ chev. an. Le prix de revient net du gaz, dans les conditions citées page 164 serait comme il suit:

Frais d'exploitation, frais fixes, acide sulfurique, ensachement, etc.....	\$ 82,800.00
60,000 tonnes de tourbe à 30 pour cent d'eau, à \$1.50 la tonne.....	90,000.00
Coût total.....	\$172,800.00
À déduire 2,480 tonnes de sulfate d'ammoniaque à \$65 par tonne.....	161,200.00
Coût net du gaz produit par année.....	\$ 11,600.00

On voit de suite l'effet de la diminution de la teneur en azote de la tourbe sur le compte de profits et pertes des opérations de l'année, en comparant le prix de revient du gaz avec celui de la tourbière de Brockville. Dans ce dernier cas, les opérations de l'année résultent en un bénéfice en plus du gaz produit qui ne coûte rien. Tandis que, dans le premier cas, à cause d'une réduction de 0.6 pour cent dans la teneur en azote de la tourbe, dans des conditions analogues de frais d'exploitation, usine, main-d'œuvre etc., le résultat se traduit en un prix de revient de \$11,600 pour le gaz produit.

Le volume de gaz disponible d'une tonne de tourbe théoriquement sèche, gazéifiée dans un gazogène Mond, est 67,000 pieds cubes environ, d'une puissance calorifique de 140 unités thermales par livre, donc le coût de fabrication par 1,000 pieds cubes sera de $\frac{11,600}{67 \times 42,000} = 0.00412$ dollars ou 4.10 d'un centin, qui est un prix très bas.





Geological map of the Puget Sound region, showing the distribution of various geological formations and structural features. The map includes a grid of latitude and longitude lines, and is oriented with North at the top.

TOURBIÈRE SMALL TEA FIELD.

Cette tourbière est située à peu de distance de la précédente, et embrasse une superficie de 4,190 acres. De la partie exploitable pour la fabrication de tourbe combustible, on pourrait extraire environ 3,300,000 tonnes de tourbe à 25 pour cent d'eau. La teneur moyenne en azote est de 1.85 pour cent, et la puissance calorifique, 9,200 unités thermales anglaises par livre.

En considérant l'installation d'une usine à gaz Mond à récolte des sous-produits en cet endroit, les deux tourbières Large Tea Field et Small Tea Field peuvent être prises ensemble.

En consultant la carte, figure 37, du district qui pourrait être desservi par ces tourbières, on verra qu'il existe plusieurs centres importants dans Valleyfield, Huntingdon, Ormstown et Beauharnois, et en plus il y a de nombreux villages. Montréal et Vaudeuil sont à environ 30 milles.

TOURBIÈRE DE HOLLAND.

Cette tourbière est située dans les cantons de Gwillimbury, est et ouest, et de King, dans les comtés de Simcoe et d'York, province d'Ontario, et sa longueur a une direction nord et sud. La superficie totale comprend environ 14,600 acres, mais de cette étendue 9,000 acres ont une épaisseur moyenne de 3 pieds, et cette partie est trop peu profonde pour permettre une exploitation économique. Les autres 5,000 acres offrent une épaisseur moyenne dépassant 12 pieds de tourbe propre à la fabrication de combustible. À cause de l'absence de racines et de troncs d'arbres, on peut facilement employer des excavateurs mécaniques. Un drainage à fond de la tourbière entraînera de grandes dépenses à cause de son niveau bas qui en cause une inondation chaque printemps. Cependant, un drainage à fond résulterait en avantages, car la valeur du terrain, qui est faible actuellement, en serait considérablement augmentée et la région agricole environnante s'en trouverait améliorée.

La quantité totale de tourbe à 25 pour cent d'eau que l'on pourrait fabriquer est de 8,218,000 tonnes. La teneur en azote est aussi très élevée, en moyenne 2.5 pour cent. La valeur calorifique par livre de tourbe théoriquement sèche est faible; elle varie entre 6,700 et 8,000 unités thermales anglaises par livre. Mais, dans cette partie la plus épaisse de la tourbière, on peut compter sur une puissance calorifique moyenne de plus de 8,000 unités, ce qui est bien suffisant.

La quantité totale d'azote disponible est de $8,218,000 \times 0.25 \times 0.75 = 154,000$ tonnes, qui donneraient, théoriquement, $154,000 \times 4.71 = 725,000$ tonnes de sulfate d'ammoniaque, ou, $725,000 \times 0.7 = 507,500$ tonnes, en faisant entrer en ligne de compte le coefficient de rendement du procédé. Pratiquement la quantité entière de 8,218,000 tonnes de tourbe pourrait être fabriquée en combustible, dont on pourrait recouvrer l'azote, mais

ceci entraînerait l'utilisation de toute la tourbe dans des gazogènes à récolte de sous-produits. Une usine de 120 tonnes de tourbe théoriquement sèche par jour de 24 heures, ou 42,000 par année de 350 jours, pourrait être alimentée pendant une période de $\frac{8,218,000 \times 0.75}{42,000} = 147$ ans environ.

La production annuelle de sulfate d'ammoniaque serait approximativement de $\frac{507,500}{147} = 3,460$ tonnes, lesquelles à \$65 la tonne représenteraient une recette brute de $3,460 \times 65 = 225,000$ dollars.

Si le coût de l'usine et les frais d'exploitations étaient les mêmes que dans les deux cas précédents, le bénéfice net annuel serait :

Frais d'exploitation, y compris frais fixes, acide sulfurique, etc., environ	\$100,000
60,000 tonnes de tourbe à 30 pour cent d'eau, à \$1.50 la tonne	90,000
Total	\$190,000
Recettes de la vente de 3,460 tonnes de sulfate.	225,000
Bénéfices nets	\$ 35,000

Ceci donnerait considérablement plus de 10 pour cent net sur le capital engagé dans l'usine à gazogènes. Il est rare que l'on rencontre de la tourbe avec un teneur en azote aussi élevée et cette tourbière offre un excellent champ de développement à une usine à gaz pour usage industriels et domestiques ou pour une usine à énergie.

La superficie de la tourbière Holland dépasse celle des terrains que l'on défriche à Wiesmoor en Ostfriesland, Allemagne, et une entreprise de ce genre, pour la mise en culture de terrains perdus de cette nature, serait réalisable ici. L'énergie produite par la centrale pourrait être utilisée pour mettre en valeur la tourbière et la convertir en terres à culture. Dans le cas d'une centrale d'un débit prévu dans les projets que nous avons décrits, il y aurait un fort surplus d'énergie après avoir satisfait aux besoins de l'entreprise elle-même, et on pourrait canaliser ce surplus aux villes et villages environnants, et même à Toronto, distant de 42 milles, pour des fins industrielles. La carte ci-contre, figure 38, donne la situation de la tourbière et celle des centres de population dans un rayon de 30 milles. La ville de Toronto n'est pas indiquée sur la carte.

La tourbière de Holland est favorablement située par rapport aux moyens de communication; la chemin de fer Grand Tronc, et celui du Pacifique Canadien, passent à peu de distance.

CHAPITRE VII.

LIGNITE.

