

Au Canada, où la durée des heures de jour est longue, pendant l'été, les briquettes sèchent bien, les chutes de température étant peu sensibles durant les heures brèves de la nuit.

A moins qu'elles ne soient très fortes, les pluies ne désagrègent pas les briquettes de tourbe bien façonnées.

VI. Aménagement d'une aire de séchage. Méthode des tourbiers de l'Aisne et de la Somme (fig. 40). — Dans l'Oise, en s'inspirant de ce qui se fait en briqueterie,

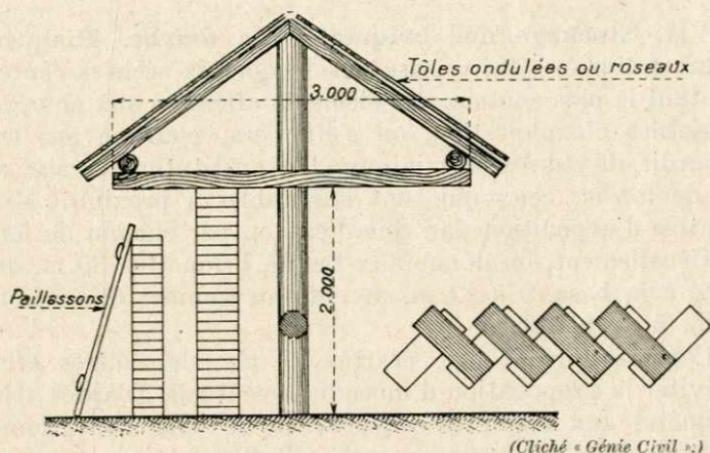


Fig. 40. — Séchage combiné sur pré et sous petits hangars par la méthode des tourbiers de l'Aisne et de la Somme.

(Les briques sont croisées d'un rang sur l'autre, comme le montre le croquis de droite, et les piles sont liées de place en place pour s'épauler).

des exploitants, à la fois briquetiers et tourbiers, ont adopté la disposition suivante :

Ils ont construit des hallettes, de 2 m. de hauteur et 3 m. de largeur, espacées de 15 à 20 m., la charpente en est constituée par des rondins et la couverture, de tôles ondulées quand cela est possible ou de roseaux ; l'orientation en est telle qu'elles présentent leur pignon (lequel est protégé) aux vents d'ouest qui amènent la pluie. D'une façon

générale, il faut s'inquiéter de la direction des vents dominants.

Les briquettes de tourbe sont posées sur le sol entre les hallettes. Dès qu'elles se sont ressuyées suffisamment, on les empile en laissant entre elles un vide suffisant pour le passage de l'air. En fin de campagne, les hangars sont remplis jusqu'au faitage, des pailleçons sont posés sur les côtés afin de protéger les produits contre la pluie.

En briqueterie, on arrive ainsi à conserver des produits par millions pendant quelquefois plusieurs années.

**VII. Stockage des briquettes de tourbe. Risques d'incendies.** — La reprise des briquettes séchées représentant le plus coûteux des éléments afférents aux charges variables d'exploitation, on s'efforcera, pour ne pas les alourdir, de réduire au minimum les constitutions de stocks et de former ceux qui sont inévitables à proximité des centres d'expédition par voie d'eau ou par chemin de fer.

Usuellement, on donne aux tas de briquettes 30 m. de côté à la base, 9 à 12 m. de côté au sommet et environ 6 m. 5 de hauteur.

Ces tas doivent être écartés les uns des autres afin d'éviter la propagation d'incendies éventuels. D'après des enquêtes aux résultats concordants de The Peat Committee, on n'a jamais constaté d'inflammations spontanées de briquettes de tourbe.

D'autre part, les briquettes ne se détériorent pas après un stockage prolongé à l'air libre (deux ans, par exemple). Mieux encore, elles gagnent en cohésion et en densité, consécutivement à la réduction de leur teneur en eau.

**VIII. Désagrégation des briquettes. Formation de poussières.** — A la suite de leur manipulation plus ou moins adroite et de leur cohésion plus ou moins grande, les briquettes se fragmentent. La formation correspondante de fines peut atteindre et même dépasser 15 % du poids des briquettes. Ce n'est là seulement qu'une perte

peu élevée quand on vend avantageusement et complètement ces fines. On les emploie pour la préparation d'engrais composés, la désinfection des étables et des fosses d'aisances, etc...

La formation de fines nécessite l'attention. Effectivement, si l'on produit 20.000 t. de briquettes et si l'on obtient à leurs dépens 5 % seulement de fines, on recueillera 1.000 t. de ces dernières. Pour une pareille quantité, il sera nécessaire de créer un atelier de criblage destiné à leur conditionnement.

---



## NEUVIÈME PARTIE

### PRINCIPES GÉNÉRAUX DU SÉCHAGE DE LA TOURBE PAR DES PROCÉDÉS MODERNES : ECKENBERG, COLIN, JARRY, MENU, VIBERT, COURTEVILLE (1)

I. **Exposé.** — A la deuxième partie, nous avons vu que la difficulté du séchage de la tourbe verte tient au gel d'hydrocellulose que celle-ci contient et qui, en enrobant ses particules, met obstacle par son état colloïdal, à l'expulsion complète de l'eau sous l'action d'une pression même très élevée et s'exerçant brusquement. Le nœud du problème afférent au séchage de la tourbe consiste donc à rompre son état colloïdal. Ceci revient à détruire l'hydrocellulose ou, tout au moins, à désagréger l'enveloppe hydrocellulosique enserrant les particules tourbeuses. Il est au moins nécessaire de briser cette enveloppe parce que ses cellules, très avides d'eau, opposent une résistance énergétique au séchage, quelle qu'en soit la nature (thermique ou naturel) et qu'elle en prolonge, par le fait même, la durée (fig. 41).

Souvent, on a recouru, sans artifices spéciaux, à une pression, laquelle a été vaine malgré une valeur élevée. En réalité, la pression devient efficace si l'on interpose entre les plateaux compresseurs et la tourbe une substance

---

(1) D'autres méthodes sont en cours de mise au point : essorage par la méthode de M. Domenech, ingénieur espagnol ; électro-osmose, procédé de M. Marinesco ; par un courant d'air chaud dans un four-tunnel, procédé Capricorne, etc...



absorbante qui, en agissant à la manière d'une feuille de buvard, dessèche partiellement la surface de contact et provoque un déséquilibre dans toute la masse qui se déshydrate progressivement.

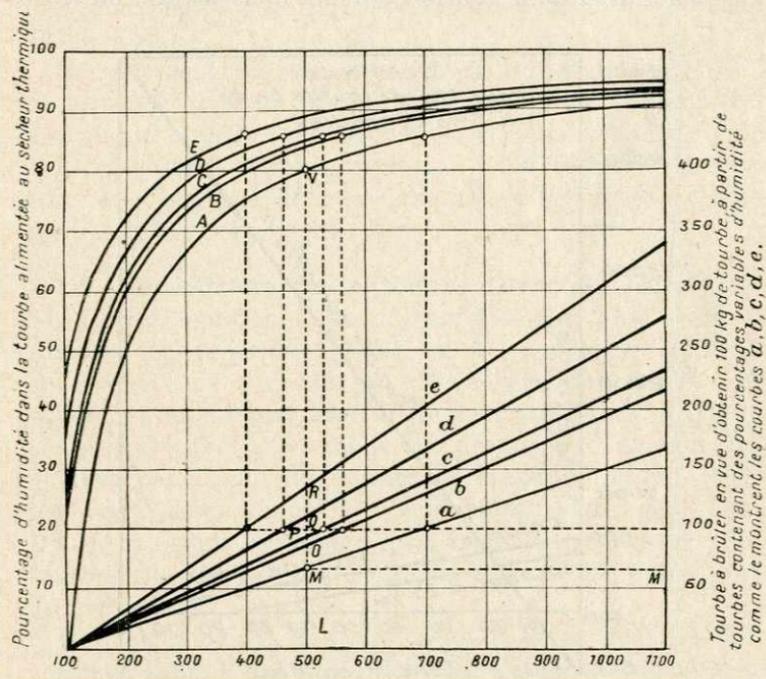


Fig. 41. — Poids en kgr. de tourbe brute à sécher pour obtenir 100 kgr. de tourbe enlevable ou à 20, 25, 35, 42 % d'humidité, comme le montrent les courbes A, B, C et D.

## II. Principaux moyens de séchage de la tourbe par rupture de son enveloppe hydrocellulosique. — On peut citer les suivants :

- 1° Trituration de la tourbe ;
- 2° Addition à la tourbe, en une ou plusieurs étapes, de 30 % environ de son poids de poussier sec de tourbe ou de semi coke de tourbe (procédé Madruck) ;
- 3° Incorporation à la tourbe d'oxyde de fer

colloïdal et de tourbe sèche ; 4° Chauffage de la boue tourbeuse par la vapeur à 180°, ce qui correspond à une opération effectuée en vase clos sous la pression absolue de 10 atm. (procédé Eckenberg) ; 5° Pressage *progressif* jusqu'à 5 atm. de la tourbe contenue dans des sacs ou entre

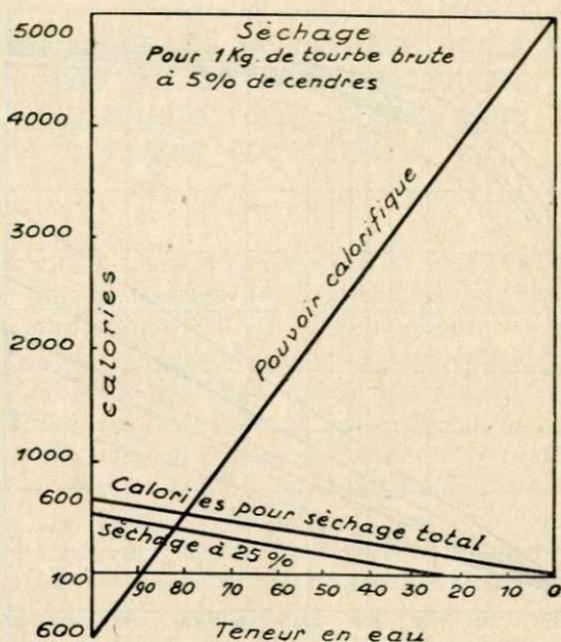


Fig. 42. — Relation entre la teneur en eau et le pouvoir calorifique de la tourbe. Calories nécessaires pour le séchage d'un kilogramme de tourbe brute.

des toiles en chanvre (procédé Colin) ; 6° Séchage combiné par courant d'air et par voie thermique (procédé Jarry).

Nous ne nous étendrons ici ni sur la trituration de la tourbe puisque ce sujet a été traité aux pages 29-31 de notre ouvrage *La Tourbe* (Dunod, 1940), ni sur le procédé Madruck, commenté aux pages 66-77 de ce livre-là. Ça, c'est le passé !

Ce procédé deviendrait peut-être excellent si des techniciens qualifiés arrivaient à le simplifier. Pour le moment, il nécessite des tonnages de métaux et de textiles absolument incompatibles avec les possibilités de notre temps.

De son côté, le procédé russe, consistant à incorporer à la tourbe de l'oxyde de fer colloïdal et 10 % de tourbe, implique l'emploi de presses travaillant sous la pression de 50 atm.

Néanmoins, il ne permet pas de réduire la teneur en eau de la tourbe à moins de 55 %. Il faut donc le compléter par un traitement thermique (fig. 42) pour réduire de 55 à 20 % environ la teneur en eau de la tourbe (1). Nous nous en tiendrons donc à l'examen des autres procédés susdits Eckenberg, Colin, Jarry, Vibert, Menu.

**III. Décendrage de la tourbe (Procédé Revel).** — Au Congrès national des Carburants qui s'est tenu à Antibes, en septembre 1942, on a montré notamment la nécessité de procéder au décendrage des tourbes de vallées et de plaines afin de pouvoir tirer tout le parti possible des méthodes modernes de conditionnement lesquelles, par raison de rentabilité maximum, sont orientées vers la préparation d'agglomérés pour gazogènes. D'ailleurs, pour satisfaire aux besoins domestiques, les tourbes ne doivent pas contenir plus de 10 à 15 % de cendres.

Une façon simple, et économique de décendrer la tourbe consiste, comme le fait M. Revel, à utiliser un sluice. Suivant le dispositif correspondant, la tourbe est traitée dans un appareil-bloc combiné qui la défibre et la réduit en pulpe, élimine l'hydrocellulose, sans que les sables ou cailloux qu'elle renferme soient broyés. L'appareil élimine ensuite automatiquement les sables dans la proportion nécessaire pour obtenir le combustible approprié

(1) Au point de vue économique, cette teneur en eau de 55 % est inadmissible. Il ne faudrait pas qu'elle dépassât 40-45 % en thèse générale.



à un emploi déterminé. Au sortir de cet appareil, la tourbe décendrée et semi-séchée, se prête à la dessiccation finale et à l'autoagglomération.

La dessiccation peut alors se faire par l'un des moyens connus, soit par l'air chaud, soit par l'air sec et ventilation, centrifugation, etc... On peut l'arrêter au moment où la teneur en humidité est convenable pour la compression et l'autoagglomération.

**IV. Procédé suédois Eckenberg (chauffage de la tourbe à 180°) (1).** — Ce procédé s'applique à de la tourbe extraite, par fraisage (2) de tourbières drainées, et ayant subi, en outre, un commencement de dessiccation de telle sorte qu'elle ne renferme plus que 72 % d'eau environ. Après concassage des mottes en morceaux passant au tamis de 25 mm., cette tourbe est soumise, durant 30 minutes, à une cuisson en vase clos, à la pression de 10 atm. et à la température de 180°. Il s'ensuit que l'hydro-cellulose subit une hydrolyse qui la transforme en un moût sucré. Au moyen d'un filtre-pressé, on le sépare de la tourbe séchée à 37 % d'eau. Par fermentation, il engendrera de l'alcool éthylique ou des cétones selon la nature du ferment (éthyl-ique ou butyrique) employé. Par tonne de tourbe à 37 % d'eau, on obtient de 6 à 8 l. d'alcool qui, en France, valait, en décembre 1941, 3 fr. 15 le litre. La recette correspondante est donc très appréciable et contribuerait, en Russie, à obtenir un prix de revient se plaçant au même niveau que celui du séchage naturel. En cela, il faut aussi tenir compte que le procédé Eckenberg permet — si les stocks sont suffisants — de travailler la plus grande partie de l'année, tandis que le séchage par voie naturelle limite à 100 jours en Ukraine et à 80 jours en Russie septentrionale, la durée de la campagne tourbière.

(1) J. COTTE, Etude précitée *Chimie et Industrie*, mars 1941.

(2) L'extraction par fraisage, selon la méthode russe, a été décrite à la huitième partie de cet ouvrage (p. 66)..



Toujours par tonne de tourbe à 37 % d'eau, on dépenserait :

Vapeur .....	500 kgr.
Force motrice .....	15-22 kwh.
Toile pour les presses .....	0,01 m <sup>2</sup>
Essence ou gas-oil .....	3-4 kgr.
Tourbe pour le chauffage .....	10-15 kgr.

La première usine, celle de Bauxite, dans la région de Léninegrad, devait fournir annuellement 300.000 t. de tourbe séchée et occuper un total de 900 personnes (dont 355 sur les tourbières) soit, toutes choses égales, environ 2,5 à 3 fois moins qu'en recourant au séchage naturel.

On reprochait à ces briquettes de manquer de cohésion.

En U. R. S. S., on prévoyait pour 1942, fin du troisième plan quinquennal, la mise en marche de dix usines Eckenberg.

#### V. Le filage de la tourbe. Dispositif Courteville (1).

— Suivant la méthode mise au point par M. Courteville et dont le schéma de la figure 43 montre le principe, la tourbe est soumise à un pressage entre deux tissus (presses Courteville, Colin, Vibert, Tanvez, etc...), ce qui permet de disposer d'un gâteau ne contenant plus, en général, que 65-70 % d'eau. Celui-ci est alors défibré dans un malaxeur (fig. 44 et 45) comportant un couteau à trois branches qui tourne contre la face intérieure de la plaque de filage. Elle sert à sectionner les fibres et à empêcher le bourrage. De cette façon, on obtient des boudins ayant de 20 à 30 mm. de diamètre suivant le choix de l'orifice de filage. Afin de disposer d'un produit homogène et dense, il y a intérêt à soumettre ces boudins à un nouveau malaxage suivi d'un filage. Les agglomérés obtenus par ce moyen simple sèchent et durcissent très vite sous l'ac-

(1) H. COURTEVILLE, Fabrication des agglomérés de tourbe. *Revue Internationale du Bois*, mai 1942, p. 81-95.



SÉCHAGE ET CONDITIONNEMENT DE LA TOURBE

tion d'un courant d'air. Leur teneur en humidité peut descendre jusqu'à 18 % seulement. Ils se prêtent alors à leur

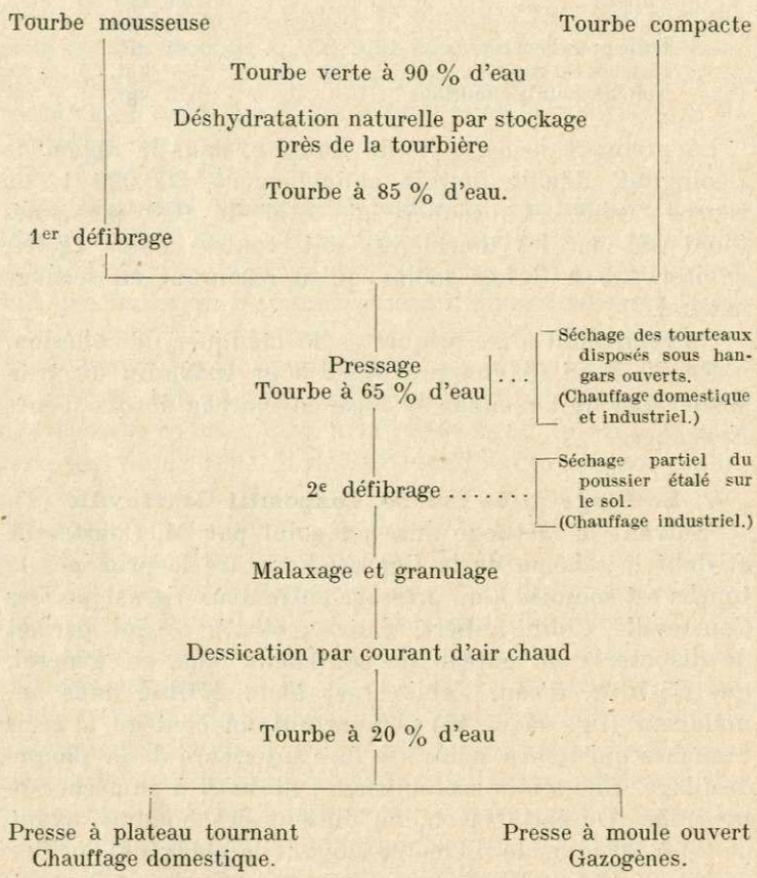


Fig. 43. — Conditionnement de la tourbe pour chauffage domestique et gazogène à Corbie (Dispositif de M. Courteville).

utilisation dans un gazogène, soit à l'état cru, soit après prédistillation, cette dernière opération engendrant un semi-coke de forte cohésion et très réactif.

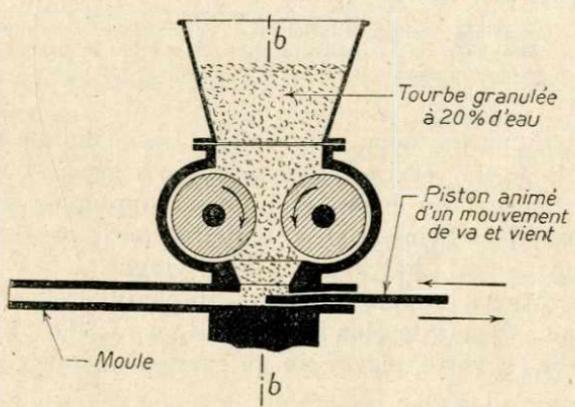
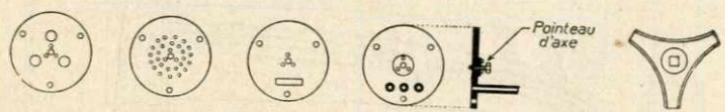
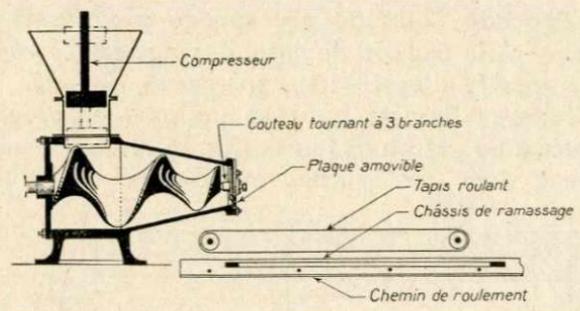


Fig. 44 et 45. — Malaxeur-défilibreur-boudineur et presse d'autoagglomération.

