



Ministère de l'Economie,
des Finances et
de l'Industrie

Mémento roches et minéraux industriels

La tourbe et les tourbières

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 99-G-185

décembre 1999
R 40890





Ministère de l'Economie,
des Finances et
de l'Industrie

Mémento roches et minéraux industriels

La tourbe et les tourbières

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 99-G-185

Rédigé sous la responsabilité de
F. Barthélémy

décembre 1999
R 40890



Mots clés : Zones humides, Ecosystèmes, Tourbe, Tourbières, Ressources exploitations.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

Barthélémy F. (1999) - Mémento roches et minéraux industriels : la tourbe et les tourbières. Rap. BRGM R 40890, 159 p., 17 fig., 27 tabl., 5 ann.

© BRGM, 1999 : ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Parmi les écosystèmes de type zone humide, les tourbières, milieux naturels fragiles, font l'objet d'un intérêt renouvelé en raison de leur rôle dans les processus d'équilibre climatiques planétaires, tout autant que dans celui du cycle de l'eau.

Leur importance pour le maintien de la biodiversité et leur intérêt scientifique et patrimonial ne doit cependant pas faire oublier que ces espaces vierges, longtemps considérés comme « insalubres », et colonisés à des fins agricoles, recèlent une matière première utilisée par l'homme depuis plus de 3 000 ans, la tourbe.

A l'heure où le souci de préservation de ces espaces prend le pas sur celui de leur valorisation, il apparaît nécessaire de faire le point sur la tourbe en tant que ressource naturelle.

• La tourbe et ses utilisations

La tourbe contient naturellement *in situ* entre 80 et 95 % d'eau, le reste étant constitué de matières organiques et de substances minérales. Suivant la nature de la végétation turfigène, elle peut être d'origine muscinée (sphaignes ou hypnacées) ou herbacée (carex, roseaux). Les tourbes blondes de sphaignes peu décomposées sont acides et sont souvent opposées aux tourbes noires (donc humifiées) de carex, le plus souvent alcalines.

Malgré ses qualités énergétiques limitées comparées aux autres combustibles solides, la tourbe humifiée constitue une ressource abondante et bon marché largement utilisée dans les pays d'Europe du Nord.

Du fait de sa biodégradabilité résiduelle pratiquement nulle, de sa capacité de rétention élevée (jusqu'à 20 fois son poids), de sa forte porosité et de sa capacité d'échange cationique élevée, la tourbe blonde de sphaignes est, du point de vue agronomique, un bon substrat, difficile à remplacer pour les cultures hors sol. L'appauvrissement des sols en matière organique justifie toujours l'usage de la tourbe noire comme amendement. Enfin, l'usage de la tourbe comme biofiltre ou sous forme de charbon actif lui confère un rôle essentiel pour la protection de l'environnement en filtrant effluents liquides ou gazeux.

• Production et échanges

Pour une production mondiale estimée à 158 Mm³ en 1995, 53 % étaient destinés aux usages énergétiques, 31 % aux amendements organiques et 16 %, soit environ 25 Mm³, aux supports de culture.

L'Europe des Quinze assure à elle seule 39,6 % de l'extraction bien qu'elle ne recèle que 4,75 % de la surface totale des tourbières mondiales. L'évolution de la production a été marquée par un fort accroissement, depuis les années 1970, dans tous les domaines d'utilisation. Pour la France, cet accroissement doit cependant être relativisé, car les niveaux de production actuels ne font que rattraper ceux observés dans les années 1845.

L'Amérique du Nord, bien que regroupant 33 % des tourbières mondiales produit des quantités comparables aux pays baltes (< 6 % des volumes totaux).

En France, l'exploitation ne se poursuit que sur 23 sites pour une production cumulée qui ne dépasse pas 520 000 m³. Cette production ne couvre que le quart des besoins français. Le renouvellement des réserves exploitables en France se posera dès 2010, date d'expiration des autorisations d'exploitation actuellement en vigueur. La tourbe exploitée en France est, pour des raisons biogéographiques, essentiellement une tourbe noire herbacée, alors que les importations concernent majoritairement les tourbes blondes de sphaignes. Dans le domaine de l'extraction, les sociétés françaises restent de taille modeste comparativement aux majors européens : allemands, hollandais ou irlandais, avec des capacités de production douze fois moindres (maxi 120 000 m³ par an).