Malgré l'existence d'immenses gisements de houille dans les parties extrêmes est et ouest du Canada, quelques-unes des provinces dépendent de sources étrangères pour leur approvisionnement de combustible, industriel et autre. Ceci s'applique surtout à certaines parties des provinces de l'ouest où on trouve de grands dépôts de lignite à proximité de villes, de cités et de villages. Pour certains usages, on ne peut employer les lignites du Manitoba, de la Saskatchewan et de l'Alberta. Par exemple, le chauffage des locomotives de chemin de fer avec ce combustible a été strictement défendu par la Commission des chemins de fer du Canada, à cause de sa tendance à faire jaillir des étincelles. On s'en sert pour usage domestiques, avec plus ou moins de succès, mais même dans ce cas, il ne peut prendre la place de l'antracite auquel le consommateur est habitué, et pour lequel les péles sont disposés. Afin de rendre ce lignite utilisable dans les locomotives, ou pour usages domestiques, il faut le modifier par un traitement quelconque, et le mettre en briquettes. C'est avec cet objectif que s'est faite l'expérimentation jusqu'ici, et d'après les résultats, on ne peut dire que la question soit encore pleinement résolue. Il faut donc chercher d'autres méthodes d'utilisation qui permettront de substituer ce lignite à la plus grande partie du charbon importé dans ces provinces. Tous les centres de quelque importance dépendent de l'électricité comme source de lumière et d'énergie, et les villes possèdent en général une usine à gaz pour l'éclairage et autres usages domestiques. L'emploi de gaz de cornues pour faire la cuisine augmente rapidement, même lorsque la houille employée à sa fabrication provient de sources lointaines. Si, donc, on pouvait avantageusement substituer le lignite pour la production d'énergie et pour le gaz combustible, ces parties du Canada, qui en possèdent des gisements, deviendraient, dans une large mesure, indépendantes des importations de charbons étrangers.

Nous avons démontré dans les chapitres précédents, que l'on peut avantageusement utiliser la tourbe, non seulement à la production de vapeur, mais aussi à la fabrication du gaz de moteurs et du gaz combustible, et nous avons cité un exemple de l'emploi industriel de gaz produit de charbon pauvre; on pourrait donc utiliser le lignite à des usages analogues. Afin de déterminer la valeur de certains lignites de l'ouest, comme source de gaz de gazogènes dans une usine sans récupération des sous-produits, nous avons fait des séries d'essais sur des lignites de cinq mines différentes, avec des échantillons sur une échelle industrielle, et les résultats démontrent qu'il

est possible d'utiliser avantageusement ce combustible. Lorsque l'on ne se trouve pas à proximité de source d'énergie hydro-électrique à bon marché, comme dans le cas de la région d'Edmonton, on peut économiquement produire de l'énergie avec le lignite. Quelques-uns de ces combustibles contiennent une teneur assez élevée en azote, et ce produit a une trop grande valeur pour permettre qu'on le perde. La récupération de l'azote des lignites sous la forme de sulfate d'ammoniaque serait précieuse dans ces parties des provinces de l'ouest qui dépendent, pour leur prospérité, du rendement de l'industrie agricole. La nécessité de récupérer la teneur en azote des lignites n'est peut-être pas des plus apparentes à l'heure actuelle, mais la fertilité du sol vierge s'épuise, et, dans un avenir plus ou moins rapproché, il faudra avoir recours aux engrais artificiels. Cependant, si le besoin immédiat de ces engrais ne se fait pas encore sentir, on pourra facilement disposer des produits azotés dérivés de la gazéification des lignites, soit dans d'autres parties des provinces, soit aux États-Unis, ou encore au Japon. Les bénéfices résultant de la vente de ces produits diminueraient le prix de revient du gaz et conséquemment de l'énergie produite, et puisque l'objectif serait la production d'énergie et de gaz combustible, toute mesure ayant une tendance à en diminuer le coût devrait être adoptée.

L'usine d'énergie municipale d'Edmonton, qui comprend plusieurs unités à vapeur et une unité à gaz de gazogène, fait à peu près exclusivement usage des charbons ligniteux des mines environnantes. On obtient les résultats les plus économiques de l'unité à gaz de gazogène, malgré le chiffre excessivement élevé de capital dont on l'a débité. Le type de gazogène installé n'est pas très approprié au lignite, et il y a lieu de s'attendre à de bien meilleurs résultats d'une installation mieux adaptée à ce combustible.

Des cinq échantillons de lignites reçus à la station d'essais de combustibles, et qui furent soumis à une expérimentation systématique, l'un contient une teneur élevée en azote. Le lignite de Gainford renferme 1.6 pour cent d'azote dans l'échantillon humide, tel que reçu à la station d'essais. Les analyses, tant complètes que commerciales, sont données au tableau suivant:

TABLEAU 20.
Analyses de lignites d'Alberta et de Saskatchewan.

	Tofield.	Gainford.	Rosedale.	Cardiff.	Twin City.	Souris, Sask.
Humidité.....	25.9%	17.0	16.5	20.0	18.1	29.7
Carbone fixe.....	36.7	43.8	43.4	43.4	41.3	49.6
Matière volatile.....	29.8	30.8	33.6	31.6	33.3	44.5
Azote.....	0.9	1.6	1.3	1.2	1.1	1.3
Soufre.....	0.3	0.6	0.4	0.2	...	0.6
Cendres.....	8.5	8.4	6.5	8.0	7.3	12.4
Puissances calorifiques.....	7990 un. therm. ang.	9040	9650	8767	9685	10170 (sec)

En considérant la possibilité de la production d'énergie dans les conditions énumérées ci-dessus, il faut tenir compte que le coût de la main-d'œuvre, les frais d'installation et le prix de revient de l'acide sulfurique, sont considérablement plus élevés que dans les parties de l'est du Canada. Le coût des machines rendues à Edmonton ou environs n'excéderait pas indûment celui d'un matériel analogue rendu dans les provinces de l'est, car on pourrait expédier par eau d'Angleterre jusqu'à 400 milles d'Edmonton. Il y aurait augmentation dans le prix de la main-d'œuvre, du montage et dans la construction des bâtiments nécessaires.

On a estimé le prix de revient de l'acide sulfurique fabriqué à Edmonton à 12.50 dollars net par tonne; il est basé sur le prix du soufre japonais délivré à Edmonton à \$20 la tonne, et un coût de \$60,000 pour la fabrique d'acide pouvant donner 3,000 tonnes par année. Cependant, ce prix de 12.50 dollars est calculé sur un débit de 2,000 tonnes seulement par année.

Nous n'avons pas de données sur les frais de fonctionnement d'une usine à gaz de gazogène à récupération des sous-produits, excédant une consommation de 120 tonnes de combustible par jour, et nous prendrons donc, comme exemple, une installation de ce débit pour discuter l'utilisation des lignites pour la fabrication de gaz à moteurs avec récolte des sous-produits.

Il n'y a pas de raison de choisir Edmonton comme exemple autre que plusieurs échantillons de lignite de cette région ont fait l'objet d'essais complets à la station d'essais de la division des Mines. D'autres parties de l'Alberta et des provinces de Saskatchewan et du Manitoba, contiennent des dépôts de lignite que l'on pourrait utiliser avec avantage d'une façon analogue. De fait, une centrale fonctionnant au lignite, installée à une mine favorablement située par rapport à des centres agricoles, contribuerait notablement au développement et à l'amélioration des conditions agricoles et sociales. C'est ce que l'on fait des grandes tourbières de l'Allemagne et de certaines parties de l'Empire britannique, mais dans ces cas les étendues de terrain allouées à chaque personne ou famille sont restreintes, et une fois le projet de colonisation complété, la centrale pourra fournir de l'électricité à un nombre relativement élevé d'établissements agricoles, pour l'éclairage ou pour l'énergie.