VI. Procédé Colin de pressurage progressif de la tourbe. — A la page 70 de notre ouvrage *La Tourbe*, nous avons rappelé, d'après les expériences du Dr. Gross, poursuivies en Bavière, que, par une pression progressive appliquée à un gâteau de tourbe (fig. 46), on parvenait, spécialement pour les tourbes mousseuses, à réduire sa

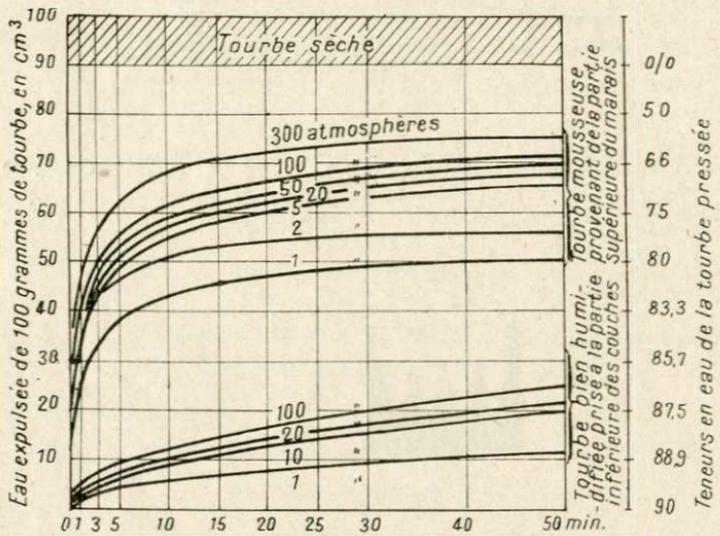


Fig. 46. — Graphique montrant l'influence de la pression et de la durée d'une pression déterminée sur la déshydratation de tourbes mousseuses, prélevées à la surface du marais et de tourbes noires bien humifiées.

teneur en eau de façon appréciable. La technique correspondante a été reprise d'une façon judicieuse et adroite par la Société des Pressoirs Colin et appliquée sur une tourbière de la Seine-et-Oise, à Ballancourt, près de Corbeil, puis à Dol-Châteauneuf, en Bretagne.

L'opération a lieu dans une presse discontinue et porte, par opération, et pour le plus fort modèle, sur 1.300-1.400 kgr. de tourbe (1) verte, placée sur un chariot ou maie (fig. 47).

(1) Et sur 500 kgr. pour le plus petit modèle, actionné à la main.

La presse est constituée par un bâti métallique, dont le sommier inférieur supporte un pot de presse qui soulève la maie montée sur galets ; le sommier supérieur est fixe ; sur l'un des montants, une pompe hydraulique à double effet assure un débit rapide et une pression progressive.

La presse comporte trois maies.

La première, en position de chargement, la seconde en

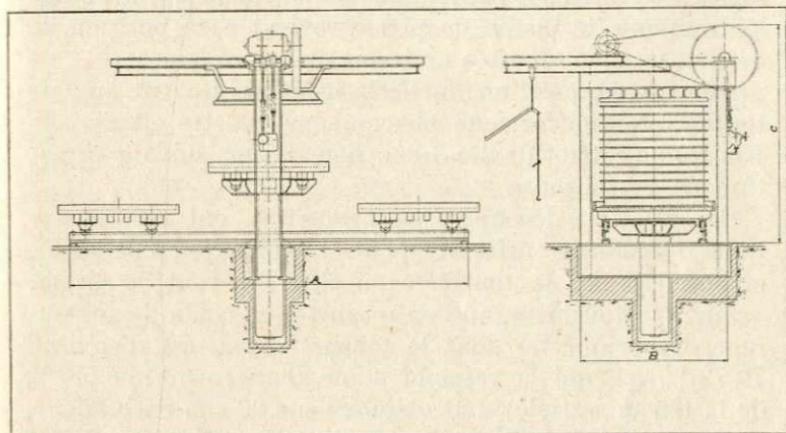


Fig. 47. — Presse hydraulique à tourbe Colin.

position de pression sous le bâti, la troisième en position de déchargement. Un portique permet de ramener la maie de la position de déchargement à la position de chargement.

Cet ensemble permet un travail en continu, chaque poste étant spécialisé dans son travail.

Dans le fond de la maie, on dispose un clayon en bois blanc sur lequel on constitue un lit de tourbe entièrement enrobé dans une toile. Ce lit, de 6 à 8 cm. d'épaisseur, est séparé du suivant par un clayon en bois identique au précédent. Chaque maie supporte de 13 à 18 gâteaux, suivant l'épaisseur respective de chacun d'eux. La maie ainsi chargée, est amenée en position de pressurage. La pompe



hydraulique étant en marche, le piston inférieur soulève la maie et comprime les gâteaux, le sommier supérieur formant contre-pression. L'eau s'échappe à travers les toiles, la tourbe s'assèche, la pression monte progressivement jusqu'à 275 kgr. au manomètre, ce qui correspond à une pression par  $\text{cm}^2$  sur la tourbe, d'environ 5 kgr.

La durée de pressurage varie suivant la nature de la tourbe. On compte de 20 à 25 minutes. Quand le pressurage est terminé, il suffit d'ouvrir la vanne de la pompe hydraulique, le piston de presse revient à sa position de départ, la maie repose à nouveau sur ses rails.

Amenés en position de déchargement, les gâteaux de tourbe pressée forment chacun une galette carrée de 1 m. 20 de côté et de 2 à 3 cm. d'épaisseur, suivant la nature de la tourbe.

Ces galettes, découpées en briquettes, ont une consistance largement suffisante pour être enlevées à la main, et empilées sur la tourbière où elles achèvent de sécher.

Sur une tourbière, où l'on recourt à ce mode de pressurage, les briquettes dont la teneur en eau est d'environ 70-72 % (ce qui correspond à un abaissement de 58 % de la teneur initiale) sont empilées sur 80 cm. de hauteur, en forme de colonnes de 1 m. de diamètre. Chaque pile est recouverte de roseaux et de tuiles, pour éviter que la pluie ne vienne mouiller à nouveau les briquettes.

Ces presses, dont plusieurs modèles sont entrées en service au cours de l'année 1941, procurent les quatre avantages majeurs que voici :

1<sup>o</sup> Réduction de 50 à 20 jours de la durée moyenne de séchage au cours de la campagne tourbière, par la production de gâteaux de tourbe à 65-70 % d'eau de 2 cm. environ d'épaisseur qu'on peut entasser, au cours du séchage, sous une épaisseur de 80 cm. environ.

2<sup>o</sup> Réduction, par le jeu d'un séchage de plus courte durée et sous une épaisseur environ sept fois plus forte, au cinquième seulement de l'aire du terrain d'étendage par rapport au cas où l'on opère selon la méthode clas-

sique. Par 100 m<sup>3</sup>/j. de tourbe verte, cette superficie est ainsi ramenée de 7,2 à 1 ha. 4.

3° Accroissement de la cohésion et de la densité apparente des gâteaux de tourbe marchande; cette densité au mètre cube passe de 280 à 750 kgr. environ.

4° Possibilité de porter de 150 à 220-250 jours par an la durée de la campagne tourbière, dans les régions où l'hiver ne sévit pas avec trop de rigueur. Par exemple, cette campagne a pu se prolonger jusqu'au 20 décembre 1941 dans la vallée de l'Essonne (1) et y être reprise au 15 mars 1942.

Dans le numéro de janvier-février 1942 de *La France Énergétique* (2), M. Sennac a donné une description d'une installation, modèle 1942, permettant, par un agencement judicieux d'un groupe de six presses Colin, de traiter, par journée de 8 heures de travail effectif, 200 tonnes-heure de tourbe fraîche qui donneront environ 70 t. de tourbe à 65-70 % d'eau.

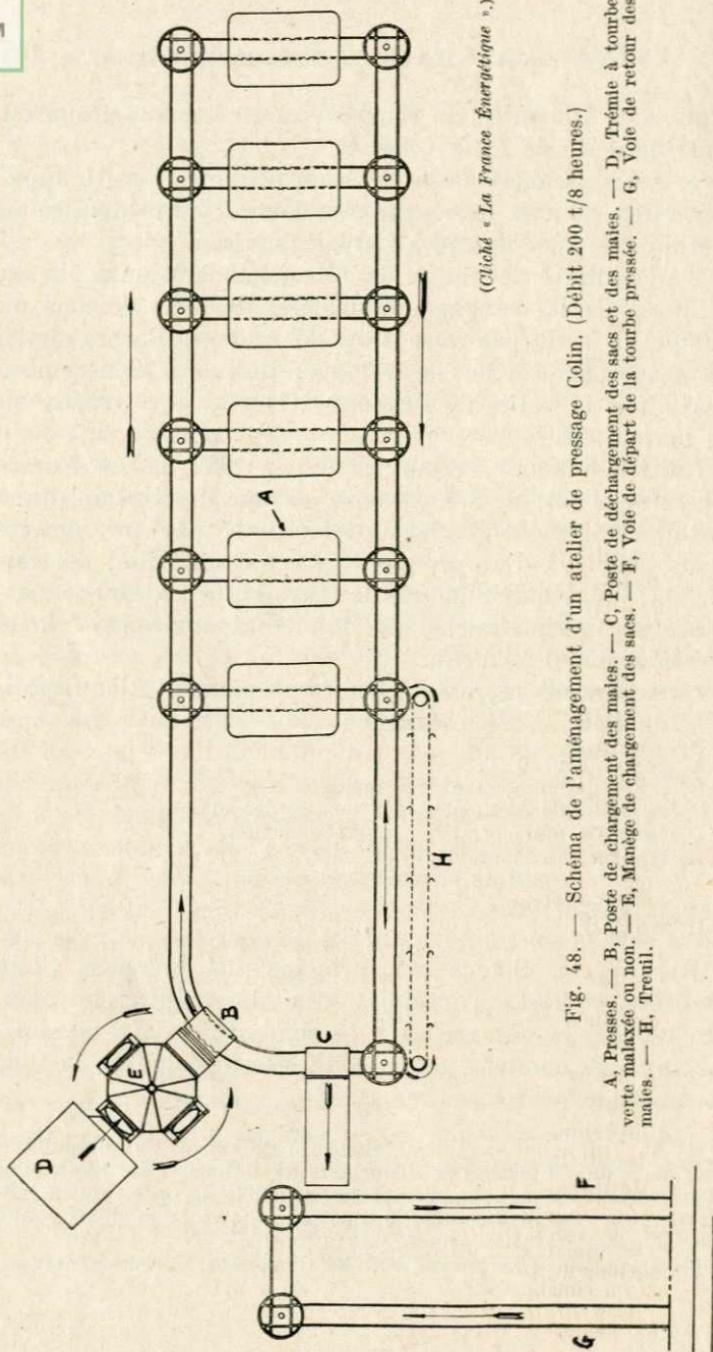
La figure 48 représente, schématiquement, la disposition de l'atelier de pressage :

- A, presse type 2 T.
- B, poste de chargement des maies.
- C, poste de déchargement des sacs et des maies.
- D, trémie à tourbe fraîche, malaxée ou non.
- E, manège de chargement des sacs.
- F, voie de départ de la tourbe pressée.
- G, voie de retour.
- H, treuil.

Rien n'est changé au principe de pressage Colin réalisé en 1941. Toutefois, afin de réduire le nombre d'ouvriers nécessaires à la conduite de six presses :  $6 \times 6 = 36$  hommes, on a modifié le principe de la toile et du déplacement des maies.

(1) M. DELAROCHE, maître tourbier à Ballancourt et administrateur du Syndicat général des Tourbiers de France, a été le pionnier et le metteur au point industriel de ce modèle de presse qu'en juillet 1942 on considère comme le plus pratique et le meilleur connu pour la déshydratation primaire de la tourbe.

(2) *La France Énergétique*, 10, cité Condorcet, Paris.



(Cliché « La France Énergétique ».)

Fig. 48. — Schéma de l'aménagement d'un atelier de pressage Colin. (Débit 200 t/8 heures.)

A, Presses. — B, Poste de chargement des maies. — C, Poste de déchargement des sacs et des maies. — D, Trémie à tourbe verte malaxée ou non. — E, Manège de chargement des sacs. — F, Voie de départ de la tourbe pressée. — G, Voie de retour des maies. — H, Treuil.

Les six presses, montées en parallèle, sont desservies par deux voies étroites se raccordant aux voies des presses par des plaques tournantes.

Les toiles, à poser sur les cadres et à plier pour enfermer la tourbe, sont remplacées par des sacs confectionnés de même toile et dont les dimensions sont celles des cadres dont on a fait mention précédemment. Sur leur partie ouverte, ces sacs comportent trois rabats qui permettent de les fermer.

Dès lors, le chargement s'effectue de la façon suivante : à l'aide d'un appareil dénommé « manège de chargement » :

— Les ouvriers préposés au chargement des sacs, fixent ceux-ci sur les cadres en bois disposés en haut des quatre bras du manège. Ils chargent le sac de tourbe qui s'écoule de la trémie de stockage D ; le sac étant plein, ils le ferment à l'aide des trois rabats que possède celui-ci et ils impulsent au manège un quart de tour pour avoir devant eux à nouveau le cadre suivant, et ainsi de suite.

— Les deux ouvriers préposés au chargement des maies sont en place au poste B. Lorsque le cadre avec son sac plein parvient à eux, ils déverrouillent le flanc à charnière qui bascule avec le sac et qui, dès cet instant, glisse sur le plan incliné sans que les deux ouvriers aient d'efforts à faire pour le retenir en raison de la présence des contrepoids.

A la hauteur voulue de la maie, ils le basculent sur celle-ci et placent dessus un clayon et ainsi de suite.

Lorsque la maie est chargée, ils la débloquent et elle roule d'elle-même jusqu'à la hauteur des presses du fait d'une légère pente de la voie.

— Les deux ouvriers chargés de la conduite des presses amènent les maies en position sous les presses (un homme pour trois presses) et commandent celles-ci.

— Deux ouvriers sont chargés de l'évacuation des maies pressées. Elles sont conduites jusqu'au poste C de déchargement à l'aide d'une chaîne sans fin. Celle-ci leur

fait monter la légère rampe nécessaire pour obtenir la dénivellation précitée.

— Au poste de vidange des sacs, les manœuvres nécessaires sont exécutées par deux hommes dont le travail consiste à accrocher par le fond, à un palan approprié, les onze sacs de chaque maie. En élevant les sacs qui se retournent, les galettes tombent (ils aident cette vidange si besoin est) sur un plan incliné qui les déverse dans des wagonnets pour être dirigés vers le centre de séchage ou à l'usine de traitement.

Si l'on envisage de découper au préalable les galètes en briquettes, cette opération peut être effectuée par un groupe de manœuvres, répartis de part et d'autre du plan incliné de chargement des wagonnets.

Il en résulte qu'une disposition de ce genre pour l'emploi de six presses groupées comprendraient comme main-d'œuvre :

- 3 ouvriers pour le chargement des sacs.
- 2 ouvriers pour le chargement des maies.
- 2 ouvriers pour la conduite des presses.
- 2 ouvriers pour l'évacuation des maies pressées.
- 2 ouvriers pour le déchargement des maies et des sacs.
- 2 ouvriers pour la manutention des sacs vides et des clayons.

soit au total 13 ouvriers maintenant au lieu de 36, suivant le dispositif de 1941, devenu périmé.

Cette différence se traduirait par une économie annuelle de 368.000 fr. par an (23 hommes à 8 heures, 200 jours, 10 fr. de l'heure), soit beaucoup plus que le coût de l'agencement d'une telle disposition. Le progrès économique est ainsi manifeste.

**VII. Procédé Jarry. Séchage combiné par courant d'air et par voie thermique.** — En faisant passer un courant d'air chaud sur de la tourbe, chaque mètre cube d'air entrant à la température de 15° et sortant à celle de 200° enlève, en moyenne, 100 gr. d'humidité à la matière soumise à la dessiccation. Le séchage de cet air se fait en

utilisant la chaleur sensible du semi-coke évacué des appareils de prédistillation. Ce chauffage est donc gratuit.

Suivant ce principe, M. Jarry a disposé des appareils de dessiccation et de prédistillation de la tourbe en cascade comme le montre la figure 49. Essentiellement, la tourbe égouttée est défibrée en E, séchée en D, par courant d'air chaud jusqu'au taux de 35 %, moulée en C puis prédistillée à 300-320° en B. Le semi-coke de tourbe est refroidi dans les étouffoirs A, pris au nombre de deux et utilisés alternativement, contenant des tubes où circule de l'air. Cet air subit un premier échauffement aux dépens du semi-coke puis un second lors de son passage en dessous de la chambre de chauffage du four A, puis il pénètre à la température de 120° dans le séchoir à tourbe D. Il en sort à la température de 50° environ.

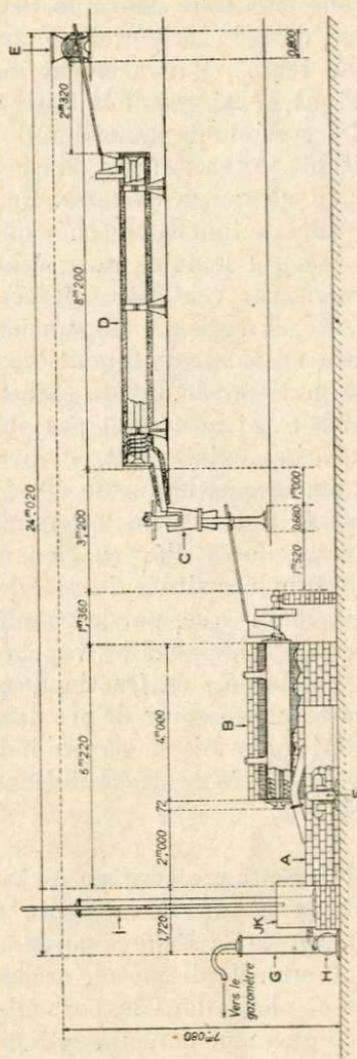


Fig. 49. — Séchage et semi-carbonisation de la tourbe selon les procédés Jarry.

A l'intérieur de la cornue B, un jeu de palles inclinées, animées d'un lent mouvement de rotation (3 tours/minute)



fait cheminer les agglomérés en traitement sans les brasser et sans leur faire courir le risque d'effritement. Au contraire, dans le sécheur D, le système intérieur produit, en même temps, l'avancement automatique et un brassage constant, répartissant la tourbe humide sur la plus grande partie possible de la section de l'appareil où elle forme un véritable écran offrant ainsi le maximum de surface à l'air chaud qui la traverse. En outre, elle arrête les poussières fins de tourbe asséchée que la ventilation emporte. Il y a donc, à la fois, un assèchement thermique, un assèchement par ventilation forcée et incorporation de poussier sec, favorisant l'opération, par modification de la nature colloïdale de la matière en traitement.

La matière sortant du sécheur à la température d'environ 90° C. et ne tenant pas plus de 35 % d'eau, est comprimée immédiatement, et introduite dans la cornue B à une teneur maximum de 30 % d'eau et à la température de 50° C. Cette cornue est munie à la partie supérieure de deux tubulures d'évacuation des gaz. Ainsi, par la première tubulure située du côté de l'admission, sort la vapeur d'eau, tandis que, par la tubulure située du côté de l'évacuation, s'échappent les vapeurs anhydres de goudron qui sont condensées en fractionnés, dans les appareils I et G.

Au total, au cours de ces dernières années, spécialement en 1941, on a mis en service industriel des procédés paraissant avoir résolu le problème délicat du séchage de la tourbe.

**VIII. Séchage continu de la tourbe par courant d'air froid (procédé Compagnie Centrale Industrielle ou C. C. I.).** — Ce séchage porte sur des boulets, ayant environ 30 mm. de diamètre, préparés avec de la tourbe malaxée et placés dans des corbeilles métalliques qu'on déplace périodiquement dans un cylindre vertical, parcouru par un courant d'air froid que refoule un ventilateur.

Normalement, un appareil recevant 6 t. de tourbe, déjà partiellement déshydratée jusqu'au taux de 65-70 %, soit



par étendage, soit, mieux, par pressurage, donne au bout d'une centaine d'heures, quand la température extérieure n'est pas inférieure à + 5°, une tourbe à 25-30 % d'humidité, ce qui la rend marchande.

Le plus souvent, cet appareil comporte un groupement d'éléments de séchage de manière à permettre une production journalière d'environ 10 t. de tourbe à 25-30 % d'eau.

La consommation d'énergie électrique au séchoir représente 75 kwh. par tonne de tourbe marchande.

Il faut retenir que, d'une façon générale, les procédés actuellement connus de séchage par un fluide gazeux, froid ou chaud, ne sont économiques que si on les applique au traitement d'une tourbe ne contenant pas plus de 70 % d'eau. Le problème du séchage de la tourbe consiste :

1° A réduire de 90 à 65 % d'eau environ la teneur en eau de la tourbe verte, ce qui revient à éliminer les trois cinquièmes à quatre cinquièmes de la teneur initiale en eau. On dispose pour cela, aujourd'hui, de divers moyens : pressurage, essorage, électroosmose, mais il faut choisir le plus économique.

2° A ramener à 20-30 % la teneur en eau de la tourbe qui n'en contenait déjà plus que 65 % environ. Là, encore, il existe des moyens permettant de simplifier ou d'éviter le séchage sur press, véritable anachronisme.

### IX. Séchage et autoagglomération de la tourbe.

**Procédés Vibert.** — M. Vibert a transposé dans la technique tourbière celle qu'on suit, depuis 50 ans, dans la fabrication de la pâte à papier à base de cellulose, en la soumettant, en continu, aux cinq opérations que voici, dont seule évidemment, la dernière concerne la tourbe :

- 1° désintégration totale,
  - 2° décendrage,
  - 3° essorage physico-mécanique,
  - 4° séchage thermique,
  - 5° autoagglomération à haute pression,
- puis, éventuellement, semi-carbonisation.

