



LA TOURBE

EXPLOITATION ET CONDITIONNEMENT

Gazogènes à tourbe
Tourbe textile — Tourbe engrais

PAR

CH. BERTHELOT

LAURÉAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES (1938)
LAURÉAT (1922-1936) ET ANCIEN MEMBRE DU CONSEIL
DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE
VICE-PRÉSIDENT DE LA SECTION IV DE LA S. I. A.

PRÉFACE DE

M. A. KLING

DIRECTEUR HONORAIRE DU LABORATOIRE MUNICIPAL
DE CHIMIE DE LA VILLE DE PARIS

DEUXIÈME ÉDITION

PARIS

DUNOD

92, RUE BONAPARTE (VI)

1943

CH. BERTHELOT

LA TOURBE

DEUXIÈME
ÉDITION

DUNOD, ÉDITEUR
PARIS

Class. des.
50571-1-022/004



ULTIMHEAT®

VIRTUAL MUSEUM



LA TOURBE

EXPLOITATION ET CONDITIONNEMENT

Gazogènes à tourbe
Tourbe textile — Tourbe engrais

PAR

CH. BERTHELOT

LAURÉAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES (1938)
LAURÉAT (1922-1936) ET ANCIEN MEMBRE DU CONSEIL
DE LA SOCIÉTÉ DES INGÉNIEURS CIVILS DE FRANCE
VICE-PRÉSIDENT DE LA SECTION IV DE LA S. I. A.

PRÉFACE DE

M. A. KLING

DIRECTEUR HONORAIRE DU LABORATOIRE MUNICIPAL
DE CHIMIE DE LA VILLE DE PARIS

DEUXIÈME ÉDITION

PARIS



92, RUE BONAPARTE (VI)

1943



THE HISTORY OF THE
MUSEUM OF THE
MUSEUM OF THE
MUSEUM OF THE

PRÉFACE

De toutes les déficiences dont souffre actuellement la France, celle du combustible est l'une des plus graves car elle est génératrice d'un grand nombre d'autres, à commencer par celle des transports dont les conséquences sont innombrables.

Pour des raisons de politique et d'obédience à des puissances financières internationales les Pouvoirs publics d'avant-guerre, lesquels n'ont rien su prévoir, ni rien préparer s'étaient abstenus d'organiser, en France, des industries de synthèse qui auraient pu alléger nos charges d'importation en matière de combustibles ; ils ont même freiné et contrecarré les initiatives privées désireuses de s'engager dans cette voie. Pour cela on invoquait le prétexte que l'hydrogénation des combustibles solides, en vue de leur transformation en combustibles liquides, exigeait, par unité de matière première à transformer, une consommation accessoire exagérée de cette même matière première, qu'en conséquence la création d'une telle industrie ne pouvait être acceptable ailleurs que dans les pays d'abondante extraction des combustibles à transformer, donc dans les pays exportateurs mais non dans ceux importateurs. Généralisant cette conclusion, ceux dont elle servait les intérêts l'étendaient en les faisant porter sur l'ensemble des inno-



vations dont certains pays étrangers tiraient cependant un parti remarquable.

Aussi les Pouvoirs publics, en France, se sont-ils retranchés dans une attitude de passivité facile consistant à acheter à l'étranger ceux des combustibles qui nous manquaient plutôt que d'essayer d'en fabriquer en utilisant au mieux nos ressources nationales.

On a vu les résultats auxquels a conduit leur malthusianisme.

La guerre et ses désastreuses conséquences nous ont brutalement placés en face de nécessités impérieuses, en particulier devant l'obligation de ne plus méconnaître et mépriser aucune des ressources naturelles dont nous avons encore conservé la possession et de tâcher d'en tirer le parti le plus avantageux.

En matière de combustibles la tourbe constituait l'une de ces ressources jusqu'alors trop dédaignées.

Dès 1940 un mouvement d'opinion en faveur de l'exploitation rationnelle des nombreuses tourbières françaises commença de se dessiner et s'amplifia progressivement.

M. Charles Berthelot, cet érudit et remarquable pionnier auquel nous devons déjà de nombreux livres et articles concernant les combustibles et les industries qui s'y rattachent, par la parole et par la plume fut l'un des premiers et les plus actifs propagandiste de ce mouvement.

Dans son *Traité : La tourbe. Exploitation et conditionnement*, qu'il a bien voulu me demander de préfacier, avec ce soin d'exactitude et de précision méticuleuse qui caractérise tout ce qu'il expose, il établit le bilan, à ce jour, de nos connaissances relatives au sujet faisant l'objet de ce *Traité*.

Fidèle à son habitude, ce qu'il a écrit ne représente pas seulement le produit de son érudition mais également l'exposé des résultats de ses contrôles personnels en matière de prospections, d'exploitations, de fabrications, d'utilisations, d'estimations de valeur de procédés et de leurs prix de revient, etc...

Dans une suite de vingt et un chapitres fort intéressants et très documentés il expose les théories relatives aux origines des tourbes, nous décrit leurs diverses variétés, la répartition mondiale des tourbières et établit l'inventaire des tourbières françaises qui, au nombre de 5 000 environ, dont 1 500 tout au plus auraient été l'objet d'une exploitation, se répartissant sur plus de 50 départements en couvrant une superficie d'environ 12 000 kilomètres carrés.

Ingénieur averti, M. Charles Berthelot qui s'est acquis une expérience personnelle dans la question expose avec précision la manière de procéder pour prospecter une tourbière, ainsi que les travaux préliminaires qui doivent précéder son exploitation et l'aménagement rationnel auquel il y a lieu de la soumettre, non seulement en vue de sa judicieuse exploitation mais encore dans le but de la remettre en état de culture. Il montre en effet quels avantages la Hollande a su tirer d'un mode d'exploitation inspiré par cette considération, à savoir que l'extraction de la tourbe ne doit pas être considérée comme une fin en elle-même mais également comme moyen de rendre à la culture des terrains devenus sans valeur.

Les méthodes d'extraction ainsi que les traitements à faire subir aux diverses variétés de tourbes pour les amener à leur forme d'utilisation font également l'objet d'une étude que leur consacre l'auteur et le délicat et difficile problème de la dessiccation des tourbes, dont il s'est personnellement occupé, retient particulièrement son attention attendu que la solution de ce problème joue un rôle capital dans l'exploitation d'une tourbière.

Les modes d'utilisation des diverses variétés de tourbes : emploi en gazogènes, dans les appareils de chauffage, emplois après carbonisation et après hydrolyse, emplois pour les usages agricoles, etc... sont ensuite étudiés dans le Traité qui se termine par un exposé complet, au point de vue administratif, des règlements régissant l'exploitation des tourbières ainsi que la vente des tourbes.

Ce Traité constitue non seulement un précieux vade-



suivantes, afin d'arriver à une production d'environ 600.000 t. de tourbe vers la fin de l'année 1945.

Pour parvenir à ce résultat, il ne faut pas se dissimuler qu'il reste à accomplir une œuvre considérable, ce qui nécessiterait, comme le Ministère de l'Économie Nationale l'avait envisagé, en août 1941, de créer une organisation nationale de la tourbe mettant à la disposition des tourbiers des moyens d'action et les guidant tant dans le choix que dans la mise au point des méthodes les mieux appropriées aux conditions générales et particulières d'exploitation des gisements de tourbe.

Nous verrons dans cet ouvrage que l'exploitation des tourbières relève du Service des Mines (Surveillance des exploitations) et du Comité d'organisation de l'industrie des Combustibles Minéraux Solides, que seconde le Syndicat général des Tourbiers de France. En outre, la fabrication de carburants par transformation chimique de la tourbe (carbonisation, hydrolyse) dépend du Comité d'Organisation des Carburants et Lubrifiants de Synthèse. Après de ces organismes, nous avons souvent reçu l'accueil le meilleur et nous avons été conseillé par des ingénieurs pleins de compétence et animés de la meilleure bonne volonté. Avec leur concours, nous rendrons l'industrie tourbière française encore plus florissante qu'autrefois.

Reconnaissons que, jusqu'au début de la campagne tourbière de 1942, nous étions très en retard par rapport à ce qui se faisait à l'étranger : Allemagne, Hollande, Danemark, Suède, etc... et même par rapport à la pratique tourbière française de plus d'un siècle. Nous avons recommencé l'extraction et le traitement par les moyens les plus primitifs, sans tenir compte tant de l'ingéniosité que de l'activité déployées par des constructeurs français.

On a trop vécu sur cette erreur capitale que l'industrie tourbière n'aura qu'une existence éphémère. En conséquence, on a omis de fixer les normes et les prix de chaque état dans lequel la tourbe sera offerte au public, c'est-à-dire : tourbe gazogène, tourbe domestique, tourbe rurale.

Il en est résulté un complet désordre. On a vendu, à Paris, notamment, la qualité rurale, c'est-à-dire des mottes grossières, très humides et très cendreuse à des conditions qui n'étaient pas celles d'un honnête commerce.

La Décision du 5 juin 1942, que nous résumons et commentons dans cet ouvrage, a mis heureusement un terme à cette pratique scandaleuse. D'autre part, en raison de l'immensité des désastres maritimes, chacun se rend compte que nos importations en combustibles et en carburants ne reprendront pas leur cours avant bien des années. Félicitons-nous en ! L'autarcie sera bienfaisante tant au développement et à l'organisation de notre industrie (et de notre agriculture) qu'au tonus de notre monnaie.

La vision claire de cette situation et l'assainissement du marché tourbier provoqué par la Décision précitée ont déjà orienté la technique tourbière vers le recours à des méthodes perfectionnées : pressurage, filage qui atténuent les servitudes de temps, de saison et de superficie, inhérentes aux grossières méthodes de fabrication de la tourbe rurale. On s'achemine aussi vers une amélioration du rendement de la main-d'œuvre. Est-il et sera-t-il admissible qu'on ne produise seulement que 200 à 250 kgr. de tourbe à 30-40 % d'eau par journée d'ouvrier occupé sur la tourbière ? Voilà l'un des graves défauts de la tourbière d'hier auquel on a trouvé le remède.

Désormais, il ne doit y avoir sur le marché que de la tourbe conditionnée en fonction de son usage : chauffage domestique ou industriel, gazogènes à bois et gazo-gènes à charbon de bois. Pour ce qui concerne cette dernière qualité, des fours continus, d'encombrement réduit et à rendement thermique élevé, permettent de carboniser de 3 à 3 t. 5. d'agglomérés de tourbe par appareil et par jour, tout en se prêtant à la récupération du goudron, voire même du jus pyroligneux (1).

(1) La tourbe peut ainsi nous fournir l'acide acétique dont nous avons un pressant besoin pour la préparation de l'acétate de cellulose.

La semi-carbonisation permet d'utiliser à l'alimentation des gazogènes à charbon, les tourbes cendreuses qu'on extrait des gisements des vallées et des plaines. En effet, celles-ci ne conviennent généralement pas dans les gazogènes à combustion renversée parce qu'elles en bouchent le rétrécissement. Au contraire, les semi-cokes de ces tourbes, utilisés dans des gazogènes à combustion transversales, étudiés pour les combustibles, se comportent comme des semi-cokes de houille très réactifs. Cette constatation de ces derniers mois offre le plus grand intérêt pour le ravitaillement de notre parc national de véhicules à gazogène, lequel comprend 110.000 unités.

D'autre part, nous avons montré comment nos tourbières de montagnes permettent de préparer de la tourbe engrais que, jusqu'ici, en quasi-totalité, nous importions des pays scandinaves.

Enfin, nous rappelons dans cet ouvrage que l'État, par le moyen de la lettre d'agrément, créée par la loi du 12 septembre 1940, peut accorder certaines facilités aux entreprises nouvelles.

LA TOURBE

PREMIÈRE PARTIE

ORIGINE ET NATURE DE LA TOURBE. CLASSIFICATION DES TOURBIÈRES. PARTICULARITÉS DES PRINCIPALES QUALITÉS DE TOURBE.

I. Définition et conditions de formation de la tourbe.

— Dans son merveilleux ouvrage *Traité de Géologie*, M. Haug a donné de la tourbe la définition que voici (1) :

« La tourbe est une matière charbonneuse qui résulte de la fermentation sur place de végétaux formant des prairies humides, connues sous le nom de tourbières. La transformation de la cellulose en matière charbonneuse est incomplète et elle n'a pas atteint le même degré pour les diverses plantes qui constituent la tourbe. Certains éléments ont conservé leur structure primitive, les fragments d'écorce de bouleau, par exemple, sont restés à peu près intacts. Les fibres peu altérées forment un feutrage dont les intervalles sont partiellement remplis par le produit de la décomposition complète de la matière végétale, substance pulvérulente, très foncée, constituée par des dérivés humiques et ulmiques. Ces produits acides donnent à la tourbe ses propriétés aseptiques et ce sont eux qui colorent en brun foncé les cours d'eau qui traversent des régions tourbeuses. La teneur en carbone de la tourbe varie de 45 à 63 % environ.

(1) E. HAUG, *Traité de Géologie*, tome I : « Les phénomènes géologiques », p. 129-130.

Les principaux végétaux qui constituent la tourbe sont ou essentiellement hygrophiles, pouvant emmagasiner dans leurs tissus des quantités d'eau considérables ; ou bien xérophiles, mais alors leur pied se trouve dans l'eau. Dans l'un et l'autre cas, ils continuent à se développer en hauteur, tandis que leurs parties inférieures sont mortes et déjà en voie de décomposition ».

Nous reviendrons un peu plus loin sur ce sujet à propos de la distinction entre les tourbières des montagnes et les tourbières des plaines.

Pour que la tourbe puisse prendre naissance, il ne faut ni une eau trop stagnante, ni un courant d'eau trop fort. Ce dernier aurait pour effet d'entraîner les substances antiseptiques telles que résines, gommés, acides humiques, acide gallique, etc., lesquelles, par leur présence, préservent les végétaux d'une décomposition trop brusque.

Il importe encore, pour la vie des plantes aquatiques appelées à former la tourbe, que le climat soit humide afin d'empêcher une évaporation trop rapide. On ne rencontre des tourbières qu'entre le 43° et le 70° parallèles.

Une autre condition pour que la tourbe prenne naissance tient à la limpidité de l'eau et à sa température qui doit être de l'ordre de 8°. Une température trop élevée empêcherait l'absorption de l'eau par les mousses hygrophiles dont le type est le sphaigne comme nous l'indiquerons au chapitre III.

II. Formation et aspect d'une tourbière. — Fréquemment, on ne se représente une tourbière que comme un marécage dans lequel la tourbe se présente à plus ou moins grande profondeur.

En réalité, on distingue la tourbière plate (Flachmoor, Wiesenmoor, flat bog) et la tourbière bombée (Hochmoor, raised bog), dont le niveau peut, dans les plaines et sur les plateaux dépasser celui des terrains avoisinants. Ces dernières se rencontrent fréquemment en France : Vosges, Auvergne, Limousin et Jura, tandis que les secondes se

trouvent en Bretagne, Normandie, Thiérache, Aube, Somme et Oise. On désigne fréquemment celles-ci sous le vocable de tourbières des plaines ou des marais et les autres sous le nom de tourbières des montagnes (1). Ces deux classes de tourbières se distinguent encore par la nature des plantes qui y ont proliféré.

Sur un sol constamment inondé, ce sont les plantes aquatiques (juncs, carex) dont la décomposition sous l'eau donne la tourbe ; sur un sol plus sec, spécialement sur un sol siliceux, on voit les mousses à longue tige (*Sphagnum*) former un tapis serré, gorgé d'eau qui croît en hauteur, tandis que la base se décompose en tourbe.

Landes et tourbières sont fréquemment associées, en Limousin par exemple, et dérivent l'une de l'autre suivant que les conditions deviennent plus ou moins défavorables. La lande dérive de la forêt. Elle en a pris la place, généralement après des défrichements (Ecosse, Plateau de Millevaches, Auvergne) mais aussi après épuisement du sol en acide phosphorique et en chaux. Peu à peu, les plantes des landes ont alors chassé la forêt. Dans les pays humides et froids : Danemark, Suède, Russie (2), Sibérie Méridionale, Prairies aux États-Unis, etc... la tourbière, elle-même, menace partout la forêt.

Landes et tourbières, dit M. de Martonne (3), sont très probablement des associations naturelles dans les climats océaniques humides, particulièrement sur les sols d'arènes ou sables siliceux, dans les dépressions mal drainées et battues par les vents marins. Leur extension vers l'intérieur est certainement due à l'épuisement du sol forestier

(1) Il existe une autre classe, celle des tourbières marines que nous traiterons un peu plus loin (chapitre VI).

(2) Dans la toundra, les tourbières bombées sont communes. Elles forment des calottes de 3 à 4 m. de haut et de 20 à 30 m. de diamètre, d'où l'eau suinte. La toundra est une alternance de flaques d'eau, gelées l'hiver, et de saillies couvertes de saules et d'ériophores.

(3) Emm. DE MARTONNE, *Traité de Géographie physique*, Colin (Paris, 1920).

*Tourbières basses
 et
 Tourbières hautes
 v. schraubaux
 Tourbières
 juncus aqua
 Tourbières
 juncus aqua*



défriché et soumis à la culture et surtout à la pâture excessive. D'autre part, il est possible, par des soins intelligents, de reconquérir et de rendre cultivables des tourbières naturelles. Une partie des tourbières de la Hollande et de l'Allemagne du Nord a pu être colonisée. L'apport d'éléments minéraux, plus encore que les engrais azotés, le drainage et l'ameublement du sous-sol ramènent progressivement le sol à des conditions normales.

A la sixième partie, nous indiquerons les mesures qui ont permis en Allemagne et en Hollande, de reconquérir des terrains de culture sur les tourbières.

III. Végétaux tourbiers : mousses xérophiles et mousses hygrophiles. — Dans les tourbières submergées, écrit M. Haug dans son ouvrage précité, ce sont les Cypéracés et des Graminées xérophiles qui prédominent. Leurs rhizomes enchevêtrés sont comme noyés dans une sorte d'humus. Des Mousses du genre *Hypnum* nagent à la surface. Ce type de tourbières se rencontre surtout dans le fond des vallées. Par contre, sur les plateaux et sur les pentes, les tourbières sont surtout constituées par des Sphaignes, Mousses hygrophiles qui entretiennent l'humidité dans la tourbière, sans que celle-ci soit submergée. Les tourbières de Sphaignes s'établissent souvent sur des emplacements occupés primitivement par des tourbières submergées. Elles s'accroissent indéfiniment en hauteur, si bien qu'elles finissent par s'élever au-dessus des terres environnantes et que leur surface affecte une forme convexe, en calotte.