La tourbe destinée aux usages énergétiques fait l'objet de peu d'échanges, son utilisation reste le fait d'un nombre limité de pays qui disposent de ressources abondantes. L'Irlande et la Finlande représentent à eux seuls 40 % de la production mondiale. Dans le domaine des usages non énergétiques (agricoles et horticoles s.l.), le continent européen demeure le principal centre de consommation. Pour les seuls supports de culture, l'Europe des Quinze consomme 20 Mm³, soit près de 80 % de l'estimation des besoins mondiaux en 1995.

L'évolution récente des flux d'échange reflète les difficultés d'accès à la ressource dans les pays de l'Europe des Quinze. Celle-ci est due d'une part à la raréfaction des ressources pour les qualités les plus recherchées (i.e. les tourbes blondes de sphaignes) dans les pays consommateurs, mais surtout aux actives politiques de préservation des milieux humides mises en oeuvre par les organisations de protection de la nature, politiques relayées par les réglementations européennes et nationales.

Compte tenu des difficultés d'accès à la ressource, il est possible d'assister à un report des sources d'approvisionnement vers des pays externes à l'U.E. qui disposent à l'échelle nationale d'abondantes ressources de qualités adaptées, dans un contexte réglementaire moins contraignant. C'est actuellement le cas des pays baltes. Dans un

contexte de consommation en croissance régulière, il est à prévoir que demain ce pourrait être le cas de la Biélorussie ou de la Russie, pour des prix de revient rendus usine de la matière première variant actuellement entre 120 et 150 F/m³ HT.

• **Genèse, typologie et dynamique d'évolution des tourbières**

L'accumulation de matière organique, rendue possible grâce à un milieu réducteur en condition anaérobie, conduira à la tourbe, après une diagenèse modérée, biochimique et mécanique. Cette accumulation est conditionnée par la permanence de deux bilans excédentaires : celui de la matière végétale produite sur place qui doit l'emporter sur la décomposition et celui de l'eau, le sol, malgré l'évapotranspiration, devant rester engorgé. De nombreux facteurs vont donc influencer sur les conditions de formation et donc sur la répartition des tourbières, les zones climatiques étant déterminantes. Plus de 80 % des tourbières sont ainsi situées dans les zones tempérées à froides de l'hémisphère nord, caractérisées par un climat humide et frais toute l'année.

La typologie moderne des tourbières est fondée sur une classification qui privilégie l'origine et le fonctionnement hydrologique, parce que dans tous les cas, l'eau joue le rôle essentiel. Suivant leurs modes d'alimentation, on distingue ainsi, les bas-marais et marais plats (fens) alimentés par la nappe phréatique et les hauts-marais ou tourbières bombées (raised bogs) alimentées par les eaux météoriques.

La dynamique d'évolution d'un complexe tourbeux est marquée par une fermeture du milieu de plus en plus grande, le nombre de strates de la végétation augmentant avec une tendance au boisement le plus souvent lié à un processus anthropique. L'assèchement de la tourbière pourra être d'origine naturelle ou anthropique, il marquera l'arrêt des processus de tourbification. Cette minéralisation finale n'est cependant pas irréversible, des successions secondaires peuvent être réinitialisées à partir de stades dégradés.

• **Ressources et réserves**

A l'échelle géologique, les taux d'accumulation annuels de tourbe sont voisins de 4 milliards de m³, compte tenu des surfaces concernées (3 985 000 km²) et malgré une accumulation annuelle d'1 mm en moyenne. De tels taux n'en font pas pour autant une ressource renouvelable, compte tenu de la diversité et de la répartition géographique des complexes tourbeux, mais aussi des critères d'exploitabilité, qu'ils soient techniques, économiques ou réglementaires.

Malgré toutes ces contraintes, de nombreuses zones peuvent encore être considérées comme exploitables, soit parce qu'elles ne présentent pas d'enjeu écologique : tourbières fossiles, tourbières en voie d'atterrissement.