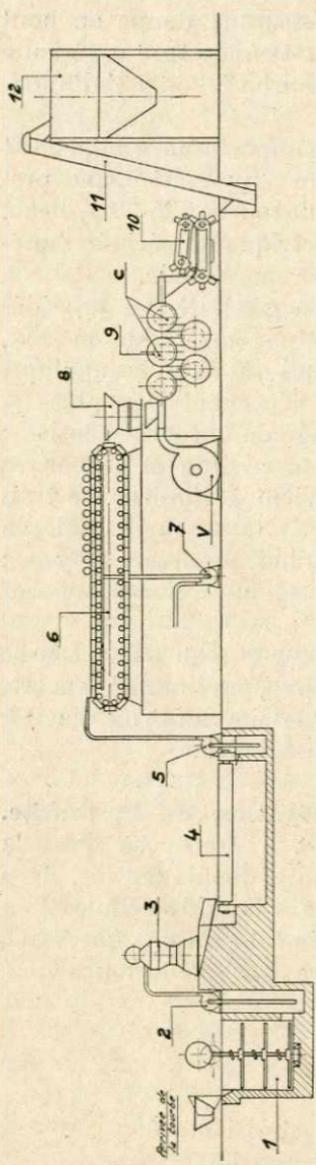


Fig. 50. — Agglomérés de tourbe, procédés Vibert. Schéma d'une installation fixe.

1<sup>o</sup> **Désintégration de la tourbe** (fig. 50). — Celle-ci se fait :

1<sup>o</sup> par dilution dans le cuvier dilueur 1 en y ajoutant 4.000 l. d'eau par mètre cube de tourbe verte.

2<sup>o</sup> au cours du passage du mélange dilué à travers le désintégrateur-raffineur Vibert 3 où la tourbe est ramenée à l'état de fibres extrêmement fines, donc propres à être séchées économiquement et rendues facilement agglomérables.

Le désintégrateur-raffineur est alimenté par une pompe 2.

2<sup>o</sup> **Décendrage.** — Celui-ci s'opère par gravité — grâce à la dilution préalable à 98 % de teneur en eau — qui permet aux cendres minérales plus lourdes que l'eau (sable, carbonates, etc...) de se déposer automatiquement devant les chicanes du décendreur 4, semblable aux sabliers placés devant les machines à papier.

Ces derniers, vieux de près de cent ans, ont fait leurs preuves et la cellu-

lose de tourbe en suspension dans l'eau de dilution passe au-dessus des chicanes abandonnant, durant son parcours, toutes les particules lourdes.

3° **Essorage physico-mécanique.** — Cet essorage se fait mécaniquement — par capillarité d'abord, par succion ensuite et par pression enfin — sur la table rotative à essorer 6, qui ramène, en continu, la teneur en eau de 98 à 50 %, enlevant ainsi — sans vapeur, ni air chaud — 4.800 l. d'eau sur un total initial de 4.900.

Là encore, c'est l'action du presse-pâte de Scandinavie qui a été reprise et perfectionnée.

Chaque table rotative à essorer Vibert est apte à produire 6 tonnes-heure de tourbe à 50 % d'eau, soit une production journalière (en 20 heures) de 120 t.

Cette table est alimentée par une pompe spéciale 5 et le vide s'opère par une pompe d'extraction 7 à amorçage automatique.

4° **Séchage thermique.** — Celui-ci se fait en deux opérations :

a) la première qui consiste à déchiqueter 8 la feuille de carton de tourbe obtenue sur la table rotative, afin de la réduire en fragments minuscules, facilement accessibles à l'action de l'air chaud des sècheurs rotatifs 9 et pouvant ensuite s'agglomérer automatiquement sous l'action de la presse en continu 10 ;

b) secondement, en faisant passer successivement ces fragments autour des cinq cylindres-sècheurs 9 rotatifs, où, — sous la double action de l'air propulsé (par le ventilateur V) et des surfaces de chaleur *c* réchauffant cet air, — on arrive à ramener la teneur en eau de 50 à 15 %, en continu, avec une dépense minime de combustible (15 à 20 %, en poids, de tourbe à 50 % d'eau).

5° **Autoagglomération.** — Cette opération — qui va donner à la tourbe sa forme et sa cohésion ainsi que son pouvoir calorifique supérieur — se fait au continu, grâce à la presse Vibert-Joly 10 où, progressivement et lentement (sous une forte pression d'environ



2.000 kgr. par centimètre carré), la tourbe s'agglomère d'elle-même.

Cette presse débite 5 tonnes/heure en agglomérés à 40 % de teneur en eau. Une production horaire plus élevée conduirait à construire un monstre en guise de presse.

En sortant de cette presse, les agglomérés sont repris par un élévateur 11 à agglomérés, alimentant un ou plusieurs silos 12 de stockage et de chargement.

**X. Procédés Menu pour l'épuration et l'autoagglomération de la tourbe pour gazogènes. Agglomérés de tourbe et de charbon.** — On ne peut plus, aujourd'hui, parler du conditionnement de la tourbe sans mentionner les procédés d'auto-agglomération de M. François Menu.

Cet industriel qui, voici 20 ans, avait, le premier, réussi à produire des anthracites artificiels et des agglomérés mixtes d'anthracite et de charbon de bois pour gazogènes, a, depuis l'an dernier, mis au point dans des conditions qui semblent parfaites le traitement de la tourbe brute en vue de son appropriation aux foyers domestiques et à l'alimentation des gazogènes.

Pour donner à ses procédés une démonstration en rapport avec leur utilité présente, M. Menu a entrepris de construire, à Aubervilliers, une usine-pilote de 12.000 t./an qui produira, au début de 1943, des agglomérés mixtes de tourbe-anthracite pour chaudières de chauffage central et des comprimés de tourbe épurée pour gazogène.

Les agglomérés mixtes pour foyers domestiques, constitués par la tourbe demi-sèche mélangée à des poussières d'anthracite, seront obtenus dans de puissantes presses à filières décrites dans le *Génie Civil* des 28 février et 7 mars 1942, après un conditionnement qui permet d'éviter l'emploi de tout autre liant.

La tourbe sera, dans ce cas, utilisée à la fois comme liant et comme combustible pour former, sous forte pression, des briquettes parfaitement moulées ayant, à la sortie des

filières, une humidité maxima de 20 à 25 % qui s'évapore progressivement au stockage.

On verra, dans ce procédé, un moyen avantageux de remplacer le brai — dont l'importation est rendue pour longtemps impossible — pour l'agglomération des poussières maigres et la production des combustibles de chauffage central qui font si cruellement défaut aujourd'hui.

Les comprimés pour gazogène seront produits, après épuration pneumatique de la tourbe, dans des presses hydrauliques rapides, spécialement étudiées pour réaliser l'auto-agglomération de la tourbe sèche qui présente des difficultés particulières aux hautes pressions.

Pour résoudre ces difficultés, M. Menu a apporté une technique entièrement nouvelle qui permet d'abaisser les pressions habituellement requises de 1.800-2.000 atm. à 7-800 atm. Ce résultat est atteint par la formation, entre la tourbe et l'alvéole de la presse, d'un film qui supprime la résistance au frottement et assure une compacité parfaite du comprimé.

La forme particulière de celui-ci assure, en outre, une bonne répartition des pressions ainsi que le démoulage facile sans distorsion.

Ces comprimés se caractérisent par une très grande résistance au choc et à l'écrasement. Insensibles aux variations atmosphériques, ils sont solides au feu et forment, en se consumant, un coke réactif et suffisamment dur pour permettre une marche continue du gazogène, une bonne réduction et même le réallumage du foyer. Ils brûlent sans former de mâchefer. A puissance égale, la consommation est des deux tiers environ de celle du bois sec.

Compte tenu de leur densité réelle de 1,3, ils permettent d'effectuer un parcours cinq fois plus long que le bois sec, à volume égal de combustible dans la trémie du gazogène. Des performances intéressantes ont été réalisées, avec ces comprimés, par un camion équipé d'un gazogène à tourbe Cazes. La constance des résultats obtenus sur des circuits

et dans des conditions variables est absolument probante.

En résumé, la technique de M. Menu fait une distinction entre le travail de la tourbière et celui de l'usine de conditionnement ; elle marque une étape et trace un programme de mise en valeur des tourbières françaises.

Logiquement, elle tend d'abord à préparer sur les exploitations la matière première « tourbe » transformable après extraction, exprimage, défibrage et séchage ; puis à transporter cette matière première en usine à partir de 50-60 % d'eau.

Les usines — centrales de conditionnement — seront, autant que possible, situées au centre géographique d'un district tourbier, ou dans un lieu important de consommation, en tout cas reliées aux grandes voies de communication (fer et eau).

Elles utiliseront, autant que possible, des bâtiments d'usines et des appareils de manutention inoccupés.

La préparation de la tourbe en usine se fera au moyen de matériels connus : sécheurs, broyeurs, épurateurs, presses dynamiques et statiques.

La tourbe sera agglomérée, pure ou mélangée. Elle forme un excellent support à des combustibles tels que les poussières d'antracite et de charbon de bois.

Elle constitue enfin une précieuse matière de distillation dont on pourra s'occuper lorsque le conditionnement physique sera industriellement résolu.

A cet égard, il me faut citer un autre procédé du même auteur pour l'obtention de la tourbe sèche après filage de la matière humide préalablement défibrée.

Cette tourbe filée se présente, après retrait, en cylindres de 1 cm. de diamètre sur 2 cm. environ de longueur. Le pourcentage d'humidité est, après 5 jours seulement de séchage à l'air, inférieur à 20 %. Ces filés acquièrent une dureté et une densité égales à celle des comprimés ; ils produisent un excellent coké. Si elle est naturellement pure, la tourbe ainsi conditionnée conviendra aux gazo-



gènes. De toute manière, elle sera, sous cette forme, une matière première idéale de distillation.

Toutes les tourbes traitées par les procédés Menu sont amenées par séchage — naturel ou thermique — au point stable du produit sec à l'air qui se situe entre 15 et 18 %.

Cette présence naturelle d'eau de constitution donne suffisamment de gaz à l'eau pour l'enrichissement du gaz en  $H^2$  après réduction du  $CO^2$ . Toute l'eau accidentelle, si elle n'est pas évaporée par le séchage, doit être vaporisée à la combustion et constituer, par conséquent, une dépense de calories.

On ne dira jamais assez que des théories aussi dangereuses que fausses sont actuellement répandues pour faire accepter aux usagers l'eau contenue dans la tourbe.

Il est évidemment plus simple et plus avantageux de vendre cette eau que de l'évaporer.

Cette eau de mouillage est d'autant plus néfaste qu'elle ne se transporte et ne se vaporise qu'à un coût très élevé.

Dans une économie saine ou simplement honnête, la tourbe humide devrait être rejetée de tout emploi et son trafic interdit.

C'est, au contraire, par l'application de procédés éprouvés et par les disciplines imposées aux producteurs, que la tourbe prendra, dans l'économie nouvelle, la place qu'elle mérite auprès du charbon.

On ne perdra pas de vue que dans les emplois nouveaux, notamment l'utilisation dans les gazogènes mobiles, la tourbe apporte des propriétés que le charbon minéral ne saurait remplacer.

Les centres techniques de recherches suivent avec intérêt les efforts et les résultats de la technique qui s'institue pour le conditionnement de la tourbe.

Quoi qu'on en dise, la technique française, œuvre de quelques pionniers et vieille à peine d'un an, a déjà marqué sa place en Europe et dépassé même, dans certaines applications, ce qui s'est fait ailleurs.

Il reste à l'encourager, à lui donner les moyens de

vaincre les difficultés présentes en discernant, parmi nos besoins, ce qui est important de ce qui ne l'est pas. Il faut, en un mot que cette fois ce soit la France qui mette en valeur ses découvertes, l'avenir de notre jeune économie le veut.

**XI. Aménagement de l'exploitation tourbière de Marest-sur-Matz (Oise) (1).** — La Société Générale d'Exploitation de Tourbières a commencé, en 1941, à mettre à fruit une tourbière s'étendant sur environ 35 ha. et dont la puissance varie entre 5,5 et 6 m. L'épaisseur du mort-terrain (terre végétale) est comprise entre 30 et 50 cm. Son programme d'exploitation se définit comme suit :

Utiliser les plans d'eau existants pour la mise en service de ses appareils d'exploitation qui consistent en une drague assurant un débit de 35 m<sup>3</sup>/heure, la découverte étant faite à la main. Un essai fut tenté de jumeler deux dragues — l'une assurant la découverte — ; n'ayant pas donné satisfaction, cette solution fut abandonnée.

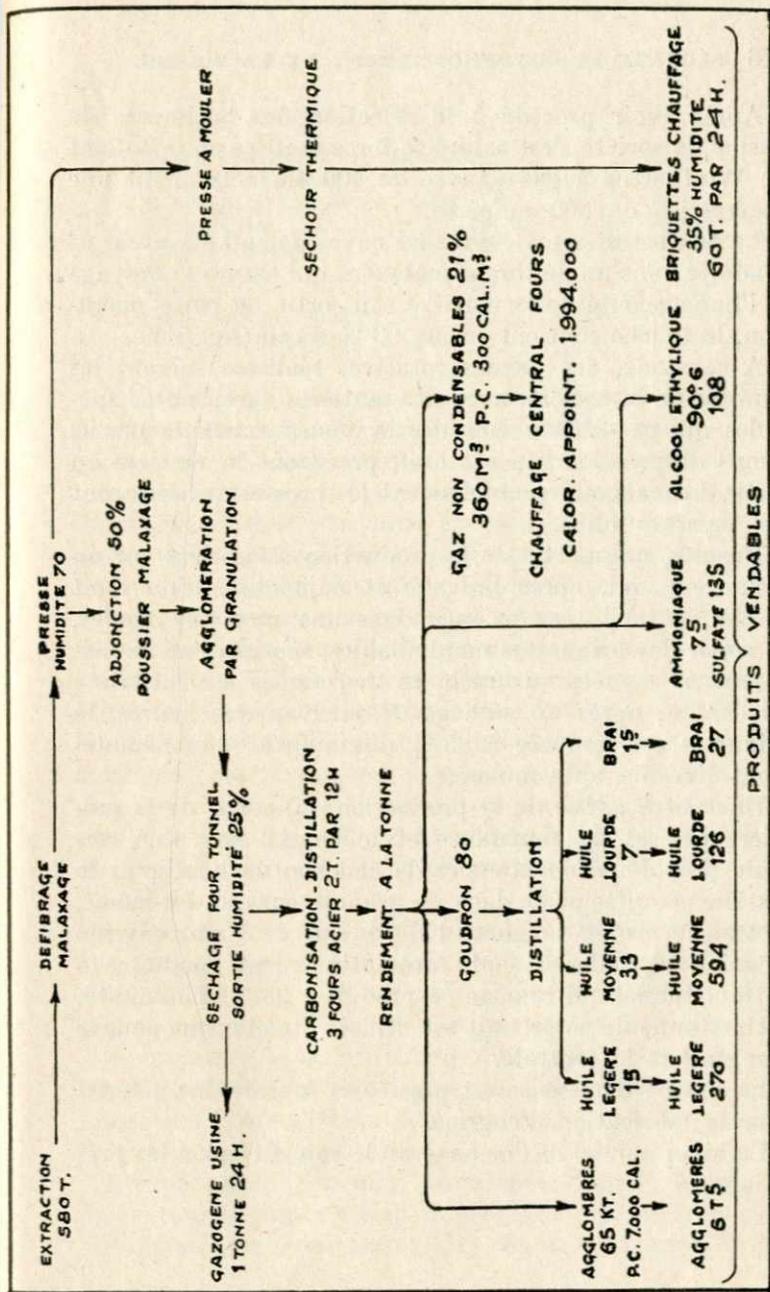
La matière, versée dans des chalands, arrive sous un élévateur qui la déverse dans une trémie sous laquelle passent les trains de wagonnets. Ce dispositif, qui s'est avéré le plus rationnel, a nécessité la construction de nombreux ponts et l'établissement de 2.500 m. de voies étroites.

Des loco-tracteurs assurent la traction des wagonnets qui arrivent à l'usine où ils sont déversés dans des cuves. Ils assurent ainsi une partie du stockage nécessaire, pour le cas imprévu d'arrêt de l'extraction.

L'adjonction d'un scraper destiné à compléter le matériel d'extraction et permettant l'enlèvement des souches était en cours de réalisation en juillet 1942.

La force motrice est assurée par des moteurs électriques indépendants, alimentés par un groupe électrogène à gazogène de 200 ampères, monté sur chariot. La souplesse de travail s'en trouve accrue.

(1) *La France Énergétique*, janvier-février 1942, p. 47-49.



(Cliché de « La France Énergétique ».)

Fig. 51. — Processus des opérations de traitement de la tourbe à la Société Générale d'Exploitation de tourbières à Marest-sur-Matz (Céte).



Après avoir procédé à la réfection des bâtiments de l'usine, la société s'est assurée sa force motrice en installant un Winthertur à gaz pauvre de 100 ch. actionnant une génératrice de 600 ampères.

La tourbe est reprise dans les cuves par un élévateur et conduite dans un défibreux-malaxeur qui assure le broyage et l'homogénéité de la matière. Au sortir de cette opération, la tourbe contient encore 90 % d'eau (fig. 51).

A ce stade, des presses rotatives réalisées suivant les données de la société, avec des matières absorbantes spéciales qui se différencient des systèmes existants par le temps de pression qui est bref, prendront la matière au sortir du malaxeur (actuellement les presses utilisées sont des presses Colin).

Ensuite, une partie de la production est dirigée sur un mélangeur qui, après broyage et adjonction d'un liant spécial, permet, par passage dans une presse à mouler, de sortir des briquettes manipulables, reprises par un élévateur et menées aux séchoirs thermiques à ventilation forcée. Là, après un séchage de vingt-quatre heures, la briquette est ramenée à 35 % d'humidité et immédiatement livrable au commerce.

Une autre partie de la production, au sortir de la première presse, est remalaxée et mélangée avec une certaine proportion de poussier de charbon de bois, puis la matière chauffée passe dans un granulateur qui, lui-même, la transforme en languettes de 1 cm. × 2 cm. environ d'épaisseur. Celles-ci sont automatiquement conduites à un four-tunnel qui ramène ce produit à 25 % d'humidité.

Une tonne de ce produit est utilisée directement pour le gazogène de la centrale.

La tourbe mousseuse est pressée et fournie directement pour la fabrication d'engrais.

Le bilan annuel de l'usine serait le suivant, selon les prévisions :



POUR UNE EXTRACTION DE 211.000 t. :

Tourbe mousseuse pour agriculture . . . .	12.000 t.
Briquettes de chauffage . . . . .	20.500 t.
Combustible gazogène à 7.000 cal/k . . . .	2.275 t.
Huile légère . . . . .	94.500 kg.
Huile moyenne . . . . .	207.900 kg.
Huile lourde . . . . .	14.100 kg.
Brai . . . . .	9.450 kg.
Sulfate d'ammoniaque . . . . .	47.250 kg.
Alcool méthylique 90 % . . . . .	37.800 kg.

**XII. Séchage de la tourbe par tixotropie et électro-osmose. Procédé du Professeur Marinesco.** — Des travaux de laboratoire ont montré que la tourbe brute est un gel tixotrope. L'hydrocellulose qui entoure les particules carbonisées constitue un réseau fortement hydrophile, qui, toutefois, lâche son eau de constitution sous l'action d'un facteur mécanique tel que la pression.

Le gel se transforme en sol et cette transformation est réversible car, au bout de deux ou trois minutes, le colloïde résorbe l'eau libérée pour redonner le gel semi-rigide primitif. Les vases du littoral de la baie du Mont-Saint-Michel donnent une image exacte du phénomène de tixotropie ; la masse paraît compacte à première vue, mais une pression légère la rend fluide par suite de la destruction momentanée du gel, les pieds s'enfoncent, le corps entier peut disparaître, après quoi le gel reprend sa dureté trompeuse.

Le procédé de dessiccation utilise cette tixotropie : en exerçant une pression maximum de 3 kgr. cm<sup>2</sup>, le gel d'hydrocellulose libère son eau, il y a formation de deux phases distinctes : eau libre et particules charbonneuses. A ce moment, avec un champ électrique convenable, on effectue une osmose électrique qui fait sortir l'eau de la masse et l'aspire à l'électrode négative où une pompe l'enlève et la sort du système.

L'expérience a montré l'existence d'une polarisation de la tourbe sous l'action du courant électro-osmotique. Tel un accumulateur arrivé à la charge maximum, le sys-

tème soumis au séchage s'engorge électrostatiquement, le courant diminue d'intensité et le transport d'eau par le champ électrique cesse de se produire. Dans ledit dispositif de séchage, on évite d'une manière automatique, cet engorgement par simple inversion du sens du courant électrique et du flux d'eau sortant du système.

Des petits appareils d'une production de 4 à 6 kgr. à l'heure ont donné d'excellents résultats ; la consommation totale du courant par tonne de tourbe desséchée à 50-55 % d'humidité, en partant d'un produit brut à 90 % d'eau, est de 260 à 300 kwh. Des améliorations relatives à la réduction de la consommation de courant semblent encore possibles.

---

## DIXIÈME PARTIE

### CONDITIONNEMENT ET AUTOAGGLOMÉRATION DE LA TOURBE. AGGLOMÉRÉS MIXTES DE TOURBE.

I. **Exposé.** — Au cours des parties précédentes, nous avons parlé des mottes provenant du façonnage rudimentaire de la tourbe et des briquettes obtenues par malaxage et filage (presses Pèlerin) ou par malaxage et pressurage (presse Colin) de la tourbe. Ne voyons en cela qu'une simple étape vers le conditionnement de la tourbe en vue de la préparation d'agglomérés de forte cohésion, de forme régulière et constante, à teneur en eau définie pour l'alimentation soit des gazogènes de véhicules automobiles, soit de foyers domestiques. Suivant que l'industrie tourbière s'adaptera ou non à ce conditionnement, elle vivra ou périra.