Dans les provinces de l'ouest, les conditions qui règnent sont bien différentes, les fermes sont beaucoup plus grandes, et dans la plupart des cas, les habitations sont fort éloignées les unes des autres. Pour cette raison, on ne pourrait avantageusement installer une centrale dans le seul but de desservir les établissements agricoles. Afin de s'assurer le succès d'une entreprise de ce genre, il faudrait que l'usine soit située à peu de distance de centres suffisamment importants, offrant un débouché au gaz ou à l'énergie développés.

USINE ET FRAIS DE FONCTIONNEMENT.

Dans l'estimation du coût de l'usine et du montage, nous avons fait entrer en ligne de compte les frais additionnels de transport et de main-d'œuvre, pour nous conformer aux conditions qui règnent dans les provinces de l'ouest:

1. Matériel de l'usine à gaz, environ.....	\$100,000
2. Parties de rechange de machines, etc.....	9,000
3. Estimation des machines et parties fabriquées au Canada	10,000
4. Transport, droits d'entrée, assurance des machines construites en Angleterre.....	5,000
5. Bâtiments, fondations, etc.....	25,000
6. Montage.....	20,000
7. Habitations d'ouvriers.....	15,000
8. Fabrique d'acide sulfurique.....	60,000
9. Fonds de roulement.....	40,000
10. Usine d'énergie, bâtiments, générateurs électriques, tableaux de distribution, et 5 machines, de 1,000 chev. ang., dont 1 de réserve.....	340,000
	\$624,000

Frais d'exploitation.

GAZOGÈNES ET SULFATE D'AMMONIAQUE.

24 ouvriers comme il suit:—

1 contre-maitre, par poste, \$4 pour 3 postes.....	\$12.00
6 ouvriers " 3 " "	54.00
1 surveillant 5	5.00
1 ouvrier de réserve 3	3.00
1 mécanicien 4	4.00
	\$78.00

Main-d'œuvre par année de 365 jours.....\$28,470.00

USINE D'ÉNERGIE.

1 machiniste, par poste, à \$4.50, pour 3 postes.....	\$13.50
1 aide " 3.00 "	9.00
1 électricien " 4.50 "	13.50
1 aide " 3.00 "	9.00
	\$45.00

Main d'œuvre par année de 365 jours.....\$16,425.00

Intérêt et amortissement.

Nous présumons un amortissement de l'usine en 20 années.

Intérêt à 6% sur les item 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, et 9, \$13,440 (e).

Amortissement à 5% sur les item 1, 3, 5, 6, et 7 \$9,000 (f).

(a) = e + f = \$22,440.

L'intérêt et l'amortissement de (8) sont compris dans le prix de fabrication de l'acide sulfurique.

Résumé du coût d'exploitation.

(a)—Intérêt et amortissement.....	\$22,440
(b)—Main-d'œuvre, usine à gaz et fabrication de sulfate (chiffres ronds)	28,400
{ Directeur et employés de bureau.....	4,000
{ Chimistes.....	2,000
{ Huiles et matières lubrifiantes.....	2,000
(c) { Fournitures diverses.....	3,000
{ Réparations.....	3,000
{ Frais généraux.....	5,000
(f)—Lignite, 50,000 tonnes à 17 pour cent d'eau, à \$1 la tonne, équivalant à 42,000 tonnes de lignite théoriquement sec..	50,000
	\$119,840
En chiffres ronds.....	\$119,800

Données adoptées.

1. Puissance calorifique d'une livre de lignite contenant 17 pour cent d'eau..... 9,000 unités therm. anglaises.
2. Coefficient de rendement du gazogène..... 70 pour cent.
3. Valeur calorifique du gaz par pied cube. 140 unités therm.
4. Quantité de vapeur nécessaire, par livre de combustible théoriquement sec, gazéifié..... 2 livres¹
5. Quantité de vapeur fournie par les chaudières 1 livres sous une pression de 5 lbs.
6. Coefficient de rendement des chaudières..... 70 pour cent.
7. Coefficient de rendement de la récupération d'azote..... 70 pour cent.

¹ La moitié est fournie par les réchauffeurs.

Quantités obtenues.

1. Énergie calorifique du gaz par livre de combustible gazéifié.

$$9,000 \times 0.7 = 6,300 \text{ unités thermales anglaises.}$$

2. Quantité de gaz par livre de lignite gazéifié,

$$\frac{6300}{140} = 45 \text{ pieds cubes.}$$

3. Quantité de gaz nécessaire pour la production d'une livre de vapeur à une pression de 5 livres.

$$\frac{1,130}{140 \times 0.7} = 11.5 \text{ pieds cubes.}$$

4. Quantité de gaz par livre de lignite contenant 17 pour cent d'eau, disponible pour la production d'énergie.

$$45 - 11.5 = 33.5 \text{ pieds cubes.}$$

5. Quantité totale de gaz par tonne de lignite consommé.

$$45 \times 2,000 = 90,000 \text{ pieds cubes.}$$

6. Quantité totale de gaz par tonne de lignite, disponible pour la production d'énergie.

$$33.5 \times 2,000 = 67,000 \text{ pieds cubes.}$$

7. Puissance calorifique de la quantité totale de gaz, dégagée d'une tonne de lignite.

$$90,000 \times 140 = 12,600,000 \text{ unités therm. anglaises.}$$

8. Puissance calorifique du gaz disponible par tonne de lignite.

$$67,000 \times 140 = 9,380,000 \text{ unités therm. anglaises.}$$

9. Sulfate d'ammoniaque
- $(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$
- , par tonne de lignite d'une teneur X pour cent d'azote.

$$2,000 \times 0.7 \times 4.71 \times \frac{X}{100} = 65.94 X \text{ livres.}$$

10. Acide sulfurique
- H_2SO_4
- , nécessaire par tonne de sulfate.

$$1.1 \times 65.94 X = 72.354.$$

11. Recette brute de la vente de sulfate par tonne de lignite consommé.

$$\frac{65 \times 65.94 X}{2,000} = 2,143 X \text{ dollars.}$$

(65 = prix de vente du sulfate en dollars).

12. Coût de l'acide sulfurique.

$$\frac{12.50 \times 72.53 X}{2,000} = 0.453 X \text{ dollars.}$$

12.50 est le prix de l'acide par tonne de 2,000 livres en dollars.

13. Coût de l'ensachement du sulfate à
- $1\frac{1}{2}$
- dollars la tonne.

$$\frac{1.5 \times 65.94 X}{2,000} = 0.0495 X \text{ dollars.}$$

14. Recettes nettes du sulfate, sans compter le combustible ni les frais d'exploitation.

$$\{ 2 \cdot 143 - (0 \cdot 453 + 0 \cdot 0495) \} X = 1 \cdot 64 X \text{ dollars.}$$

15. Coût total par tonne de lignite théoriquement sec.

$$\frac{(a + b + c) + BF}{42,000} = \left\{ \frac{A + BF}{F} \right\} = \$2.85 \quad (1)$$

ou par tonne de lignite consommé. = \$2.395

A = a + b + c,

F = lignite en tonnes par année.

B = coût du combustible par tonne.