• **Méthodes d'exploitation**

L'exploitation des tourbières peut se faire hors d'eau après un drainage plus ou moins poussé ou sous eau, ce qui limite donc l'abaissement de la nappe.

Les méthodes industrielles par raclages sont le plus souvent mises en œuvre sur des surfaces supérieures à 50 ha. Elles procèdent par passages successifs, chaque prélèvement ne dépassant pas 20 mm. Elles immobilisent les surfaces pour des périodes longues qui peuvent atteindre 20 ans, le drainage est de plus en plus poussé au fur et à mesure de l'approfondissement de l'exploitation.

Les exploitations sous eau se limitent au prélèvement, en une seule fois, à la pelle mécanique, de la partie la plus superficielle du dépôt tourbeux. Elles permettent un réaménagement au fur et à mesure de l'avancement des exploitations en contexte de drainage limité.

• **Normes et réglementations**

Les normes françaises concernant la tourbe à usage de support de culture sont en cours de réactualisation. Leur évolution s'intègre désormais dans le cadre européen avec la mise en place des premières méthodes de caractérisation par le Comité Européen de Normalisation (CEN).

La tourbe en France relève du régime des carrières, à la différence du lignite qui relève du régime des mines. La loi 93-3 du 4 janvier 1993, transfère désormais les carrières du code minier au régime des installations classées pour la protection de l'environnement.

• **Evolution de la demande en tourbe et perspectives pour l'exploitation**

Dans un contexte de progression de la demande globale, malgré le développement des produits de substitution, il est prévisible à moyen terme de voir se prolonger l'exploitation de la tourbe. Celle-ci devra cependant s'effectuer de façon raisonnée en privilégiant le maintien de la pérennité fonctionnelle de l'écosystème tourbière.

La généralisation de l'usage des produits alternatifs à la tourbe dans les supports de culture est subordonnée aux travaux de recherches agronomiques, mais aussi à l'évolution des pratiques culturales. L'existence d'une offre abondante de produits locaux constitués par des composts de déchets verts mais aussi de déchets ménagers et assimilés devrait progressivement faire évoluer les habitudes de consommation, notamment dans le domaine grand public. Cependant, la tourbe de sphaignes restera difficilement remplaçable en totalité dans les cultures hors sol, en raison de ses qualités physicochimiques et dans un contexte de prix bas malgré l'éloignement de plus en plus grand entre centres de consommation et centres de production.

Sommaire

Introduction	13
1. La tourbe : classification et caractéristiques.....	17
1.1. Degré d'humosité	17
1.2. Classification botanique	18
1.3. Composition chimique.....	19
1.4. Autres caractéristiques physicochimiques.....	20
2. La production.....	23
2.1. Production au niveau mondial. Répartition par zones géographiques et secteurs d'utilisation	23
2.1.1. Tourbe à usage énergétique	28
2.1.2. Tourbe à usage d'amendement organique et de support de cultures	29
2.2. Evolution de la production dans l'Europe des Quinze au cours des 25 dernières années	30
2.3. Production française et évolution	33
2.4. Les producteurs et transformateurs européens et français	37
2.4.1. Tourbe à usage énergétique	37
2.4.2. Tourbe à usage de supports de culture et amendement agricole	37
2.5. Les organisations professionnelles nationales et internationales.....	38
3. Répartition de la consommation dans chacun des secteurs d'utilisation	41
3.1. Combustibles	41

3.2. Supports de culture et usages agricoles s.l.	41
4. Les flux commerciaux et leur évolution récente, la consommation apparente	43
4.1. Evolution des flux d'échanges au niveau européen.....	43
4.2. Evolution des flux d'échanges au niveau français.....	45
5. Prix.....	47
6. Les tourbières : genèse, typologie et répartition	49
6.1. Conditions de formation.....	50
6.2. Dynamique et typologie.....	51
6.3. La vie dans l'écosystème tourbière.....	59
6.4. Répartition géographique des tourbières	60
7. Ressources et réserves	69
7.1. Panorama mondial	69
7.2. Panorama français.....	71
7.2.1. Ressources potentiellement exploitables, en France, éléments pour une orientation	71
7.2.2. Critères techniques de sélection des gisements	75
8. Méthodes d'exploitation des gisements.....	77
8.1. Les exploitations sous eau	79
8.1.1. Les exploitations sous eaux	79
8.1.2. Les exploitations sous eau avec rabattement limité	80
8.2. Les exploitations hors eau	81
8.2.1. Petites exploitations (surface inférieure à 50 ha).....	81