II. **Principes généraux du conditionnement de la tourbe.** — Ce conditionnement correspond, d'une part, à une adaptation de l'industrie tourbière au morcellement et à l'emplacement (zones désertiques ou inversement, à terrain cher, en Normandie et dans l'Oise, par exemple) des gisements qu'elle exploite, puis, d'autre part, aux difficultés présentes de se procurer des matériaux. Il répond aussi à l'obligation rigoureuse de livrer une marchandise satisfaisant à des normes définies. En 1941, à côté d'efforts ingénieux, courageux et remarquables que nous avons mis ici en relief, on s'en est beaucoup trop tenu à des procédés primitifs d'extraction, séchage et façonnage de mottes grossières — véritable produit rural — que l'on a

vendues, à Paris notamment, à des conditions qui ne sont pas celles d'un honnête commerce.

Si l'industrie tourbière ne veut pas se voir exposée à un déclin rapide et à la perte de ses investissements, elle devra s'en tenir à ce conditionnement, suivant en cela l'exemple donné par les houillères, avec leur charbon.

Ce conditionnement doit s'effectuer dans une usine centrale travaillant à la manière d'une coopérative, c'est-à-dire groupant la production, en tourbe demi-sèche (40 % environ d'eau), de tourbières artisanales et de celles qui travaillent à une échelle industrielle plus ou moins développée.

Fréquemment, en France, en particulier dans le bassin parisien, on comprendra dans le conditionnement, un traitement propre à réduire la teneur en cendres. Cela s'imposera, presque toujours, pour les tourbes de vallées et de plaines. Au contraire, ce sera souvent superflu pour les tourbes de montagnes qui, le plus souvent, en contiennent moins de 5 % (voire même 1,6 % dans les Vosges et dans le Puy-de-Dôme). Cependant, on s'assurera que ces cendres ne fondent pas à trop basse température, c'est-à-dire à moins de 1.200°. Cette condition se produit quand leur teneur en oxyde ferrique dépasse 7 % de leur poids. Le cas n'en est pas exceptionnel.

Les opérations de conditionnement de la tourbe s'enchaînent comme suit :

1° Epuration par voie physique ou par voie chimique.

2° Mélange avec un combustible pauvre en cendres : fines de houille, poussier de charbon de bois, sciures de bois qui trouveront en la tourbe une matière permettant leur agglomération.

3° Séchage thermique jusqu'au taux de 18-20 % au maximum pour permettre l'autoagglomération du mélange susdit (1).

---

(1) Si la tourbe est trop humide, l'eau se vaporise dans les presses sous l'effet de la chaleur développée par l'action intense de frotte-

#### 4<sup>o</sup> Autoagglomération sous une forme définie.

En général, ces opérations de conditionnement ne peuvent se faire sur le lieu d'extraction, en raison du morcellement des gisements, mais au centre d'une région tourbière. Par suite, les diverses exploitations travailleront à la manière d'une coopérative.

Cette usine de conditionnement fournit, d'une part, de la tourbe gazogène au taux maximum de 5 % de cendres qui, d'après les tarifs actuels, se vend 3.000 fr. la tonne (1), puis, d'autre part, de la tourbe pour le chauffage domestique, préparée avec les déchets de l'épuration, par voie physique, de la tourbe brute. *L'arbitrage des prix tourbe gazogène et tourbe domestique doit permettre de développer en France une industrie rémunératrice qui, surtout, démontrera et gardera son utilité.*

**III. Intérêt de la préparation d'agglomérés de tourbe. L'Actigaz.** — En permettant d'élever à 1,0 environ la densité apparente d'un combustible, l'agglomération procure les avantages connus d'en faciliter et d'en rendre plus économiques le stockage, la manutention, le transport et l'emploi. La tourbe bénéficie particulièrement de ces avantages, en raison de sa faible densité apparente initiale, généralement 0,28, et d'autant mieux qu'elle possède habituellement un pouvoir autoagglomérant élevé. En moyenne courante, une partie de tourbe à 20-30 % d'humidité peut absorber 0,8 partie de houille, de sciure de bois, de charbon de bois broyé à moins de 1 mm.

En généralisant cette pratique, on apporterait un concours précieux à l'industrie houillère qui utilise difficilement ses fines maigres parce qu'elle manque de brai pour leur agglomération. Cette observation met en évidence

---

ment. Ceci détermine des soufflures dans la masse de tourbe et en provoque le feuilletage.

(1) En décembre 1942, il se trouve ainsi à peine en rapport avec celui du charbon de bois qui se paie 4.000 fr. la tonne d'après la taxe officielle, mais 15.000 fr. sur le marché noir.



## AGGLOMÉRATION DE LA TOURBE

l'un de ces exemples suivant lesquels, dans une économie nationale judicieuse, les industries houillère et tourbière se complètent réciproquement. En outre, dans de nombreuses régions forestières (Auvergne, Limousin, Vosges, Jura, etc...), la tourbe permettrait de valoriser des déchets actuellement perdus, très souvent : sciure de bois, poussier de charbon de bois, etc...

D'ailleurs, il serait fréquemment avantageux d'élaborer des agglomérés de tourbe en association avec un combustible minéral ou végétal (1) puis de prédistiller cet ensemble afin d'obtenir un semi-coke aggloméré, analogue à la « Carbonite », ainsi qu'un goudron approprié à la préparation de combustibles liquides, de lubrifiants et de brai (2) (3).

On possède déjà une expérience industrielle approfondie de cette fabrication et de l'emploi des agglomérés correspondants. Elle a été acquise, en Normandie, à partir de la houille et du charbon de bois par M. Godel qui prépare ainsi l'Actigaz.

L'avantage principal de ce produit est d'exister et d'avoir été vendu sur une échelle importante de plusieurs milliers de tonnes, en Normandie, depuis février 1941. Il est maintenant bien connu dans le public et de nombreuses références ne laissent pas de doute sur l'intérêt de son emploi.

Il paraît donc éminemment souhaitable de mettre un contingent annuel important de houille 1/4 grasse à la disposition des producteurs d'agglomérés mixtes. La houille

(1) En Allemagne, il existe ainsi le procédé Jahns-Fischer consistant à mélanger des quantités égales de tourbe verte et de fines de houille du calibre 0-3 mm. Une usine-type — il y en a quatre en service en Allemagne — produit 50.000 t. de briquettes par an.

(2) Les données théoriques et pratiques correspondantes ont été exposées et commentées dans le *Génie Civil*, 26 avril-3 mai 1941 puis dans *Chimie et Industrie*, juillet 1941 et dans le *Génie Civil* du 15 novembre 1942.

(3) Ch. BERTHELOT, *Les combustibles minéraux pour gazogènes*. Cours-conférence du 15 janvier 1942, au Centre de Perfectionnement technique (Maison de la Chimie).



en question est de qualité plus courante que celle de grains d'anhracite dont on a déjà alloué des contingents importants pour l'alimentation des gazogènes polycombustibles (5 à 10.000 t./mois).

Enfin, la distillation des agglomérés mixtes donne naissance à une importante quantité de gaz d'éclairage, évaluée à 200/250 m<sup>3</sup> par tonne. Par suite, les usines d'agglomération pourraient utilement fournir du gaz d'appoint aux usines à gaz voisines. La qualité du gaz fourni est suffisante, son pouvoir calorifique atteignant 3.500 à 4.000 calories suivant le cas.

Enfin, ce concours des branches tourbières, minières et forestières dans l'industrie nationale libèrera d'importants excédents de brai, directement utilisables par l'industrie houillère pour la production des agglomérés crus. Au maximum, ces fabrications consommeraient une quantité de houille ne représentant que 0,5 % de notre extraction charbonnière de 1941.

L'Actigaz produit satisfait aux normes de l'arrêté du 25 octobre 1940 et se caractérise par les propriétés suivantes :

Fusibilité des cendres .....		1.250°
Matières volatiles .....	%	8
Friabilité .....	%	2 (1)
Hydrophylie .....	%	4,5 (2)
Inflammabilité .....		350°

Les agglomérés (3) à préparer se rangent en deux classes. Les premiers, destinés aux gazogènes de véhicules automobiles, pèsent généralement 2 ou 11 gr. suivant qu'ils seront utilisés dans des appareils Gohin ou dans d'autres du type Panhard. La presse tournante leur donne usuellement la forme d'un cylindre ayant 35 mm. de diamètre.

(1) (2) Pour le charbon de bois, ces normes ont respectivement pour valeur 4-5 %, *Chimie et Industrie*, juillet 1941.

(3) Au sujet des combustibles pour gazogènes, consulter le *Génie Civil* du 1<sup>er</sup> janvier 1943, présentant une conférence de M. Thaler, directeur de la Station d'Essais de Bellevue.

Cette dimension passe à 70 mm. ou à 100 si les agglomérés doivent servir à l'alimentation des foyers domestiques.

Il existe plusieurs modèles de presses d'autoagglomération. Les plus répandus sont ceux de la Lurgi-Warmer qu'utilise principalement l'industrie des lignites, en Saxe ; de Saint-Chamond, (1) mise sur le marché en janvier 1942 et qui aurait un débit de 1 t. 5 par heure, puis de Neyret-Beylier que nous allons décrire parce qu'il a reçu une application heureuse pour la tourbe.

IV. Presses d'autoagglomération Neyret-Beylier (fig. 52). — Ces appareils se composent essentiellement d'un

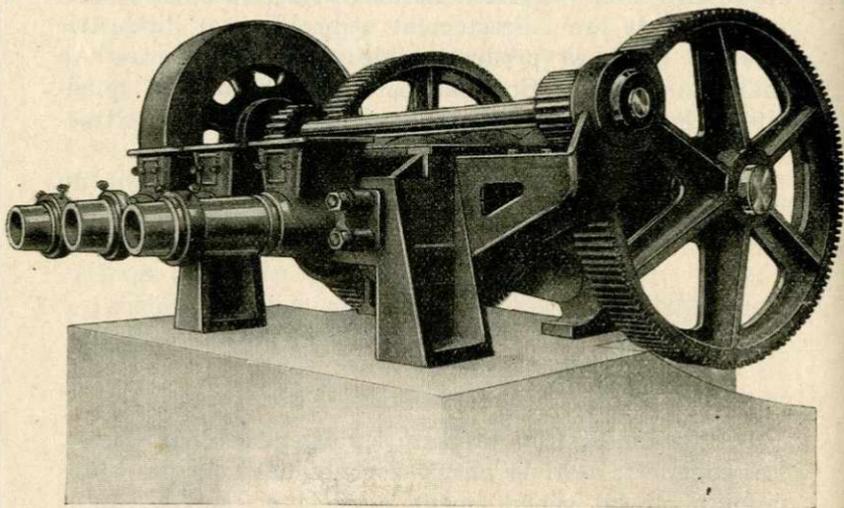


Fig. 52. — Ensemble de la presse d'autoagglomération Neyret-Beylier à trois cylindres.

robuste bâti en acier coulé qui reçoit, d'une part, un vilebre-

(1) L'impossibilité invoquée de communiquer avec la zone libre nous prive de renseignements sur ce modèle récent et certainement intéressant de presse. Celle-ci a un débit de 1 t. 5 par heure et pèse de 5 à 6 t.

quin et, d'autre part, les cylindres de compression. Le piston est animé d'un mouvement de va-et-vient horizontal au moyen d'une bielle connectée au vilebrequin, réduisant ainsi les articulations au minimum. Il n'existe ni genouillère, ni came de forme plus ou moins compliquée.

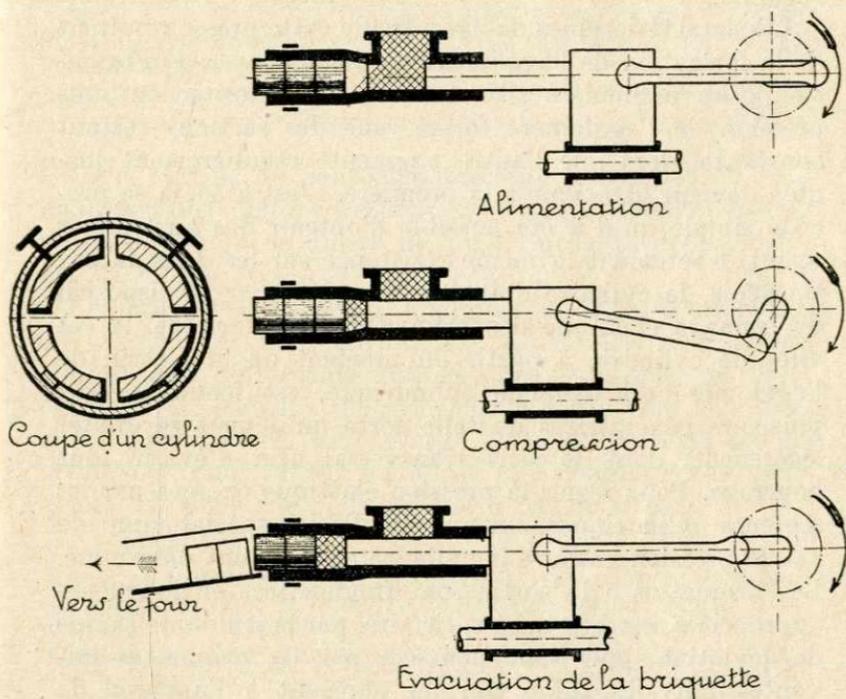


Fig. 53. — Schéma de fonctionnement de la presse d'autoagglomération Neyret-Beylier.

L'alimentation se fait par simple gravité (fig. 53), le piston venant découvrir le fond de la boîte en se rapprochant de l'extrémité de sa course côté vilebrequin. Il refoule ensuite vers le cylindre la poudre humectée. Celle-ci, à un moment donné, se trouve comprimée entre la briquette déjà formée et le piston lui-même qui continue sa course. La nouvelle briquette en formation pousse vers la sortie les bri-

quettes déjà formées, tout en recevant d'elles la contre-pression nécessaire à une bonne agglomération. Un certain nombre de briquettes déjà formées restent, en effet, maintenues dans le cylindre qui, comme nous le verrons plus loin exerce sur elles une pression élastique réglable.

Les caractéristiques du cylindre de cette presse résultent de la formation de l'aggloméré en deux temps : 1<sup>o</sup> Formation d'un aggloméré tronconique ; 2<sup>o</sup> Déformation sous pression de l'aggloméré formé, une des sections restant constante alors que l'autre augmente régulièrement jusqu'à devenir identique à la première. C'est grâce à ce procédé simple qu'il a été possible d'obtenir des agglomérés ayant exactement la même résistance sur les deux faces ; toutefois, le cylindre doit être complété par le dispositif de freinage élastique des briquettes déjà formées. A cet effet, le cylindre, à partir du moment où la section de l'aggloméré est devenue cylindrique, est fendu suivant plusieurs génératrices de telle sorte qu'il peut se dilater légèrement dans le sens transversal afin d'éviter tout bourrage. Pour régler la pression élastique exercée par les secteurs cylindriques, un anneau d'acier spécial muni de vis de pression entoure le cylindre en un point déterminé. Les briquettes à la sortie sont fragmentées en longueurs appropriées aux besoins à satisfaire, par le jeu d'une rampe de déviation, puis sont poussées par les briquettes suivantes dans les tubes qui les amènent à l'appareil de chargement.

Les différents modèles de cette presse se différencient par leur nombre de pistons : 2, 3, 4, 6. Voici leurs caractéristiques afférentes à ces briquettes de 100 mm. de diamètre, à une vitesse de rotation de 50 t./mn. de l'arbre vilebrequin et à une pression totale de 2.000 kgr., soit 25 kgr. par centimètre carré.



Capacité moyenne horaire de briquetage .....	kgr.	4,000	6,000	8,000	10,000
Encombrement longueur environ .....	m.	2,400	2,400	2,400	2,400
Encombrement largeur environ .....	m.	1,900	2,300	2,300	2,800
Encombrement hauteur environ .....	m.	1,400	1,400	1,400	1,400
Puissance absorbée en Ch. ....		6 à 10	10 à 14	14 à 18	18 à 22
Poids de la presse complète en kgr. environ .....		3.400	4.700	6.000	8.400

Dans la voie de l'autoagglomération de la tourbe, des lignites et de la lignine (résidu de l'hydrolyse de la cellulose), il a été accompli vraiment de grands progrès, depuis l'année 1938 (1).

Ces progrès doivent être appliqués de façon à préparer des agglomérés non hydrophiles, utilisables, par conséquent, pour les besoins des groupes gazogènes-moteurs équipant des bateaux de pêche. Dans cette voie la Suède aurait pris une très forte avance. Nous avons pour devoir de ne pas nous laisser distancer plus longtemps et plus avant. L'essence ne nous reviendra pas de sitôt !

(1) Une technique récente appliquée à Aubervilliers, facilitant l'autoagglomération de la tourbe, de la lignine et des lignites, consiste à lubrifier le moule dans lequel on briquette ces produits. A cet effet, on utilise un lubrifiant ayant une affinité physique et chimique avec le produit à agglomérer. La lubrification permet de réduire de 1.800 à 700-800 kgr. la pression d'autoagglomération, ce qui s'explique par une transmission plus régulière de la pression, grâce à la présence du lubrifiant. Le démoulage est facilité, l'usure du moule est moins rapide et on consomme moins de force motrice.



## ONZIÈME PARTIE

### FIBRES TEXTILES A BASE DE TOURBE (1).

I. **Exposé.** — A cause de leur élasticité, de leur mauvaise conductibilité thermique, de leur nature inaltérable, de leur action antiseptique et désinfectante, on s'efforce actuellement d'utiliser les fibres qu'on rencontre dans certaines tourbières à la préparation soit de la ouate, soit de fils qui, en addition ou non à des fibres étrangères, donnent des tissus de qualité.

Les fibres de la tourbe qui conviennent à la préparation de la ouate et de fils dérivent de l'ériophore, du jonc et de carex qui, sous l'action de l'eau, prolongée pendant des siècles, sont physiquement et chimiquement transformées. Aujourd'hui, de leur structure initiale, il ne reste plus qu'un squelette désormais protégé contre toute décomposition et pourriture.

Dans les gisements tourbiers de montagnes, en dessous d'une couche de tourbe blonde, de 30 à 50 cm. d'épaisseur moyenne, on trouve généralement une couche de tourbe de couleur chocolat dont l'épaisseur varie entre 1 et 8 m. Cette dernière contient des fibres dont la longueur peut atteindre plusieurs dizaines de centimètres (Vosges). Elles dérivent notamment de l'Eriophore. Ces fibres se rencontrent aussi

---

(1) La technique de l'utilisation des fibres de tourbe n'était encore que mal connue, en septembre 1942. Nous avons obtenu des renseignements précieux auprès des Établissements PHILIPPE à Mesnil-Thillot (Vosges), de M. COURTEVILLE et de l'INTERTECHNIQUE. D'autre part, nous avons trouvé des indications de premier ordre dans l'ouvrage de M. DE PRAT : *Filature-Encyclopédie Roret*. Nous remercions M. de Prat et la maison d'édition L. Mullo de nous avoir autorisé à reproduire le dispositif des cardes Zschörner.

dans la tourbe de la Somme (Corbie). On a cherché à utiliser des fibres pour la préparation de la ouate de tourbe qui constitue un succédané de la ouate de coton et convient à la préparation de textiles. A cet effet, on utilise les mêmes cardes qui servent pour la laine. La difficulté principale réside dans la séparation, dans les mottes, de ces fibres d'avec la tourbe proprement dite. On recourt pour cela à diverses méthodes : désagrégation sous l'action d'un courant d'eau sous forte pression (10 à 20 atm.) de mottes de tourbe verte, disposées sur un tamis ; criblage de mottes de tourbe demi-sèches.

**II. Séparation, lavage et blanchiment des fibres de tourbe.** — Pour procéder à la séparation des fibres d'avec la tourbe verte et pour blanchir ces fibres, on opère selon l'un des quatre schémas que voici :

I

Tourbe fibreuse verte.  
↓  
Lavage avec une solution à 2 p. 1.000 de NaOH.  
↓  
Rinçage à l'eau.  
↓  
Lavage avec une solution à 2 p. 1.000 de  $\text{SO}_4\text{H}_2$ .  
↓  
Lavage à l'eau.  
↓  
Ouvrage et cardage.

II

Séchage à la presse Colin.  
↓  
Séchage à l'eau jusqu'à 45 %.  
↓  
Séchage thermique jusqu'à 15 %.  
↓  
Défibrage.  
↓  
Ouvrage et cardage.

III

Stockage des mottes dans des hangars à l'abri du soleil qui rend les fibres cassantes.

↓  
Exposition à l'air libre pendant l'hiver.

↓  
Défibrage.

↓  
Ouvrage et cardage.

IV

Tourbe verte pressée.

↓  
Défibrage par l'eau sous la pression de 20 kg.

↓  
Tamisage.

↓  
Ouvrage et cardage.

D'après les essais de M. Philippe, filateur vosgien, même pour les touffes de fibres de surface qui sont très claires, il est indispensable de les laver. Le lavage est facilité quand les touffes sont encore humides, c'est-à-dire telles qu'elles sortent de la tourbière.

Généralement, un lessivage avec agitation dans une eau pure contenant environ 2 p. 1.000 de NaOH amène la dissolution des matières brunes imprégnant et entourant les fibres, matières qui se comportent comme de la tourbe colloïdale. On juge que le lavage est assez poussé quand, après avoir agité et pressé une poignée de tourbe, traitée dans un bain propre, on ne voit plus se détacher de couleur. Rincer à l'eau propre avant cette épreuve. La tourbe étant jugée suffisamment lessivée, on lave à l'eau propre. On exprime l'eau. On trempe ensuite les fibres dans une eau contenant environ 2 p. 1.000 de  $\text{SO}^4\text{H}^2$ . Immédiatement les fibres prennent une couleur plus claire. On agite bien, on lave à l'eau et on sèche. La tourbe fibreuse est ainsi prête pour subir les opérations d'ouvrage et cardage.