16. Coût net par tonne de lignite sec gazéifié.

$$\left\{ \frac{A + BF}{F} \right\} - 1 \cdot 64 X = \quad (2)$$

$$1 \cdot 64 \left\{ \frac{A + BF}{1 \cdot 64 F} - X \right\} = 1 \cdot 64 (1 \cdot 74 - X)$$

17. Coût net du gaz disponible par 1,000 pieds cubes.

$$1 \cdot 64 \left\{ \frac{\frac{A + BF}{1 \cdot 64 F} - X}{67} \right\} - 0 \cdot 0245 \left\{ \frac{A + BF}{1 \cdot 64 F} - X \right\} \quad (3)$$

$$= \$0 \cdot 0245 (1 \cdot 74 - X).$$

18. Coût net du gaz nécessaire pour produire un cheval-an au moteur à gaz, en supposant que l'usine consomme 42,000 tonnes de lignite par an.

1. Quantité totale de calorique disponible pour la production d'énergie, par tonne de lignite gazéifié, = 9,380,000 unités therm. anglaises.

2. Consommation de calorique du moteur à gaz par cheval-heure anglais, = 10,000 unités therm. ang.

3. Consommation de lignite de l'usine, = 5 tonnes de lignite théoriquement sec par heure.

4. Quantité totale de calorique utilisable à la production d'énergie par heure. = (9,380,000 × 5) unités therm. anglaises.

Puissance disponible:—

$$\frac{9,380,000 \times 5}{10,000} = 4,690 \text{ chev. ang.}$$

Si nous prenons le débit en énergie de l'usine à 4,000 chevaux, le coût du gaz par cheval-année anglais sera.

$$\frac{600^1 \times 1 \cdot 64}{67} \times \frac{4,690}{4,000} (1 \cdot 74 - X) = 17 \cdot 22 (1 \cdot 74 - X) \quad (4)$$

¹ 600 est le nombre de mille pieds cubes de gaz requis pour produire un cheval-année de 350 jours de 24 heures chacun.

19. Coût net de production d'un cheval-année anglais.	
Débit normal de l'usine.....	4,000 chev.
Coût de l'usine.....	\$340,000
Intérêt et amortissement 11%.....	37,400
Main-d'œuvre.....	16,425
Huile.....	1,500
Réparations.....	4,000

Coût total par année\$59,325

Coût par cheval-année, à l'exclusion du prix du gaz.

$$\frac{59,325}{4,000} = 14.83$$

Le prix de revient net par cheval année pour un facteur quelconque de charge est exprimé par l'équation:—

$$\frac{1}{C} \left[1483 + 1722 \left\{ \frac{A + BF^1}{1.64 F} = X \right\} \right] \quad (5)$$

C = le facteur de charge pour cent.

X = la teneur en azote du lignite gazéifié, pour cent.

Lorsque le facteur de charge est 100 pour cent, et que les frais d'exploitation et les frais fixes (A), le prix du combustible (B) et la quantité (F)¹ sont tels que mentionnés dans le cas pris comme exemple, l'équation devient.

$$17.22 (2.6 - X) \quad (6)$$

Si tous les facteurs varient, l'équation qui suit représentera le coût de production d'un cheval-année:—

$$\frac{100}{C} \left[A' + 7.122 \left\{ \frac{A + BF^1}{1.64F} - X \right\} \right]$$

(Voir équation 7, page 166).

Dans le cas du lignite, la quantité de combustible et la teneur en azote peuvent être réduites à l'état absolument sec, mais étant donné que l'on détermine l'azote dans les échantillons de lignite tels qu'on les reçoit, c'est-à-dire avec leur humidité naturelle, il est plus simple de substituer dans la formule ci-dessus la teneur en azote du combustible humide, tel qu'on le charge dans les gazogènes.

On verra par l'équation 6 que lorsque la teneur en azote du lignite atteint 2.6 pour cent, le coût de l'énergie est réduit à zéro.

La figure 39 montre l'effet de l'augmentation de la teneur en azote sur le prix de revient du gaz et de l'énergie.

¹ F est la quantité de combustible sec utilisée par année, lorsque l'usine marche à plein débit, soit 42,000 tonnes par année.

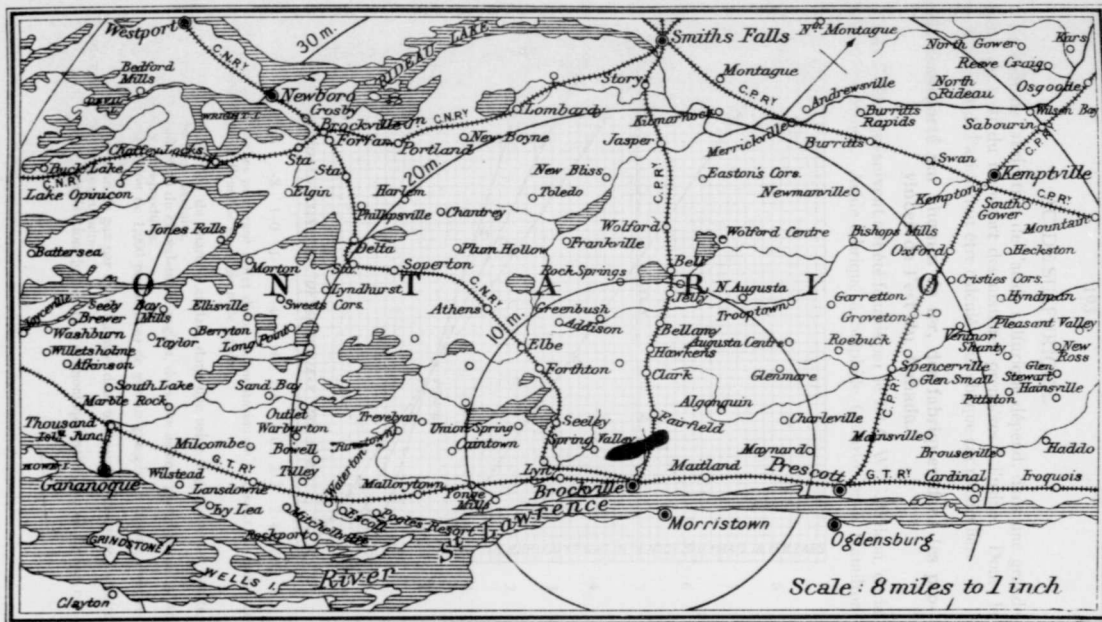


Fig. 36 Tourbière de Brockville avec indication des villes et villages dans un rayon de 30 miles.

ACIDE SULFURIQUE.

Le coût de fabrication de l'acide sulfurique dépend, dans une grande mesure, du coût du transport des matières premières à l'usine. Donc, le prix de revient de l'acide doit être calculé pour chaque cas particulier.

Acide transporté par chemin de fer, des fabriques dans les provinces de l'est du Canada.