8.2.2. Grandes exploitations (surface supérieure à 50 ha).....	84
8.3. Réaménagements après l'extraction	88
9. Utilisations et spécifications industrielles	89
9.1. Combustible solide	89
9.2. Supports de culture	91
9.2.1. Produits constitués quasi exclusivement de tourbe	93
9.2.2. Produits où la tourbe est un élément d'un mélange.....	93
9.2.3. Quelle tourbe privilégier ?.....	96
9.2.4. La préparation de la tourbe.....	96
9.3. Usages de la tourbe pour la protection de l'environnement	97
9.3.1. Des conteneurs écologiques, parce que biodégradables, à base de tourbe	97
9.3.2. Traitement des effluents liquides ou gazeux : biofiltres et charbon actif.....	97
9.3.3. Valorisation des lisiers	98
9.4. Usages thérapeutiques et phytosanitaires	98
9.5. Autres utilisations.....	99
10. Normes et certifications.....	101
11. Les réglementations françaises.....	105
12. Produits de substitution, évolution récente et perspective.....	107
12.1. Combustibles solides	107
12.2. Supports de culture	107
Conclusion	111
Bibliographie.....	113

Liste des figures

Fig. 1 - Répartition des volumes solides air et eau à 10 cm de succion dans différents supports de culture	20
Fig. 2 - Répartition de la production mondiale totale de tourbe par zones géographiques.....	23
Fig. 3 - Répartition de la production mondiale de tourbe par secteurs d'utilisation	27
Fig. 4 - Répartition géographique de la production mondiale de tourbe à usage énergétique	29
Fig. 5 - Répartition géographique de la production mondiale de tourbe à usage de supports de culture et d'amendement organique (situation en 1995).....	30
Fig. 6 - Evolution de la production de tourbe sèche en France entre 1845 et 1945	34
Fig. 7 - Tourbières françaises et sites d'exploitation	36
Fig. 8 - Coupes lithologiques de profils tourbeux d'après diverses sources dans le monde des tourbières et des marais.....	52
Fig. 9 - Illustration schématique de la zonation d'une tourbière basse	54
Fig. 10 - Schémas du fonctionnement hydrologique des principaux types de tourbières	56
Fig. 11 - Répartition des tourbières au niveau mondial	58
Fig. 12 - Répartition des différents types de tourbières au niveau européen	67
Fig. 13 - Fabrication de mottes au louchet, d'après une ancienne gravure finlandaise.....	78
Fig. 14 - Hersage, pré-ramassage et ramassage par la méthode PECO des andains d'essuyage à Baupte	82
Fig. 15 - Exploitation de la tourbière de Baupte par la méthode PECO	83
Fig. 16 - Répartition des tas et andains suivant les différentes méthodes de moisson...	87
Fig. 17 - Propriétés comparées des différents combustibles solides.....	90