Un lessivage au chlorure de chaux blanchit difficilement la tourbe ; par contre, le traitement à l'Igepal (2 %) semble intéressant.

**III. Ouvrage et cardage de la tourbe.** — Avec les fibres de tourbe, on peut faire de la ouate, du fil, du tissu, de la bonneterie de tourbe. La chaîne est en coton, ou soie artificielle. Le fil a été réalisé sur machines de filature de coton par M. Adrien Weiss, ancien élève de l'École Supérieure de Filature et de Tissage de l'Est à Épinal, des Établissements Philippe. L'aspect rugueux du tissu est considérablement diminué par traitement à la Soromine.

Naturellement, la ouate de tourbe peut convenir pour tous rembourrages d'autos et matelas. Elle est de plus imputrescible et ne nourrit pas la vermine. Elle convient surtout pour les usages vétérinaires.

**IV. Carde Zschörner.** — La disposition de cette carde, comme le remarque M. de Prat dans son ouvrage précité, diffère de celle que l'on emploie dans les cardes finisseuses. Dans ces dernières, en effet, la nappe de fibres est divisée en plusieurs rubans dont chacun séparément est filé et tordu. Ici, la nappe venant du peigneur se roule toute en boudin, qui est saisi transversalement et immédiatement transformé en fil. Ce fil est enroulé de façon ordinaire sur une ensouple ou une bobine (fig. 54 et 55).

La disposition est représentée en section dans la figure 54, en élévation dans la figure 55 et en plan dans la figure 56.

1 représente le tambour peigneur d'une carde ordinaire, 2 le peigne vibratoire qui détache la nappe 3 du peigneur. Un rouleau 4, tournant dans le même sens que le tambour 1, empêche la nappe détachée 3 de se développer et la force à s'enrouler sur elle-même en forme de boudin 5. Chaque bout de la nappe est étiré par une paire de cylindre 6, après son passage au travers d'un disque rotatif 7 qui lui donne la torsion voulue. Le fil tordu, à sa sortie des cylindres étireurs 6 6, est conduit à un dis-

positif enrouleur quelconque. Les disques rotatifs 7 7 se trouvent à la même hauteur que le boudin 5 amoncelé entre le peigneur 1 et le rouleau 4. La nappe 3 est donc transformée en fil au fur et à mesure de sa formation. En changeant la vitesse du cylindre 6, on peut à volonté faire des fils de différents numéros.

Dans ce qui précède, il a été entendu implicitement

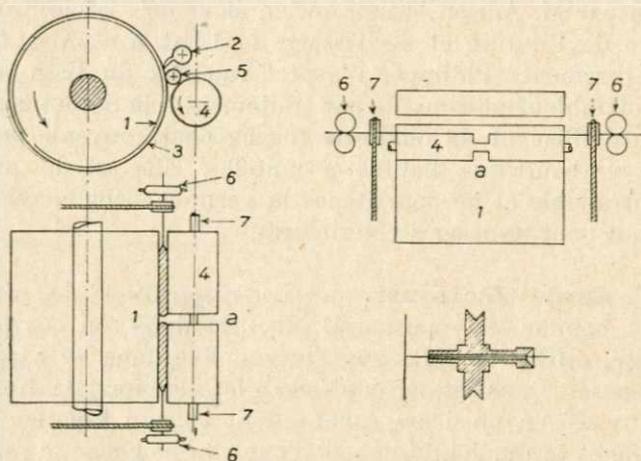


Fig. 54, 55, 56. — Carte Zschörner pour la tourbe.

1, Tambour peigneur. — 2, Peigne vibratoire. — 3, Nappe de tourbe. — 4, Rouleau.  
— 5, Boudin de tourbe. — 6, Cylindres. — 7, Disque rotatif.

que la nappe 3 est divisée en son milieu et que les deux moitiés sont filées chacune distinctement. La division exacte s'obtient en construisant le rouleau 4 en deux parties entre lesquelles on laisse un certain intervalle *a* (fig. 56). Dans cet intervalle, la nappe est libre, alors que, sur le reste de sa longueur, elle trouve un soutien. De là, il résulte que la division se fera en cet endroit *a*. Elle peut d'ailleurs s'effectuer d'une façon plus sûre et plus nette, si à l'endroit de l'intervalle *a* on munit le rouleau d'un dispositif tranchant.



Le disque rotatif 7 qui donne la torsion à la nappe qui le traverse, reçoit son mouvement d'un plateau calé sur un arbre inférieur, non figuré dans le dessin. Le diamètre du trou du disque dépend, à vitesse donnée, des cylindres lamineurs 6 6 et du numéro du fil à obtenir : sa vitesse de rotation règle directement la torsion permanente du fil pour autant qu'il s'en produit. Les rouleaux lamineurs 6 6 sont de construction ordinaire : ils sont supportés par un palier, réunis entre eux par engrenage et mis en mouvement par engrenage conique. Après son passage entre les cylindres 6 6, le fil s'enroule sur une ensouple, entraînée par frottement sur un rouleau de bois commandé de façon quelconque ou bien l'enroulement se fait sur cannettes.

On ne doit pas négliger les déchets tombant sous les grilles de l'ouvreuse, batteur et carde. Ils constituent un excellent produit pour les matelas et couvertures. On libérerait, avec la ouate de tourbe, des masses de laine à utiliser plus à propos pour faire des draps pour vêtements.

**V. Étude des fibres de tourbe.** — Comme l'observe M. de Prat, des études ont été faites, principalement en Allemagne, sur les fibres de tourbe pour en déterminer les diverses propriétés :

1<sup>o</sup> *Longueur moyenne des fibres.* — L'examen a donné les grandeurs les plus diverses. On trouve des fibres depuis 2 mm. jusqu'à 170 mm. de longueur. La longueur la plus fréquente est de 30 à 50 mm.

2<sup>o</sup> *Épaisseur moyenne des fibres.* — L'examen au microscope a donné une moyenne de 58 millièmes de millimètre.

3<sup>o</sup> *Rupture des fils pour tapis.* — Les essais de rupture ont été effectués au moyen de l'appareil Hartig-Reuss. On a cherché à déterminer la limite de ténacité de la fibre de tourbe. On produisait la rupture d'un faisceau de cinq fils disposés l'un à côté de l'autre en opérant sur des longueurs de 100, 50 à 10 mm. On est respectivement arrivé aux longueurs de rupture suivantes (d'après le système de rupture en kilomètre de fil) : 0,52, 0,54 et 1,05.

4° *Détermination de la teneur en eau.* — On a trouvé une moyenne de 9,49 %.

5° *Quantité de cendres.* — Les essais ont donné 2,04 %.

**VI. Utilisation des tissus de tourbe.** — Avec les fils de tourbe conditionnés suivant l'une des méthodes précitées, on prépare des tissus en flanelle de tourbe, des couvertures pour cheval, des filtres pour l'industrie sucrière ; en mélange avec le « venin de crapaud », des compresses contre les ulcères (procédé de la maison Buffox) ; des pansements chirurgicaux, etc...

Espérons que, grâce à l'obligeance réputée de la Melliand Textilbericht de Heidelberg et en collaboration avec elle, on créera en France une industrie des textiles à base de tourbe.

---

## DOUZIÈME PARTIE

### LES GAZOGÈNES FRANÇAIS A TOURBE CRUE.

I. **Exposé.** — La construction et l'utilisation de gazogènes fixes consommant de la tourbe crue ne présentent pas de difficultés spéciales, en ce qui concerne notamment leur encombrement puis le refroidissement et l'épuration du gaz formé. Il en advient autrement pour les gazogènes à tourbe équipant des véhicules automobiles, car le gaz sortant de ces appareils renferme une importante quantité de vapeur d'eau, la tourbe contenant usuellement de 25 à 35 % d'humidité et, en outre, il tient en suspension des poussières et des particules de goudron. D'autre part, en l'état de l'organisation de l'industrie tourbière en janvier 1943, on ne dispose qu'exceptionnellement de tourbe à moins de 20 % de cendres, notamment dans la région parisienne.

II. **Choix de la grosseur des grains de combustible pour les gazogènes à tourbe (1) (2).** — Les expériences correspondantes ont établi qu'en utilisant de la tourbe, il importe spécialement de classer et de calibrer aussi uniformément que possible, le combustible. On s'efforcera notam-

---

(1) Consulter l'excellente étude de KLUG, ingénieur-docteur du Reichsfortsamt, à Berlin : Essais sur la tourbe comme combustible pour gazogènes. *A. T. Z.*, 25-9-40, p. 465 et *Bulletin de Documentation Automobile*, Michelin.

(2) L. THALER : L'utilisation dans les gazogènes du charbon de bois, des agglomérés et des divers combustibles minéraux. *Génie Civil*, 15 décembre 1942.

ment d'éliminer complètement le poussier et d'employer des grains du calibre 10-12 mm. Si les grains sont plus gros, le gaz brûle dans les intervalles qu'ils laissent entre eux de telle sorte qu'il s'enrichit en  $\text{CO}_2$ . Corrélativement, il se forme des scories obligeant à des piquages répétés, suivis, au moment où la voûte de mâchefers s'écroule, d'un dégagement brusque d'un gaz à bas pouvoir calorifique. A ce phénomène succède l'arrêt quasi-complet de la formation de gaz quand on charge du combustible dans le foyer.

L'hétérogénéité de calibre du combustible nuit également beaucoup à la qualité du gaz parce que les réactions de combustion et de réduction ont lieu sur la périphérie de la cuve tandis que sa partie centrale reste trop froide et ne fournit plus, par suite, qu'un gaz de médiocre qualité. Ce cas se présente spécialement pour les gazogènes légers à faible réserve de combustible.

**III. Observations générales concernant l'emploi de la tourbe dans les gazogènes (1).** — Jusqu'à une température supérieure à  $250^\circ$  environ, les gaz sortant du gazogène n'abandonnent pas de goudron. Ce n'est qu'au-dessus de ce point critique que se déposent progressivement des huiles dont la teneur en brai décroît parallèlement à l'abaissement de température du gaz ; la richesse en essence de ces huiles varie en sens contraire de la proportion de brai. Les condensations d'eau ne commencent qu'à partir d'une température du gaz inférieure à  $50-80^\circ$  (2).

Fréquemment, les cendres de tourbe commencent à fondre à une température inférieure à  $1.400^\circ$ , ce qui, exception faite pour le gazogène Gohin, eu égard à son principe particulier, gêne le fonctionnement de la plupart des autres modèles de gazogènes. Pour certains, cependant, le soufflage d'un mélange d'air et de vapeur d'eau détermine

(1) M. SERRUYS, *Comment économiser matières premières et carburants*. Edition de *La France Énergétique*, 1942.

(2) Évidemment, ce point de rosée dépend de la teneur en eau du combustible employé.

la granulation des scories et facilite ainsi leur évacuation périodique parce que ce mélange air-vapeur se surchauffe aux dépens de la chaleur sensible de ces scories.

Fait important, si on laisse arriver dans le gazogène une charge de tourbe, usuellement très humide, à défaut d'un dispositif spécial de séchage, on abaisse notablement, comme c'est bien connu, sa température de régime aux dépens de la composition et du pouvoir calorifique du gaz engendré. Ceci indique que, pour la tourbe — comme pour tous les combustibles humides, — le gazogène doit être construit de façon à n'admettre dans sa cuve qu'un produit déjà desséché. En outre, la majeure partie de la vapeur d'eau résultant de la dessiccation de ces combustibles très humides ne doit pas rentrer dans le cycle de gazéification et, par conséquent, dans le circuit des opérations d'épuration et d'utilisation du gaz (1).

**IV. Le gazogène à tourbe crue Cazes** (fig. 57). — Cet appareil, à circulation descendante, ne comporte pas de tuyères, mais il est muni d'une enveloppe métallique B constituant une chambre que parcourt le mélange d'air et de vapeur à insuffler à la base de la cuve A.

Cette enveloppe se prolonge, à sa partie supérieure, par une trémie D servant à l'alimentation en combustible et qu'entoure, elle aussi, une enveloppe C. Celle-ci forme une chambre que parcourt le gaz de gazogène provenant de la chambre annulaire précédente B, et où il s'est surchauffé, ce qui lui permet de servir d'agent de chauffage, par surface, du combustible humide contenu dans la trémie d'alimentation C de la cuve du gazogène.

A l'intérieur de la trémie et à une hauteur convenable est fixé un cône E régissant, suivant sa position que règle le

---

(1) En juin 1942, la tolérance accordée par le Service des Gazogènes, relativement à la teneur en goudron du gaz entrant au moteur, correspond, pour les gazogènes à bois, à 250 mmgr. par kilogramme de combustible gazéifié. C'est assurément là un « plafond » pour les gazogènes à tourbe.

conducteur de la voiture, la descente continue ou périodique, dans la cuve A du gazogène, du combustible séché à la température de 210° environ. Cette disposition permet de séparer la vapeur d'eau résultant du séchage de ce com-

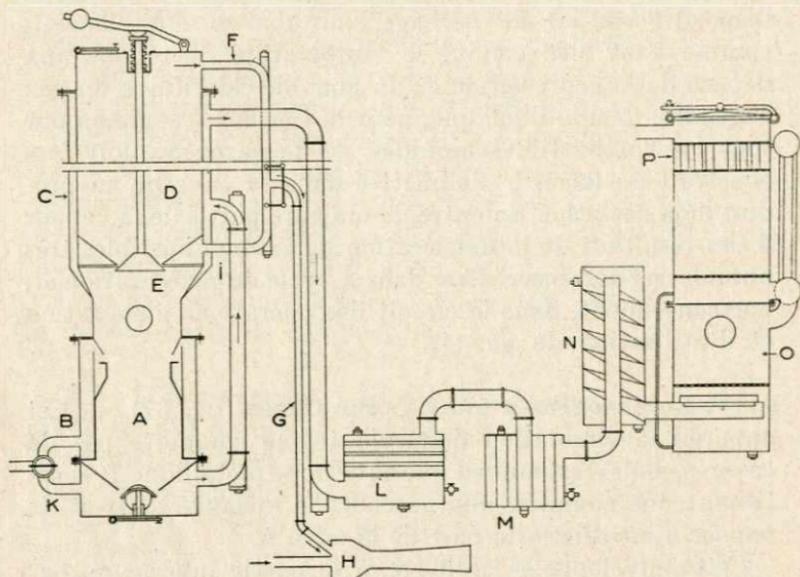


Fig. 57. — Schéma du gazogène à tourbe crue Cazes.

A, Cuve du gazogène. — B, Enveloppe de la cuve parcourue par le mélange d'air et de vapeur, soufflé dans la partie A du gazogène. — C, Enveloppe de la trémie d'alimentation parcourue par les gaz sortant du manteau B. — D, Trémie d'alimentation de la cuve A. — E, Cône régissant la chute de la tourbe de la trémie D dans la cuve A. — F, Sortie de vapeur d'eau provenant du séchage de la tourbe dans la trémie D. — G, Canalisation d'amenée des vapeurs d'eau et de goudron dans l'éjecteur H. — H, Ejecteur actionné par les gaz d'échappement du moteur pour le rejet dans l'atmosphère des vapeurs d'eau et de goudron provenant de la trémie D. — I, Sortie des vapeurs de goudron provenant de la trémie D. — K, Soufflage dans la cuve A du mélange d'air et de vapeur ayant circulé dans l'enveloppe B du gazogène. — L, Décanteur-refroidisseur. — M, Cyclone triple. — N, Sécheur à spirales. — O, Colonne d'épuration comportant les anneaux Raschig. — P, Filtre de sécurité.

bustible et de l'évacuer à la partie supérieure F de la trémie C vers la canalisation d'échappement G des gaz brûlés, à l'aide d'un éjecteur H actionné par ces gaz.

Cet éjecteur aspire aussi une fraction des vapeurs goudronneuses se dégageant au sommet I de la cuve du gazo-



gène. L'intensité de cette aspiration se règle par l'intermédiaire d'un papillon dont la position est automatiquement subordonnée à la vitesse du moteur.

D'autre part, afin de faciliter le maintien de la température de régime, on n'insuffle en K dans le gazogène le mélange requis d'air et de vapeur, qu'après l'avoir fait circuler dans le manteau enveloppant la partie supérieure du foyer A où il se réchauffe.

Sans l'ensemble de ce dispositif : élimination à l'air libre de la majeure partie de la vapeur d'eau résultant de la dessiccation de la tourbe — cette dessiccation se faisant par l'utilisation de la chaleur sensible des gaz sortant du gazogène —, réchauffage du mélange air-vapeur soufflée sous la grille, la marche du moteur manquerait de souplesse et de régularité ; elle deviendrait même impossible au ralenti.

**V. Refroidissement et épuration du gaz (1).** — Ces deux opérations se trouvent simplifiées en raison du rejet direct dans l'atmosphère de la vapeur d'eau et même d'une fraction du goudron résultant du séchage et de la prédistillation de la tourbe dans la trémie d'alimentation de la cuve du gazogène. On les complète en faisant passer le gaz, dans un ensemble d'appareils intercalés entre le gazogène et le moteur.

Cet ensemble comprend essentiellement :

- 1° Un décanteur refroidisseur constitué par un cylindre muni extérieurement d'ailettes de refroidissement ;
- 2° D'un cyclone triple M ;
- 3° D'un sécheur à spirales N ;
- 4° D'une colonne d'épuration O comportant des anneaux Raschig.

Le gaz se rend ensuite au filtre P de sécurité réglementaire puis au mélangeur.

---

(1) Colonel G. ROUYER, *Épuration des gaz de gazogènes. Les filtres*. Centre de Perfectionnement technique (1942).



**VI. Encombrement du combustible tourbe.** — Les mottes de tourbe employées jusqu'en mars 1942 dans les gazogènes, pèsent environ 570-800 kgr. par mètre cube. Cette densité en vrac représente environ le quadruple de celle du charbon de bois, ce qui offre l'avantage, tout compte tenu des différences de pouvoir calorifique, de tripler environ le rayon d'action de la voiture.

**VII. Consommation de tourbe par cheval et par 100 km.** — Pour le dispositif précité et pour des mottes de tourbe de médiocre qualité (30 % d'eau et 25-30 % de cendres), on consomme environ 2 kgr. de tourbe par cheval.

*Rapportée aux 100 km de parcours* dans une région telle que celle des environs de Paris, et pour un camion de 3 t., la dépense de combustible varierait comme suit :

	PRIX à la t.	EN POIDS Kg	EN ARGENT Fr.
Tourbe .....	700	80	56
Charbon de bois .....	3.400	37	125,80
Bois découpé .....	1.600	50	80

a) Les prix à la tonne du bois et du charbon de bois ne sont qu'approximatifs et notablement inférieurs à ceux pratiqués sur le marché noir, important pourvoyeur.

Il y a donc un avantage marqué même en faveur des mottes de tourbe, malgré leur très médiocre qualité présente et à laquelle — simple question de moralité commerciale — on remédiera dans un avenir prochain pour ne pas s'exposer à faire déjuger définitivement la tourbe. *A fortiori*, la tourbe donnera de bons résultats si on la conditionne soigneusement en ce qui concerne sa teneur en eau : maximum 25 %, sa teneur en cendres, sa cohésion et sa densité apparente, laquelle devrait être au moins égale à 700 kgr. par mètre cube. Avec du matériel de conditionnement approprié (presses, filage), cette densité pourrait dépasser la valeur 1.000.

## TREIZIÈME PARTIE

### ORGANISATION ALLEMANDE DES GAZOGÈNES : BOIS, LIGNITE ET TOURBE (1).

I. **Exposé.** — En novembre 1941, suivant un discours prononcé à l'inauguration de la Foire de Vienne, le Général von Schell, directeur général des Transports du Reich (2), il circulait en Allemagne et dans les pays occupés un total de 150.000 véhicules lourds à gazogène, permettant, dans leur ensemble, une économie annuelle d'essence évaluée à 430.000 t. Depuis la fin de l'année 1941, il ne sort plus des usines allemandes d'automobiles aucun véhicule utilitaire qui ne soit équipé d'un gazogène.

L'idéal des constructeurs était d'arriver à réaliser un gazogène pouvant utiliser n'importe quel combustible solide : bois, tourbe, lignite, houille. Déjà, ils ont partiellement atteint leur but puisqu'on voyait exposés, à Vienne, des appareils fonctionnant à volonté au bois, à la tourbe ou aux briquettes de lignite. A l'exclusion de la houille, trois combustibles solides y sont donc utilisables.

II. **Rôle du G. B. K.** — Par son action continue et ses pouvoirs, le G. B. K. a pu réduire fortement, avant la

(1) R. LE GRAIN, Président de la Commission Technique des Gazogènes. Les gazogènes à la Foire d'Automne de Vienne, 1941. *Les Carburants nationaux*, décembre 1941 (p. 587-591).

(2) Cet organisme se dénomme Generalbewollmächtiger für das Kraftfahrwesen ou simplement G. B. K. Le Colonel Schanze est le chef de la division G (gazogènes) du G. B. K. ou, suivant l'expression en usage, de l'Etat-major des gazogènes.

guerre, le nombre de types de véhicules automobiles, dont la construction est autorisée en Allemagne.

Depuis les hostilités, le G. B. K. contrôle l'industrie automobile allemande. En outre, il assume le ravitaillement en combustible et en carburants des automobiles du Reich. A ce titre, il a développé la distribution et l'utilisation des carburants de remplacement.

Suivant les termes du général von Schell « résoudre le problème des gazogènes, c'était résoudre du même coup, celui des transports en temps de paix et en temps de guerre ».

Effectivement, le gazogène affranchit de la tyrannie du pétrole, parce que cet appareil fournit un gaz directement utilisable pour l'alimentation des moteurs alors que l'élaboration des combustibles liquides nécessite des opérations longues et coûteuses, incompatibles avec l'état de guerre. Ce n'est donc que dans des conditions spéciales, celles de l'aviation, en particulier, qu'on continuera à utiliser comme carburants des dérivés du pétrole.