IV. Tourbe mousseuse et tourbe noire. — La structure des débris végétaux reste visible dans la tourbe de formation récente, à la surface des tourbières, dans laquelle on distingue des brindilles entrelacées et que l'on nomme « tourbe mousseuse », tandis que, dans les parties profondes, de formation plus ancienne, on n'aperçoit plus que quelques grosses branches ou troncs au milieu d'une matière

compacte, de couleur foncée ; c'est la tourbe brune ou noire, dite aussi piciforme. A cause de l'action du poids des couches susjacentes, cette tourbe acquiert une compacité beaucoup plus forte que celle de la tourbe mousseuse.

Depuis la surface jusqu'au fond de la tourbière, on rencontre, par conséquent, trois principales qualités de tourbe se différenciant, en particulier, par leur couleur, leur structure et leur densité, témoignant d'une maturité plus ou moins prononcée.

Au voisinage de la surface du gisement apparaît la tourbe mousseuse, laquelle est d'un jaune plus ou moins foncé.

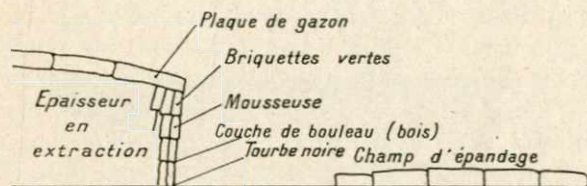


Fig. 1. — Coupe verticale d'un gisement tourbier de montagne en exploitation.

Elle est légère, spongieuse, à peine feutrée. Elle a conservé la trace des végétaux qui la composent.

Arrive ensuite la tourbe feuilletée, de couleur chocolat. On y perçoit encore les végétaux ayant présidé à sa formation.

A la base se trouve la tourbe noire, qui rappelle, par sa couleur, le lignite.

Quelquefois aussi, comme le montre la figure 1, on rencontre dans le gisement tourbier une couche de fragments de bouleau : écorce, souches et branches ayant conservé leur structure primitive. Fréquemment aussi, on distingue dans les gisements, des troncs de chêne de belles dimensions et bien conservés dont la présence crée souvent des difficultés à l'extraction tourbière.

V. Tourbières éteintes. Tourbe fossile. — D'une façon courante, spécialement dans les plaines, la forma-



la terre ferme ont voulu voir là une preuve de leurs affirmations que rejette cependant le grand géologue Suess, comme on va le voir (1).

La manière dont se forment les marais lagunaires sur la côte ouest du Schleswig-Holstein a été décrite par Maack. D'abord s'établissent des plantes aquatiques telles que les *Potamogeton*, les *Nymphaea* et surtout les *Stratiotes aloides*. Leurs feuilles forment à la surface de l'eau un tapis serré, qui, toutefois, disparaît à l'automne, mais, peu à peu, se fixe par-dessus un manteau de mousses, qui survit à l'hiver, devient de plus en plus épais et se revêt d'airelles (*Vaccinium oxycoccus*). Enfin, les aulnes s'installent sur la tourbe flottante. Ainsi le manteau de mousse flotte sur l'eau du marais. Un marais en voie de croissance (*unreifes Moor*) se compose donc d'une couche inférieure de tourbe, d'une couche d'eau de marais et d'un tapis de mousse qui se développe au-dessus. C'est seulement quand le tapis de mousse et la couche inférieure se rejoignent que le marais est dit « mûr » (*reif*).

Forchhammer décrit le phénomène d'une manière analogue et il désigne ces marais flottants, qui ne sont guère susceptibles de porter un homme, sous le nom de *Hän-gesäcke* ou « bascules ».

Ulérieurement, sous l'effet soit d'un drainage, — sans doute par un abri naturel des cordons littoraux — soit d'un tassement du sol des bois et tourbières, consécutif à la migration des dunes se trouvant en avant de ces dernières, ces masses de tourbe sont descendues à un niveau inférieur à celui de la mer. Ils ont été suivis du limon vaseux, accumulé à la surface des marais flottant sous l'effet des marées et des vents.

Les géologues les plus distingués des Pays-Bas qui ont sans cesse sous les yeux les effets grandioses des récentes incursions de la mer, n'ont pas conclu de l'allure de leurs

(1) Ed. SUSS, *Das Antlitz der Erde, La face de la terre*. Traduction de Emm. DE MARGERIE, Armand Colin, 1918, p. 675-689.



marais tourbeux à des oscillations de l'écorce terrestre. Ils ont vu dans ces phénomènes, purement et simplement, des phénomènes de la surface. Sur le littoral de la mer Baltique et de la mer du Nord, il y a eu affaissement et ensablement des tourbières comme il y a eu des affaissements et des ensablements de forêts voisines du bord du rivage de ces mers.

VII. Végétation des sols des tourbières de marais et de littoral. — De par leur position à un niveau voisin (ou même inférieur) à celui des mers ou des rivières, ces tourbières se trouvent exposées à être recouvertes d'une nappe d'eau en couche mince et stagnante.

Là, où des terrains sont continuellement, ou de temps en temps, mouillés par une eau dure, il se forme les prairies dites acides. La végétation s'arrête sous l'eau pendant l'automne et l'hiver. C'est alors que les plantes se décomposent en engendrant de l'acide humique (1), de l'acide tannique, de l'humine, ainsi que des sels de ces deux acides. Suivant le rythme des saisons, des plantes naissent ou se transforment en tourbe. Sur ces terrains acides, il ne pousse qu'une végétation rabougrie, ce qui tient, d'une part, au retrait que prennent, pendant l'été, les terres saturées d'eau, puis, d'autre part, à ce qu'elles manquent de substances minérales telles que la potasse.

En drainant ces terrains, en en retirant la tourbe, en neutralisant leurs acides ulmiques par la chaux ou la potasse, on les rend aptes à des exploitations rémunératrices : viviers, boisements d'essences telles que l'aulne, le bouleau, le chêne, le tilleul, le pin sylvestre, le peuplier.

VIII. Classification des tourbes d'après les herbes et mousses originelles. — En Suède, l'Ecole de la Tourbe de Markaryd a fait adopter une classification des tourbes

(1) La question des humines est traitée à la quinzième partie de cet ouvrage.

d'après les mousses et herbes qui leur ont donné naissance (1) :

A. Tourbes de mousses. — a) *Tourbes de Sphaignes.* — Ces tourbes sont principalement formées par la décomposition de cellulose et d'albumine. Elles résistent fortement à l'humification. Elles contiennent très peu de substances inorganiques et donnent, par conséquent, peu de cendres. Elles fournissent un combustible léger et poreux. Elles se prêtent à la fabrication du papier, de la bourre, des isolants et de l'alcool par hydrolyse. Pour ce dernier usage, ce sont les meilleures tourbes à cause de leur teneur élevée en composés celluloses.

b) *Tourbes d'Hypnes.* — Les hypnes sont des mousses dont les cellules sont à parois épaisses, sans pores ni cellules spirales. Elles exigent de la chaux et se trouvent, par conséquent, dans des terrains calcaires. Ces tourbes s'humifient lentement, sont peu plastiques et donnent beaucoup de cendres.

c) *Tourbes de mousses forestières.* — Ces tourbes proviennent de mousses, de bruyères, de forêts et renferment d'abondants troncs d'arbres. Elles sont faciles à réduire en pulpe et le malaxage les améliore, car elles ont naturellement peu de cohésion ; elles peuvent donner de 5 à 8 % de cendres.

B. Tourbes d'herbes. — a) *Tourbes de mer.* — La tourbe de mer provient de la décomposition de phragmites, ményanthes, nymphées, etc... Elle s'humifie facilement, contient beaucoup de débris et donne un combustible lourd et compact.

b) *Tourbes de souches.* — La tourbe de souches est formée par une grande variété de plantes et de mousses ; sa composition est très variable. Elle est généralement impropre à la préparation de combustibles.

(1) Ce sujet a été traité par M. le Professeur CHOUARD du Conservatoire National des Arts et Métiers.

Tourbes
infra aquatiques
et valliscales

CLASSIFICATION ET VÉGÉTATION DES TOURBIÈRES



c) *Tourbe d'ériophores.* — La tourbe d'ériophores est la meilleure tourbe combustible. Elle fournit un combustible lourd, compact, facile à sécher et ne donnant pas plus de 1 à 4 % de cendres.



CARACTÉRISTIQUES DE LA TOURBE

EMPLACEMENT	TENEUR EN CENDRES %
Gérardmer (Vosges)	1,57
Pramont (Vosges)	5,30
Valcarès (Somme)	6,10
Vassy (Haute-Marne)	7,20
Ourcq (Seine-et-Marne)	11,50
Hamm (Somme)	14,70
La Souche (Aisne)	25,00
Saint-Quentin (Aisne)	34,00
Bief du Four (Jura)	50,00

Les tourbières des montagnes, spécialement quand elles reposent sur du granit, sont les plus pauvres en cendres. Inversement, les tourbières des marais sont souvent très cendreuses à cause de leur pollution par des apports de substances minérales (alluvions).

A titre d'information générale, le tableau suivant indique l'analyse des cendres de deux qualités différentes de tourbe, les données de la dernière colonne de droite concernant une tourbe de montagnes :

	%	%
SiO ₂	18,7	44,22
Ti ₂ O ₃	»	0,65
Al ₂ O ₃	9,6	28,73
Fe ₂ O ₃	7,6	7,62
CaO	31,6	9,43
MgO	14,6	1,82
SO ₃	3,9	3,54
K ₂ O + Na ₂ O	5,5	2,23
PO ₄ H ₃	1,3	»
CO ₂ (perte au feu)	7,2	1,64
TOTAUX	100,0	99,88
Point de fusion	»	1.200°

Le Comité Franco-Allemand des Carburants a fait procéder à de nombreux examens (composition, point de fusion des cendres) de cendres de tourbe en vue de l'utilisation de la tourbe dans les gazogènes. Le tableau de ces résultats met particulièrement en évidence que les cendres des tourbes de montagnes se composent essentiellement de

silicates alcalins ou de silicate d'alumine et fondent vers 1.250° (1).

C. **Teneur en eau de la tourbe.** — Invariablement, la tourbe renferme une quantité considérable d'eau, soit, de façon courante, 10 parties de tourbe sèche pour 90 parties d'eau. Par une exposition prolongée de la tourbe à l'air, une partie de cette eau s'évapore, mais il en reste toujours

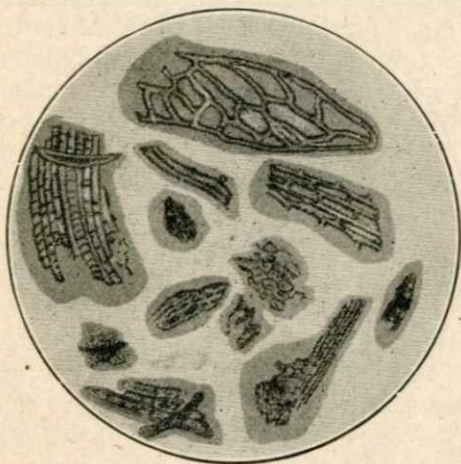


Fig. 3. — Micrographie d'une tourbe brute faisant apparaître l'hydrocellulose.

de 20 à 30 %. Si l'on chauffe la tourbe, elle continue à se dessécher, puis elle se décompose à partir de 120° .

Pour expulser son eau, réduire son volume et faciliter sa manutention, on s'est naturellement efforcé de comprimer la tourbe. Le problème correspondant est très difficile à résoudre parce que, sous l'effet de la pression, la tourbe humide se comporte comme une gelée, laquelle passe à

(1) M. Kling, à qui nous devons déjà des travaux considérables, a procédé à l'étude des cendres de nombreux gisements tourbières et lignitifères français.

travers les mailles de l'enveloppe. Elle les brise même si elles sont assez fines et si l'on essaie de la comprimer rapidement. Ce résultat provient de ce que les fragments de tourbe sont environnés d'une couche translucide d'hydrocellulose. La présence de cette hydrocellulose explique les difficultés que l'on éprouve à comprimer la tourbe, car c'est elle qui constitue une gelée, transmettant en tous

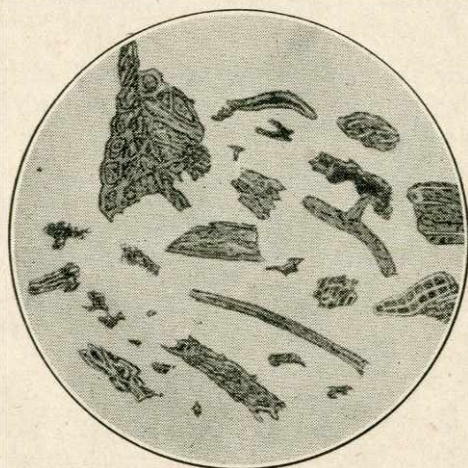


Fig. 4. — Micrographie d'une tourbe traitée à 200° montrant la disparition de l'hydrocellulose.

sens les pressions, exactement à la manière d'un liquide, en faisant éclater les enveloppes (1).

La tourbe contient souvent 20 %, parfois même davantage, d'hydrocellulose, laquelle forme une gelée renfermant environ vingt-cinq fois son poids d'eau.

Au microscope, afin d'apercevoir l'hydrocellulose, on teinte la préparation à la fuchsine ou au bleu de méthylène. On voit la tourbe sous forme de mélange de quelques

(1) Nous indiquerons à la neuvième partie comment on a tourné cette difficulté à l'aide des presses Colin.



fibres enfouies dans une grande masse de plantes décomposées dont les cellules sont remplies et entourées d'hydrocellulose (fig. 3).

Tout le problème se ramène à détruire cette hydrocellulose. On y parvient, en principe, par un traitement thermique (fig. 4) poussé jusqu'à 180-200° (procédé Eckenberg), ou par un traitement physique (procédé au carbonate de soude, procédé Madruck). Le procédé au carbonate de soude, beaucoup trop coûteux, n'est plus employé. Il reste le procédé Madruck, connu depuis une quinzaine d'années et employé à Seeshaupt (Bavière), mais il tend à être abandonné parce qu'il coûte trop cher de premier établissement et d'exploitation. Il nécessite aussi trop de métaux pour son matériel.

Dans cet ouvrage, nous avons consacré la neuvième partie à la déshydratation de la tourbe par voie physique et par voie chimique.

Le séchage de la tourbe à 120° ou par exposition prolongée à l'air détruit définitivement la nature colloïdale de la tourbe et abaisse notablement sa capacité d'absorption de l'eau, comme le montre le tableau suivant se rapportant à des briquettes de tourbe dont la teneur en eau a été réduite à 9,5 % par exposition prolongée à l'air :

	TENEUR EN EAU %
Briquettes séchées à l'air	9,5
Après immersion dans l'eau :	
durant une nuit	26,0
— 6 jours	37,5
— 29 jours	40,0
— 57 jours	43,0

En reprenant les briquettes après ces expériences et en les faisant sécher à l'air, leur teneur en eau s'était réduite à 9,8 % au bout d'une semaine.

Nous reviendrons sur ces notions fondamentales à la neuvième partie de ce livre.

D. Pouvoir calorifique. — Le pouvoir calorifique de la tourbe sèche est compris entre 5.000 et 5.700 calories. Ce n'est donc pas un combustible négligeable, bien que sa forte teneur en oxygène (32-35 %, en moyenne) en atténue la valeur calorifique. D'un autre côté, la tourbe ne donne pas d'imbrûlés.

En pratique, le pouvoir calorifique de la tourbe dépend évidemment du degré de pureté de celle-ci. Avec les chiffres moyens de 25 à 30 % d'humidité et de 6 à 8 % de cendres, on doit compter seulement 3.000 calories par kilogramme, c'est-à-dire la même quantité de chaleur que le bois séché à l'air libre.

Pour les briquettes à 12-14 % d'humidité et à 6-8 % de cendres, le pouvoir calorifique s'élève à 4.600-5.000 calories au kilogramme. En tout cas, ces briquettes constituent un excellent combustible par ses facilités d'allumage, son pouvoir rayonnant, sa combustion sans fumée et sa bonne tenue au feu, à condition qu'on ne le ringarde pas en cours de combustion, faute de quoi il se diviserait en menus fragments.

Nous verrons qu'une des principales préoccupations de l'Administration compétente consiste à ne plus laisser mettre sur le marché, comme au cours de cet hiver de 1941-1942, des mottes de tourbe à quelque 60-70 % d'eau et 30 % de cendres que l'on a vendu plus de 1.100 fr. la tonne, en cave Paris (1). Si cette pratique abusive persistait, le public déjugerait définitivement la tourbe combustible. Nous indiquerons à la dixième partie l'organisation possible facilitant la vente d'une qualité loyale et marchande de tourbe.

E. Densité. — La tourbe verte, contenant à sa sortie du gisement de 80 à 90 % d'eau, sa densité varie de près de 1,0 à 1,10. Elle est minimum pour la tourbe mousseuse

(1) Pire encore, la tourbe de la Brière, s'est vendue à Nantes, au cours de l'hiver 1940-1941, au prix de 1.500 fr. la t. (P. DE MONTGOLFIER, *La Tourbe*, p. 86). Or, elle renfermait plus de 40 % d'eau.

et maximum pour la tourbe noire. Autrement dit, elle dépend de la substance initiale et de son degré de transformation (âge). Mais la tourbe sèche a une densité notablement inférieure. Elle descend jusqu'à 0,210 mais atteint jusqu'à 0,360 et même 0,500 pour les tourbes des plateaux (Auvergne, Limousin).

En pratique, pour la tourbe marchande, on compte, par mètre cube, selon la teneur en eau, en cendres, le degré de trituration, de 105 à 240 kgr. pour les tourbes mousseuses non décomposées, 224 à 675 kgr. pour la tourbe plus compacte et 600 à 900 kgr. pour la tourbe noire.



TROISIÈME PARTIE

RÉPARTITION DES TOURBIÈRES DANS LE MONDE.

Suivant les statistiques du Bureau des Mines du Gouvernement canadien, les superficies couvertes par les tourbières s'élèvent aux valeurs que voici dans les principaux pays tourbiers :

	KILOMÈTRES CARRÉS de tourbières
Grande-Bretagne	25.440
Irlande	12.020
États-Unis	29.000
Canada	96.000
Suède	50.000
Norvège.....	7.540
Danemark	1.040
Allemagne	25.740
Autriche	3.900
Russie	170.000
Finlande	98.000
France (selon M. Charrin).....	12.000

Au total, les tourbières recouvriraient dans l'hémisphère septentrional une superficie de quelque 520.000 km², dont une grande partie en U. R. S. S. où les couches de tourbe atteignent fréquemment une puissance de 10 m.

En outre des steppes, les tourbières se rencontrent dans les immenses forêts de Russie et de Sibérie — dans ce dernier pays, elles se dénomment taïga — où dominent les résineux (sapins en Europe, mélèzes en Sibérie), en association avec le bouleau, le seul feuillu qui croisse dans ces forêts. D'immenses marécages à tourbières interrompent fréquemment la taïga ; et les tourbières bombées, elles-mêmes, n'y sont pas rares.