Liste des tableaux

Tabl. 1 - Degré d'humosité de Von Post	16
Tabl. 2 - Evolution des différents constituants organiques de la tourbe en fonction du degré d'humification	19
Tabl. 3 - Teneur moyenne des éléments contenus dans des tourbes comprimées	20
Tabl. 4 - Principales caractéristiques physiques et chimiques des trois grands types de tourbe	21
Tabl. 5 - Production de tourbe en Europe occidentale.....	24
Tabl. 6 - Production de tourbe en Europe orientale, Amérique et Asie.....	25
Tabl. 7 - Production de tourbe en Afrique	26
Tabl. 8 - Production de tourbe à usage énergétique dans le monde.....	28
Tabl. 9 - Evolution de la production de tourbe à usage énergétique depuis 1970 dans l'Europe des Quinze. Les données sont exprimées en milliers de tonnes, l'humidité des produits pouvant varier entre 35 et 55 %	31
Tabl. 10 - Evolution de la production de tourbe à usage d'amendement et de support de cultures entre 1970 et 1995 dans l'Europe des Quinze. Les données sont exprimées en milliers de m ³ , l'humidité des produits étant inférieure à 55 %	32
Tabl. 11 - Répartition de la production française de tourbe par départements en 1980 et 1995	33
Tabl. 12 - Répartition de la consommation de la tourbe produite aux USA suivant les différents types botaniques.....	41
Tabl. 13 - Flux d'échanges et consommation de tourbe horticole (s.l.) au niveau mondial, compte non tenu de la CEI.....	44
Tabl. 14 - Caractères distinctifs des deux grands principaux types de tourbières	55
Tabl. 15 - Répartition des tourbières en Europe occidentale.....	63
Tabl. 16 - Répartition des tourbières en Europe orientale, Amérique et Asie	64
Tabl. 17 - Répartition des tourbières en Afrique	65
Tabl. 18 - Surfaces exploitées (faisant l'objet d'autorisations) et ordre de grandeur des réserves exploitables pour certains pays producteurs de tourbe	70
Tabl. 19a, b, c - Estimations des réserves françaises de tourbe à usage de combustible. Inventaire G. Dubois, 1945.....	72
Tabl. 20 - Pouvoir calorifique et composition de la tourbe comparativement à quelques combustibles usuels.....	89

Tabl. 21 - Taux d'humidité et pouvoir calorifique des différents produits tourbeux à usage combustible	90
Tabl. 22 - Caractéristiques physico-chimiques d'un support de culture considérées comme optimales	94
Tabl. 23 - Caractéristiques comparées de matériaux largement utilisés dans les supports de culture	95
Tabl. 24 - Normes rendues d'application obligatoire dans le domaine des amendements organiques et des supports de culture.....	101
Tabl. 25 - Spécifications des tourbes et compost végétal définies par la norme NF U 44-051	102
Tabl. 26 - Caractéristiques chimiques des supports de culture définies par la norme NF U 44-551	103
Tabl. 27 - Méthodes normalisées d'échantillonnage et de caractérisation dans le domaine des amendements organiques et des supports de culture .	103

Liste des annexes

Ann. 1 - Glossaire.....	119
Ann. 2 - Caractéristiques des exploitations françaises de tourbe	125
Ann. 3 - Planches photographiques.....	131
Ann. 4 - Charte des supports de culture	141
Ann. 5 - Adresses utiles.....	159

Introduction

Le mot tourbe dérive du germanique turba qui désignait initialement une touffe d'herbe et que l'on retrouve en français dans le mot turf. Alors que les dénominations allemandes de torf et espagnoles de turba ont conservé la même racine, l'anglais peat est, lui, issu du latin médiéval peta, probablement en partie d'origine celtique (pett) et qui désignait une pièce, un morceau.

Les tourbières, espaces vierges et insalubres n'ont longtemps constitué qu'un « autre » monde d'autant plus inquiétant qu'il était impénétrable et dangereux. Elles constituaient d'ailleurs souvent le sanctuaire d'une frange marginale de la société, le plus souvent occupée à récolter une matière première combustible de mauvaise qualité, la tourbe. Au fil des temps s'est de plus construit tout un légendaire populaire propre à entretenir et développer la charge symbolique de ce « pays d'au-delà de l'eau » siège de feux follets (inflammation de méthane) et sites expiatoires.

La recherche de nouveaux espaces accompagnant le développement de l'humanité a, dès le Moyen Âge, justifié la « conquête » de ces zones humides à des fins agricoles. Cette colonisation d'un milieu ingrat et insalubre a dû cependant être payée au prix fort en vies humaines, suivant la formule rapportée par Kuntze (1993) : mort pour la première génération, famine pour la seconde et pain pour la troisième (death for the first generation, dearth for the next, bread for the third).

Aujourd'hui, face à la disparition progressive de ces milieux humides spécifiques, des mesures de protection sont initiées sous l'impulsion d'organisations écologiques. Au niveau européen, la directive Habitat publiée le 22 juillet 1992 au journal des Communautés Européennes prévoit la mise en place en 2004 du réseau Natura 2000 après la sélection au niveau national des sites à protéger. Les tourbières représentent ainsi, en France, 30 % des sites retenus dans le cadre de l'inventaire des zones susceptibles d'être désignées au titre du futur réseau européen Natura 2000.