**III. Les gazogènes allemands. Conditions générales de leur homologation (1).** — En décembre 1941, onze types seulement de gazogènes se trouvaient provisoirement homologués, six à bois et à tourbe, cinq à charbon de bois, anthracite, coke de houille et de lignite. A ce propos, M. Le Grain a présenté dans son rapport les observations que voici :

Le G. B. K. n'a accordé son homologation qu'à des appareils longuement éprouvés en service, construits par des maisons présentant toutes garanties et pouvant entreprendre une fabrication en série. La plupart des constructeurs homologués disposent de laboratoires bien outillés et ont pu procéder à des mises au point métho-

---

(1) Consulter à ce sujet la collection des travaux tout à fait remarquables de la Société des Ingénieurs de l'Automobile (S. I. A.), 5, Avenue de Friedland, Paris.



diques. Relevons également parmi les conditions d'homologation exigées :

— l'obligation d'établir des notices de conduite et d'entretien détaillées, accessibles à de non techniciens ;

— l'obligation de constituer et d'entretenir un lot de pièces de rechange.

En fait, observe M. Le Grain, les notices qui nous ont été remises sont toutes remarquablement présentées.

Les gazogènes à charbon de bois paraissent être totalement proscrits en Allemagne (il n'en était pas présenté un seul à la Foire de Vienne). La presse spécialisée allemande ne cache pas ses critiques à l'égard de la politique très différente suivie à ce sujet par la France.

Les gazogènes à bois sont considérés comme suffisamment au point. Ils sont tous à circulation descendante et le prototype en est l'Imbert qui, actuellement, paraît tenir de loin la première place.

La plupart de ces appareils sont présentés comme pouvant fonctionner à la tourbe.

L'ère des mises au point ne paraît, par contre, pas terminée en ce qui concerne les appareils à anthracite. La technique évolue nettement pour ces générateurs vers la circulation ascendante qui, en raison des températures plus basses atteintes dans le foyer, se prête mieux à l'utilisation des combustibles cendreux, mais qui a l'inconvénient de ne pas donner une marche aussi souple que la circulation transversale (dont le prototype en France est le gazogène Gohin, le plus répandu précisément) et de fournir un gaz plus riche en goudron. Des cinq appareils homologués, le Daimler-Benz, seul, est à circulation transversale. Tous les autres sont à circulation ascendante. Il faut, toutefois, noter la solution mixte présentée par Henschel (Finkbeiner).

La circulation ascendante est presque toujours combinée avec un dispositif d'humidification qui améliore sensiblement le rendement thermique de l'installation. Signalons l'existence de ventilateurs refoolants avec che-

minée de mise en veilleuse sur deux des équipements présentés.

La plupart des générateurs, tant à bois qu'à anthracite, paraissent être réalisés, sans doute sous l'influence des essais de la R. K. T. L. (1) avec le souci d'améliorer au maximum le rendement thermique : réchauffage de l'air, double enveloppe autour du foyer et de la trémie, foyers à revêtement réfractaire.

Les dispositifs d'épuration comprennent presque toujours un ou plusieurs appareils du type « cyclone » placés immédiatement à la sortie du gazogène, ce qui réduit les dépôts de poussière dans l'installation. On estime, en Allemagne, que ces appareils, tels qu'ils sont actuellement construits, sont très efficaces et un constructeur de gazogènes à bois présente même un équipement ne comprenant pas d'autre filtre.

L'épuration finale est assurée dans plusieurs appareils par de la laine de verre. Il existe aussi des filtres à contact (genre anneaux Raschig) et à barbotage dans l'huile. Un seul constructeur présente un filtre à tissu. Noter également chez deux constructeurs d'appareils à anthracite l'existence d'un filtre à chicanes placé après le mélangeur pour éliminer les goudrons.

M. Le Grain ajoute, plus loin, que les appareils dérivés de l'Imbert et du Hansa auraient un rendement thermique excellent, d'où la possibilité d'utiliser des bois ou de la tourbe très humides. On arrive encore à sécher ces combustibles au moyen des gaz d'échappement. Dans ce but, comme le fait Humboldt Deutz, on loge sur le tracteur (au-dessus des roues arrières) une réserve de bois (ou de tourbe) chauffée par les gaz d'échappement.

#### IV. Tendances sur l'emploi en Allemagne et en France des gazogènes à bois et à tourbe (2). — Au sujet

(1) Cette abréviation signifie « Reichskuratorium für Technik in der Landwirtschaft.

(2) M. LESUEUR, Le bois carburant. *Journal de la Société des*

des dispositifs précités, il convient de présenter les remarques que voici :

a) Le discrédit des gazogènes à charbon de bois s'explique par les conditions défectueuses actuelles de technicité et d'organisation de la charbonnerie telles qu'on les rencontre trop fréquemment en France et qui font payer ce charbon de bois beaucoup trop cher. On ne pourra pas laisser subsister la pratique actuelle de carbonisation dans des fours qui ne permettent pas la récupération du goudron et qui ne travaillent qu'avec un rendement thermique déplorable : moins de 20 %. Un compromis est possible par les fours semi-fixes qu'on déplacera environ chaque semestre et qui n'offrent pas les désavantages économiques des installations fixes. Mais encore, faudrait-il que le métal de ces fours soit mis à l'abri de la corrosion par l'acide acétique. On a eu, à ce sujet, de cruels déboires en 1941. La protection contre l'acide acétique est cependant effective quand on emploie les moyens voulus, très simples, d'ailleurs (1).

Le gazogène à tourbe offre un très grand avenir en raison de l'importance de nos réserves tourbières et du prix de revient beaucoup plus bas de la tourbe, comparative-ment au bois et au charbon de bois (2).

b) En ce qui concerne le semi-coke et l'antracite, il n'y a guère, en France, que le gazogène Gohin qui se prête à leur emploi. La mise au point correspondante date d'une dizaine d'années et s'est faite à propos des charbons

---

*Ingénieurs de l'Automobile*, avril 1942, p. 159-170. Ce mémoire est une intéressante contribution au problème du bois carburant.

(1) Sous réserve d'essais homologués restant à faire, on peut aussi envisager le recours au framalitage, assez discuté cependant, qui a donné lieu à des observations pratiques intéressantes à la Société des Ingénieurs de l'Automobile.

(2) En décembre 1941, la tourbe à 30 % d'eau se paie 450 fr. la t., sur la tourbière et 900 fr. en cave à Paris, tandis que le bois découpé pour gazogènes et le charbon de bois se vendent officiellement à Paris respectivement 1.500 fr. et 3.200 fr. (environ 15.000 fr. sur le marché noir).

anthraciteux de Bessèges qui offrent une tenue au feu remarquable et du « carbolux » de Bruay (1).

c) Plusieurs constructeurs français ont également envisagé le recours à des méthodes judicieuses : réchauffage de l'air et de la vapeur, calorifugeage du foyer et de la trémie, etc... que la R. T. K. L. préconise avec raison mais, faute de tôles, ils n'ont pas pu les appliquer jusqu'ici.

d) En France, comme en Allemagne, la laine de verre (2) donne d'assez bons résultats pour l'épuration physique du gaz de gazogène (3).

e) En raison de ses conditions d'autoagglomération, lesquelles correspondent au traitement d'une tourbe (ou d'un lignite à 18-20 % d'humidité), on ne peut pas disposer de briquettes de tourbe (ou de lignite) à moins de 15-18 % d'eau. Par conséquent, il importe de soumettre la tourbe à un séchage préalable dans une trémie au moyen soit des gaz d'échappement (procédé Humboldt-Deutz), soit par l'utilisation de la chaleur rayonnée par le foyer du gazogène (procédé K. Z.). Cependant, dans le cas de la tourbe et du bois, il ne faut pas oublier que si l'on emploie une trémie, celle-ci doit avoir une capacité suffisante, afin que, pour le rayon d'action fixé à la voiture, la cuve du gazogène demeure pleine et que le gaz garde son homogénéité de composition, puis que le goudron soit convenablement craqué. Par contre, cette sujétion ne se présente pas pour les gazogènes à tuyères consommant du charbon de bois parce qu'on peut, sans risque, y faire des-

---

(1) Depuis deux ou trois ans, il leur est venu s'adjoindre les grains d'anthracite 7-13 de Vicoigne et le Gazorex 8-13 et 13-36 mm. des mines de la Grand'Combe (Gard).

(2) Cependant, on doit se garder de l'emploi des matières filtrantes trop fragiles et donnant des particules très fines et très abrasives — la soie de verre par exemple — qui peuvent être entraînées dans le moteur et en provoquer une usure prématurée (*Le Génie Civil*, Épuration et filtrage des gaz de gazogènes. (1<sup>er</sup> et 15 janvier 1943.)

(3) Les tampons de soie de verre n'offrent guère de garantie, leur efficacité dépendant essentiellement du tassage et de la répartition du produit.

endre le combustible jusqu'au niveau des tuyères et les recharger ensuite.

f) Jusqu'à présent, en dehors des briquettes « Union » de Rhénanie, qui offrent les avantages d'une bonne tenue au feu et d'une grande pureté (cendres et soufre), on n'utilise pas en Allemagne de lignite cru dans les gazogènes. *A fortiori*, en advient-il ainsi en France où les lignites sont habituellement très cendreuse et très riches en soufre. Pour ces derniers, de même que pour les tourbes cendreuse et à cendres fusibles, il importe de recourir à un procédé chimique (méthode Franck-Morr), de décendrage. Celui-ci permet d'éliminer, d'une part, les composés alcalins et les éléments alcalino-terreux abaissant le point de fusion des cendres puis, d'autre part, le soufre se trouvant à l'état de pyrite et en combinaison avec la matière organique. Ces formes du soufre engendrent des anhydrides sulfureux et sulfurique, susceptibles de corroder les appareils d'épuration du gaz et les organes du moteur.

En Allemagne, tel qu'il ressort de la déclaration du général von Schell, l'organisation présente du G. B. K. subsistera après les hostilités. Les milieux compétents, remarque M. Le Grain, sont unanimes à estimer que le rôle du gazogène sera loin d'être terminé à ce moment-là. L'Europe, pauvre en combustibles liquides, devra réserver ceux-ci à l'aviation et aux voitures légères de tourisme. Pour toutes les autres applications des moteurs à carburation, elle fera appel aux combustibles solides de remplacement. L'énorme destruction de chantiers de constructions navales et de navires de commerce, spécialement de tankers, puis la nécessité, au point de vue économique, de recourir à une autarcie, nous mettront assurément dans l'obligation d'appliquer une organisation analogue à celle du G. B. K.

**V. Consommations de tourbe et de bois pour gazogènes. Problème de la distribution.** — Pour l'année 1941, la consommation allemande de tourbe pour gazogènes n'a pas dû excéder 40.000 t. Là, comme ailleurs,



on ne disposait pas encore de procédés efficaces et simples de séchage — en particulier, le procédé Madruck aurait été abandonné en raison de son prix de revient excessif — et les gazogènes à tourbe venaient seulement d'apparaître sur le marché. Quant au bois, sa consommation en est prévue à 3 millions de stères pour l'exercice 1941/1942 et à 5 millions pour celui de 1942/1943. Les besoins en anthracite sont estimés annuellement à 100.000 t.

Deux sociétés, comme l'indique M. Le Grain, complètent le G. B. K., savoir :

La G. F. T., Gesellschaft für Tankholzgewinnung und Holzabfallverwertung A. G. Berlin, qui, ainsi que son titre l'indique, a pour objet de rassembler et de préparer, en vue de leur utilisation dans les gazogènes, les bois et déchets de bois provenant de l'exploitation des forêts et des industries travaillant le bois. La G. F. T. n'effectue aucune distribution.

La Generatorkraft Aktiengesellschaft für feste Kraftstoffe à Berlin, qui assure la distribution, soit directement aux consommateurs (pour les entreprises importantes), soit par l'intermédiaire de postes de distribution, de tous les combustibles pour gazogènes.

La Generatorkraft a équipé de postes de distribution l'ensemble du réseau d'autostrades allemand : 700 postes de distribution ont été, en outre, répartis sur les autres itinéraires. Ces postes sont ouverts jour et nuit et peuvent également assurer la fourniture d'huile et d'eau. Le G. B. K. étudie l'éventualité de leur adjoindre un magasin de pièces de rechange.

Les combustibles délivrés par la Generatorkraft répondent aux spécifications suivantes établies par le G. B. K. :



	BOIS	TOURBE
Nature. ....	Bois de toute nature, y compris résineux, principalement : hêtre, chêne, bouleau, pin.	Tourbe noire.
Provenance ....	<i>Bois de forêt</i> : branches, chutes de bois de chauffage, etc... Déchets industriels répondant aux dimensions ci-dessous. Les bois imprégnés peints ou collés (contreplaqués) ne sont admis que mélangés par moitié à d'autres déchets. Bois de démolition, traverses, poteaux, etc...	1 <sup>o</sup> Tourbe mécanique.  2 <sup>o</sup> Tourbe à la bêche sous réserve d'une faible teneur en cendres (2,5 %). Essais et autorisation d'emploi par le « Generatorstab ».
Degré d'humidité.....	Séchage à l'air : 6 mois après abatage, plus 3 mois de stockage en magasin après tronçonnage.	1 <sup>o</sup> Compris entre 20 et 25 %. 2 <sup>o</sup> Minimum un an de séchage en magasin.
Stockage .....	A sec, sur supports perméables à l'air.	1 <sup>o</sup> et 2 <sup>o</sup> A sec, avec circulation d'air.
Dimensions ....	Longueur, inférieure à 8 cm. Épaisseur et largeur inférieures à 5 cm., pas de copeaux de rabotage, ni de sciure.	1 <sup>o</sup> et 2 <sup>o</sup> Morceaux de 3 à 5 cm.
Utilisation.....	<i>Non mélangés</i> : tous les bois, sauf le chêne. <i>En mélange</i> : bois résineux et autres, par moitié, chêne et bois résineux ou non résineux par moitié.	a) Pour les générateurs à tourbe. (1) Sans mélange. b) Pour les générateurs à bois. (1) et (2) En mélange par moitié avec des bois durs ou tendres.
Vente .....	Au poids ou au volume.	Au poids.

VI. Récupération des calories dans les gazogènes à tourbe et à bois (1). — Les difficultés d'utilisation de la tourbe et du bois pour l'alimentation d'un gazogène proviennent principalement de la teneur en eau souvent élevée de ces combustibles ainsi que du goudron contenu

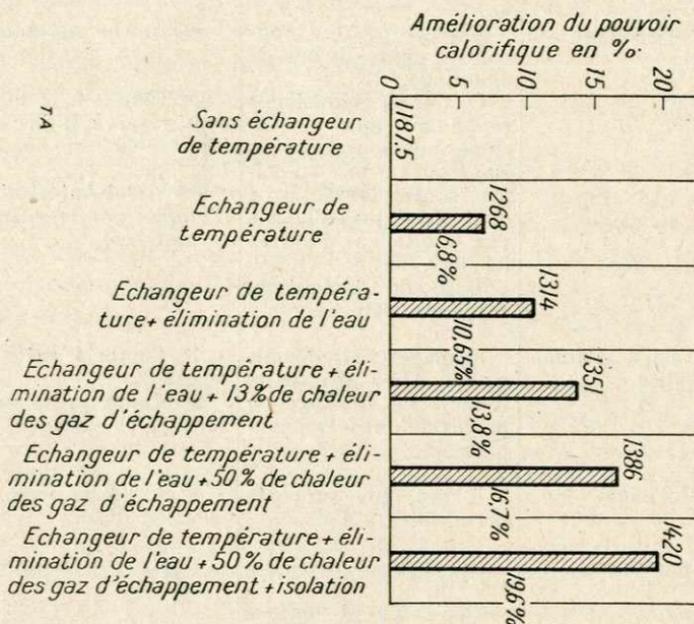


Fig. 58. — Relation entre le pouvoir calorifique du mélange air-gaz et la teneur en humidité de la tourbe.

dans les gaz qu'ils engendrent et que l'on cherche à décomposer par craquage. C'est à ce résultat que tendent les gazogènes à combustion renversée.

L'efficacité du craquage dépend de la température régnant dans la zone de combustion et de la vitesse à

(1) G. MOHR, Les gazogènes à récupération de chaleur, *Journal de la Société des Ingénieurs de l'Automobile* (décembre 1941).

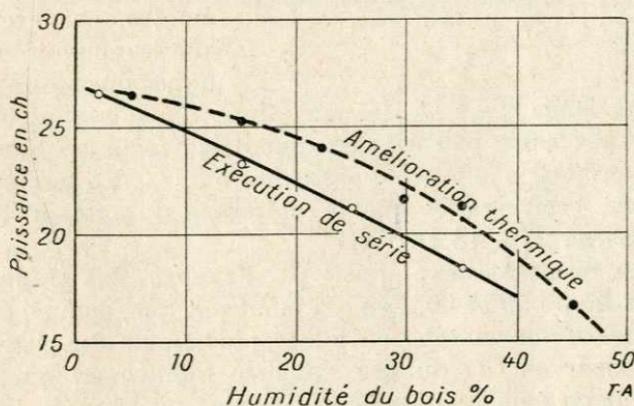
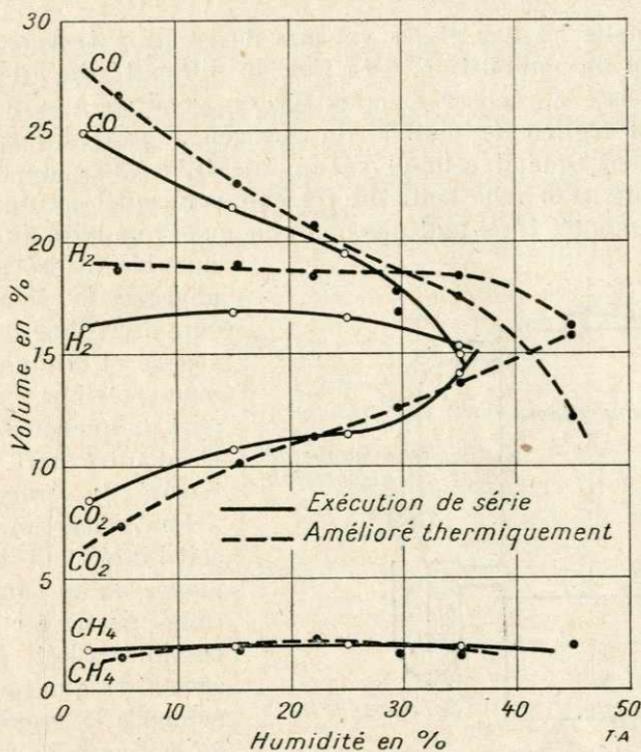


Fig. 59 et 60. — Relation entre la teneur en CO du gaz et la teneur en eau du bois ou de la tourbe.

laquelle les gaz et les vapeurs de goudron traversent la zone de combustion. Dès lors, la difficulté du problème consiste à réaliser le craquage du goudron à n'importe quel régime de marche du gazogène, mais plus spécialement, quand celui-ci va au ralenti, à cause de l'arrêt ou de la marche lente du véhicule sur lequel cet appareil est monté. Il ne faut pas non plus que l'humidité du com-

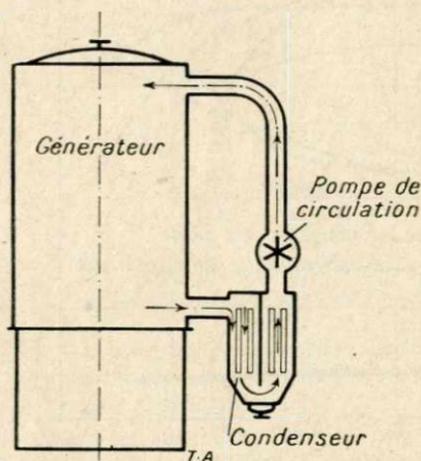


Fig. 61. — Dispositif de purge de la vapeur d'eau et du goudron après condensation.

bustible utilisé puisse abaisser la température de régime du gazogène et diminuer en même temps, d'une part, la qualité du gaz et, d'autre part, l'intensité du craquage.

Par suite, on conçoit l'intérêt de n'employer qu'un combustible aussi sec que possible. C'est précisément ce que met en évidence le graphique de la figure 58, lequel montre, par exemple, que le pouvoir calorifique du mètre cube

du mélange d'air et de gaz admis dans le moteur décroît de 630 à 540 calories quand la teneur en humidité du bois (ou de la tourbe) passe de 3 à 35 %. En termes pratiques, ceci signifie que la puissance du moteur tombe d'environ 27 à 18 chevaux.

Ces résultats s'expliquent par l'examen des graphiques de la figure 59 et 60. Ceux-ci montrent que, comme conséquence d'une marche en allure plus froide du gazogène, la teneur en CO du gaz s'abaisse rapidement quand la teneur en eau du bois s'élève. Quant au taux de CO<sub>2</sub>, il croît dans le même sens que ce degré d'humidité. Par

exemple, la richesse en  $\text{CO}_2$  passe de 8 à 15 % quand ce dernier monte de 2 à 33 %.

Aujourd'hui, on parvient à stabiliser et à améliorer le fonctionnement d'un gazogène à bois en pratiquant la récupération de la chaleur sensible, soit des produits gazeux qui sortent de la cuve de gazéification, soit celle des gaz d'échappement du moteur qu'il alimente.