De là, d'immenses réserves, estimées en tourbe sèche à 54 milliards de t. pour la Russie d'Europe et à 100 millions de t. pour la Russie d'Asie.

Au Canada, sur les 96.000 km² de tourbières, il y en a 65.000 dans les provinces de l'Ouest (Alberta, etc...) et 25.000 dans la province d'Ontario.

Aux États-Unis, les tourbières se concentrent au long des vastes lacs Ontario, Michigan, Erié et des grands fleuves, ainsi que dans les immenses prairies des Osages.

En Irlande, les tourbières, lesquelles ont une profondeur moyenne de 15 m., couvrent environ le septième de la surface du pays.

Au Danemark, c'est au nord et au nord-est du Jutland que se trouvent les grandes tourbières (Allborg, Hiarring).

En Hollande, la tourbe se rencontre dans les provinces de Groningue, de Frise, d'Over Yssel, de la Drenthe et de la Gueldre. La tourbe enlevée, les Hollandais cultivent le terrain, le « dalgrond », et l'améliorent par des amendements.

En Allemagne, tout le littoral est un sol gagné sur la mer par la tourbe. Celle-ci se rencontre encore en Bavière, en Saxe et dans le district d'Oldenbourg.

Rien qu'aux États-Unis, où les tourbières reconnues recouvrent 29.999 km², en tenant seulement compte des gisements où la tourbe se trouve en couches de 3 m. d'épaisseur et correspond à des possibilités de production de 500 t. de tourbe sèche par hectare et par jour, les réserves de tourbe sèche sont évaluées à 13,8 milliards de t. La superficie des tourbières des États-Unis représentant à peine 6 % de celles de l'hémisphère septentrional, on se rend compte de l'énorme réserve de combustible et accessoirement de produits chimiques qui représente la tourbe. D'ailleurs, les prospections relatives aux tourbières sont fort loin d'être achevées. Les vastes étendues asiatiques recèlent encore d'énormes richesses que les prospecteurs nous feront reconnaître un jour.



QUATRIÈME PARTIE

INVENTAIRE DE LA TOURBIÈRE FRANÇAISE.

I. **Exposé.** — Délaissée en France, depuis plus de cinquante ans, parente très pauvre de l'industrie des combustibles solides, la tourbe revient en faveur parce qu'on a grand besoin d'elle et de son patrimoine, épars sur notre territoire et dans lequel des pièces de choix alternent avec d'autres sans valeur.

Nous ne savons pas si le volume de tourbe verte (90 % d'eau) s'élève à 500 ou à 3 milliards de m³. Ce n'est encore que d'une façon très approximative que nous sommes renseignés sur la teneur en cendres de la tourbe française. D'une manière générale, on sait que les tourbes de montagnes (Vosges, Limousin, Auvergne et Jura quelquefois) ne renferment que 1,5 à 5 % de cendres, quand on les évalue à l'état sec. Les teneurs de 8 à 12 % ne se rencontrent que dans les tourbes du Bauplois (Calvados) (1), de Châteauneuf (Ille-et-Vilaine), de la Sarthe, du Puy-de-Dôme et quelquefois aussi du Jura. Quant aux tourbes de marais (Somme, Oise, Aisne, Aube, Essonne, La Brière, etc...), elles en contiennent, toujours sur produit sec, de 20 à 35 %. Il ne peut donc y avoir en France de règle générale pour l'extraction et l'utilisation de nos tourbes.

L'Administration des Mines s'efforce de combler, le plus activement possible, cette grave lacune, mais il ne faut pas

(1) Cette teneur de 8 à 12 % des tourbes du Bauplois est fortement contestée. On parle fréquemment de plus de 25 %.

se dissimuler que c'est là une œuvre de longue haleine et de réalisation coûteuse si l'on tient à déterminer comment la tourbe se répartit, d'après l'épaisseur de ses couches et selon sa teneur en cendres, dans les principales zones du gisement. Le rôle de l'Administration des Mines étant, avant tout, celui de guide, mission dont elle s'acquitte avec autant d'activité que de la plus extrême courtoisie, il vaut beaucoup mieux que les particuliers, intéressés à la mise à fruit des tourbières, prennent, eux-mêmes, les initiatives correspondantes, qu'ils n'oublient pas d'ailleurs de consulter le Génie Rural sur la meilleure façon de drainer les tourbières et de remettre les terrains en état de culture (ou de plantations d'arbres ou d'aménagements d'étangs selon les cas), après en avoir excavé la tourbe (1).

II. Statistiques des tourbières françaises. — Dans l'une de ses études estimées, paraissant dans le *Génie Civil, Chimie et Industrie*, etc., M. Charrin a donné les estimations que voici :

	HECTARES
Tourbe des marais	600.000
— plaines.....	400.000
— montagnes	200.000

Les tourbières correspondantes, qui seraient au nombre de plus de 5.000, se répartissent sur plus de 50 départements. Parmi elles, à peine 1.500 auraient fait l'objet d'une exploitation (2).

Dans leur ensemble, les réserves françaises reconnues et exploitables de tourbe ressortiraient à plus de 2 milliards de t. (à 90 % d'eau), mais il est probable que nous disposons d'au moins 4 milliards de t. de tourbe dont la plus

(1) M. VAZEILLES, garde général des Eaux et Forêts. Mise en valeur du Plateau de Millevaches (Eyboulet Ussel).

(2) Dans son ouvrage (p. 26), M. de Montgolfier évalue cette superficie à 500.000 ha. au maximum.

grande quantité est utilisable pour le chauffage. Le reste, qui renferme une forte proportion de cendres, se prête à la préparation de la tourbe bactée, qui constitue un fumier artificiel.

III. Aperçu de la tourbière française. — Le plus souvent, une tourbière française se caractérise par sa superficie relativement restreinte, spécialement dans les régions montagneuses où elle ne va guère au-delà de 30 ha., tout en n'ayant qu'une profondeur relativement réduite : 4 m. au maximum. Exceptionnellement (Oise, Calvados, Jura), elles s'étendent jusque sur 1.000 ha. et l'épaisseur de la couche de la tourbière y atteint jusqu'à 6 m.

Ceci signifie que, sauf en certains cas exceptionnels, on ne peut pas, en égard aux amortissements, installer des usines importantes sur la tourbière elle-même. Par conséquent, si l'on veut développer la tourbière française de manière que sa production en tourbe marchande s'élève progressivement jusqu'à environ 500.000 t. — contre 70.000 t. en 1941 — il conviendra de lui donner une organisation spéciale dont la plus indiquée correspond à celle d'une coopérative.

Il faut bien se garder de calquer nos exploitations sur celles des tourbières russes ou canadiennes.

Deux raisons principales nous y conduisent :

1^o Les superficies des tourbières russes et canadiennes sont considérablement plus étendues que les nôtres. Nous l'avons montré, d'ailleurs, à la partie précédente.

2^o A cause de la rigueur du climat, la campagne d'extraction tourbière ne se prolonge que pendant quatre-vingts jours dans la plus grande partie de la Russie et durant environ cent jours en Ukraine, tout comme, au Canada.

En compensation, dans ces vastes régions, on dispose de vastes étendues propices au séchage par étendage alors que, particulièrement dans l'Oise, la Somme, l'Aisne et la Normandie, les terrains non tourbeux sont réservés au pâtu-

PRINCIPALES RÉGIONS TOURBIÈRES FRANÇAISES

rage où à la culture et se vendent cher. D'où la nécessité fréquente de sécher la tourbe sous des hangars dont la couverture peut être rustique : paille, roseaux, ce qui permet de prolonger la campagne tourbière durant 10 mois environ (sauf dans le Vosges et l'Auvergne où les chutes de neige sont précoces); en outre, les mottes de tourbe en cours de séchage sous les hangars peuvent être facilement protégées du gel par de la paille, des fougères, etc...

IV. **Production tourbière française.** — En 1869, la France extrayait 321.000 t. de tourbe, vendue au prix moyen de 10 fr. 20 la tonne. La production, au cours de ces dernières années, a varié comme suit (1) :

	TONNES
1937	23.800
1938	27.370
1939	15.015
1941	72.000
1942	200.000 (en projet)

Ces tonnages se rapportent à de la tourbe, dite sèche, contenant environ 30 % d'eau.

La production régionale de 1941 s'est approximativement répartie comme suit : Aisne : 25 % ; Loire-Inférieure : 25 % ; Doubs, Finistère, Jura : de 15 à 5 %. On comptait, en outre, dix autres départements tourbiers, mais dont l'activité est plus réduite.

Ne considérons ces chiffres que comme des estimations, en raison du manque de statistiques précises. Par exemple, la Brière (Loire-Inférieure) n'a qu'une extraction artisanale et communale sur laquelle ne s'exerce aucun contrôle. En fait, on ne produit que très peu.

(1) D'après M. Cheradame, directeur du Comité d'Organisation de l'Industrie des Combustibles minéraux solides (C. O. I. C. M. S.)-cours-conférence du 13 novembre 1941 au Centre de Perfectionnement technique (Maison de la Chimie).

V. Étude succincte des principales régions tourbières françaises (1). — A. Vallée de la Somme. — Sur toute sa longueur, la vallée de la Somme est une immense tourbière où l'épaisseur moyenne des couches varie entre 8 et 10 m. pour atteindre quelquefois 20 m. On peut y rattacher les vallées de ses deux affluents : l'Ave et la Noye, ainsi que deux fleuves côtiers : l'Authie et la Canche, qui

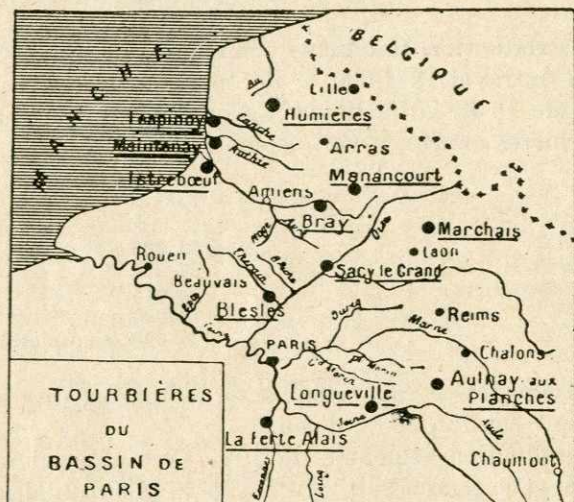


Fig. 5. — Tourbières du bassin de Paris.

sont également, les uns et les autres, une suite ininterrompue de marécages tourbeux. On estime couramment à 3.000 ha. les gîtes de la Somme et à 1.200 ceux du Pas-de-Calais (près de Montreuil et surtout aux environs de Saint-Omer). La teneur en cendres de ces tourbes, prises à l'état anhydre, est très variable ; le plus souvent, elle est comprise entre 6 et 12 % mais elle atteint parfois 40 %.

(1) Les cartes des figures 5 à 14, dues à notre collègue M. Victor CHARRIN, sont extraites du numéro de février 1936, de *Chimie et Industrie*.

B. Vallées de l'Oise et de l'Aisne. — Dans ces deux départements, les marais tourbeux sont nombreux et ont environ 3 m. d'épaisseur dans les vallées de l'Oise, du Thérain, de la Bresle et de l'Aisne. En particulier, aux environs de Nesles, un dépôt de tourbe s'étend jusqu'aux coteaux de la forêt de Hez. Sa superficie est supérieure à 1.000 ha. Dans le département de l'Aisne, certaines tourbes sont réputées comme très cendreuses.

Dans la vallée de l'Oise, aux abords de Pont-Sainte-Maxence, on cite un gisement de près de 1.000 ha. dans lequel l'épaisseur de la couche de tourbe varie de 2 à 3 m. Il offre un grand intérêt à cause de sa proximité de Paris : 50 km. et des facilités de transport de sa tourbe par voies d'eau et de fer puis par la route.

C. Vallées de la Vanne et de l'Aube. — Dans les départements de l'Yonne et particulièrement de l'Aube, entre la rive gauche de la partie haute de la vallée de l'Aube (Brévannes, Montagon, Onjon, Longsols, Avant), dans la haute vallée de la Seine en amont et aux abords de Troyes ; puis en aval de cette ville au voisinage du confluent de l'Aube (vers Romilly, Pars, Méry, etc.) et de la Seine, dans la vallée de l'Ardusson, affluent rive gauche de la Seine ; dans la vallée de la Vanne, affluent de l'Yonne, s'étendent de nombreuses tourbières. Celles du pays d'Othe, dans la vallée de la Vanne, méritent une mention spéciale. Nous reproduisons ici les obligeantes indications de notre collègue M. Jarry :

« La région tourbeuse s'étend depuis Mally-le-Grand dans l'Yonne jusqu'à Estissac, dans l'Aube (fig. 6).

Elle couvre une surface de 2.000 ha. dont la moitié environ est susceptible d'être exploitée.

Les poches de tourbe apparaissent, de place en place, dans toute la vallée de la Vanne et leur formation semble due particulièrement à des arrivées d'eaux souterraines.

Si l'on envisage la constitution géologique du pays d'Othe, on reconnaît que les minces terrains perméables de la craie du Sénonien et des lambeaux tertiaires qui

règent à la surface reposent sur une couche imperméable, les marnes du Turonien, celles-ci collectent et arrêtent les eaux pluviales qui arrosent le pays.

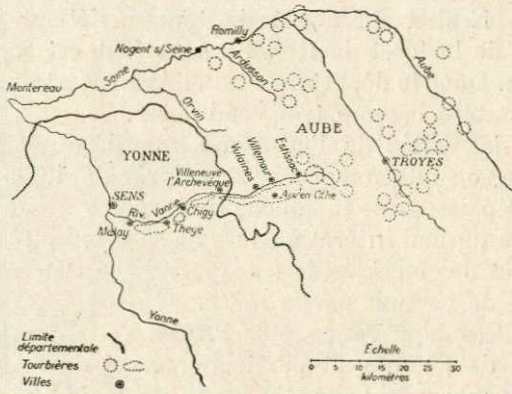


Fig. 6. — Tourbières de la vallée de la Vanne, d'après M. Jarry.

Toutes ces couches sont inclinées du Sud vers le Nord et vont plonger à peu de profondeur, sous le fossé de la Vanne (fig. 7).

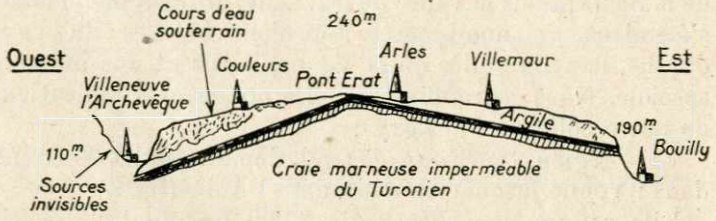


Fig. 7. — Coupe géologique du bassin Othéen, d'après M. Jarry.

D'autre part, l'assise Turonienne a subi un accident local, elle a été redressée en un pli Nord Sud (anticlinal) que l'on aperçoit nettement entre Arles et Couleurs, particulièrement dans la région de Pont-Evrat

De nombreuses sources se trouvent sur le flanc occiden-

tal de ce pli et ont été captées pour les besoins des habitants, cependant que, sur le flanc sud, d'autres sources sont également prélevées pour les besoins de la Ville de Paris.

Tout le pays d'Othe est parcouru en profondeur par une série de cours d'eau souterrains aboutissant à la Vanne par deux catégories de sources :

Source haute aux environs de Saint-Benoit-Vulaynes dont le débit est de 15.000 m³ par 24 heures.

Source basse aux environs de Mally dont le débit est bien plus considérable : 90.000 m³ ; il faut y ajouter de nombreuses sources invisibles aboutissant dans le cours même de la Vanne.

Les sources connues débitent à la dose de 106 mgr. par litre, 15.000 kgr. de chaux par jour, soit 5.500.000 kgr. par an.

La proportion initiale de chaux est bien plus considérable puisque les proportions indiquées ci-dessus sont celles résultant de l'analyse des eaux auxquelles il convient d'ajouter la proportion retenue par la tourbe, proportion qui confère à cette dernière une teneur en cendres de 8 à 20 %. Ceci, d'une part, amoindrit la qualité de la tourbe en tant que combustible mais, d'autre part, lui confère des qualités intéressantes si l'on destine cette tourbe à la carbonisation.

En effet, cette dernière opération se trouve être génératrice d'acétate de chaux qui se forme au cours de l'opération et qui agit d'une façon particulièrement active sur la formation des groudons en provoquant une méthylation qui donne à ces goudrons une valeur exceptionnelle (1).

Comme le montre la carte de la figure depuis Malay-le-Grand (à 6 km. de Sens, dans l'Yonne), jusqu'à Estissac (Aube) en suivant la vallée de la Vanne, s'étend une région

(1) Carbonisation méthylyante des tourbes, Paul Pascal, correspondant de l'Institut (*Technique Moderne*, 15 décembre 1936, n° 24, page 833, Dunod, éditeur).

cieuse permettrait d'apporter un soulagement très appréciable au ravitaillement du grand Paris en combustibles domestiques notamment.

E. Estuaire de la Seine et Cotentin. — Sur les deux rives de l'estuaire de la Seine, particulièrement sur la rive gauche (marais de Vernier), la tourbe est en couche épaisse (5 à 15 m.) et de nature relativement peu cendreuse.



Fig. 9. — Marais tourbeux de Gorges (Manche).

Dans le département de la Manche, presque à l'embouchure de la Vire, il existe le marais de Gorges (fig. 9), lequel s'étend sur 12.000 ha. (1). La tourbe s'y trouve en couches de 2 à 4 m. d'épaisseur. Elle contiendrait, selon certains, de 5, à 8 % de cendres (2). C'est une des tour-

(1) Et seulement 3.000 ha. selon d'autres estimations. Ces marais sont dits aussi du Bauptois.

(2) En réalité, probablement plus de 25 % dans la plus grande partie du gisement.

bières françaises les plus intéressantes à mettre à fruit, par sa richesse, son étendue, sa position éloignée relativement aux centres de production du charbon.

F. Bretagne et Vendée. — Sur le département de l'Ille-et-Vilaine s'étendent les tourbières de Dol-Châteauneuf, avec une superficie de 1.500 ha. L'épaisseur de la tourbe y varie de 1,50 à 6 m., la teneur en cendres ne dépasserait



Fig. 10. — Marais tourbeux de la Loire-Inférieure.

pas 6 %. En contre-partie, le niveau de l'eau y est très variable, la marée s'y ferait sentir.

De son côté, le Finistère comprend 600 ha. de tourbières.