L'intérêt suscité par les tourbières est donc dorénavant d'ordre patrimonial aussi bien que scientifique et dépasse largement le seul attrait de paysages végétaux « insolites et colorés », d'autant plus que leur rôle est déterminant pour le maintien de la biodiversité et des grands équilibres climatiques. De plus, parce qu'elles ont accompagné l'histoire de l'homme dans l'hémisphère nord depuis les dernières glaciations, elles constituent des archives irremplaçables. Le matériel végétal, animal, voire humain, qui y est préservé et stratifié permet des reconstitutions paléoclimatiques et historiques pour le Quaternaire récent. Les grandes coupures climatiques de l'Holocène reposent notamment sur les résultats concordants des analyses polliniques et leur âge absolu a souvent pu être précisé par datation au carbone 14.

Les réserves de carbone qui y sont emmagasinées, quatre fois supérieures à celles stockées dans les forêts tropicales, leur confèrent un rôle fondamental dans les processus d'équilibre climatique planétaire. Elles jouent enfin un rôle vital dans le cycle de l'eau à la fois par le maintien de la qualité des eaux et la régulation des débits, notamment en période d'étiage.

A l'heure où la préservation de ces espaces prend le pas sur leur valorisation, il apparaît nécessaire de faire le point sur la tourbe en tant que ressource naturelle.

Malgré ses médiocres qualités combustibles, la tourbe constitue une ressource énergétique abondante et bon marché toujours largement utilisée dans les pays d'Europe du Nord. Les besoins traditionnels dans ces pays incluant l'utilisation comme litière pour le bétail, voire comme matériau de construction isolant, ont beaucoup diminué. L'appauvrissement des sols en matière organique justifie toujours son usage comme amendement.

La sophistication des pratiques culturelles a engendré son utilisation généralisée dans les supports de culture où elle reste difficilement remplaçable. La balnéothérapie fait appel à des quantités limitées de tourbe, ainsi que la fabrication de charbon actif, de filtres pour la purification des eaux ou de supports absorbants notamment pour l'hygiène corporelle.

Le présent document réalisé dans le cadre des actions de Service public confiées au BRGM par le ministère de l'Industrie (fiche 99-G-185) se propose de présenter la tourbe en tant que ressource naturelle dans la diversité de ses utilisations et des marchés. Après la description des propriétés qui justifient la multiplicité de ses utilisations, seront présentés les différents aspects de la production et du marché. La formation des dépôts, leur typologie et leur répartition au niveau mondial ainsi que leurs modes d'exploitation seront ensuite brièvement abordés.

Dans le domaine des produits marchands, les normalisations nationales et internationales ainsi que leurs évolutions en cours seront décrites.

Enfin, compte tenu des mesures de protection des tourbières en cours de mise en place, les enjeux pour l'accès à la ressource, aussi bien au niveau français qu'europpéen seront envisagés, compte tenu à la fois de la réglementation et des produits de substitution, notamment en ce qui concerne les supports de culture.

La collecte des statistiques de production entreprise dans le cadre de cette étude s'est heurtée à la difficile harmonisation entre des produits aux usages et donc aux spécifications très différentes suivant les domaines.

Ainsi, les tourbes à usage énergétique, évaluées en poids, présentent des taux d'humidité variant de 35 % à 55 %, elles sont produites dans un petit nombre de pays dont l'Irlande et la Finlande pour l'Europe des Quinze.

Les tourbes destinées aux supports de culture dont l'humidité dépasse en général 50 %, évaluées en volume, font l'objet d'importants flux d'échanges pour l'instant cantonnés à l'intérieur de chaque grande zone économique : Europe, Amérique du Nord, Asie, Pacifique.

Les tourbes à usage d'amendement utilisées le plus souvent brutes, si elles représentent les plus gros volumes au niveau mondial, font l'objet de peu d'échanges et la première zone productrice, les ex pays de l'URSS, ne délivrent que peu de statistiques.