Les chiffres qui suivent ont été fournis par le D^r A. W. G. Wilson, de la Division des Mines. Acide fabriqué à Sulphide, Ontario, ou à Hamilton,

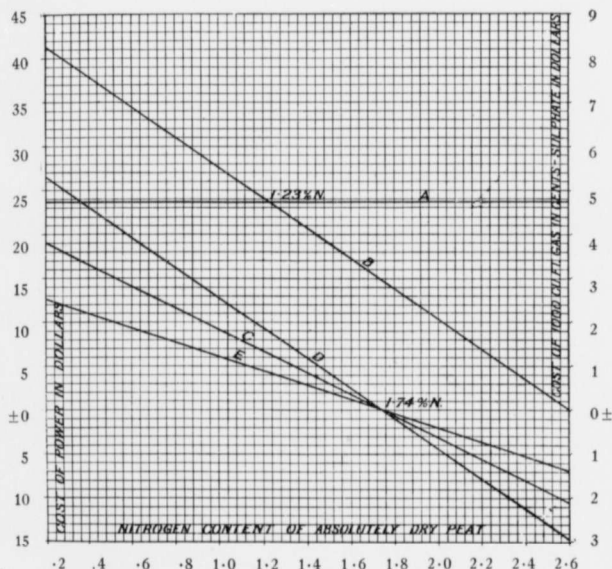


FIGURE 39. Courbes montrant l'effet d'une augmentation de la teneur en azote sur le coût de production de l'énergie en utilisant le lignite.

A. Coût de production du charbon anglais, dans une usine à gazogène au lignite, sans récupération des sous-produits.

B. Coût de production du cheval-année anglais, dans une usine à gazogène au lignite avec récupération des sous-produits.

C. Coût de production de 1,000 pieds cubes de gaz au gazogène à lignite, avec récupération des sous-produits.

D. Coût de production de gaz par cheval-année, dans une usine à gazogène à lignite avec récupération des sous-produits.

E. Coût net de la récupération du sulfate d'ammoniaque par tonne de lignite, contenant 17% d'eau.

Ontario; les frais de revient comprennent les frais de transport; il est très probable que si le chiffre d'affaires était très important, le taux du fret pourrait être considérablement réduit. À présent, les frais de transport représentent de 60 à 68 pour cent du coût de l'acide. Nous présumons que l'on importerait de l'acide à 66° Baumé, que l'on diluerait sur place selon les besoins de l'industrie. Les prix sont donnés sur une base d'acide à 60° Baumé, et sont approximativement comme il suit:—

Edmonton, Alberta.....	\$30.00
Tofield.....	30.00
Gainford.....	31.00
Moose Jaw, Sask.....	36.00
Estevan, Sask.....	25.25

À ces prix élevés, on ne peut avantageusement utiliser l'acide sulfurique à la fabrication du sulfate d'ammoniaque. Dans presque tous les cas, il faudra donc fabriquer l'acide à proximité de l'usine de gazéification.

Estimation du coût de fabrication de l'acide sulfurique dans les provinces de l'ouest du Canada.¹

Il est probable que l'on peut se procurer du soufre du Japon à un prix de \$20 la tonne rendu à Edmonton. Le soufre de Louisiane coûterait environ \$30 à Estevan. Les bâtiments et l'installation d'une fabrique de 3,000 tonnes d'acide par année coûteraient dans les environs de \$60,000. Sur cette base, de l'acide à 60° Baumé coûterait à Edmonton environ \$12.50 la tonne, et à Estevan \$14.50, en comptant sur une fabrication annuelle de 2,000 tonnes, soit les deux-tiers du débit possible de l'usine.

Les chiffres que nous avons donnés dans un chapitre précédent, de l'estimation du coût d'une fabrique d'acide sulfurique de 3,000 à 4,000 tonnes par année dans les provinces de l'est du Canada, sont les mêmes que pour une usine construite aux États-Unis, soit \$36,000. Si le coût prévu d'une usine analogue à Edmonton est de \$60,000, il est probable que le chiffre de \$36,000 pour l'est du Canada est trop faible. Pourtant le prix de \$8 la tonne, comme coût de fabrication de l'acide dans les fabriques de l'est du Canada, est à peu près juste, et ne varierait guère d'un côté ou de l'autre.

¹ Devis fourni par le Dr A. W. G. Wilson, Chef de la Section des mines métallifères, Division des Mines, Ottawa.

CHAPITRE VIII.

HOUILLE.

Nous avons, dans un chapitre précédent, traité au long la possibilité de produire de l'énergie ou du gaz à moteur en des gazéifiant des charbons bitumineux dans des gazogènes à récupération des sous-produits, et ce sujet ne requiert que quelques remarques supplémentaires. Depuis plusieurs années, un grand nombre d'usines de cette nature fonctionnent dans les Îles Britanniques et autres pays d'Europe, et fournissent de l'énergie ou du gaz à d'autres industriels. À Accrington, Angleterre, on a monté une usine municipale centrale pour la production de 1,000 chevaux, par une installation au gaz Mond, à récupération des sous-produits, et cette entreprise a été couronnée de succès.

Les analyses de nombreux échantillons de houille pris dans les principales mines du Canada, indiquent que ces charbons conviennent éminemment, quant à la teneur en azote, à la fabrication de gaz de gazogène. Nous en donnons quelques exemples ci-dessous.

TERRAINS HOUILLETS DE SYDNEY, CAP BRETON, NOUVELLE-ÉCOSSE.

Charbonnages North Atlantic Collieries, veine Gowrie, Port Morien.

Houille commerciale, passée au crible de $\frac{3}{4}$ pouces, et à la table de triage: Azote, 1.00 pour cent, puissance calorifique 12,620 unités thermales anglaises par livre.

Dominion Coal Co., Glace Bay, veine Hub, mine Dominion n° 7.

Houille commerciale, passée au crible de $2\frac{1}{2}$ pouces et à la table de triage:—Azote 1.6 pour cent, puissance calorifique de la houille sèche, 13,860 unités thermales anglaises, par livre. Houille lavée,—Azote 1.7 pour cent, puissance calorifique de la houille sèche, 14,310 unités thermales par livre.

Veine Harbour, mine Dominion n° 9.

Houille commerciale, passée au crible de $2\frac{1}{2}$ pouces et à la table de triage:—Azote, 1.5 pour cent; valeur calorifique, 14,000 unités thermales anglaises par livre.

Veine Phalen, mine Dominion n° 5 ou Réserve.

Houille commerciale passée au crible de $1\frac{1}{2}$ pouces et à la table de triage:—Azote, 1.4 pour cent; valeur calorifique 14,040 unités thermales anglaises par livre.

Veine Emery, mine Dominion n° 10.

Houille commerciale, tout venant, passée à la table de triage:—azote, 1.2 pour cent; valeur calorifique 13,120 unités thermales anglaises par livre. Houille lavée, azote 1.3 pour cent; valeur calorifique, 13,880 unités thermales anglaises par livre.

Veine Lingan, mine Dominion n° 12.

Houille commerciale, tout venant. Azote, 1.6 pour cent; puissance calorifique, 13,790 unités thermales anglaises par livre.

**HOUILLÈRES DE LA NOVA-SCOTIA STEEL & COAL CO., À
SYDNEY MINES.**

Mine n° 1.

Houille commerciale, passée au crible de $\frac{7}{8}$ pouce et à la table de triage: azote, 1.3 pour cent; puissance calorifique, 13,770 unités thermales anglaises par livre. Houille lavée: azote, 0.9 pour cent; puissance calorifique, 14,490 unités thermales anglaises par livre.

Mine n° 3.

Houille commerciale, passée au crible de $\frac{1}{2}$ pouce et à la table de triage:—azote, 1.04 pour cent; puissance calorifique, 13,690 unités thermales anglaises par livre.