Plus au sud, à l'embouchure de la Loire existent les immenses marais de la Grande-Brière, près de Montoire (fig. 10) qui ont quelques milliers d'hectares de superficie. L'épaisseur de la couche de tourbe y varie entre 0,80 et 2 m. mais cette tourbe est généralement cendreuse (plus de 10 %). Dans cette tourbière et dans celle de Donges, qui s'étend sur 5.000 ha., on trouve des vestiges de chênes, ce

qui fait supposer que ces deux marais occupent l'emplacement d'une forêt qui fut recouverte par la mer. On rencontre également des tourbières à Savenay, dans plusieurs localités vendéennes, puis, plus au sud, dans la Charente-Inférieure, tout au long de la Sèvre, de la Charente et de la Sèvre-Niortaise.

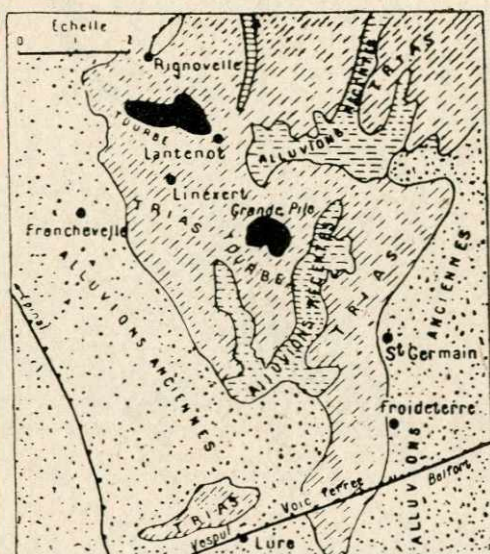


Fig. 11. — Tourbières des Vosges.

G. Vosges et Jura (fig. 11 et 12). — Les chaînes de montagnes de l'est : Vosges et Jura sont riches en tourbe ; on la rencontre dans des dépressions (1) qui contiennent des couches de 5 à 6 m. d'épaisseur parfois très pauvres en cendres (Gérardmer, Pramont, etc...), ce qui s'explique

(1) Sans oublier les tourbières de l'Ain, en particulier celle de Mirebel-les-Echets, à 20 km. environ à l'est de Lyon qui s'étendent sur 2.400 ha.

par le fait que les dépôts tourbeux — tout au moins ceux des Vosges — reposent sur des roches granitiques. Pour ces raisons, il est permis de dire avec M. Charrin que la zone vosgienne donnera le signal de la résurrection en

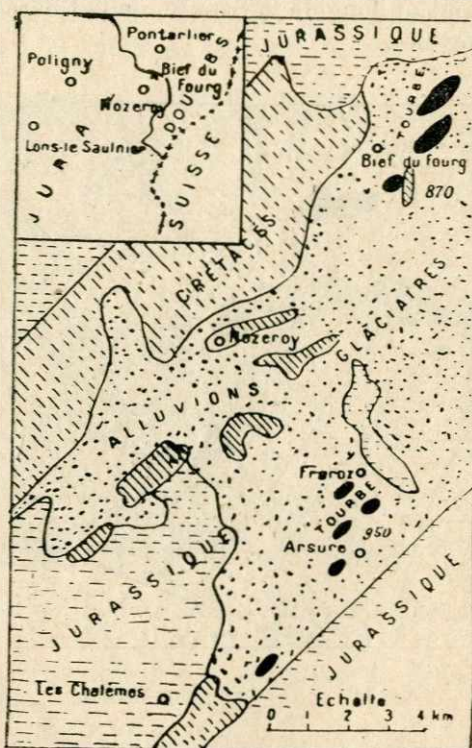


Fig. 12. — Tourbières du Jura.

France de l'extraction de la tourbe et sans doute aussi de son traitement rationnel.

Nous avons prélevé des échantillons de tourbe au voisinage de Rupt-sur-Moselle. Les résultats d'analyse en ont été excellents, puisqu'ils ont fait apparaître une teneur en cendres de 1,6 % seulement.

Dans les Vosges, c'est le versant sud, depuis Lure jusqu'à Epinal (Lantenot, Axelles, etc...) (fig. 11), qui est le plus privilégié au point de vue de la qualité de la tourbe. Dans le Jura, la tourbe se rencontre principalement autour du Bief-du-Four.

H. Région alpestre (Dauphiné, Savoie, Alpes-Maritimes).

— Les gisements tourbeux du Dauphiné : Bourgoin, la Verpillière, Morestel, les Avénières et toute la vallée de

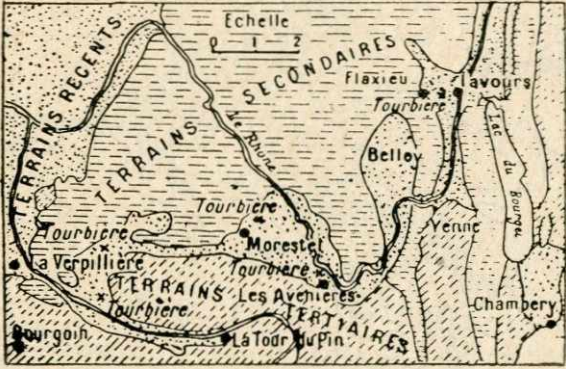


Fig. 13. — Région tourbière du Dauphiné.

la Bourbre (fig. 13), s'étendent, dit-on, sur plus de 4.000 ha. et contiennent une tourbe noire en couche de 2 m. et plus.

La zone alpestre contient d'innombrables anciens lacs transformés en tourbières ; M. Charrin évalue ceux de la Savoie, seule, à plus de 1.000 ha. Sur les hauts sommets des Alpes-Maritimes, on rencontre des prairies tourbeuses demeurées à l'état vierge.

I. Plateau de Millevaches (fig. 14). — Ce plateau, dont l'altitude varie entre 600 et 950 m., s'étend sur une superficie d'environ 156.000 ha. et occupe les parties contiguës des quatre départements : Corrèze, Puy-de-Dôme, Creuse et Haute-Vienne. M. Vazeilles le définit comme une « vaste table » autour de laquelle rayonnent en tous sens, comme

les « pattes d'une araignée monstrueuse », des croupes secondaires plus ou moins allongées. Ces croupes séparent les vallées des nombreuses rivières nées sur le Plateau ou sur ses contreforts (Roseille, Creuse, Taurion, Maulde, Vienne, dans le bassin de la Loire ; Vézère, Corrèze,

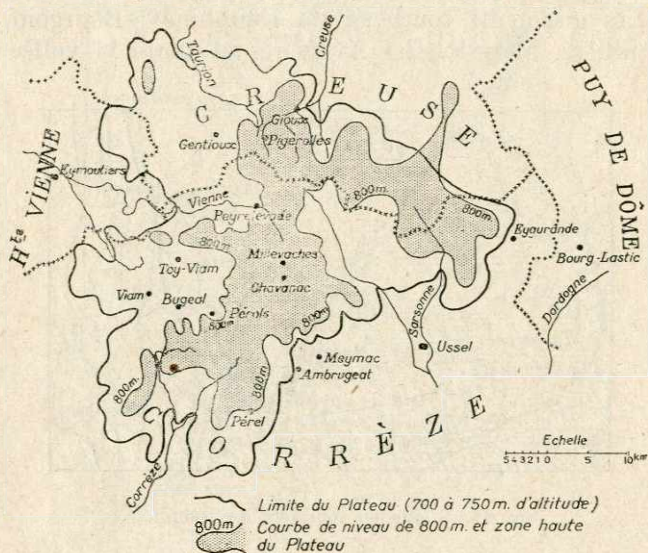


Fig. 14. — Carte du plateau de Millevaches, d'après M. Vazeilles.

Doustre, Luzège, Diège, Sarsonne, Barricade, Miouzette, dans le bassin de la Dordogne).

Les tourbières y occupent une superficie évaluée à 20.000 ha., dont 4.000 environ correspondent à des tourbières éteintes, définies à la première partie de ce livre.

J. Auvergne (Cantal et Puy-de-Dôme). — Les tourbières auvergnates, comme la plupart des tourbières de montagnes, ne présentent qu'une superficie relativement réduite. Les plus importantes sont celles du Puy-de-Dôme : Egliseneuve-d'Entraigues (environ 250 ha.), Picherande (100 ha.), Chastreix (30 ha.), etc...



K. Deux-Sèvres, Charente-Inférieure. — Dans le premier de ces deux départements, il existe, dit M. de Montgolfier, de grands gisements à Sansais, Magnié, etc... L'épaisseur de la couche de tourbe y atteindrait 2 à 3 m.

En Charente-Inférieure (Aigrefeuille, Forges, Surgères, La Vergne), la puissance des gisements varie entre 1,50 et 2 m. 50.

Espérons que nous disposerons prochainement d'une carte d'ensemble des gisements français de tourbe.



CINQUIÈME PARTIE

PROSPECTIONS TOURBIÈRES.

I. **Exposé.** — Cette opération comporte deux parties essentielles : 1^o la détermination des variations de l'épaisseur de la couche de tourbe dans un gisement déterminé et leur traduction par un plan de courbes de niveaux afin de supputer le tonnage disponible et de dresser un programme d'extraction ; 2^o l'examen des terrains pour établir un plan de drainage du gisement lui-même, et de celui de l'aire de séchage des mottes de tourbe. Il faut aussi se préoccuper de la présence de corps étrangers : troncs d'arbres, racines, rochers, etc... dans le gisement, afin de choisir et d'établir en conséquence les machines d'extraction (1).

II. **Méthode et travaux de prospection de l'Administration** (2). — En 1937, la Direction des Mines a commencé à recenser les gisements tourbeux.

Mais, en 1941, on ne savait pas bien où étaient les gisements et leur valeur.

Pour la Brière, par exemple, on s'est aperçu que la couche tourbeuse était d'un mètre, recouverte de terre, et présentait de nombreux trous.

En juillet et août 1941, la Direction des Mines et le Syndicat ont fait des reconnaissances dont le résultat a permis de dresser la carte des tourbières qui n'est qu'un document provisoire.

(1) On n'oubliera pas non plus d'indiquer, dans le rapport, la topographie, la nature, la superficie éventuellement disponible, les voies de desserte des terrains avoisinant les tourbières.

(2) Cheradame, Cours-conférence précité.

On a d'abord effectué des prospections rapides en travaillant sans coordination.

Maintenant, le C. O. I. C. M. S., opère par équipes de 6 à 10 prospecteurs. Chaque prospecteur est assisté de deux manœuvres recrutés sur place.

On procède aux sondages tous les 100 ou 200 m. Les échantillons sont envoyés au laboratoire pour y déterminer la teneur en cendres, en carbone et en hydrogène, ainsi que le pouvoir calorifique. Une équipe peut prospecter 3.000 ha. par mois. Le C. O. I. C. M. S. a créé une école de prospecteurs où le stage d'études dure une semaine. Ces prospecteurs seront ensuite aptes à diriger des exploitations. Les frais de prospection et de l'école sont à la charge de l'Etat sur intervention de la Direction des Mines.

Retenons bien qu'il ne s'agit là que de simples travaux de reconnaissance propres à reconnaître les terrains tourbeux mais non pas à en définir les richesses et les méthodes d'exploitation. Pour cette seconde partie de la prospection, il faut, tous les 50, 100 ou 200 m. suivant la régularité du gisement, procéder à des sondages et relever un plan fixant le profil et la répartition des couches tourbières puis aussi la qualité de la tourbe. A cet effet, on emploie deux sortes d'appareils de sondages.

III. Matériel de sondage des tourbières. — La Maison Claude Bonnet a mis au point un outillage portable, rapide et pratique, dont les éléments ne dépassent pas 1 m. 50 de longueur chacun.

1° Pour mesurer l'importance du gisement, on utilise la sonde-aiguille en tige d'acier de 8 mm. (1). Cette sonde se compose d'allonges munies à leurs deux extrémités d'olives d'assemblage mâle et femelle, sauf l'embout qui présente une extrémité coupée d'équerre. Dans la

(1) Le sondage à l'aiguille rend de grands services pour la prospection des tourbières de montagne où le terrain sous-jacent est rocheux, mais il induirait en erreur si ce sous-sol est argileux. Il faut alors recourir au sondage par carottage.

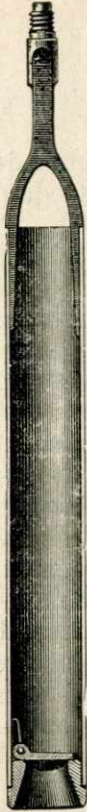


Fig. 15. — Cuiller à clapet.



Fig. 16. — Sonde Palissy avec ou sans tourne-à-gauche.



Fig. 17. — Trépan à tétou.



Fig. 19. — Tarière ordinaire.



Fig. 18. — Trépan à plat.



Fig. 20. — Tourne-à-gauche simple.



Fig. 21. — Tourne-à-gauche à dévisser.



Fig. 22. — Support de sonde.

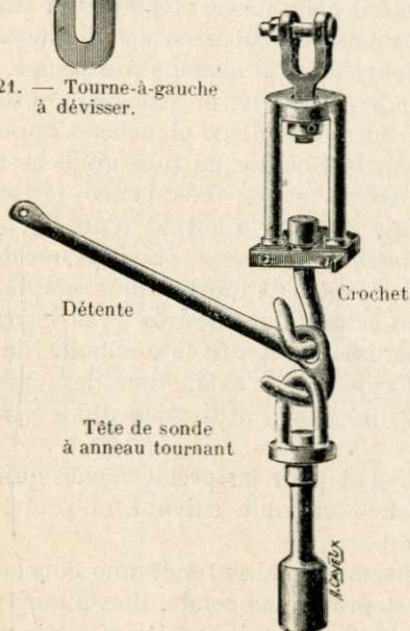


Fig. 23. — Agrafe de relevée à touret.

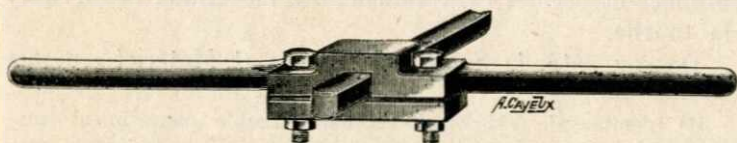


Fig. 24. — Tourne-à-gauche de manœuvre, bois ferré pour barre de 20 ou 25 mm.



SIXIÈME PARTIE

TRAVAUX PRÉLIMINAIRES A L'EXPLOITATION TOURBIÈRE.

I. **Exposé.** — Avant d'exploiter une tourbière, il faut en obtenir l'autorisation du Service des Mines en s'engageant à se conformer, dans la conduite des travaux, aux règlements administratifs. Ceux-ci sont principalement exprimés par la loi du 10-20 avril 1810, organisant le régime des mines et tourbières (Art. 3, 83, 84, 85, 86) que complètent les Instructions ministérielles du 3 août 1810, du 15 juillet 1845 et du 10 juin 1854 (1) auxquelles sont venus s'adjoindre les décrets-lois des 11 juillet 1938 et 17 juillet 1941 (2).

II. **Premières études de mise en exploitation des tourbières.** — Après avoir procédé aux sondages et établi le profil du gisement selon les conditions générales indiquées à la cinquième partie de ce livre, il convient de dresser le réseau des canaux de drainage en se préoccupant : 1^o de faciliter l'exploitation tourbière ; 2^o de se raccorder au dispositif d'écoulement des eaux dans la région considérée ; 3^o de la réutilisation du terrain après excavation de la tourbe. Cette réutilisation peut présenter diverses formes : remise en état de culture, plantation d'arbres, aménagement d'étangs pour la pisciculture, etc...

(1) Les lois tourbières de 1810, 1845 et 1854 ont été analysées dans notre ouvrage *La Tourbe* (Dunod 1941), p. 106-110.

(2) Les problèmes administratifs relatifs à l'exploitation des tourbières sont traités aux pages 193 à 202 de cet ouvrage.

La meilleure façon de tirer le parti maximum utile des tourbières et d'éviter des erreurs ainsi que des pertes de temps, consiste à s'entourer des conseils des spécialistes de la région. On consultera également avec le plus grand profit le Génie Rural, les notaires et les agents voyers.

III. Aménagement des tourbières en vue de leur exploitation et de leur remise en état de culture. Réglementation et pratique hollandaises. — Dès que le drainage (1) a porté ses fruits, on décape la surface de la tourbière sur une épaisseur de 15 cm. environ afin de ménager la terre végétale (terre à pacage) et de découvrir la tourbe que l'on prend au moyen soit d'une bêche pliée en deux suivant le sens de sa longueur et qu'on a munie à sa base de tôles coupantes, soit d'un louchet mécanique, soit d'une excavatrice suivant l'importance de l'exploitation (artisanale ou industrielle) et les moyens dont on dispose.

On enlève ainsi la couche de tourbe jusqu'à 10-15 cm. du banc de sable qui forme le lit de la tourbière. A ce moment-là, on replace les unes près des autres, au fur et à mesure des travaux et sur le fond même de la carrière, les mottes de gazon résultant du décapage. On ménage aux bons endroits et en nombre suffisant les canaux d'écoulement des eaux de pluie ou de source. De cette façon :

— les ouvriers travaillent à pied sec et sur un terrain assez ferme pour permettre le roulage des wagonnets ;

— la couche de gazon plaqué reprend racine très vite. Très loin d'être détruit, le pâturage se trouve amélioré par la qualité de l'herbe et on l'interrompt à peine.

Identiquement, suivant MM. Vonck et de Montgolfier, la législation hollandaise prescrit d'extraire la tourbe de

(1) Nous renouvelons nos remerciements à M. Vazeilles, de Meymac (Corrèze), spécialiste éminent de l'industrie tourbière pour les indications et conseils qu'il nous a libéralement donnés.

M. G o x, de Pérols (Corrèze), exploite, de même, à Barsanges, une tourbière suivant une méthode intelligente et adroite qui est un modèle, bien qu'il ne s'agisse que d'une exploitation artisanale.

manière à respecter les premiers 50 cm. de sol naturel, afin qu'il puisse servir à la culture ou au pacage après extraction de la tourbe, l'opération correspondante représente ainsi un assainissement du terrain.

A cet effet, on décape cette première couche supérieure de 50 cm. laquelle est formée de tourbette, de bruyère, de buissons, etc... Mélangée de sable, cette première couche donne une excellente terre à cultiver. On retire ensuite complètement la tourbe, allant, suivant l'expression minière, jusqu'au « mur ». Après cette excavation, le terrain est nivelé, recouvert d'une couche de 7 à 12 cm. du sable obtenu en faisant les canaux de drainage. Sur cette aire, on dispose alors les mottes de la couche supérieure précitée de terrain et on épand des engrais, particulièrement de la sylvinite et des superphosphates.