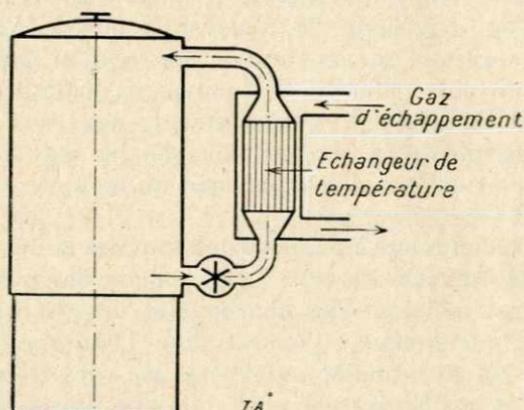


Fig. 62. — Dispositif pour la récupération de la chaleur des gaz d'échappement du moteur.

Ces dispositifs de récupération de chaleur sont reproduits, d'après G. Mohr, aux figures 61 et 62. Suivant la première, on capte dans la seconde moitié inférieure de la cuve, de la vapeur d'eau, chargée de pyrolytiques que l'on condense et évacue. Les gaz et les vapeurs subsistants sont ramenés, par un compresseur, dans la partie supérieure de la cuve. La seconde solution (fig. 62) est en quelque sorte inverse de la précédente. Elle consiste également à capter de la vapeur d'eau dans le gazogène ; mais, au lieu de la condenser on la surchauffe dans un corps tubulaire au moyen des gaz d'échappement du moteur, puis on la refoule à la partie supérieure de la cuve où elle



apporte jusqu'à 50 % de la chaleur sensible des gaz d'échappement.

Manifestement, la seconde disposition (fig. 62) est la meilleure parce qu'elle permet d'utiliser une importante partie de la chaleur sensible des gaz d'échappement à un séchage intensif et à une distillation préparatoire du bois dans la partie supérieure de la cuve du gazogène. Par cet ensemble de moyens, on arrive, comme le montrent les graphiques de la figure 58, à élever de 1187 à 1420 le pouvoir calorifique suivant qu'on passe d'un gazogène de série à un autre pourvu des nouveaux dispositifs d'amélioration thermique, essentiellement constitués par des récupérateurs de la chaleur sensible des gaz sortant du gazogène et des gaz d'échappement du moteur.

**VII. Décendrage chimique des tourbes et des lignites. (procédé Franck-Morr).** — En dehors des procédés de triage gravimétrique des charbons et des coques qui conviennent quelquefois à l'épuration de la tourbe (1) et des lignites, on a proposé, en Allemagne, de décendrer les tourbes et les lignites par voie chimique. La méthode correspondante, dite Franck-Morr, présente un intérêt spécial pour les lignites français parce que ceux-ci, en dehors de ceux des Landes, sont riches en cendres et en soufre. Elle en offre également pour les tourbes des vallées et des plaines qui, en France (Somme, Oise, Normandie, Loire-Inférieure, Charente, Ain, Essonne, Aube, Marne, etc...) contiennent fréquemment de 25 à 35 % de cendres. Ces dernières présentent, en outre, l'inconvénient de fondre à une température légèrement supérieure à 1.000° en raison de leur richesse en sels de fer et de chaux. Seules, les tourbières de montagnes (Vosges, Limousin) contiennent moins de 4,5 % de cendres. Quant aux tourbes d'Auver-

(1) M. Menu a obtenu, en se servant des tables pneumatiques Meunier, des résultats intéressants en opérant, soit sur le combustible cru, mais sec, soit sur son semi-coke.

gne (Cantal et Puy-de-Dôme), elles en renferment généralement de 4 à 9 %. Ledit procédé de décentrage par voie chimique consiste à éliminer des combustibles solides : houille, tourbe, lignite, les éléments alcalins et alcalino-terreux, le fer qui, par leur présence, abaissent le point de fusion de leurs cendres. L'opération correspondante a pour effet :

1° *De diminuer la teneur en cendres des combustibles traités, proportionnellement à l'élimination des composés du fer, du magnésium, du calcium, du potassium et du sodium qu'elle a permise.*

2° *De permettre un relèvement du point de fusion des cendres d'une manière en rapport avec l'accroissement relatif de leur teneur en silice et en alumine, consécutivement à l'élimination des composés alcalins et alcalino-terreux.*

A cet effet, on fait passer sur le combustible mis en œuvre, du chlore agissant, en phase gazeuse, seul, ou plus généralement, en présence de vapeur d'eau. Par suite, les éléments minéraux contribuant à abaisser le point de fusion des cendres de ce combustible, sont déplacés par dissolution. La vapeur d'eau diluant le chlore favorise, par voie physique et chimique, cette action de dissolution.

Parallèlement, l'action du chlore favorise l'expulsion du soufre métalloïdique et organique contenu dans le combustible. On récupère ce soufre, s'il se trouve dans le lignite en quantités élevées (lignites du Minervois, de Tunisie, etc...).

Cette méthode du professeur Franck (de la Hochtechnische Schule) et du docteur Morr se combine usuellement avec une semi-carbonisation, procédé Koller, lors du traitement de la tourbe et des lignites destinées à l'alimentation des gazogènes de véhicules automobiles. Cette semi-carbonisation prend fin à la température de 325°, c'est-à-dire au point critique pour lequel le combustible traité est dépouillé de la majeure partie de son goudron primaire (80 % en général). Cependant, le semi-coke formé contient encore

suffisamment d'éléments bitumineux pour qu'il se caractérise encore par sa forte réactivité et par son pouvoir d'engendrer un gaz riche en méthane. Ceci permet d'atténuer la perte de puissance du moteur par rapport au cas où l'on emploie un combustible (charbon de bois, semi-coke) trop pauvre en matières volatiles.

La présentation de la tourbe sous la forme de briquettes de forte cohésion ne souffre aucune difficulté en raison du pouvoir auto-agglomérant élevé de la tourbe. Généralement, il n'en advient pas de même pour les lignites français, à l'inverse de ce qui a lieu pour les lignites rhénans et saxons. On tourne cette difficulté en incorporant aux lignites crus français du menu de houille agglutinante. Cet ensemble lignite-houille est alors aggloméré puis soumis à une semi-carbonisation. On dispose alors de briquettes de forte cohésion utilisables pour le service des gazogènes de véhicules automobiles (1).

Une usine-type correspond à l'extraction journalière de 2.000 m<sup>3</sup> de tourbe verte puis à la production correspondante de 110-120 t. de briquettes de semi-coke et de 6 à 8 t. de goudron (2).

---

(1) La fabrication d'agglomérés mixtes de houille et de charbon de bois, à Vernon (Eure), *Génie Civil*, 26 avril et 3 mai 1941.

(2) D'après les travaux précités de M. Thaler, pour éviter le colmatage des filtres d'épuration du gaz, la teneur en goudron, déterminée par l'essai à 500° dans la cornue Fischer, ne doit pas être supérieure à 0,2 % pour le charbon de bois, à 0,25 % pour certaines houilles maigres et à 1 % pour les semi-cokes. Le filtre idéal est la toile de coton possédant 25 fils de chaînes et 25 fils de trames au centimètre carré.

## QUATORZIÈME PARTIE

### **CALORIFÈRES A TOURBE :** **« AUTOCARBONE » ET « CALOCARBONE »,** **PRODUCTEURS DE CHARBON** **DE TOURBE POUR GAZOGÈNES.**

I. **Exposé.** — Afin d'utiliser économiquement la tourbe (et le bois) pour le chauffage des locaux de toutes dimensions et pour disposer, en même temps, d'une part, de gaz pour des besoins domestiques ou pour des fabrications spéciales (céramiques, petites forges, papeteries, laiteries, boulangeries) puis, d'autre part, de charbon de tourbe convenant à l'alimentation des gazogènes, MM. de Romanet et Gohin ont mis au point des appareils de chauffage dénommés « Autocarbone » et « Calocarbone ». Ces appareils dérivent du gazogène Riché ; le chauffage s'y fait au gaz au lieu de se faire à la houille comme dans le dispositif Riché. Nous indiquerons au chapitre III le bilan calorifique de ces fours.

II. **Fonctionnement de l'appareil « Calocarbone ».** — Cet appareil, comme l'indique la figure 63, se compose essentiellement d'une cornue K, fermée en haut par un couvercle servant à introduire la tourbe et ouverte à sa base. Cette cornue, dont le haut sert de réserve à la tourbe, est entourée à sa partie basse d'une enveloppe plus ou moins calorifugée, et comportant, à sa base, une grille G qu'on commande de l'extérieur par une poignée. Cette grille sert soit de grille de foyer, soit de régulateur pour faire tomber le charbon dans un tiroir où il se refroidit.

dit et d'où on l'extrait périodiquement par une porte adéquate. L'air primaire 1A est introduit sous la grille et l'air secondaire 2A, par une couronne de trous (fig. 64).

La figure 64 correspond à un exemple d'application du « Calocarbone ». Une cheminée, tirant bien, reçoit les fumées venant de la tuyauterie C et met l'ensemble en

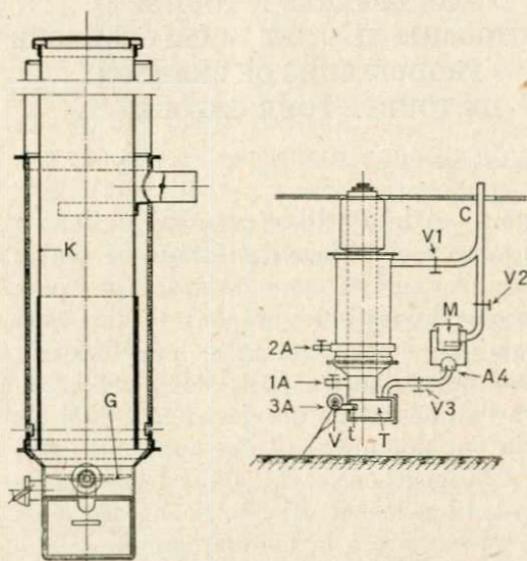


Fig. 63 et 64. — Le calorifère « Calocarbone ».

dépression. En 1A, entre l'air qui, venant sous la grille G, détermine la combustion du charbon de tourbe reposant sur ladite grille. La fumée chaude environne la cornue K et provoque la distillation de la tourbe qu'elle contient. L'air 2A, entrant par des trous réglables, par une ceinture en feuillard ou par un unique volet, brûle le gaz de distillation de la tourbe, si bien qu'au bout de quelque temps, on peut supprimer l'arrivée d'air en 1A, sous la grille. En agitant la grille, de temps en temps, on permet au charbon de descendre dans le tiroir T qui, une fois plein

est sorti par la porte inférieure. Au moyen de la tuyère *t* et du ventilateur V, on peut produire du gaz pauvre qui s'ajoute au gaz de distillation. De ce mélange de gaz, on prélève au moyen des volets V1, V2, V3, une certaine quantité pour chauffer une installation annexe ; fourneau de cuisine, cuiseur, réchauffeur d'eau, etc..., l'air arrivant en 4 sert à brûler le gaz prélevé comme le montre la figure 64.

L'enveloppe extérieure, suivant que sa paroi est plus ou moins complètement calorifugée, contribue plus ou moins au chauffage de la pièce dans laquelle se trouve le « Calocarbone ». Evidemment, la disponibilité de charbon reste d'autant plus grande que le calorifuge est plus complet, qu'on souffle moins d'air vers 1A et en 2A pour obtenir du gaz utilisable à des besoins divers. Dans d'autres cas, au lieu de calorifuger l'enveloppe, on la munit d'une chemise d'eau, ce qui permet de disposer de vapeur ou d'eau chaude pour le chauffage central.

III. Bilan calorifique du « Calocarbone ». — Dans son four gazogène, conçu au début de ce siècle, Riché obtenait, par kilogramme de bois à 3.500 calories :

	CAL.
Charbon de bois : 200 gr. à 7.000 cal. ....	1.400
Gaz : 0,7 m <sup>3</sup> à 3.000 cal. ....	<u>2.100</u>
TOTAL .....	3.500

A déduire :

Combustible pour le chauffage du four :	
0 kgr. 25 de charbon à 7.000 cal. ....	<u>1.750</u>
Disponible .....	1.750

Autrement dit, il manquait 350 cal. gaz (2.100 — 1.750) pour assurer le bilan thermique du four, ce qui obligeait à faire l'appoint par un combustible solide autre que celui qui sortait de la cornue.

Un bon agencement et un bon réglage de la combustion

du gaz employé dans le « Calocarbone », un préchauffage de la tourbe par les fumées et un bon calorifugeage du four permettait de ramener la dépense de chauffage de 1.750

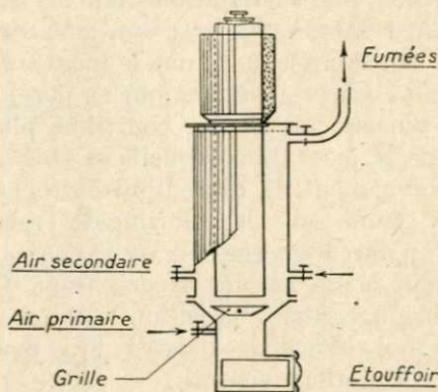


Fig. 65. — Four gazogène « Calocarbone » pour la carbonisation avec récupération du goudron, de la tourbe et du bois.

à 1.000-1.100 calories. Il reste donc sous la forme de gaz en sus du charbon de bois une disponibilité de :  $2.100 - 1.000$  à  $1.100 = 1.000$  à 1.100 calories-gaz utilisables pour d'autres usages.

Cet appareil permet, aisément d'ailleurs, de faire varier à volonté les rendements en charbon et en calories-gaz.

**IV. Chauffage des fours industriels à la tourbe.** — Actuellement, dans de nombreuses installations industrielles, on manque de houille pour le chauffage des générateurs de vapeur. Comment, en totalité ou en partie, peut-on y substituer la tourbe plus ou moins sèche ?

Quand on dispose de filés de tourbe à 15-20 % d'humidité, il n'y a aucune difficulté à craindre. Qu'il s'agisse de grilles fixes ou de grilles mécaniques, ces filés y relaient très bien les calibrés de houille.

Quand on n'utilise que des boudins ou fragments de

gâteaux de tourbe pressurée, on peut recourir au dispositif représenté à la figure 66. Essentiellement, elle consiste à utiliser les fumées sortant des carneaux du générateur de vapeur pour le séchage de la tourbe plus ou moins sèche, chargée dans la touraille S. A la base de celle-ci, on reprend la tourbe pratiquement anhydre qui est alimentée dans le four gazogène C, lequel fournit, suivant son mode

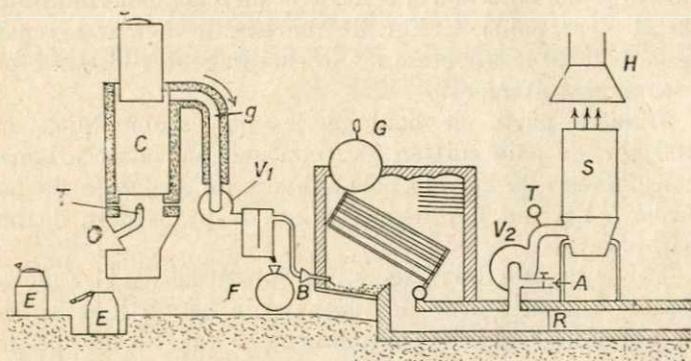


Fig. 66. — Four gazogène pour le chauffage d'un four industriel.

C, Calocarbène avec entrée d'air par orifices annulaires O et tuyère T; *g*, gaz chargés de produits pyrolytiques; V<sub>1</sub>, extracteur centrifuge appelant l'air en O et T et précipitant le goudron vésiculaire; V<sub>2</sub>, recette à goudron; F, fût à goudron; B, brûleur; G, générateur de vapeur; R, registre permettant de supprimer la communication du carneau avec la cheminée; V<sub>2</sub>, ventilateur aspirant le mélange fumée-air dont la température est réglée à 150° au moyen du thermomètre à cadran Th, *f*, fumées humides et refroidies vers 50° s'échappant par la hotte H; E, étouffoir à charbon; A, entrée d'air secondaire.

de réglage, des quantités déterminées : 1° de charbon de tourbe; 2° de goudron, séparé dans le cyclone *r*, et recueilli dans le baril F; 3° de gaz que l'on brûle sur la grille B du générateur de vapeur, conjointement ou non à de la houille. Dans le Berry, on a recouru à une disposition de ce genre pour l'utilisation des rémanents forestiers.

**V. Résultats pratiques d'exploitation.** — Jusqu'en décembre 1941, l'Autocarbène n'a été appliqué à la tourbe qu'en Limousin et qu'à une échelle modeste, faute d'une

production nationale suffisante de tourbe, mais on l'utilise couramment pour le bois (château féodal de Farsac à Eymoutiers, Haute-Vienne). Dans une laiterie, on utilise dans un « Calocarbone » des rémanents hachés. Dans l'un et l'autre cas, on a réduit le calorifugeage de l'appareil afin de lui permettre de concourir au chauffage des locaux. Dans ces conditions-là, 60 à 80 kgr. de ces rémanents fournissent, avec un rendement minimum de 21 % en poids, 13 kgr. de charbon de bois ne revenant qu'à 1 fr. 20 le kilogramme, le chauffage des locaux étant assuré gratuitement.

D'autre part, en boulangerie, on estime que, aux 100 kgr. de pain cuit en four continu, un « Calocarbone » consommera 20 kgr. de bois anhydre ou 25 kgr. 5 de bois séché à l'air en fournissant 3 kgr. 5 de charbon de bois carburant.

Par suite, les boulangers, en substituant un « Calocarbone » alimenté avec des déchets de bois à leur brûleur actuel dans lequel ils consomment 10 kgr. de mazout par 100 kgr. de pain, dépenseront 22 kgr. 5 de bois sec. En compensation, ils disposeront comme sous-produit de 3 kgr. 5 de charbon de bois utilisable dans les gazogènes de camions automobiles.

Dans un foyer bien conçu, la tourbe peut donc rendre des services énormes, là particulièrement (Somme, Picardie, Paris, etc...) où le bois vaut beaucoup plus cher que la tourbe.

---

## QUINZIÈME PARTIE

### UTILISATION DE LA TOURBE. CARBONISATION A BASSE ET A HAUTE TEMPÉRATURE. HYDROLYSE.

I. **Exposé.** — Aux trois précédentes parties, nous avons montré les services considérables que la tourbe peut rendre pour l'alimentation des gazogènes et pour le chauffage domestique, sous la double réserve de conditionner convenablement la tourbe et de l'employer dans des foyers appropriés. Nous avons indiqué également la possibilité et l'opportunité d'utiliser les propriétés agglomérantes de la tourbe pour valoriser les fines de houille et la sciure de bois. Nous ne traiterons pas ici des services que la tourbe peut rendre en agriculture, cette question ayant fait l'objet d'un examen complet de la part de M. de Montgolfier (1). Nous concentrerons ici notre attention sur la carbonisation et l'hydrolyse de la tourbe. Nous n'insisterons pas sur les emplois de la tourbe dans des foyers soufflés, en raison de la classicité du problème.

II. **Agglomérés de tourbe pour générateurs de vapeur.** — Pendant la guerre de 1914-1918, des essais ont été faits aux Poudreries de Pont du Buis et du Moulin Blanc (Finistère), en vue d'utiliser la tourbe provenant de

---

(1) P. DE MONTGOLFIER, *La Tourbe et ses utilisations*. Dunod, 1942.

la région de Landerneau. On fabriquait des agglomérés composés de la façon suivante :

- 6 t. de tourbe fraîche,
- 1 t. de sciure,
- 1 t. de poussier de charbon, déchets provenant de la poudrerie.

L'aggloméré était préparé par mélange au moment du malaxage de la tourbe humide. Les briquettes ainsi obtenues étaient séchées à l'air jusqu'à ne plus contenir que 30 % d'humidité ; elles ont pu être utilisées dans les chaudières fournissant en moyenne une puissance de vaporisation égale aux deux tiers de celle du charbon.

### III. Généralités sur la carbonisation de la tourbe (1)(2).

— Il existe une forte analogie entre la carbonisation du bois et celle de la tourbe aussi bien pour les conditions de température suivant lesquelles cette opération se manifeste que par la nature des produits obtenus. Jusqu'à 150°, pour l'un comme pour l'autre, c'est l'eau qui se dégage. De 150° à 200°, apparaissent l'alcool méthylique et un gaz très riche en anhydride carbonique. A 200°, arrive l'acide acétique accompagné d'un peu de goudron. Ce dernier se dégage principalement vers 250-300° en même temps que la majeure partie du gaz. Arrivée à cette étape, la pyrogénéation correspond à une réaction exothermique qui élève instantanément — souvent de plus de 50° —, la température du gaz et du goudron. La température de 350° paraît la plus favorable à la bonne qualité (combustibilité, réactivité et cohésion) tant du charbon de bois que du semi-coke de tourbe pour gazogènes. Il faut aller jusqu'à 900-1.000°

---

(1) H. WEISS, LOUIS et A. MAILLARD, *Quelques questions d'actualité intéressant les carburants et les lubrifiants*. Lyon, avril 1941.

(2) D'après les travaux classiques du professeur Lebeau : « *Sur les produits gazeux de la carbonisation* », le dégagement de gaz combustibles (CH<sub>4</sub>, notamment) ne commence vraiment qu'à 250° et atteint son maximum vers 700°.

pour obtenir du coke de tourbe approprié à des besoins spéciaux de la métallurgie.

De toute manière, il importe absolument, pour assurer le bilan thermique et économique de l'opération, de ne traiter qu'une tourbe contenant au maximum 25 % d'eau. Ensuite, il vaut mieux, pour obtenir un produit de bonne valeur marchande, ne soumettre à la prédistillation que des agglomérés ou des filés de tourbe.