**TERRAINS HOUILLERS D'INVERNESS, COMTÉ D'INVERNESS,
NOUVELLE-ÉCOSSE.**

**Charbonnages Inverness Coal and Railway Co., mine
d'Inverness.**

Houille commerciale, passée au crible $\frac{5}{8}$ pouce et à la table de triage:—azote, 0.9 pour cent; puissance calorifique, 12,150 unités thermales anglaises par livre. Houille lavée, azote 0.6 pour cent; puissance calorifique, 12,800 unités thermales anglaises par livre.

Richmond Railway Co., mine de Port Hood.

Houille commerciale, passée au crible de $\frac{3}{4}$ pouce, et à la table de triage: azote, 0·8 pour cent; puissance calorifique, 11,770 unités thermales anglaises. Houille lavée, azote 0·6 pour cent; puissance calorifique, 12,550 unités thermales anglaises.

TERRAINS HOUILLERS DE PICTOU, COMTÉ DE PICTOU, NOUVELLE ÉCOSSE.

Acadia Coal Company, mine Vale, à Thorburn; couche de six pieds.

Houille commerciale, passée au crible de $\frac{3}{4}$ pouce, et à la table de triage: azote, 1·8 pour cent; puissance calorifique, 12,020 unités thermales anglaises par livre. Houille lavée: azote, 1·7 pour cent; puissance calorifique, 12,760 unités thermales anglaises par livre.

Acadia Coal Co., mines du puits Allan, à Stellarton.

Houille commerciale tout venant, passée à la table de triage: azote, 1·9 pour cent; puissance calorifique, 13,230 unités thermales anglaises par livre. Échantillon frais pris pour essai de cokéfaction: azote, 2·2 pour cent; puissance calorifique, 14,000 unités thermales anglaises par livre.

Acadia Coal Co., Mine Albion, Stellarton, troisième couche.

Houille commerciale, tout venant: azote, 1·7 pour cent, puissance calorifique, 12,580 unités thermales anglaises par livre. Houille lavée: azote, 1·5 pour cent, puissance calorifique, 13,050 unités thermales anglaises. Nouvel échantillonnage de la même houille, 12 mois plus tard: azote, 1·6 pour cent; puissance calorifique, 12,460 unités thermales anglaises par livre.

Acadia Coal Company, mine Albion, couche Cage Pit.

Houille commerciale, tout venant: azote, 2·1 pour cent; puissance calorifique, 13,180 unités thermales anglaises par livre.

Acadia Coal Company, mine Acadia, Westville, couche principale.

Houille commerciale, passée au crible de 1 pouce et à la table de triage: azote, 1·6 pour cent; puissance calorifique, 13,860 unités thermales anglaises par livre. Nouvel échantillonnage pour cokéfaction: azote, 2·2 pour cent.

Intercolonial Coal Co., mine Drummond, Westville, couche principale.

Houille commerciale, passée au crible de 1 pouce, et à la table de triage: azote 2·1 pour cent; puissance calorifique 12,960 unités thermales anglaises. Houille lavée: azote, 2·0 pour cent; puissance calorifique, 13,590 unités thermales anglaises par livre. Nouvel échantillon pour cokéification. azote, 1·9 pour cent.

TERRAINS HOUILLERS DE SPRINGHILL, COMTÉ DE CUMBERLAND, NOUVELLE-ÉCOSSE.

Cumberland Railway and Coal Co., mine n° 1, Springhill.

Échantillon spécial pour essai de cokéification: azote, 1·9 pour cent; puissance calorifique, 14,190 unités thermales anglaises par livre.

Cumberland Railway and Coal Co., mine n° 2, Springhill.

Houille commerciale, passé sur un tamis de $\frac{3}{4}$ pouce et à la table de triage: azote, 1·2 pour cent; puissance calorifique, 13,370 unités thermales anglaises. Houille lavée: azote, 1·0 pour cent; puissance calorifique, 13,860 unités thermales anglaises par livre. Échantillon frais pour essai de cokéification. Azote, 2·0 pour cent; puissance calorifique, 13,880 unités thermales anglaises par livre.

Cumberland Railway and Coal Co., mine n° 3, Springhill.

Houille commerciale, passée au tamis de $\frac{3}{4}$ pouce et à la table de triage: azote, 1·8 pour cent; puissance calorifique, 13,570 unités thermales anglaises par livre. Nouvel échantillon pour essais de cokéification, azote, 1·8 pour cent.

TERRAINS HOUILLERS FRANK-BLAIRMORE, ALBERTA.

Teneur moyenne en azote des échantillons analysés, 1·0 pour cent.

TERRAINS HOUILLERS DE CROWSNEST, COL. BRIT.

Teneur moyenne en azote des échantillons analysés, 1·3 pour cent.

TERRAINS HOUILLERS DE CASCADE, ALBERTA.

Teneur moyenne en azote, 1·0 à 1·7 pour cent.

TERRAINS HOUILLERS DE LA VALLÉE NICOLA, COL. BRIT.

Teneur en azote, 1·3 à 2·0 pour cent.

TERRAINS HOUILLERS DE NANAÏMO-COMOX, ÎLE DE
VANCOUVER, COL. BRIT.

Teneur en azote, 1·0 à 1·2 pour cent.

Dans presque tous les cas des analyses de houille, la teneur en azote est suffisamment élevée pour permettre de faire la récupération des sous-produits avec avantage si le coût de l'usine et les frais d'exploitation ne sont pas excessifs, mais il ne peut être question de monter des usines dans le seul but de récolter les sous-produits. Dans les régions peu peuplées, ou dans des localités où fonctionnent des batteries de fours à coke à récupération des sous-produits, le champ d'utilisation du gaz serait restreint. Les gaz des fours à coke suffisent aux besoins de la production d'énergie, et le principe de conservation serait sauvegardé dans une certaine mesure, quoique le rendement du procédé de récupération des fours à coke ne soit pas aussi élevé que celui par gazogènes. Le charbon de certaines mines favorablement situées par rapport aux moyens de transport pourrait être utilisé dans des gazogènes à récolte des sous-produits, sans tenir compte de l'utilisation du gaz dégagé, si la teneur en azote est suffisamment élevée.

Il existe des houilles dans les parties de l'est du Canada en Nouvelle-Écosse. À ces mines, on pourrait peut-être utiliser le charbon même dans des gazogènes pour la récupération des sous-produits seule. Il est inutile dans le cas de la houille de considérer le coût de la production de puissance etc., car la gazéification en gazogène des types variés n'est aucunement problématique. La quantité de gaz excède de beaucoup celle que dégagent les combustibles pauvres, et conséquemment le coût par 1,000 pieds cubes sera considérablement moins si le coût de l'usine et les frais d'exploitation sont les mêmes. Au cours de la gazéification de la houille dans un gazogène à récupération des sous-produits, la récolte du goudron pourrait devenir la source de profits appréciables.

Dans les mines de l'est du Canada, qui fabriquent des briquettes de houille, la poix provenant de cette opération pourrait être avantageusement utilisée comme liant lorsque l'on produit des briquettes sur une grande échelle.



CHAPITRE IX.

RÉSUMÉ.