Un terrain assaini de cette manière permettrait de récolter, dès la première année, jusqu'à 30 t. de pommes de terre par hectare.

Les Hollandais auraient assaini et remis en état de culture, de cette manière, plus de 100.000 ha., donnant annuellement 2 millions de t. de pommes de terre et environ 65.000 t. de seigle et d'avoine. Près de 250.000 hommes gagneraient leur vie sur ces terrains gagnés sur la tourbe.

Ce vivant exemple nous montre que la production de la tourbe ne représente pas une fin. Elle correspond, d'abord, à un moyen de nous fournir les combustibles dont les rudes hivers de la période 1939-1942 nous ont montré tout le prix, puis à une manière immédiatement profitable de remettre à fruit des terrains actuellement sans valeur.

Comme nous l'écrivait récemment notre éminent ami M. le Professeur van Iterson, l'industrie tourbière a grandement contribué à la prospérité de la Hollande. Dans l'âge d'or de son histoire, les maisons étaient bien chauffées, la tourbe procurait à profusion le combustible pour l'industrie dans ses formes primitives. Mais, toujours, le but principal était de se procurer des « polders », terrains fertiles pour pacage ou champs de culture. L'organisa-

tion des propriétaires est bien réglée par la loi. Les procédés d'extraction primitifs ont survécu à toutes les tentatives de mécanisation. A grands frais, on a tout étudié et beaucoup essayé de ce qui a été inventé en Hollande et ailleurs. Pour combattre le chômage, le gouvernement a largement subventionné cette industrie et, à présent, pour aider à supporter la pénurie de combustible, une prime élevée est payée pour la production de la tourbe. Cette prime est répartie par le Bureau central des Combustibles.

Et c'est encore dans ce pays surpeuplé, la récupération de terrains avec canaux d'irrigation et de navigation qui marque le but économique de l'entreprise tourbière. Que la France s'inspire à son tour de l'exemple que nous donne la Hollande, cette nation laborieuse et sage.



SEPTIÈME PARTIE

EXTRACTION DE LA TOURBE. PRIX DE REVIENT. LOUCHETS. EXCAVATRICES. SCRAPERS. MALAXEURS.

I. **Exposé.** — L'exploitation tourbière demande une main-d'œuvre relativement importante, ce qui présente un inconvénient, car il importe, en même temps, de ne détourner qu'un minimum de personnel des travaux agricoles. D'autre part, le service des tourbières est assez pénible. Pour ces diverses raisons, même en Russie, on mécanise, le plus possible, l'extraction et le séchage de la tourbe, comme nous allons le montrer.

II. **Classification des exploitations tourbières. Débit et choix des engins.** — Suivant la communication précitée de M. Chéradame (1), on distingue trois types d'exploitation :

- a) exploitation à la main ;
- b) exploitation mécanique à l'aide de petites machines ;
- c) exploitation type grande culture — très industrialisée.

a) L'exploitation manuelle dépend surtout de la bonne organisation des chantiers ;

b) L'exploitation mécanisée est à développer de préférence. Elle exige un nombre important de machines. En

(1) Cours-conférence du 10 novembre 1941 au Centre de Perfectionnement technique (Maison de la Chimie).

1941, on avait peu de matériel et son utilisation rationnelle était mal connue.

Les différents appareils utilisables sont :

- le louchet à main,
- le louchet à moteur,
- l'excavateur,
- la benne preneuse.

Ce matériel présente les caractéristiques et donne lieu aux observations que voici :

1^o *Louchet mécanique à bras*. — Débit 13 m³ par jour. Nécessite 2 hommes.

2^o *Louchet mécanique à moteur*. — Débit 10/25 m³ par heure.

3^o *Excavateur* (sur rail ou chenille). — Débit 15/35 m³ par heure. Permet l'emploi simultané d'un malaxeur.

Inconvénient : entraînement d'eau.

Avantage : Amortissement plus facile (car, notamment, il peut avoir ensuite d'autres emplois).

4^o *Benne preneuse (pelle mécanique)*. — Débit : 5/20 m³ par heure, mais souvent aussi jusqu'à 50 m³ (Benoto).

Nous réserverons également une mention aux scrapers qui sont des appareils bien connus, pratiques et simples, rendant des services très étendus dans les houillères, les exploitations minières, gazières, etc... Nous n'oublierons pas non plus les moniteurs.

D'une manière générale, le matériel d'extraction doit être approprié à la nature de la tourbe : humidité et plasticité ainsi qu'à la profondeur du gisement (1).

A ce double titre, les louchets mécaniques paraissent indiqués pour les gites profonds de tourbe grasse qui sont généralement noyés. Par contre, les excavateurs semblent se recommander dans les gites peu profonds de tourbe

(1) La pelle mécanique ne convient ainsi qu'aux gisements tourbiers ayant moins de 3,50 m. d'épaisseur, tandis que la benne-preneuse permet d'exploiter des couches ayant jusqu'à 8-10 m. de puissance.

maigre, c'est-à-dire, ne collant pas aux godets et wagonnets (1).

Nous allons examiner les caractéristiques générales de ces différents engins.

III. Les louchets (2). — Le louchet est une pelle pourvue de joues latérales ou autrement dit d'ailerons permettant de maintenir sur le corps de la pelle le prisme de tourbe qu'elle a détaché du gisement. Cet outil permet, en moyenne, à un tireur moyen, d'extraire 3 m³ de tourbe verte.

Le grand louchet actuellement en usage a environ 1 m. de longueur. Il est fixé à un manche de 4 à 7 m. de longueur. 1 ou 2 hommes le manœuvrent : ils l'enfoncent verticalement et le relèvent en le faisant basculer. Le prisme obtenu est divisé en « pointes » de 25 à 30 cm. de longueur.

Un tireur moyen ne fournit par jour que 6 à 7 t. de tourbe verte, ce qui donne une tonne de tourbe à 30 % d'eau.

Le louchet mécanique dont le débit varie de 30 à 150 m³ par jour procure une économie de plus de 50 % sur le louchet à main.

M. Sennac, directeur de *La France Énergétique*, dont nous rappelons l'obligeance et la compétence, a donné du louchet mécanique Boulet une excellente description que nous reproduisons (3).

Cet appareil (fig. 25) est du type à commande électrique et réalise automatiquement les opérations que voici :

Le louchet mécanique se déplace sur une voie de rou-

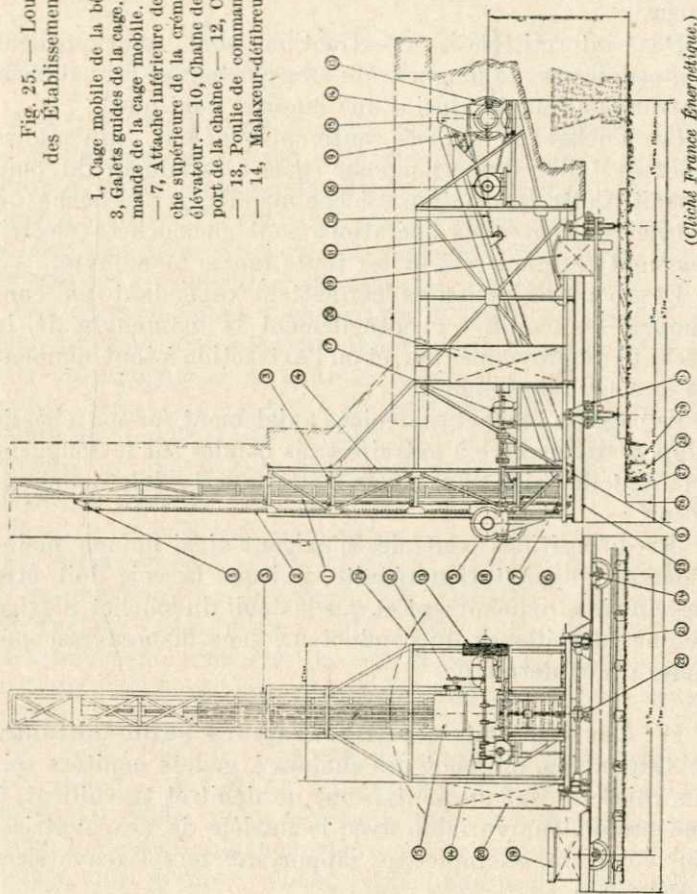
(1) Il faut aussi compter avec le prix d'achat. En août 1942, pour une extraction de 30 m³/heure, une pelle mécanique revient à environ un million et une benne-preneuse à 250.000 fr.

(2) Dans son ouvrage *La Tourbe* (Dunod, 1942), M. DE MONTGOLFIER a présenté (p. 60-69), une excellente étude des louchets, accompagnée de photographies.

(3) *La France Énergétique* (10, Cité Condorcet, Paris) janvier-février 1942 (p. 40-43).

Fig. 25. — Louchet mécanique des Établissements Boulet et C^e.

- 1, Cage mobile de la bêche. — 2, Crémaillère. —
- 3, Galets guides de la cage. — 4, Cage fixe. — 5, Com-
- mande de la cage mobile. — 6, Bêche 500/300 mm.
- 7, Attache inférieure de la crémaillère. — 8, Atta-
- che supérieure de la crémaillère. — 9, Transporteur
- élévateur. — 10, Chaîne de transporteur. — 11, Sup-
- port de la chaîne. — 12, Commande de transporteur.
- 13, Poutre de commande du malaxeur-déffibreur.
- 14, Malaxeur-déffibreur. — 15, Trémie du ma-
- laxeur. — 16, Moteur
- entraînant le malaxeur-
- déffibreur et le transpor-
- teur. — 17, Moteur de
- la cage mobile. — 18,
- Déversoir. — 19, Groupe
- moteur réducteur de
- translation. — 20, Ta-
- bleau des manoeuvres.
- 21, Galets guides du
- déplacement transversal.
- 22, Commande du dé-
- placement transversal. —
- 23, Bâti fixe. — 24, Cha-
- riot. — 25, Couverture.
- 26, Front de coupe.
- 27, Première coupe.
- 28, Deuxième coupe.
- 29, Troisième coupe.



(Cliché France Énergétique.)



lement parallèle au front d'extraction. Cette voie, large de 3 m., assure la stabilité normale de l'ensemble de l'appareil, compte tenu de toutes les réactions.

La mise en marche de la machine détermine automatiquement la descente de la bêche proprement dite du louchet, à une profondeur réglable instantanément et la remontée de cette bêche avec déversement du pain de tourbe sur un transporteur qui alimente le malaxeur défibreur.

Des intermittences d'extraction sont pratiquement compensées par la longueur du transporteur et le malaxeur se trouve alimenté ainsi d'une manière continue.

Le louchet se déplace automatiquement, suivant le front de taille, d'une longueur égale à la largeur du pain extrait. Cette translation est commandée par la bêche du louchet et toutes les opérations sont enclenchées électriquement de manière à éviter toute fausse manœuvre.

Des boutons poussoirs permettent cependant au conducteur de modifier éventuellement la manœuvre de la bêche et de provoquer l'arrêt ou l'extraction à tout moment de la course descendante.

La cage du louchet se déplace axialement sur son châssis support de manière à extraire trois bandes sur la longueur du front de taille sans avoir à déplacer la voie de circulation.

Ces dispositions générales n'exigent ainsi qu'une main-d'œuvre d'exploitation réduite, puisque la voie doit être ripée moins fréquemment et que le débit du louchet n'exige qu'une surveillance du conducteur, sans manœuvres spéciales de ce dernier.

IV. Les excavatrices. Excavateurs semi-flottants.

— Ces engins, qui sont des chaînes à godets montées soit sur voie, soit sur un ponton ont un débit et travaillent, à une profondeur variable avec le modèle de l'excavatrice. En voici un exemple se rapportant aux excavatrices « Pèlerin ».

MODÈLE	DÉBIT horaire	LARGEUR de la voie de roulement	PROFONDEUR de travail	PUISSANCE absorbée
	m ³	m	m	CV
0 bis	15	0,60-0,75-1	3, 5-4	5
1 bis	30	1,62	jusqu'à 8	12-14
2 M	50	1,62	jusqu'à 8	14-16

Ces machines doivent être de construction robuste, afin de ne pas se briser quand les godets rencontrent des corps volumineux et durs (troncs d'arbres) ou particulièrement tenaces (racines). A cet effet, sur les bords des godets, on dispose des dents ou couteaux, agencés, d'ailleurs, pour dégager les chemins de roulement de la chaîne.

Par exemple, dans l'excavateur Pèlerin, les godets en acier estampé sont pourvus d'une ceinture tranchante en acier au manganèse et, pour le travail sous l'eau, de couvercles basculants retenant la matière. On donne à ces godets de 15 à 25 l. de capacité. La translation est automatique, un double débrayage évite toute rupture d'accrochage des godets.

Pour les tourbières immergées, on atténue la charge de la chaîne à godets sur le terrain et on accroît la stabilité de la machine par la conception (Pèlerin, Bonnet) de l'excavateur semi-flottant (fig. 26). Cet appareil est essentiellement constitué par un châssis reposant, d'une part, sur voie ferrée amovible puis, d'autre part, sur deux flotteurs.

Ce châssis (fig. 26) supporte, du côté terre, le beffroi de l'excavateur comportant les organes mécaniques d'entraînement de la chaîne ainsi que la poutre élinde. Cette poutre est orientable pour faire varier la profondeur de dragage ainsi que pour changer l'inclinaison du talus. Elle guide la chaîne à godets qui roule sur des trains de rou-

leaux. A sa base, se trouve le tourteau de retour de chaîne et le palonnier de chaîne à godets. Les godets présentent une lèvre coupante et leur vidage s'effectue par une portière s'ouvrant en cours de la rotation du tourteau par 4 pans d'entraînement. Il y a un godet tous les 4 maillons.

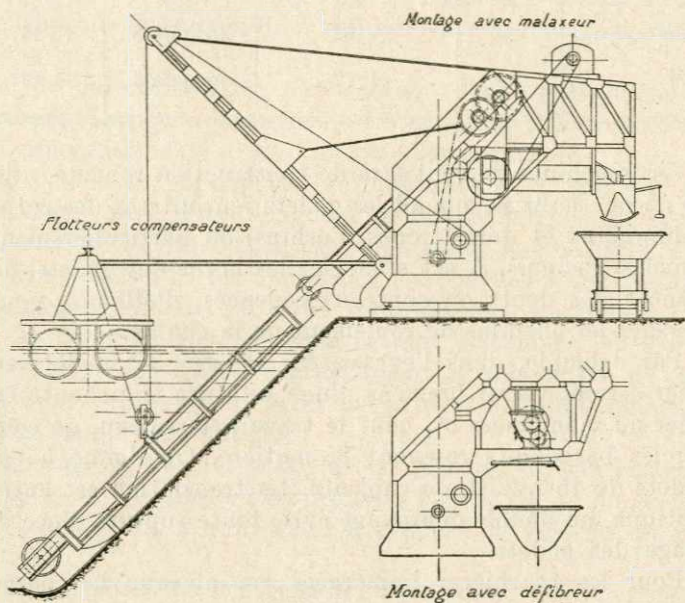


Fig. 26. — Excavateur semi-flottant Pelerin.

Tous les godets et maillons sont munis de bagues d'usure en acier traité. Les produits tombant des godets sont reçus par une goulotte qui les déverse dans les wagonnets (fig. 27).

Le moteur entraîne par courroie un arbre intermédiaire servant également d'axe de rotation de l'élinde. Cet arbre commande, par pignon et chaîne, le tourteau carré d'entraînement.

L'avancement s'effectue simultanément par treuil et

câble, pour la partie flottante, et par volant attaquant un essieu par vis sans fin.

La partie flottante se compose de deux flotteurs soutenant, par axe articulé, le poids de l'appareil au-dessus de la fouille. A l'extrémité du châssis, se trouve la charpente de relevage de l'élinde qui, à l'aide d'un treuil et

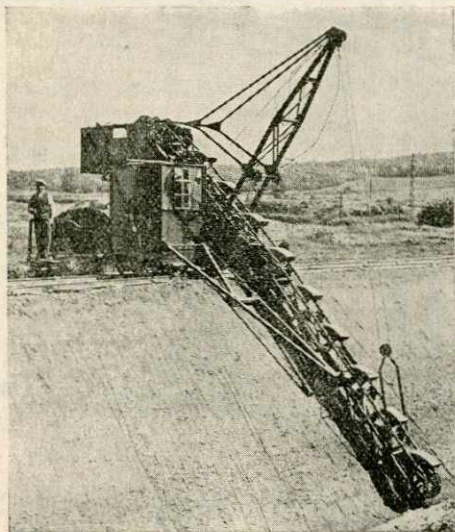


Fig. 27. — Excavateur Pelerin muni d'un transporteur.

d'un câble mouflé, règle la profondeur d'extraction et permet, en cas de besoin, de sortir, hors de l'eau, le tourteau de retour et l'ensemble de la chaîne à godets.

Les excavatrices comportent généralement un malaxeur. Nous reviendrons plus loin sur cet appareil.

Quand on utilise une excavatrice, le chantier doit être organisé de façon à y assurer un travail continu, ce qui implique un agencement convenable des voies de manœuvre des wagons (et de leur nombre) entre leur poste de chargement et celui de déchargement. On facilite, d'ail-

EXTRACTION DE LA TOURBE

leurs, le déchargement en donnant un peu de dévers à la voie de l'excavateur par léger relevé des traverses du côté tourbière.

On dispose toujours les voies de charge de l'excavateur avec celles des wagonnets, de façon qu'aux ripages de la voie de l'excavatrice, la courbe des voies de trans-

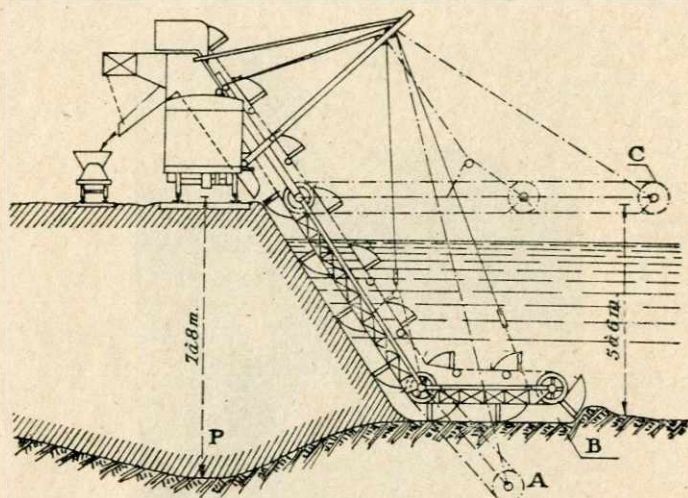


Fig. 28. — Excavateur Normand et d'Haille. Type 50-60 m³/h. à élince guidée à deux articulations.