Les données rassemblées résultent donc de la compilation de statistiques diffusées par les organisations professionnelles ou gouvernementales, qu'elles soient supranationales, comme l'International Peat Society (IPS) ou nationales (Chambre Syndicale des fabricants d'Amendements organiques, de Supports de culture et de leurs dérivés : CAS), Canadian Sphagnum Peat Moss Association : (CSPMA), United States Geological Survey : (USGS).

Elles ont fait, dans la mesure du possible, l'objet de validation par les services officiels de statistiques des différents pays concernés ou à l'échelle européenne (Eurostat). Cependant, dans bien des cas, elles ne sont pas actualisées et doivent donc être considérées comme des ordres de grandeur qui autorisent cependant l'évaluation des tendances sur de longues périodes. A l'intérieur de l'Europe des Quinze, enfin, l'instauration du marché unique en 1993, rend plus difficilement traçables les flux d'échanges.

Degré d'humosité (selon Von POST)		Caractéristiques de la tourbe	Couleur de l'eau s'écoulant de la tourbe pressée entre les doigts	Fraction de tourbe devenue bouillie entre les doigts	Reste dans la main	
					Forme	Structure végétale
H1	T O U R B E B L O N D E	Pas décomposée	Incolore, claire	Il ne passe aucune bouillie de tourbe entre les doigts	N'a pas l'aspect de bouillie	Nettement reconnaissable
H2		Presque pas décomposée	Jaune-brun faible presque claire			
H3		Très faiblement décomposée	Nettement brune Nettement trouble			
H4	T O U R B E B R U N E	Faiblement décomposée	Très brune Très trouble		A nettement l'aspect de bouillie	Encore nettement reconnaissable
H5		Assez Décomposée	Très trouble	Un peu		
H6				Un tiers		
						Encore peu reconnaissable
H7	T O U R B E N O I R E	Fortement décomposée		La moitié		
H8	B E	Très fortement décomposée	Deux tiers	Surtout formée de fibres, de racines résistantes, de bois, etc.		
H9		Presque totalement décomposée	Presque tout			
H10		Complètement décomposée	Tout passe entre les doigts à l'état de bouillie de tourbe		Aucun reste dans la main	

Tabl. 1 - Degré d'humosité de Von Post.

1. La tourbe : classification et caractéristiques

La tourbe est un dépôt caractérisé par l'accumulation de matière organique provenant d'une végétation hygrophile dont le substrat est constamment saturé en eau.

L'accumulation de matière végétale aboutit, à partir du sol tourbeux superficiel ou histosol, après une diagénèse modérée, biochimique et mécanique, à une roche combustible renfermant jusqu'à 50 % de carbone : la tourbe. Cette roche meuble où la matière organique est peu évoluée, est considérée, dans la génèse du charbon comme le stade initial alors que le lignite représente le stade intermédiaire.

L'accumulation de matière organique est rendue possible par l'existence d'un milieu asphyxiant, saturé en eau en condition anaérobie. Il y a passage graduel entre la partie superficielle du dépôt, l'acrotelme, où se situe l'essentiel des processus biochimiques de décomposition et la « couche » anaérobie sous-jacente, le catotelme.

La structure de la tourbe varie ainsi depuis une masse presque entièrement formée de débris de plantes présentant une structure dite fibrique jusqu'à une masse amorphe, finement colloïdale à texture saprique, la texture mésique caractérisant le stade intermédiaire. La tourbe contient naturellement in situ entre 80 et 95 % d'eau, le reste étant constitué de matière organique et de substances minérales en proportions variables.

Au-delà de 50 % de cendres sur matériel sec, on considère que l'on a affaire à des vases ou des sables organiques, milieux semi-tourbeux.

Les caractéristiques de la tourbe ou plutôt des tourbes seront conditionnées à la fois par leur degré d'humification et la nature de la végétation turfigène dont elles sont issues. En fonction de ces éléments, leurs couleurs et leurs fibrosités ainsi que leurs caractéristiques physicochimiques pourront fortement varier et conditionneront l'utilisation de la ressource.