Il a été démontré, dans les chapitres qui précèdent, que dans certaines conditions, on peut avec avantage faire usage de la tourbe pour la production de gaz à moteurs ou pour fins domestiques, avec récupération des sous-produits. La teneur maximum d'eau de la tourbe ne devrait pas dépasser 40 pour cent si l'on veut obtenir des résultats économiques, et autant que possible il faudrait rester à 30 pour cent; le prix de revient de ce combustible à 30 pour cent d'eau ne devrait pas être plus de \$1.50 la tonne. Lorsque la teneur en azote tombe au-dessous de $1\frac{1}{2}$ pour cent de la tourbe théoriquement sèche, on ne peut avantageusement faire la récupération des sous-produits; car il y a plusieurs facteurs incertains dans l'exploitation et l'utilisation de ce combustible. Il faut donc se ménager une ample marge en tout pour faire face aux arrêts et aux pertes possibles par l'insuffisance d'approvisionnement de combustible, ou par une teneur élevée en eau due à une saison pluvieuse. Nous avons désigné plusieurs tourbières où on pourrait réussir à produire un gaz à moteurs et un gaz combustible. Dans ces cas, la teneur en azote est élevée, et où la seule récupération de l'azote sous forme de sulfate d'ammoniaque suffirait pour donner des bénéfices. La question de fabrication de la tourbe, et de l'emmagasiner de l'approvisionnement de combustible pour les besoins de l'usine, a été traitée au long, et nous avons démontré que dans le cas d'une usine européenne, on a surmonté ces difficultés. L'usine d'énergie à vapeur de Wiesmoor, Allemagne, montée pour l'usage exclusif de tourbe, a été décrite en détail. Cette entreprise a réussi au delà des espérances des organisateurs, et avec la tourbe à un dollar et quart, on peut produire de l'énergie plus économiquement qu'avec du charbon coûtant trois dollars et demi la tonne. Dans le cas de l'usine d'énergie au gaz Mond, à Osnabruck, l'entreprise n'eut pas de succès, à cause, dans une grande mesure, du choix injudicieux de la tourbière. À cause du manque de temps, on ne put effectuer un drainage à fond avant de commencer l'exploitation, et la teneur en azote était trop faible, un pour cent environ. On s'était engagé à fournir de l'énergie à une certaine date, avant de commencer la construction de l'usine, et en conséquence on ne put préparer la tourbière comme elle eut dû l'être. Il en résulta des prix de revient très élevés pour une tourbe à trop grande teneur d'eau, qui ne permirent pas de remplir les conditions du contrat. D'un autre côté, on a atteint un succès marqué dans le cas de l'usine à gaz Mond près d'Orentano, Italie.

Nous avons démontré qu'étant donné des conditions favorables, on peut produire de l'énergie sur certaines tourbières du Canada aussi économiquement qu'avec une usine hydro-électrique.

Nous avons étudié en détail la possibilité d'utiliser la houille et le lignite pour la production de gaz à moteurs ou de gaz combustible à l'aide de gazogènes à récolte des sous-produits. Nous avons décrit l'usine à gaz Mond de South Staffordshire, Angleterre, qui fabrique et distribue du gaz dans une importante région industrielle. Cette entreprise a démontré que l'on peut vendre du gaz industriel à un prix, par 1,000 pieds cubes, inférieur au gaz de cornue d'une valeur calorifique égale. Le champ pour desservir les cités et les villes pour usages domestiques est vaste, mais un tel usage de ce gaz est actuellement prohibé par la loi. Dans ces parties du Canada où il y a un débouché pour du gaz pour usages domestiques, et où il est difficile de se procurer un combustible approprié à des prix raisonnables, on pourrait dériver de grands avantages de la distribution de gaz de gazogène. Nous avons indiqué, dans cet ordre d'idées, comment on pourrait utiliser les lignites de l'ouest, et plus spécialement les lignites exploités à proximité d'Edmonton et autres centres.

Quant aux houilles du Canada, nous avons donné les teneurs en azote des principales, pour indiquer celles qui pourraient spécialement convenir à la récupération des sous-produits.

Pour l'étude d'un projet d'établissement d'usine à gaz à gazogène, avec récupération des sous-produits, soit par la production d'énergie, ou pour la consommation directe, ou pour la fabrication de sulfate d'ammoniaque, on devra s'assurer de la part des constructeurs du coût du matériel rendu au site de l'usine, ainsi que du coût des bâtiments, du montage et des frais d'exploitation; et puisque l'acide sulfurique est un facteur important dans la production de sulfate d'ammoniaque, on devra étudier les moyens de se le procurer au meilleur compte possible. Sur le littoral Atlantique, ou à une courte distance à l'intérieur, le prix de revient de l'acide serait dans les environs de \$8 la tonne. Ce chiffre, cependant, n'est qu'une estimation, mais le prix ne devrait pas en dévier d'une manière appréciable.

Pour conclure, nous pouvons dire que nous croyons qu'à quelques-unes des tourbières du Canada, et à certaines mines de lignite des provinces de l'ouest, on pourrait avantageusement exploiter une usine à gaz de gazogène pour la production d'énergie ou de gaz domestique, en certains cas avec récupération des sous-produits. Lorsqu'il existe un débouché pour le gaz dégagé par ce procédé, on pourrait l'appliquer à l'utilisation de la houille; mais comme les principales mines ont des installations de fours à coke, et que le gaz qui s'en dégage suffit probablement aux besoins locaux, il serait plus avantageux, au point de vue financier, d'établir des usines de récupération de sous-produits en conjonction avec la fabrication du coke. Du reste, on a adopté cette pratique en Nouvelle-Écosse et au Sault-Ste-Marie, dans l'Ontario.

¹ De l'ouvrage "Tourbe usages et produits," par P. R. Bjorling et F. T. Gissings.

INDEX.

A.

	PAGE
Acide sulfurique, coût de l', au Canada.....	159
Acide sulfurique, prix de revient.....	193
Alberta, analyses de lignites.....	186
Alfred, analyses de tourbe d'.....	40, 42
Alfred, prix de revient.....	22
Alfred, usines de tourbe.....	22
Allemagne, analyses de tourbe.....	43
Allemagne, encouragement de l'industrie.....	4
Allemagne, usines et prix de revient.....	21
Ammoniaque, formation de l'.....	78
Ammoniaque, sources.....	51
Analyses de lignites.....	186
Analyses de tourbe.....	39
Analyses de tourbe, Ontario.....	40
Azote des tourbières.....	52
Azote et sulfate d'ammoniaque.....	51
Azote, teneur en, lignites.....	186
Azote, teneur en, tourbe canadienne.....	158
Azote, tourbe d'Orentano.....	84

B.

Balckeschen, refroidisseurs.....	138
Bassins houillers, situation.....	2
Blizard, John.....	47
Bone et Wheeler, températures de réactions.....	73
Brockville, tourbière de, description.....	179
Brune et Horst, procédé.....	29
Bureau prussien des domaines.....	135
Brunner, analyses de tourbe de.....	40, 42

C.

Cadigoro, usine Mond à.....	99
Canada, possibilités des tourbières du.....	174
Canada, usines de tourbe.....	21
Canaux, tourbière Wiesmoor.....	151
Canada, production sulfate d'ammoniaque.....	61
Carbonisation humide.....	26
Cascade, azote dans la houille de.....	198
Cerasoli, gazogène, à Orentano.....	86
Chaudières de Wiesmoor.....	147
Chemin, tourbière Wiesmoor.....	153
Colonisation tourbière Wiesmoor.....	156
Colonne ammoniacale, gaz Mond.....	68
Combustible employé à Langwith.....	129
Combustible employé à Ondley Port.....	123
Composition de la tourbe.....	8
Compteurs à gaz relatifs.....	118
Coût de construction au Canada.....	159
Crownsnest, azote dans la houille de.....	198
Culture tourbière Wiesmoor.....	151, 154

D.