A, Elince abaissée pour augmentation de l'épaisseur de tourbe à extraire en P. — B, Elince en travail normal à 5 ou 6 m. — C, Elince relevée (ouverture, fouille ou enlèvement du mort-terrain).

port se ripe en l'ouvrant. On évite ainsi les arrêts qu'occasionnerait la substitution de rails trop longs par des rails plus courts.

Pour les débits plus forts et quand les terrains sont très inconsistants, ce qui arrive fréquemment sur les tourbières, on accroît la stabilité des machines en donnant un écartement de 1 m. 90. à la voie sur laquelle l'excavatrice se déplace. En outre, cet écartement de voie est calculé en fonction de la profondeur de fouille qui est de 5 à 6 m. 50

part (au moyen de l'articulation inférieure), de suivre les variations de profondeur du gisement et de réduire la fréquence des ripages de voie.

L'évacuation de la tourbe extraite peut se faire par voie de 0 m. 600 et bennes jusqu'au point fixe de sortie du chantier d'extraction (fig. 29), à proximité duquel il y aura intérêt à aménager l'installation de défibrage-malaxage.

A titre d'exemple, à la sortie du malaxeur, le matériau peut être repris par bennes à voie de 600 mm., pour être déversé sur 0 m. 10 d'épaisseur environ sur le terrain d'épandage qui sera divisé longitudinalement en 7 bandes correspondant chacune à une journée d'exploitation. La superficie du terrain sera calculée à raison de 10 m² par m³ extrait.

Après huit jours de premier séchage, la tourbe de chaque bande journalière est reprise et transportée à une station de pressage pour être débitée en briquettes ou en boudins cylindriques. Ces boudins ou briquettes sont alors chargés sur des claies transportées par wagonnets à étagères jusqu'au parc de séchage définitif.

Les moyens de manutention d'une opération à l'autre peuvent varier en fonction de la disposition du terrain et des distances à parcourir.

Il ne s'agit là que d'un simple exemple. Nous indiquons, tout à l'heure, une autre disposition de l'aire d'épandage qui nous semble plus judicieuse, se rapportant à l'emploi de hallettes.

V. Dragues flottantes. — Le principe est le même que celui de l'exploitation par excavatrice, mais avec élinde droite travaillant en butte. Toutefois, l'installation défibrage-malaxage peut éventuellement être prévue à l'arrière des caissons de la drague de sortie que les chalands d'évacuation (20 à 30 m³) transportent à la station de reprise, située sur la berge, du matériau malaxé pouvant éventuellement être repris par une pompe aspirante et refoulante qui procède directement à l'épandage. La série

des opérations est ensuite la même que dans le cas de l'excavatrice.

Si la tourbière est recouverte d'une couche de « mort-terrain » ou découverte, dans le cas de l'exploitation par drague, l'enlèvement de cette couche doit être fait au préalable soit à la main, soit au moyen d'une petite excavatrice, si la dépense supplémentaire est justifiée par l'épaisseur de cette découverte.

A titre d'exemple, la Société Decauville qui construit les dragues Normand et d'Haille, spécialement étudiées pour la tourbe, ainsi que le matériel d'évacuation des produits dragués, donne aux dragues tourbières les caractéristiques que voici :

DÉBIT horaire	POIDS approximatif	GODETS	PROFONDEUR de fouille	PUISSANCE effective pour dragage
20 à 25 m ³	16 à 18 T.	35 l.	5 à 6 m. 50	16 à 18 CV.
50 à 60 m ³	33 à 35 T.	60 l.	6 à 8 m.	25 à 30 CV.

En résumé, le matériel d'extraction et d'évacuation nécessaire dans les deux cas se récapitule comme suit (1) :

A. Excavatrices :

Production 20 à 30 m³/h. :

1 excavatrice sur voie de 1 m. 90 sur rails de 25 kgr. environ.

Voie de 600 mm. d'évacuation en rails de 9 kgr. 500 avec garage de 2 croisements chacun dont une partie

(1) Le choix à faire entre les machines d'extraction dépend de la nature de la tourbe (fibreuse ou noire), de la possibilité de fournir deux qualités de tourbe — on peut avoir bénéfice à extraire à part la tourbe fibreuse —, de la découverte éventuelle de la tourbe, de la richesse tourbière, etc...

parallèle à la fouille et un second sur la voie fixe de la station de malaxage.

Wagonnets de 570 l. [traction animale ou par locotracteurs (3 rames) de l'excavatrice au malaxage].

Wagonnets étagères avec châssis de 1 m. 400 × 0 m. 900 avec chacun 14 claies de 700 à 900 environ.

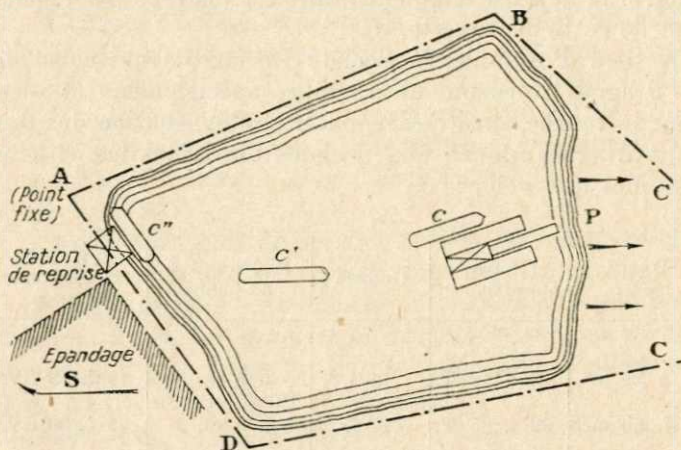


Fig. 30. — Schéma d'exploitation par drague flottante.

A, Point fixe. — P, Partie à exploiter. — S, Vers la presse et le stockage des briquettes (même principe que pour la figure 30. — c, Chaland en chargement. — c', Chaland en mouvement. — c'', Chaland en déchargement.

Production 50 à 60 m³/h. :

1 excavatrice sur voie en rails de 35 kgr.

Voie et garages comme pour les excavatrices de production de 20 à 30 m³/h.

Wagonnets de 1.500 l.

Wagonnets étagères comme pour les excavateurs de production de 20 à 30 m³/h.

B. Dragues :

Production 20 à 30 m³/h. :

1 drague.

3 chalands (20 à 30 m³).

Production 50 à 60 m³/h. :

1 drague.

3 ou 4 chalands (20 à 30 m³).

(Autres postes comme dans l'exploitation à l'excavatrice.)

VI. Pelles mécaniques. — Ces engins se prêtent spécialement à l'exploitation des tourbières drainables. On en construit dont le débit peut varier entre 2 et 150 m³ par heure.

Les pelles de petits et moyens modèles sont construites de façon à pouvoir, soit se déplacer sur carterpillars, soit sur voies ferrées ; la tourbe extraite est déversée de la pelle dans des wagonnets se déplaçant sur voie étroite.

VII. Bigues à bras oscillants montées sur caissons et sur voie de 60 cm. (Benoto). — Ces engins permettent une utilisation des bennes preneuses auxquelles on donne une capacité de prise d'environ 1.000 l. Leur force de levage atteint 1.800 kgr.

A. Bigue à bras oscillant sur flotteur. — Cette bigue est montée sur deux caissons de faible tirant d'eau : 50 cm. écartés de 2 m. environ l'un de l'autre.

L'appareil peut être disposé de deux façons :

a) La benne extrait la tourbe au pied de la bigue, c'est-à-dire, au ras des flotteurs et la déverse sur la berge à 3 m. environ du point de prise.

Si la couche de tourbe se trouve à une profondeur suffisante pour laisser une couche d'eau de 1 m. ou 1 m. 50, cette disposition permet de vider directement la tourbe dans des bateaux.

b) La benne prend la tourbe à 3 m. des flotteurs et vient la vider dans une goulotte qui permet le chargement d'un bateau placé soit entre les deux flotteurs, soit contre les deux flotteurs, ou bien contre l'un des flotteurs.

La benne puisant la tourbe sous l'eau, ramène de l'eau qui favorise le glissement dans la goulotte.

B. Bigue à bras oscillant sur voies de 0 m. 60. — Cet engin roule sur voies établies sur la berge (fig. 31 et 32).

Il est utilisé d'abord à l'enlèvement des morts-terrains, puis à l'extraction de la tourbe. L'enlèvement des déblais et de la tourbe s'effectue au moyen de wagonnets roulant

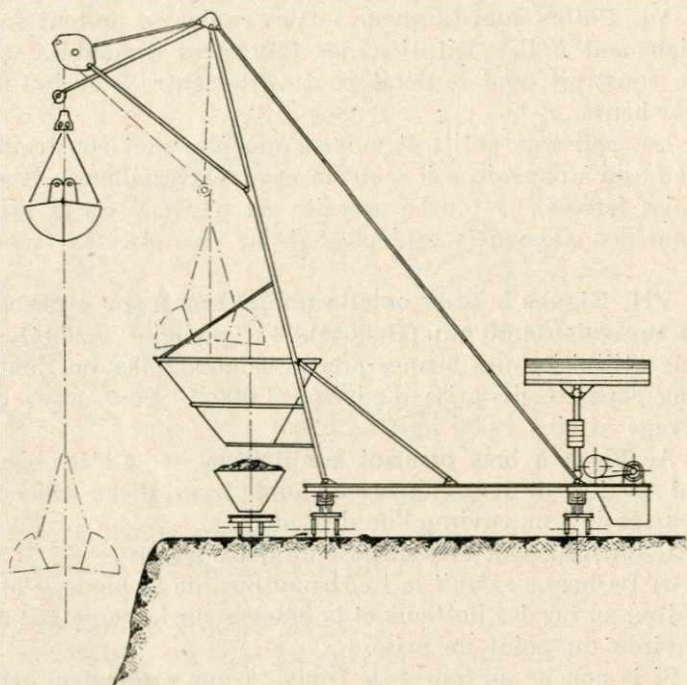


Fig. 31. — Bigue à bras oscillant sur voie de 0 m. 60. Construction Benoto.

sur une voie parallèle à l'axe de déplacement de la bigue.

La charge des bigues sur voie est répartie par un châssis entre quatre essieux de telle manière que la charge sur le terrain est de l'ordre de 120-150 gr. par centimètre carré.

C. Débit. Consommation de force motrice. Personnel. — Ces engins ont un débit moyen de 50-60 m³ à l'heure pour

une extraction sous l'eau et de 60-70 m³ pour une extraction sur tourbière convenablement drainée, toutes les manœuvres : déplacement de la bigue, mouvement des wagonnets s'enchainant de façon à éviter toute perte de temps.

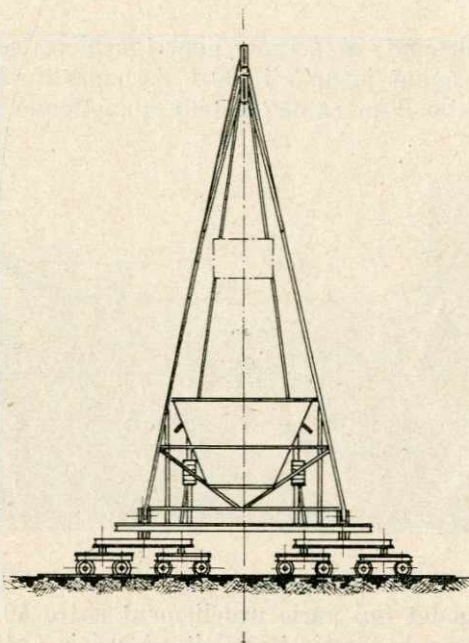


Fig. 32. — Autre vue de la bigue à bras oscillant, construction Benoto.

La puissance nécessaire au service de cet engin peut varier entre 20 et 30 ch. Il est évidemment indiqué de l'engendrer au moyen d'un groupe gazogène à gaz de tourbe-moteur.

On prévoit usuellement deux hommes pour le service d'une bigue et la surveillance du service des wagonnets. Pour le roulage de ces derniers, l'importance du personnel dépend évidemment des conditions de ce travail.

VIII. **Scrapers** (fig. 33). — Ces engins offrent le double mérite d'une grande simplicité de construction et de fonctionnement ainsi qu'un prix de revient modéré à l'extraction, comme nous le verrons. Leur poids réduit leur permet de travailler sur le sol parfois instable des tourbières (1).

Essentiellement, un scraper pour tourbières se compose d'un godet ayant jusqu'à 1.200 l. de capacité et qui, par l'intermédiaire d'un câble-tracteur qu'actionne un treuil,

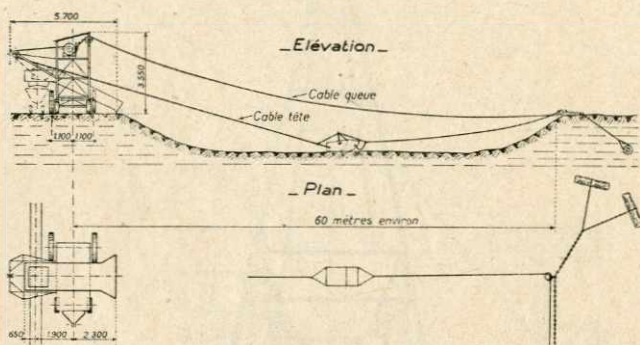


Fig. 33. — Extraction de tourbe par scraper.

est animé d'un mouvement de va-et-vient. La course totale du godet qui varie usuellement entre 40 et 80 m. fixe la tranche du terrain à exploiter à la fois. Cette tranche doit être assez large pour ne pas astreindre à des déplacements trop fréquents de l'estacade supportant le treuil. En moyenne, on peut assigner à un scraper un débit de 60 m³/h. de tourbe verte.

IX. **Monitors (Procédé Classon ou Hydromasse)** (fig. 34). — La méthode correspondante, très en faveur en Russie (nous en reparlerons), consiste à désagréger

(1) Il est prudent de ne pas prévoir une charge supérieure à 100 gr. par centimètre carré.

la tourbe dans le gisement au moyen de jets d'eau sous la pression de 15 atmosphères, afin de former une pulpe qu'une pompe centrifuge aspire et refoule dans un champ au sol perméable. Elle s'y épand en une couche que l'on règle à 20-23 cm. Après évaporation et filtrage de l'eau

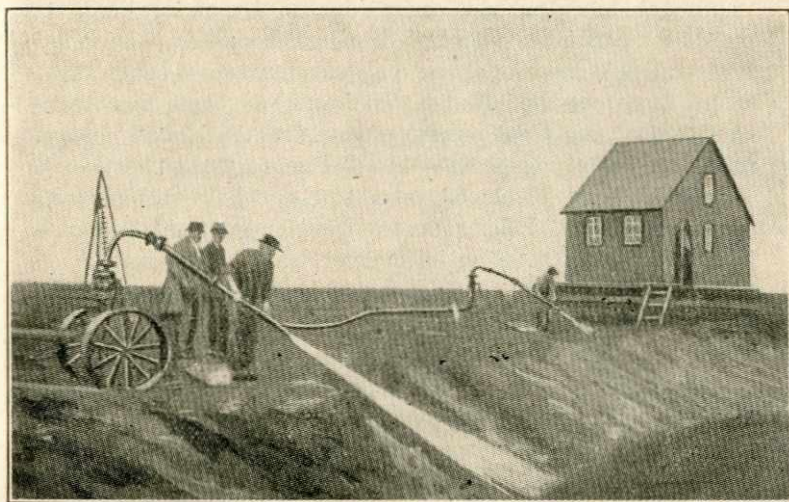


Fig. 34. — Extraction hydraulique de la tourbe au marais de Lundergaard (Danemark).

dans le terrain, on découpe la tourbe en mottes au moyen d'une machine-automotrice.

Quant aux débris formés : branches, racines et troncs d'arbre qui surnagent, on les reprend au moyen de pelles à bennes preneuses se déplaçant sur carterpillars.

X. Matériel employé en U. R. S. S. pour l'extraction tourbière (1). — Les principales exploitations tourbières se trouvent non loin de Mourmansk, où elles s'exer-

(1) D'après J. COTTE, *Chimie et Industrie*, mars 1941.

cent sur 6.000 ha., puis en Ukraine. Ces dernières bénéficient de conditions relativement favorables. En été, le soleil y est ardent et les pluies rares si bien que la campagne tourbière y dure environ 100 jours contre 80 jours seulement vers Mourmansk.

Durant l'hiver et le printemps, on prépare la campagne tourbière par des opérations de drainage, d'enlèvement des obstacles : troncs d'arbres, buissons, dénivellations du sol, au moyen de pelles ramasseuses consistant en un large bouclier dont le bas porte une lame bien tranchante. Cet engin est poussé par un tracteur de 50 ch. qui se déplace à la vitesse de 4 km. à l'heure. On se sert aussi de machines de 20 ch. à pinces et à crochets se déplaçant sur carterpillars. Elles peuvent développer une puissance horizontale de 5 t. et un effort vertical d'une tonne.

Pour l'extraction de la tourbe, outre les excavatrices diverses, on utilise le procédé « Classon », dit « hydro-masse », décrit plus haut.

Un procédé, plus nouveau, celui du fraisage, permet d'extraire la tourbe économiquement quand il s'applique à des gisements drainés de manière que la tourbe ne contient plus que 80 % d'eau au maximum, ce qui lui confère une compacité appréciable.

Suivant la description de M. Cotte, cet engin consiste en un tracteur poussant un cylindre tournant, muni de lames tranchantes qui rabotent la surface à la façon des lames de fraiseuses des ateliers de mécanique.

A chaque passage, la machine enlève une couche de 20 cm. d'épaisseur.

Deux machines ramasseuses suivent la fraiseuse et tout est prévu pour transporter mécaniquement cette masse, bien divisée, sur les champs où elle sèche bien plus rapidement que celle des deux autres procédés.

Pour l'année 1942, qui devait marquer le terme du troisième plan quinquennal, le trust Glavtorf, chargé des exploitations tourbières, avait prévu que la répartition de l'extraction de la tourbe selon les diverses méthodes devait

s'effectuer comme suit : hydromasse : 55 %, fraisage : 24 %, excavateurs : 34 %, élévateurs : 2,17 %, hydroélévateurs : 1,19 %. Il restait 13,84 % pour divers procédés (Madruck, Eckenberg, etc...) aboutissant au séchage artificiel.

La part prédominante revenait donc à l'extraction selon la méthode « hydromasse » et au séchage par étendage.

XI. Malaxeurs à tourbe. — Presque toujours, il y a bénéfice à malaxer la tourbe, dès son extraction, afin de l'homogénéiser et de désagréger l'hydrocellulose. Les briquettes préparées avec une tourbe bien triturée sèchent plus vite, se contractent davantage en acquérant une plus forte cohésion, présentent une densité apparente plus élevée, souffrent moins des manutentions et, finalement, ont une meilleure tenue au feu (1).