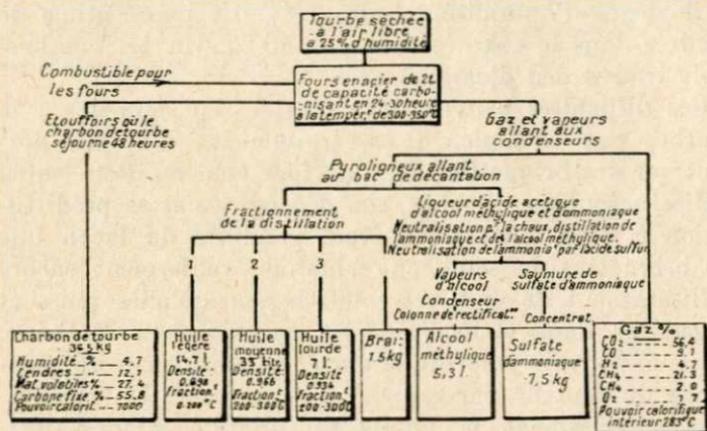


Fig. 67. — Répartition des produits obtenus par carbonisation d'une tourbe à 25 % d'humidité.

En tout cas, il convient de ne pas perdre de vue :

— Que les produits de la distillation du goudron — celui-ci a un point de fusion souvent compris entre 20 et 30° — sont très difficiles à raffiner et il faut en perdre une forte proportion en raison de leur forte teneur en constituants acides (phénol, crésol) : 10 à 30 % puis en bases pyridiques (pyridine, picoline, butidine) : 0,5 à 3 % (fig. 67).

— Que la prédistillation donnant un semi-coke contenant environ deux fois plus de cendres que le produit original pris à l'état sec, on ne peut évidemment soumettre à la semi-carbonisation que des tourbes très pures, ce qui

ramène inéluctablement à un décendrage des tourbes de marais. Ce sont précisément celles dont nous disposons principalement en France.

Ce point de vue a été bien compris par M. de Nouvion qui écrivait récemment ce qui suit :

« Si l'on ne prend pas de précautions spéciales (1), pour débarrasser la tourbe des cendres d'apport, la teneur en cendres du coke peut être considérable. En effet, une tonne de tourbe à 18 % de cendres contient 120 kgr. de celles-ci si le degré d'humidité est de 25 %. Le pourcentage de cendres dans le coke est donc de 40 %. Un tel combustible trouve peu d'emploi. »

Ces difficultés peuvent être écartées en soumettant la tourbe, par exemple, à un traitement chimique portant sur des briquettes, dans un four continu dans lequel s'effectueront son séchage, son décendrage et sa prédistillation à 350°, l'opération étant conduite de façon que les briquettes de semi-coke obtenues renferment encore suffisamment de matières volatiles pour qu'elles puissent engendrer dans le gazogène un gaz riche en méthane, donc à pouvoir calorifique élevé et sans perte de puissance du moteur par rapport à la marche de l'essence. C'est précisément là l'objet du procédé Franck-Morr, décrit à la douzième partie.

#### IV. Carbonisation de la tourbe dans les usines à gaz.

— On peut concevoir plusieurs façons d'utiliser la tourbe dans les usines à gaz, toutes les dispositions étant prises, d'ailleurs, pour ne la charger, à l'état pur ou en mélange avec d'autres combustibles, que si elle contient au maximum 25 voire même 20 % d'eau. Cet ouvrage indique les moyens qui permettent d'arriver à ce taux-là.

À cet effet, comme on le pratique, depuis la seconde

---

(1) En 1942, on a commencé à mettre au point divers procédés : Revel, Vibert, etc... pour le décendrage de la tourbe par courant d'eau ou alors par tables pneumatiques : Meunier, etc...



partie de l'année 1941, dans plusieurs usines à gaz de la région parisienne (à Arpajon, par exemple) ou sises entre la Seine et la Loire, on malaxe, à l'usine à gaz même, un mélange de fines de houille et de tourbe séchée à 25 % environ, puis on charge cet ensemble dans les fours de carbonisation. La proportion optimum du mélange correspond à 6 parties de houille grasse pour 4 parties de tourbe séchée. Quelquefois même (Arpajon, par exemple), on mélange à parties égales la tourbe et le charbon (1).

D'après les essais de M. P. Germain (2), en disposant de briquettes de tourbe à 15 % d'eau, on devrait obtenir sensiblement par tonne distillée :

300 m<sup>3</sup> de gaz à 3.000 cal.  
400 kgr. de coke,  
60 kgr. de goudron.

Ce gaz aurait approximativement la composition suivante :

	%
CO <sup>2</sup> .....	18
H .....	40
CO .....	30
CH <sup>4</sup> .....	7
Az et divers .....	5
TOTAL .....	100

Pratiquement, la qualité et la quantité de gaz recueillies dépendront de la proportion du mélange houille/tourbe. Ce qui limite notamment la proportion de tourbe utilisée, c'est la teneur en anhydride carbonique du gaz produit (18 % au cas de l'emploi de tourbe pure).

Si les circonstances obligeaient à n'employer que de

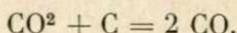
(1) M. CHERADAME, Cours-conférence précité du 13 novembre 1941.

(2) P. GERMAIN, Ingénieur en chef de la Société Lebon. *La distillation des succédanés de la houille*. Journées corporatives de l'industrie du gaz. Paris, juin 1941.

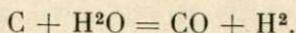


## CARBONISATION DE LA TOURBE

la tourbe, il faudrait, comme pour le bois, retenir le  $\text{CO}^2$  et l'acide acétique du gaz brut en utilisant la pratique acquise, en 1917, à l'usine à gaz de Zurich. A cet effet, comme l'a relaté M. P. Germain, on envoie le gaz de bois à travers une couche de carbone incandescent, lequel réduit l'anhydride carbonique en oxyde de carbone suivant la réaction classique :



En outre, une partie de la vapeur d'eau contenue dans le bois est décomposée suivant la réaction :



Un autre avantage appréciable de ce procédé réside dans l'élimination presque complète de l'acide acétique.

Pratiquement, on opère de la façon suivante sur une rangée verticale de trois cornues d'un four à six ou d'un four à neuf cornues. La distillation du bois est réalisée dans les cornues du bas et du milieu, reliées entre elles, et le gaz produit dans ces deux cornues passe ensuite dans la corne supérieure contenant du coke ou mieux du charbon de bois ou de tourbe incandescent.

A cet effet, les colonnes montantes des cornues inférieures et du milieu sont obturées par un tampon et la liaison entre les cornues se fait au moyen de tuyauteries appropriées, soit extérieurement, soit aménagées à l'intérieur de la chapelle du four.

La réaction  $\text{CO}^2 + \text{C} = 2 \text{CO}$  s'accompagne d'une augmentation de volume et, théoriquement, d'une augmentation du pouvoir calorifique. Pratiquement, le pouvoir calorifique du gaz n'est pas amélioré, d'une part, parce que la réaction n'est jamais complète, d'autre part, parce que la plupart des hydrocarbures lourds sont détruits en même temps que le  $\text{CO}^2$  ; grâce à la deuxième réaction  $\text{C} + \text{H}^2\text{O} = \text{CO} + \text{H}^2$ , le rendement en gaz est sensiblement aug-

menté et le docteur Ott du gaz de Zurich a indiqué les résultats suivants :

- 1<sup>o</sup> Le rendement en gaz du bois est à peu près doublé ;
- 2<sup>o</sup> Le pouvoir calorifique du gaz est réduit à 900 cal., soit de 25 % environ ;
- 3<sup>o</sup> Le rendement en calories-gaz augmente de 45 % ;
- 4<sup>o</sup> La teneur en CO<sup>2</sup> est diminuée de 25 % ;
- 5<sup>o</sup> La teneur en hydrocarbures lourds est réduite des deux tiers ;
- 6<sup>o</sup> La teneur en méthane est diminuée de moitié ;
- 7<sup>o</sup> La teneur en hydrogène est augmentée de 80 % ;
- 8<sup>o</sup> Le gaz est beaucoup plus léger ;
- 9<sup>o</sup> Le rendement en goudron est réduit de moitié et la teneur en eau de ce goudron est diminuée considérablement. En outre, les bouchages dans les canalisations, dus aux goudrons épais, disparaissent presque totalement.

10<sup>o</sup> L'acide acétique est presque entièrement détruit.

Il convient, en contre-partie, de tenir compte des inconvénients suivants :

Une cornue sur trois est immobilisée, ce qui a pour effet, malgré l'augmentation du rendement en calories-gaz mentionnée plus haut, de ne pas modifier sensiblement la capacité de production des fours. En outre, on consomme une fraction non négligeable du charbon de bois ou de tourbe produit (10 à 20 %).

Au total, les avantages paraissent l'emporter nettement sur les inconvénients.

Enfin, le coke de tourbe peut être utilisé soit comme combustible industriel (6.000 à 6.500 cal. au kilogramme), soit, s'il provient de tourbes peu cendreuse (ou dé-cendrées), comme combustible pour véhicules à gazo-gène.

#### V. Procédé de semi-carbonisation du Dr. Duplan. —

En octobre 1941, le Dr. Duplan nous a fait visiter, à Malsagne (Corrèze), son installation de semi-carbonisation de la tourbe de Millevaches laquelle comprend : 1<sup>o</sup> un dispositif

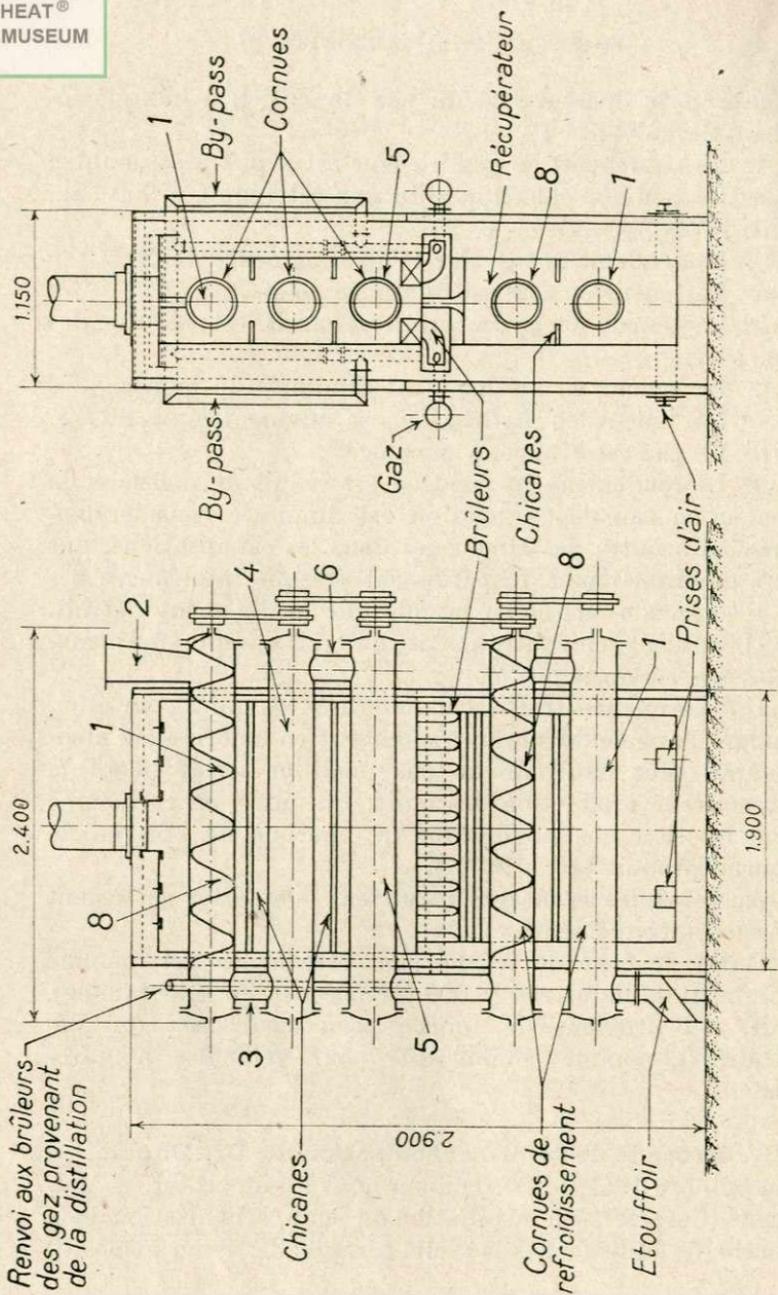


Fig. 68. — Four de carbonisation de la tourbe avec récupération des sous-produits. Système Arnould.



de séchage rapide (combinaison de l'électro-osmose et d'un chauffage) ; 2° semi-carbonisation en couche (mince dans des mouffles à marche discontinue ; 3° dépolymérisation des vapeurs de goudron en vue d'obtenir des carburants et des lubrifiants (1) (2).

**VI. Four de semi-carbonisation Arnoult.** — S'inspirant de la pratique de la carbonisation du bois, M. Arnoult traite de la tourbe soit dans un four discontinu transportable (3), soit dans un four continu à cornues (fig. 68). Ce dispositif comporte des chambres horizontales ou cornues 1 disposées les unes au-dessus des autres dans un même plan vertical, communiquant ensemble par leurs extrémités opposées. Ainsi la cornue supérieure 1, alimentée par la trémie de chargement 2, est munie, à son extrémité opposée à la trémie 2, d'une tubulure 3 débouchant dans la cornue immédiatement inférieure 4, laquelle est reliée à la cornue 5 qui fait suite par une tubulure 6, ménagée à l'extrémité opposée à la tubulure 3 et ainsi de suite. On réalise ainsi un chemin en cascade pour les matières à traiter. Chacune des cornues comporte un dispositif de transport des matières à traiter, constitué de préférence par une vis d'Archimède 8.

**VII. Hydrolyse de la tourbe.** — Fréquemment, aujourd'hui, on envisage de soumettre la tourbe à une hydrolyse pour obtenir d'une part, un moût sucré, puis, d'autre part, de la lignine. Cette dernière se prête à la fabrication d'agglomérés pour gazogènes, tandis que le moût sucré sert de matière première à la préparation soit d'al-

(1) En Belgique, on aurait mis en service des fours Holcobam pour la carbonisation de la tourbe. Les détails manquent en raison des difficultés présentes de correspondance et de déplacement.

(2) Nous n'oublions pas, au surplus, le procédé Jarry, décrit à la huitième partie de cet ouvrage.

(3) Ce four, d'un emploi fréquent dans les Ardennes, a été décrit aux pages 67-69 de *Carburants et Lubrifiants Nationaux*, Dunod, 1941.

cool éthylique, soit de cétones carburants, le produit obtenu dépendant du mode de fermentation (éthylique ou butyrique) du moût sucré. Par tonne de tourbe, on peut ainsi obtenir environ 120 l. de carburants et 500 kgr. de lignine (1).

Dans cet ordre d'idées, M. Boisselet, professeur à l'Université de Clermont-Ferrand, a pu obtenir jusqu'à 29,6 % de sucres réducteurs (principalement des pentosanes). Comme M. Boisselet nous l'a montré, la tourbe, séparée du jus sucré, a perdu ses propriétés colloïdales et se sèche très facilement.

Pour l'obtention d'un meilleur rendement en carburant liquide, il vaut mieux ne soumettre à l'hydrolyse que des tourbes mousseuses, formées à partir des sphaignes et qui se rencontrent principalement dans les tourbières de montagnes. En effet, généralement les tourbes de sphaignes renferment davantage de matières cellulosiques que n'en contiennent les tourbes de carex, jones ou autres plantes aquatiques.

Des raisons économiques de séchage amenant à faire porter l'hydrolyse sur des tourbes à 30 % d'eau environ, il vaut mieux recourir à des procédés basés sur l'emploi d'un acide dilué plutôt que sur un acide concentré. Évidemment, il y a incompatibilité, en effet, entre la forte teneur en eau de la tourbe (environ 30 %) et le recours à un procédé dont l'application n'est possible que si l'on maintient invariablement constant le degré de haute concentration de l'acide mis en œuvre.

---

(1) Utilisations de la lignine. *Génie Civil*, 15 décembre 1942.

## SEIZIÈME PARTIE

### TOURBE DE LITIÈRE ET TOURBE ENGRAIS TOURBE D'EMBALLAGE DES FRUITS ET LÉGUMES (1).

I. **Exposé.** — Le manque croissant de paille et d'engrais a ramené l'attention sur l'intérêt des emplois de la tourbe blonde ou tourbe de mousse pour la litière du gros bétail, de la volaille et des petits animaux, notamment des lapins. Après usage, cette tourbe qui est fortement imbibée de purin et qui en a fixé les composés ammoniacaux, en raison de sa nature acide, due aux composés humiques qu'elle renferme, représente un excellent engrais. D'autre part, additionnée ou non d'engrais chimiques : scories Thomas, sels de potasse, la tourbe sert de fumure à de nombreuses plantations : arbres, vignes, arbustes, légumes, pommes de terre, tomates, fleurs. Employée sous la forme de particules de 2 à 4 mm. de diamètre, la tourbe convient à la conservation des légumes et des fruits.

En Allemagne, en Suède et en Hollande, on utilise couramment la tourbe pour ces différents usages. Certes, la France ne dispose pas de gisements de tourbe blonde aussi riches que ceux de la Suède notamment. Néanmoins, dans plusieurs régions montagneuses et même sans doute dans la vallée de la Somme, certains gisements peuvent fournir de la tourbe appropriée aux besoins agricoles et dont la préparation peut se faire aisément comme nous allons le montrer.

---

(1) Nous renouvelons nos remerciements aux Établissements CLÉMENT Frères et à la Société des Tourbes Sorbex pour les informations aussi intéressantes que pratiques qu'ils nous ont remises.

- Carburants et lubrifiants nationaux**, par Ch. BERTHELOT, lauréat de l'Académie des sciences (1938), lauréat (1922-1936) et membre du Conseil de la Société des ingénieurs civils de France, vice-président de la section IV de la Société des ingénieurs de l'Automobile, avec la collaboration de Ph. LÉCHÈRES, ancien élève de l'École polytechnique et de A. HOR. xvi-566 pages 13 × 21, avec 100 figures. 1941. (Relié, 202 fr.). Broché..... 180 fr.
- Épuration, séchage, agglomération et broyage du charbon**, par Ch. BERTHELOT, lauréat (1922-1936) et membre du Conseil de la Société des ingénieurs civils de France. *Préface* de Ch. BIVER, président honoraire de la Chambre de Commerce de Saint-Etienne et du Comité des houillères de la Loire. viii-393 pages 13 × 21, avec 111 fig. 1938. (Relié, 146 fr. 75). Broché..... 124 fr. 75
- Combustibles et carburants**, par V. CHARLES, ingénieur A. et M. et E. S. E., professeur honoraire à l'E. N. A. M. d'Aix-en-Provence, et TURCAN, professeur à l'E. N. A. M. de Cluny. *Préface* de M. BONNAFOUS, inspecteur général de l'enseignement technique. xvi-274 pages 13 × 21, avec 38 figures. 1941. Cartonné ..... 68 fr.
- Les grands problèmes actuels de la chimie de la houille**, par E. MERTENS et J. MASSINON, ingénieurs civils des Mines. *Préface* de O. JADOR, ingénieur civil des Mines. 344 pages 16 × 25, avec 112 figurés et 47 tableaux. 2<sup>e</sup> édition. 1941. Relié..... 220 fr.
- Le charbon pulvérisé, le poussier de charbon et leurs applications**, par H. BLEIBTREU, ingénieur diplômé. Traduit de l'allemand par G. SAUR, ingénieur-conseil (E. C. P.), d'après la 2<sup>e</sup> édition, revue et mise à jour. xii-546 pages 16 × 25, avec 267 fig. 1932. (Relié, 274 fr. 50). Broché.. 247 fr.
- Essais des houilles destinées aux industries de la carbonisation**, par H. CASSAN, ingénieur des Arts et Manufactures, *Préface* de L. GUILLFT, membre de l'Institut. viii-147 pages 16 × 25, avec 46 figures. 1940. (Relié, 88 fr. 50). Broché ..... 62 fr. 50
- Le carburant forestier. Etude économique et générale en France et dans le monde**, par B. MAZODIER, docteur en droit, licencié ès sciences, diplômé de l'École libre des sciences politiques. *Préface* de E. NÉRON, président du groupe forestier du Sénat. xxi-265 pages 16 × 25. N. T. 1941. Broché.. 75 fr. 25
- Le chauffage au charbon pulvérisé**, par A. BODMER et L. NISOLLE, ingénieurs-conseils. x-279 pages 16 × 25, avec 104 figures. 1933. (Relié, 150 fr. 50). Broché ..... 128 fr. 50
- Étude des gazogènes portatifs. Historique, description, fonctionnement, utilisation**, par G. ROUYER, colonel d'artillerie en retraite, ancien vice-président de la Commission d'expérimentation du matériel automobile de Vincennes. xii-295 pages 13 × 21, avec 53 figures. 2<sup>e</sup> édition. 1941. Broché 42 fr.
- Agenda Dunod : Physique industrielle, à l'usage des ingénieurs, constructeurs-mécaniciens, industriels, chefs d'atelier, contremaîtres et des élèves des écoles A. et M.**, par J. IZART, ingénieur-conseil. LXXII-428 pages 10 × 15, avec 196 figures. Relié simili-cuir. 23<sup>e</sup> édition. 1943..... (Epuisé.)  
*Une nouvelle édition paraît en novembre de chaque année.*
- Agenda Dunod : Chimie à l'usage des chimistes, ingénieurs, industriels, professeurs, pharmaciens, directeurs et contremaîtres d'usine et des élèves des écoles de chimie**, par J. CLAVEL, ingénieur-chimiste I. C. R., licencié ès sciences physiques. LXXXIII-391 pages 10 × 15. Relié simili-cuir. 62<sup>e</sup> édition. 1943 ..... (Epuisé.)  
*Une nouvelle édition paraît en novembre de chaque année.*