Défrichement, tourbière Wiesmoor.....	151
De Laval, subvention à.....	28
Deutsche Mond Gas and Nebenproduktion Gesellschaft.....	81
Dolberg, système.....	17

	PAGE
Dudley Port, usine à gaz de.....	81
Dumfries, usines expérimentales.....	27

E.

Écosse, analyses de tourbe d'.....	43
Edmonton, usine d'énergie d'.....	186
Ekenberg, carbonisation.....	26
Élévateur de tourbe à Wiesmoor.....	141
Elizabeth town, tourbière d'.....	179
Emmagasinage de la tourbe à Wiesmoor.....	147
Énergie hydro-électrique.....	169
Ernest Scott, évaporateur système.....	129
Essais de tourbe de Wiesmoor.....	149
Essai, gazogène Westinghouse.....	74
Essais à l'usine d'Osnabruck.....	104
Étendage de la pulpe.....	15
Extraction de l'eau par pression.....	29
Extraction de la tourbe.....	9

F.

Fabrication de la tourbe à Wiesmoor.....	139
Farnham, usine de tourbe.....	21
Frais d'exploitation, usine au lignite.....	188
France, analyses tourbe de.....	43
Frank-Blairmore, azote dans la houille de.....	198
Frank-Caro, procédé.....	100
Forces hydrauliques au Canada.....	160

G.

Gainford, lignite de, teneur en azote.....	186
Gaz de chauffage.....	173
Gaz de cornues, fabrication.....	178
Gaz Mond, fabrication du.....	71
Gaz Mond pour moteurs à gaz.....	127
Gaz produit à Langwith, analyse.....	131
Gazogènes à tourbe, récupération ammoniacale.....	65
Gazogènes Mond à Langwith.....	128
German Mond Gas and By-Products Co.....	100
Germania, ateliers de construction.....	138
Glace Bay, N.-É., azote dans la houille de.....	195
Godmanchester, tourbières de.....	181
Goudron, production à Langwith.....	132
Goudron, usine de.....	121
Gwillimbury, tourbière de.....	183

H.

Holland, analyses de la tourbière.....	41
Holland, tourbière de, description.....	183
Houille.....	195
Houille, usine à gaz de.....	113
Houille de Langwith, analyses.....	130
Houille et gaz, analyses.....	121
Humidité et puissance calorifique.....	45
Hydrocellulose.....	25
Inverness, azote dans la houille de.....	196
Irlande, analyses tourbe d'.....	43
Italie, usines et prix de revient.....	21

J.

Jakobson, presse.....	15
-----------------------	----

	PAGE
K.	
Komoka, analyses de tourbe de.....	40, 42
L.	
Labourage électrique, tourbière Wiesmoor.....	154
Langwith By-Products Recovery Co.....	128
Langwith, résultats de l'usine de.....	132
Large Tea Field, tourbière.....	181
Larson, sur l'hydrocellulose.....	26
Lavier mécanique, gaz Mond.....	68
Lignite.....	185
Lingan, N.-É., azote dans la houille de.....	196
M.	
Main-d'œuvre, à Dudley Port.....	122
Main-d'œuvre au Canada.....	158, 161
Manutention de tourbe à Wiesmoor.....	146
Mer bleue, analyses de tourbe.....	40, 42
Mise en culture tourbière Wiesmoor, prix de revient.....	155
Mond, gaz, usine d'Orentano.....	82
Mond, gazogène, description.....	66
Mond, usine à gazogène Mond.....	66
Moore, procédé.....	12
N.	
Nanaïmo, azote dans la houille de.....	199
Nicola, azote dans la houille de.....	198
Newington, analyses de tourbe de.....	40, 42
O.	
Ontario, analyses de tourbe.....	40
Orentano, tourbière d'.....	82
Orentano, séchage de la tourbe à.....	83
Orentano, usine à gaz Mond d'.....	82
Orentano, prix de revient de l'énergie.....	94
Orentano, usine d', frais d'exportation.....	92
Ostfriesland, tourbières d'.....	135
Osnabruck, usine à gaz de tourbe.....	100
Osnabruck, usine d'énergie d'.....	102
P.	
Perth, analyses de tourbe de.....	40, 42
Pictou, azote dans la houille de.....	197
Port Hood, azote dans la houille de.....	197
Port Morin, N.-É., azote dans la houille de.....	195
Pouvoir calorifique.....	39
Power Gaz Corporation.....	114
Prix de vente du gaz, S. Staffordshire.....	125
Prix de revient du gaz à Dudley Port.....	124
Production d'énergie à Orentano.....	90
Production de tourbe à Wiesmoor.....	141
Puissance calorifique et humidité.....	45
R.	
Réactions, fabrication gaz Mond.....	71
Remerciements.....	5
Rondeau, analyses de tourbe de.....	40, 42
Russie, production de tourbe.....	3
S.	
Saskatchewan, analyses de lignites.....	116
Schweger, tourbière de.....	103
Séchage à air chaud.....	33

	PAGE
Séchage à l'air.....	8
Séchage artificiel.....	24
Séchage artificiel de la tourbe.....	31
Séchage par pression.....	24
Sleepbridge, usine de.....	130
Small Tea Field, tourbière.....	181
Société Siemens-Schuckert.....	135
South Staffordshire Mond Gaz Co.....	113
Springhill, azote dans la houille de.....	198
Stellarton, azote dans la houille de.....	197
Streng, excavateur.....	19
Suco, filtre épurateur.....	138
Sulfate d'ammoniaque.....	51
Sulfate d'ammoniaque, évaporation de la liqueur.....	89
Sulfate d'ammoniaque à Langwith.....	131, 134
Sulfate d'ammoniaque, à Osnabruck.....	107
Sulfate d'ammoniaque, France.....	61
Sulfate d'ammoniaque, États-Unis.....	61
Sulfate d'ammoniaque, prix.....	64
Sulfate d'ammoniaque, production mondiale.....	62
Sulfate d'ammoniaque, statistique.....	53
Sulfate d'ammoniaque, usages.....	53
Surchauffeurs d'air, système Mond.....	68
Sydney Mines, azote dans la houille de.....	196
T.	
Thorburn, azote dans la houille de.....	197
Tourbe, teneur en eau.....	7
Tourbe combustible, fabrication au Canada.....	167
Triturateur Anrep.....	11
Transport de la tourbe à Wiesmoor.....	145
Trituration de la tourbe.....	8
Turbo-dynamos à Wiesmoor.....	138
U.	
Usines à gaz visitées.....	81
Usine à gazogène au Canada, coût.....	161
Usine à tourbe au Canada, coût.....	170
Usine d'énergie à tourbe au Canada.....	157
V.	
Victoria road, analyses de tourbe de.....	40, 42
W.	
Waugenheim, F. von, agronome.....	156
Welland, analyses de tourbe de.....	40, 42
Westinghouse, essais de gazogène.....	74
Westville, azote dans la houille de.....	197
Wet Carbonizing Company, Londres.....	27
Wiesmoor, tourbière de.....	135
Wiesmoor, usine d'énergie.....	136
Z.	
Zoelly, turbines système.....	138