Par exemple, si une motte de tourbe, grossièrement façonnée, nécessite une durée de deux mois pour que sa teneur en eau tombe de 90 à 30 %, il ne suffira, toutes choses égales, que de six semaines environ si la tourbe a subi une trituration dans un défibreux-malaxeur analogue à celui que nous allons décrire (fig. 35) (modèles Pèlerin, Boulet, Dubois).

A. Défibreux. — Cet engin est formé par une trémie et une gaine dans laquelle tournent à grande vitesse deux arbres munis de couteaux tranchants en acier au manganèse ; un jeu de couteaux fixes nettoie les précédents. Cet appareil déchiquète convenablement les racines et les herbes vivaces qui se trouvent parfois en quantité importante dans les couches superficielles.

B. Malaxeur-tritrateur. — Il est constitué par un cylindre de 350 mm. de diamètre, 1.300 mm. de lon-

(1) Cependant, il ne faut pas perdre de vue que des agglomérés de tourbe à plus de 70 % d'eau n'ont aucune cohésion, de sorte que se pose le problème pratique et économique de leur manutention.

Nous indiquerons, aux pages 75 et 76, comment on procède en Hollande.

gueur et une vis sans fin de forme et de pas appropriés permettant un grand débit et évitant le bourrage qui se produit très fréquemment avec les herbes et qui réduisent le débit, nécessitant de fréquents arrêts pour le nettoyage.

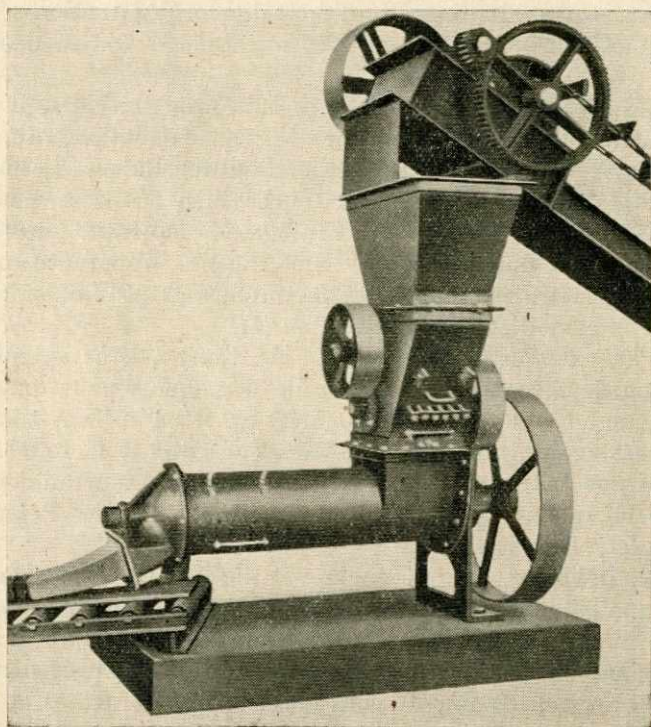


Fig. 35. — Groupe Pèlerin de défibrage-malaxage.

La force absorbée par l'ensemble est de 10 à 15 ch. suivant la nature de la tourbe ; le débit de 20 à 30 m³/heure environ.

Une filière coudée dirige le gâteau de tourbe vers un chariot de 2 m. 50 de longueur où circulent des planchettes sur lesquelles les briquettes sont découpées (fig. 35).

XII. Calcul des poids de tourbe à différents degrés d'humidité (d'après l'O. T. A. G., établi par M. Gangloff) (1).

A% \ B%	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	5	0
90	-	0,667	0,500	0,400	0,333	0,286	0,250	0,222	0,200	0,182	0,167	0,154	0,143	0,133	0,125	0,118	0,111	0,105	0,100
85	1,5	-	0,750	0,600	0,500	0,428	0,375	0,333	0,300	0,273	0,250	0,231	0,214	0,200	0,187	0,176	0,167	0,159	0,150
80	2,0	1,333	-	0,800	0,667	0,571	0,500	0,444	0,400	0,364	0,333	0,308	0,286	0,267	0,250	0,235	0,222	0,210	0,200
75	2,5	1,667	1,250	-	0,833	0,714	0,625	0,555	0,500	0,455	0,417	0,385	0,357	0,333	0,312	0,294	0,277	0,263	0,250
70	3,0	2,0	1,500	1,200	-	0,857	0,750	0,667	0,600	0,546	0,500	0,462	0,428	0,400	0,375	0,353	0,333	0,316	0,300
65	3,5	2,333	1,750	1,400	1,167	-	0,875	0,778	0,700	0,637	0,583	0,539	0,500	0,467	0,437	0,412	0,389	0,368	0,350
60	4,0	2,667	2,0	1,600	1,333	1,142	-	0,889	0,800	0,728	0,667	0,616	0,571	0,533	0,500	0,471	0,444	0,421	0,400
55	4,5	3,0	2,250	1,800	1,500	1,285	1,125	-	0,900	0,819	0,750	0,692	0,643	0,600	0,562	0,529	0,500	0,474	0,450
50	5,0	3,333	2,500	2,000	1,667	1,428	1,250	1,111	-	0,910	0,834	0,769	0,714	0,666	0,625	0,588	0,555	0,526	0,500
45	5,5	3,667	2,750	2,200	1,833	1,571	1,375	1,222	1,100	-	0,917	0,846	0,786	0,733	0,687	0,647	0,611	0,578	0,550
40	6,0	4,0	3,0	2,400	2,0	1,714	1,500	1,333	1,200	1,091	-	0,923	0,857	0,800	0,750	0,706	0,667	0,634	0,600
35	6,5	4,333	3,250	2,600	2,167	1,837	1,625	1,444	1,300	1,182	1,063	-	0,928	0,867	0,812	0,765	0,722	0,684	0,650
30	7,0	4,667	3,500	2,800	2,333	2,0	1,750	1,555	1,400	1,273	1,167	1,077	-	0,933	0,875	0,823	0,778	0,736	0,700
25	7,5	5,0	3,750	3,0	2,500	2,142	1,875	1,667	1,500	1,364	1,250	1,154	1,071	-	0,937	0,882	0,833	0,789	0,750
20	8,0	5,333	4,0	3,200	2,667	2,285	2,0	1,778	1,600	1,455	1,333	1,231	1,148	1,067	-	0,941	0,889	0,842	0,800
15	8,5	5,667	4,250	3,400	2,833	2,428	2,125	1,889	1,700	1,546	1,417	1,308	1,214	1,133	1,062	-	0,944	0,894	0,850
10	9,0	6,0	4,500	3,600	3,0	2,571	2,250	2,0	1,800	1,637	1,500	1,385	1,286	1,200	1,125	1,059	-	0,947	0,900
5	9,5	6,333	4,750	3,800	3,167	2,714	2,375	2,111	1,900	1,728	1,583	1,462	1,357	1,267	1,187	1,118	1,055	-	0,950
0	10,0	6,667	5,0	4,0	3,333	2,857	2,500	2,222	2,000	1,819	1,667	1,539	1,428	1,333	1,250	1,176	1,111	1,050	-

(1) Tableau reproduit d'après *La France Énergétique*, janvier-février 1942, avec l'autorisation de M. Jean SENEZ, directeur de cette nouvelle revue.



ULTIMHEAT[®]
REAL MUSEUM

Actuellement, on donne la préférence aux briquettes ayant comme dimensions $178 \times 110 \times 110$ mm. lesquelles réalisent une solution de compatibilité entre une surface d'évaporation maximum et un minimum de manipulations.

(Le tableau précédent a été établi pour trouver rapidement le poids P' de tourbe à B % d'eau, fourni par un poids P de tourbe à A % d'eau. Il a été établi d'après la formule : $P' = P \frac{100 - A}{100 - B}$ et donne les coefficients k par lesquels il faut multiplier P pour avoir P' , de 5 % en 5 % d'humidité).

XIII. Prix de revient de l'extraction tourbière en mars 1941 et en mars 1942. — En raison des variations de la teneur en eau de la tourbe verte telle qu'elle se présente à sa sortie du gisement : 80 à 90 % suivant que le gisement est drainé ou non ; selon que l'on produit de la tourbe plus ou moins bien séchée — en principe, la tourbe commerciale, dite tourbe sèche, renferme 30 % d'eau — on ne peut établir avec précision la relation pondérale qui existe entre la tourbe verte et la tourbe sèche. Ordinairement, on s'en tient à une estimation générale. D'après celle-ci, pour obtenir une tonne de tourbe sèche, il faut soit 3 m^3 de tourbe à 80 % d'eau, soit 7 m^3 de tourbe à 90 % d'eau. Il nous paraît plus prudent et plus juste de prévoir *une extraction de 5 m^3 de tourbe verte par tonne de tourbe sèche*, ce qui correspond à une tourbe verte à 86 % d'humidité. Ceci représente un cas normal et moyen. Cette valeur d'extraction passerait à 5 m^3 4 pour de la tourbe conditionnée à 20 % d'humidité. Sur la base de ce chiffre de 5 m^3 , on dresse comme suit le prix de revient de la tourbe commerciale en différents cas :

A. Tourbe extraite d'un marais au louchet à main et non malaxée. Extraction de 6.000 m^3 de tourbe verte représentant 1.000 t. de tourbe sèche. — Pour ce calcul, qui intéresse de nombreuses tourbières du bassin parisien,

on prévoit une extraction de 6 m³ de tourbe marchande. Usuellement, au cours de sa journée de travail, un tireur moyen sort cette quantité-là de tourbe verte. Quand cet ouvrier est bien dressé, il arrive jusqu'à 9 m³ pour les tourbières peu profondes (rendement moyen 8 m³ 33 en 1941 pour l'ensemble du bassin parisien). En raison du travail pénible correspondant, un tireur reçoit, selon les régions, 100 fr. pour sa journée ou 10 fr. par mètre cube, s'il est payé à la tâche. Nous adopterons cette dernière base. Quant au personnel auxiliaire, il recevait, en 1941, un salaire horaire de 7 fr. pour les hommes et de 4 fr. 25 pour les femmes, soit, par jour, respectivement 56 fr. et 34 fr. (1). A cette rétribution, s'ajoutent les charges sociales qui représentent usuellement 25 % du salaire. En voici un décompte.

	%
Congés payés	5,5
Allocations familiales (2)	10,
Assurances sociales.....	4,
— accidents.....	5,25
Taxe d'apprentissage.....	0,216
TOTAL	24,966

A une production de 6.000 m³ de tourbe verte au cours d'une campagne de 200 jours, correspond une extraction journalière de 30 m³, ce qui nécessitera 4 tireurs. Chacun d'eux constitue une équipe comprenant 2 hommes pour le brouettage et l'étendage ainsi que 2 femmes pour le stockage et le déstockage, soit au total, 5 personnes par équipe (tireur compris). Les autres équipes prennent leurs ordres d'un contremaître recevant 10.000 fr. de salaires pour toute la campagne.

D'autre part, la redevance ressort couramment à 2 fr. par mètre cube de tourbe verte. Par suite, les frais annuels d'exploitation s'établissent comme suit.

(1) En Bretagne, le salaire du tourbier ne ressortait, en 1941 qu'à 40 fr. pour les hommes et à 25 fr. pour les femmes.

(2) 16 % dans la région de Moret (Seine-et-Marne).

EXTRACTION DE LA TOURBE

<i>Salaires :</i>	Fr.	
Tireurs : 6.000 m ³ à 10 fr.	60.000	»
Brouettage, étendage :		
2 h. × 4 × 56 × 200	89.600	»
Stockage et déstockage :		
2 f. × 4 × 34 × 200	54.400	»
Contremaitre	10.000	»
<i>Charges sociales : 214.000 × 0,25 ..</i>	53.500	»
<i>Redevances : 6.000 × 2,00</i>	12.000	»
<i>Frais d'étude : 6.000 × 0,25</i>	1.500	»
<i>Ensemble des charges d'exploitation.</i>	281.000	»
Soit : <i>par mètre cube de tourbe verte (90% d'eau)</i>	Fr. 48,83	
<i>par tonne de tourbe marchande (30% d'eau)</i>	Fr. 311,83	

S'y ajoutent les charges suivantes, rapportées à la tourbe marchande, supposée vendue 450 fr. la tonne prise à la tourbière, comme le permettaient les règlements en vigueur en 1941, ce qui représente 450.000 fr.

Intérêt du capital : $\frac{200.000 \times 0,06}{1.000}$	12,00
Frais généraux : 15 % du prix de vente :	
$\frac{450.000 \times 0,15}{1.000}$	67,50
Entretien du matériel : 3 % du prix de vente :	
$\frac{450.000 \times 0,03}{1.000}$	13,50
Amortissement : 10 % du prix de vente :	
$\frac{450.000 \times 0,10}{1.000}$	45,00
TOTAL	Fr. 138,00

ce qui représente un prix de revient total de (311,83 + 138 =) 449,83. Pour le cas désavantageux choisi (marais), le

(1) En 1943, les frais de brouettage et de manutention sont environ le double de ceux indiqués ici.

bénéfice ressortait à zéro fr. par tonne de tourbe marchande mais, après avoir couvert largement l'intérêt du capital, les frais généraux et les amortissements (1).

B. Autre exemple afférent à une extraction au louchet à main et sans malaxage. — Il s'agit là d'une exploitation de la région parisienne travaillant à l'entreprise.

Une équipe comprenant un tireur, un coupeur, un tasseur sortait, en 1941, par journée de travail (9 heures) de 300 à 350 pilettes de 10 mottes. Le tireur recevait une rétribution de 25 fr. par 100 pilettes et chaque manœuvre avait un salaire de 6 fr. 50 l'heure.

C. Exemple concernant une exploitation avec louchet à main et avec malaxeur (Région parisienne). — Le personnel comprend :

- 3 tireurs venant de la Somme,
- 1 homme pour le chargement du malaxeur,
- 1 femme pour couper les briquettes,
- 2 manœuvres desservant les tireurs,
- 2 — déchargeant les wagonnets,
- 2 — affectés au séchage des briquettes,

soit, au total, 12 personnes y compris le chef de chantier.

Par journée de 9 heures, les 3 tireurs, en 1941, sortaient 25 m³ de tourbe verte représentant, en ce cas, 3 t. seulement de tourbe commerciale dont le rendement ressortait ainsi (exclusion faite du chef d'équipe et de la femme) à 300 kgr. par homme et par jour.

La surface d'étendage est de 2 ha.

Il a suffi d'engager un capital de 80.000 fr.

D. Extraction par scraper (donnée 1941).

a) *Données générales :*

Extraction théorique journalière	500 t.
Durée annuelle de la campagne tourbière	200 jours
Production pratique correspondante de tourbe	80.000 t.
Coût d'un scraper AB, en ordre de marche de 60-65 t/h. et de la ligne de transport de force	300.000 fr.

(1) En fait, il y avait bénéfice appréciable parce que la tourbe était livrée, non pas à 30 %, mais à 40 et même à 50 %.

EXTRACTION DE LA TOURBE

b) *Frais d'exploitation journaliers :*

1 mécanicien (charges sociales comprises)	120 fr.
2 manœuvres (id.) 100 fr. × 2 =	200 —
Force motrice : la puissance consommée est = 2/3 de la puissance nominale du moteur.	
Par jour = 2/3 50 CV/h × 8 × 0,736 kw/CV = 200 kw	
200 kw × 1 fr. =	200 —
	<hr/>
	520 fr.

c) *Frais annuels d'exploitation :*

Main d'œuvre et force motrice :	
520 × 200 jours =	104.000 fr.
Amortissement	60.000 —
Entretien (remplacement annuel des godets, ce qui semble beaucoup) . .	38.000 —
	<hr/>
	202.000 fr.
Frais généraux	40.000 —
Redevance 2 fr. par mètre cube de tourbe verte ...	160.000 —
	<hr/>
	402.000 fr.

soit un prix de revient brut de 5 fr. 00 par mètre cube de tourbe verte. Il reste à pourvoir, en totalité, à tout ce qui se rapporte au séchage et au conditionnement.

E. Estimation du prix de revient pour une extraction journalière (8 heures) de 400 m³/h à l'excavateur ou 9.000 t. de tourbe marchande par campagne. — Pour les raisons que nous avons exposées (morcellement des gisements, etc...), le cas présent correspond probablement, sauf pour certaines tourbières de la région économique de Saint-Quentin, à un maximum, en France. Pour une campagne de 150 jours, il ne correspond qu'à une production de 9.000 t. de tourbe à 30 % d'eau, compte tenu, au cas supposé, que la tourbière n'est pas drainée.

Les éléments principaux d'exploitation sont les suivants :

Achat du matériel.....	1.600.000 fr.
Personnel nécessaire.....	55 personnes.



Le prix de revient de la tonne de tourbe s'établissait comme suit, en mars 1942 :

	Fr.
Main d'œuvre.....	70,00
Force motrice	5,00
Entretien	20,00
Amortissement	60,00
Frais généraux.....	45,00
TOTAL	200,00

Pour tenir compte de tous les aléas, nombreux en exploitation tourbière, ce prix de revient doit être majoré de 30 %, ce qui porte à 260 fr. le prix auquel la tonne de tourbe à 30 % d'eau revient au producteur (1).

En résumé, les conditions d'aménagement et d'exploitation d'une tourbière varient entre des limites très étendues suivant les régions, la nature du gisement, le matériel choisi, les méthodes de travail, etc... Pour ces raisons, nous avons à nous borner à ne baliser ici que la voie amenant à l'établissement du projet définitif.

XIV. Extraction et préparation mécanique de la tourbe en Hollande. — Afin de compléter les vues et données qui précèdent, nous résumons comme suit, d'après M. de Montgolfier (2), les principes suivis en Hollande par l'industrie tourbière.

Consécutivement à la préparation du terrain, conduite de façon à aménager la terre cultivable comme nous l'avons vu aux pages 45-47, la tourbe est excavée et triturée dans des filières débitant une pulpe que l'on tronçonne en morceaux de 30 cm. de longueur. Ceux-ci sont disposés sur des planches de 1 m. de côté et transportés au poste de

(1) Répétons que ces calculs de prix de revient ne représentent que des bases générales. Aux intéressés de les adapter aux conditions de leur gisement (situation géographique, etc...) et au matériel disponible.

(2) P. DE MONTGOLFIER, *La tourbe et ses utilisations* (Dunod, 1942), p. 37-42.

séchage (aire ou hangars). Au bout de quelques semaines, on dispose de briquettes à 30-35 % d'eau ayant comme dimensions $25 \times 25 \times 8$ cm. de côté et dont le pouvoir calorifique varie entre 4.000 et 4.500 cal.

Un homme arriverait à extraire, par jour, de 10 à 12 m³ de tourbe verte correspondant à 2 t. de tourbe marchande. Les malaxeuses-mouleuses auraient un débit correspondant à 45-50 t. de tourbe marchande, par poste.

XV. Vue d'ensemble sur le prix de revient de la tourbe marchande. — En janvier 1943, il est permis de dire que très fréquemment sur les exploitations artisanales n'extrayant au louchet guère plus de 50 m³ de tourbe verte par jour, il aurait fallu, pour obtenir une tonne de tourbe à 30 % d'eau, 4 journées d'ouvrier coûtant 520 fr., de telle sorte que, compte tenu des frais généraux, estimés à 150 fr., le prix de revient ressortait à $(520 + 150 =)$ 670 fr. alors que le prix de vente toléré était de 600 fr. Il y aurait donc une perte de 70 fr. par tonne vendue, si la tourbe avait une teneur en eau conforme à la limite prescrite.

Comprise à la manière de 1942, l'industrie tourbière n'aurait vraisemblablement aucun avenir en France. Si l'on veut qu'il en advienne autrement, il conviendra de recourir à l'une des méthodes que nous étudierons aux neuvième et dixième parties. Celles-ci ont notamment pour objet d'éviter ou d'atténuer la servitude relative à l'aire d'étendage dont nous allons montrer maintenant toute l'importance. Elle est cause du faible rendement en tourbe marchande (30 % d'eau). Celui-ci ne dépasse guère 250 kgr. par ouvrier-jour. On doit avoir pour objectif de le quadrupler.

HUITIÈME PARTIE

SÉCHAGE DE LA TOURBE A L'AIR LIBRE. SUPERFICIE. ORIENTATION. PRÉPARATION DE L'AIRE D'ÉTENDAGE. STOCKAGE DES BRIQUETTES.

I. **Exposé.** — Comment doit-on organiser le terrain d'étendage ? Quelle doit être la relation entre la superficie de ce terrain et la section excavée de la tourbière.

Quelle relation existe-t-il entre les dimensions des briquettes ou mottes de tourbe brute et leur vitesse de séchage ?

Comment l'orientation de l'aire d'étendage et les conditions atmosphériques influent-elles sur le séchage, la qualité, la cohésion des briquettes de tourbe ?

Quelles précautions prendre pour stocker les briquettes de tourbe ?

Comment convient-il d'aménager l'aire d'étendage et les sections libres pour le passage du personnel, des machines et des voies, puis pour la reprise des briquettes de tourbe, parvenues au degré de siccité convenable ?

Nous allons répondre à ces diverses questions en nous aidant de l'expérience acquise au Canada, dans les pays scandinaves et en Russie notamment (1).

II. **Appareillage suédois, danois et canadien pour le séchage de la tourbe à l'air libre.** — Dans ces pays, l'extraction de la tourbe se pratique usuellement selon les

(1) M. HAANEL, *The Peat Committee.*

conditions du gisement, au moyen soit de dragues, soit d'excavatrices que complètent un crible et un tritrateur. On recourt, chaque fois que c'est possible, au drainage du gisement, mais on évite de réduire la teneur en eau sensiblement au-dessous de 85 % afin que la tourbe possède une plasticité appropriée à sa bonne trituration. D'autre part, une tourbe ne contenant pas plus de 85 % d'eau présente une résistance convenable à la compression pour permettre aux machines d'extraction de se déplacer à sa surface.

En Suède, au Danemark et au Canada, le tritrateur ne comporte généralement pas de filière. Dans ces conditions, la pulpe de tourbe forme une pâte qu'un convoyeur reçoit et qu'un organe auxiliaire à vis répartit sur l'aire d'étendage, en rangées ayant généralement, dans les grandes exploitations canadiennes, environ 230 m. de longueur, 3 m. 6 de largeur. Bord à bord, elles sont écartées de 0 m. 3 les unes des autres, afin de permettre le passage du personnel chargé de la reprise des briquettes séchées. A chaque 9^{me} rangée, on laisse la place libre pour les wagonnets collectant les briquettes séchées et les amenant au parc de stockage ou au poste d'expédition (fig. 36).

La pulpe est étendue dans ces diverses rangées en couches de 11 cm. d'épaisseur. Afin que celles-ci soient aussi uniformes que possible, l'aire d'étendage est soigneusement nivelée. Pour découper en mottes ou en briquettes ces grands gâteaux de tourbe, on y fait passer, en long et en large, un tracteur comportant des arbres parallèles sur lesquels sont montés des disques de 500 mm. de diamètre. Au Canada, chaque briquette séchée a généralement 110 m. d'épaisseur, 100 × 250 mm. de section horizontale et pèse une pound (0 kgr. 453), ce qui correspond à 2.000 briquettes par short ton.

Quand une rangée est couverte sur toute la longueur

(1) J. COTTE, L'extraction de la tourbe dans l'U. R. S. S., *Chimie et Industrie*, mars 1941, p. 285-290.

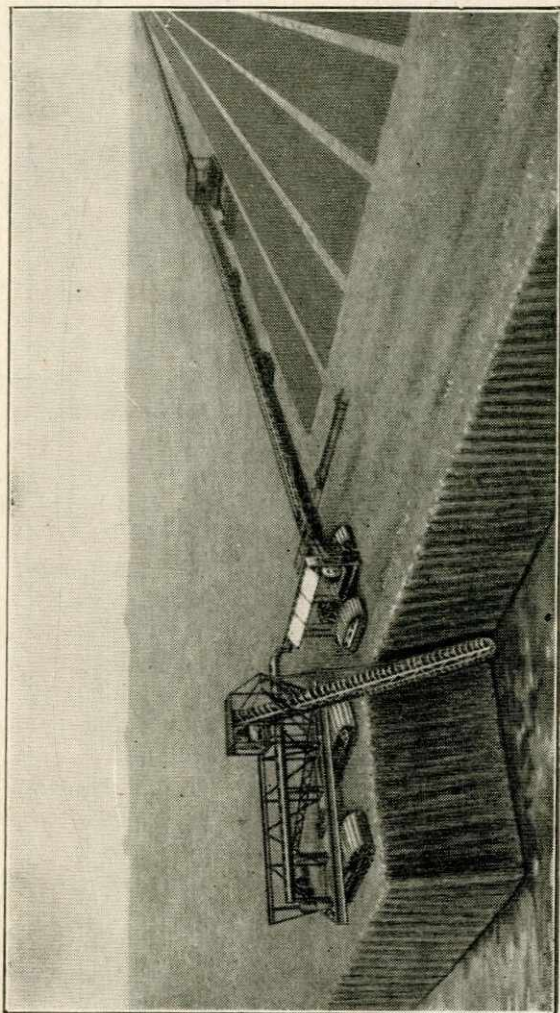


Fig. 36. — Vue d'ensemble d'une excavatrice Anrep-Moore et d'un convoyeur d'étendage de la tourbe.

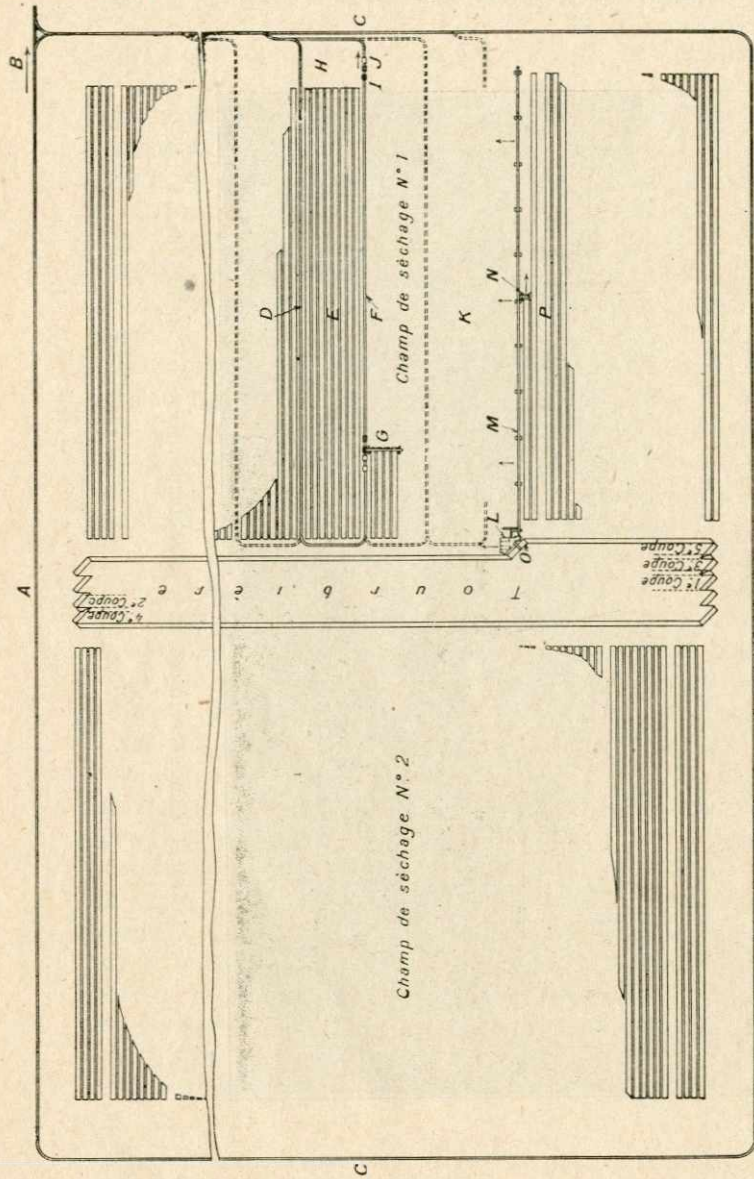


Fig. 37. — Schéma d'une exploitation tourbière avec excavatrice, aire d'étendage et voies de reprise des briquettes de tourbe.

A, Passage permanent pour le déplacement du convoyeur. — B, Vers le poste d'expédition ou vers le stockage. — C, Voie amovible pour les wagonnets de reprise des briquettes de tourbe. — D et E, Voie de reprise des agglomérés de tourbe. — F, Tourbe sèche prête à être reprise. — G, Convoyeur de reprise des briquettes de tourbe. — H, Wagonnets de reprise des briquettes de tourbe se déplaçant sur une voie amovible. — I, Wagonnets chargés. — J, Tracteur de wagonnets. — K, Partie de l'aire libérée de briquettes de tourbe séchée, prêtes pour un nouvel étendage de la pulpe. — L, Excavatrice. — M, Courroie de transport. — N, Répartiteur de la pulpe de tourbe sur l'aire d'étendage. — O, Front de taille. — P, A chaque neuvième rampe on laisse un passage libre pour le passage des wagonnets de reprise des briquettes de tourbe.



du champ d'étendage, on suspend la reprise de la tourbe, c'est alors que l'excavatrice et le convoyeur se déplacent parallèlement au front de taille afin de commencer une nouvelle rangée. Les manœuvres correspondantes nécessitent de 5 à 10 minutes selon la qualité du matériel et du personnel.

Pour faciliter l'étendage sans avoir besoin d'une aire trop vaste et d'un convoyeur trop long, les champs de séchage sont aménagés symétriquement, chaque fois que c'est possible, par rapport à la tourbière. Dans ces conditions, quand une aire est entièrement couverte, d'un côté, par les rangées de tourbe de séchage, on amène l'excavatrice et le convoyeur vers l'autre rive du marais en utilisant le chemin aménagé à cet effet. Ces engins se déplacent sur leurs carterpillars. Il suffit de vingt-quatre heures pour ce changement de front (fig. 37).

III. Relations entre la durée de séchage et l'épaisseur des mottes de tourbe. — On admet couramment que, durant l'été, sous notre climat, le séchage nécessite 3 à 4 mois quand on ne triture pas la tourbe mais seulement et environ 2 mois si on la soumet à cette opération. On peut même réduire cette durée à 3 semaines en utilisant des presses discontinues à action progressive que nous décrirons à la neuvième partie.

Pour les petites tourbières : celles qui n'extraient pas plus de 30 m³ de tourbe verte par jour (équipement avec un ou deux louchets à bras), il importe que l'aire d'étendage s'étende sur tout le front de la tourbière et n'ait pas une largeur utile notablement supérieure à 120 m. environ afin de ne pas rendre trop onéreux les frais de roulage. Pour les plus fortes extractions, on se sert soit d'automotrices pour la traction des wagonnets Decauville, soit de presses à action progressive, lesquelles offrent l'intérêt de s'appliquer à toutes les exploitations.

De toute façon, on accélère et régularise le séchage en aménageant soigneusement l'aire d'étendage et en pré-

parant des mottes de tourbe verte n'ayant pas plus de 11 cm. d'épaisseur (1).

Au Canada, dans les pays scandinaves et en Russie, on draine, assèche et nivelle parfaitement l'aire de séchage. Effectivement, si l'on prend trois briquettes identiques et qu'on les place l'une sur l'herbe, la seconde sur un sol perméable et bien dressée puis la troisième, suspendue à un mètre de hauteur, on observe que lorsque la première a perdu 6 % de son humidité, la seconde en a cédé 40 % et la troisième près de 60 %.

L'influence de l'épaisseur de la briquette est mise en évidence par l'expérience suivante, citée par M. Cotte. Deux briquettes de tourbe verte étant soumises à la dessiccation dans les mêmes conditions, on a noté :

Dimensions initiales de la briquette :

	133 × 133 × 278	110 × 110 × 178
	%	%
Teneur en eau le premier jour	90	90
— — le vingtième jour	75	52
— — le vingt-cinquième jour	63	36
— — le trentième jour	48	25
— — le trente-cinquième jour	42	22

Les briquettes restent sur l'aire de séchage quelques jours, jusqu'à ce qu'elles aient perdu 25 % de leur poids, ce que l'on vérifie sur 5 à 6 d'entre elles, prises çà et là.

Ensuite, elles sont mises en petits, puis en gros « châteaux de cartes » et finalement, si c'est nécessaire, en grosses meules. Des règles, bien établies, précisent toutes ces opérations, mais elles n'innovent rien.

Les graphiques des figures 38 et 39, dues au Bureau des Mines du Gouvernement canadien, permettent de voir comment décroît l'humidité de mottes de tourbe dont le

(1) On admet usuellement qu'en abaissant de 85 à 25 % leur teneur en eau, on fait prendre aux mottes de tourbe un retrait linéaire des trois cinquièmes et un retrait cubique des deux-neuvièmes.

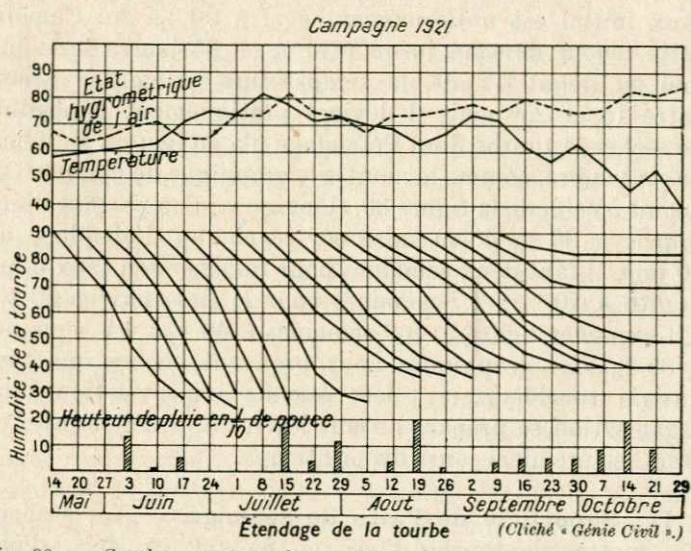


Fig. 38. — Courbes montrant les variations de teneur en eau de mottes de tourbe exposées à l'air libre (Canada).

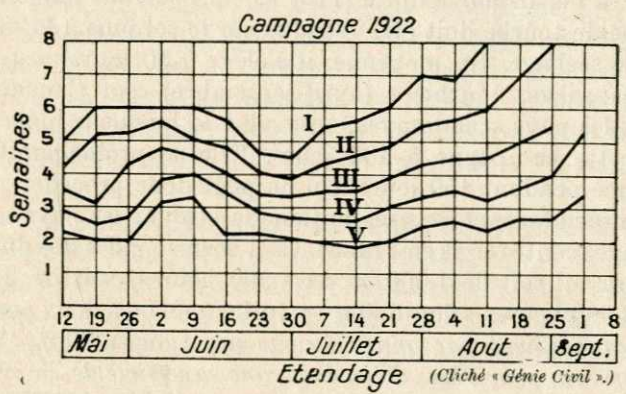


Fig. 39. — Courbes montrant le temps nécessaire pour amener la tourbe à diverses teneurs en eau, pendant la campagne de 1922 au Canada.

I.	—	—	—	à 35 % d'eau.	—
II.	—	—	—	à 40 %	—
III.	—	—	—	à 50 %	—
IV.	—	—	—	à 60 %	—
V.	—	—	—	à 70 %	—

sion faite de la quantité nécessaire au service du groupe gazogène-moteur à gaz lequel utilise des briquettes à 30 % d'eau. Pour le service de toutes les machines, il faut prévoir dans cette exploitation une dépense de 200 ch. par heure. Ceci nécessite une consommation de 240 kgr. de briquettes équivalant à l'extraction de 1.440 kgr. de tourbe verte.

Afin d'atténuer la sujétion, due à ces larges superficies des aires d'étendage et aux servitudes qu'elles entraînent, on recourt, en Normandie et dans la Sarthe notamment, à la dessiccation des mottes de tourbe sur des treillis métalliques étagés, disposés sous des hangars aérés. Ce mode opératoire permet de prolonger plus avant dans l'automne la campagne tourbière, tout en nécessitant une surface de séchage plus réduite, eu égard à l'étagement. En contre-partie, il faut procéder à des investissements sous la forme de hangars et il faudra aussi des dépenses plus élevées de main-d'œuvre.

V. Influence des intempéries sur le séchage. — La température, l'humidité de l'air, la vitesse du vent, la durée des heures de jour et des heures de soleil, la pluie, le gel influent sur la vitesse de séchage des briquettes et sur leur cohésion. C'est à cause de l'extrême variation de ces facteurs qu'on se base, au Canada, sur une durée de cinquante jours pour le séchage des briquettes de tourbe.

On considère encore qu'un séchage trop rapide altère les qualités physiques des briquettes. En effet, spécialement sous l'action des rayons solaires, la surface de la briquette sèche vite et prend un retrait provoquant des craquelures par rapport à l'ensemble de la masse, demeurée très humide. Il arrive finalement que la briquette se fragmente au moment où on la reprend pour l'expédition ou la stocker.

Le séchage se produit le mieux par les journées chaudes, l'air contenant relativement peu d'humidité, lorsque le vent est modéré et que le ciel est partiellement couvert.