1.1. DEGRÉ D'HUMOSITÉ

L'échelle d'humosité établie par Von Post dès 1925 distingue, par ordre croissant, dix degrés d'évolution, en fonction des restes de structure végétale encore discernables (tabl. 1).

Dans les stades précoces, la tourbe peu humifiée a conservé sa structure végétale, la couleur est claire et l'eau interstitielle, limpide, s'évacue par simple pression dans la main. Au cours du processus d'humification, les structures végétales s'estompent, la couleur s'assombrit, la tourbe devient pâteuse. De plus en plus foncée, l'eau interstitielle devient une eau de constitution, difficile à séparer de la matière organique.

Il individualise ainsi trois grands types de tourbe suivant leur couleur : blonde, brune ou noire ; la méthode, bien qu'empirique fait toujours référence.

1.2. CLASSIFICATION BOTANIQUE

La biomasse végétale à l'origine de la tourbe reflètera à la fois la variété des types de tourbières (cf. chap. 6), mais aussi celle de l'organisation fine de chaque complexe tourbeux suivant son évolution spatiale et temporelle. Celle-ci est notamment fonction du niveau, des mouvements de la composition des eaux, la richesse en éléments nutritifs disponibles et l'acidité du milieu étant aussi déterminantes.

Compte tenu de la spécialisation de ces milieux et malgré leur diversité, la végétation turfigène est caractérisée par la prédominance de quelques groupes de plantes spécifiques qui autorisent une classification. Les tourbes peuvent être ainsi à dominante **muscinées** (bryophytes) ou **herbacées** (cypéracées surtout). Les plantes ligneuses (éricacées) et les arbres des tourbières : saules, aulnes, bouleaux, pins à crochets sont plutôt caractéristiques des stades terminaux de l'évolution de l'écosystème tourbière et ne participent le plus souvent que de façon complémentaire à l'édification de la tourbe sauf dans certaines conditions particulières.

Parmi les bryophytes, sphaignes et hypnacées (ou mousses pleurocarpes) dominant ; les **tourbes blondes à sphaignes** sont acides et on les oppose aux **tourbes à hypnacées** neutro-basophiles.

Une mention spéciale doit être faite pour les sphaignes qui restent inféodées, dans leur grande majorité aux tourbières et sont un des genres les plus importants pour la turfigénèse.

« Vivantes, elles créent activement les conditions de leur survie en stockant l'eau, en acidifiant le milieu par leurs parois riches en lignine et en l'appauvrissant en matières nutritives, excluant ainsi les concurrents potentiels. Mortes, elles continuent de stocker l'eau et les éléments nutritifs tout en se transformant en tourbe » (O. Manneville *et al.*, 1999, dans « Le monde des tourbières et des marais »). En période sèche, elles peuvent puiser, par capillarité, l'eau de la profondeur. Leur capacité de stockage en eau est importante et peut atteindre 15 à 30 fois leur poids sec pour certaines espèces. La présence d'échangeurs cationiques leur permet, en libérant des ions hydrogène, d'absorber des cations, notamment potassium, sodium, calcium et magnésium, éléments nutritifs indispensables. Cette opération a comme conséquence d'augmenter encore l'acidité du milieu.

Parmi les plantes herbacées, les cypéracées : carex ou laiches et scirpes, les poacées : roseaux phragmites ou molinies, les juncacées sont les familles qui possèdent le plus grand nombre de représentants turfiques. Les carex ont cependant le rôle le plus

important dans les phénomènes d'accumulation. Les **tourbes de carex** riches en éléments nutritifs, sont en général neutro-alcalines.

Faible à basse température, l'humification se développe particulièrement en milieux riches en calcium et azote. Les tourbes de sphaignes, surtout importantes dans les zones boréales ou d'altitude (cf. chap. 6), seront donc majoritairement blondes, alors que seule la partie la plus superficielle d'un dépôt de tourbe de carex méritera la dénomination de tourbe blonde. Suivant l'âge des tourbières, la strate humifiée pourra être d'épaisseur plus ou moins importante. Les tourbes blondes de sphaignes, faiblement décomposées, sont caractérisées par leur grande stabilité dans le temps.

La texture fibrique suppose un contenu en fibres de 40 à 100 % de fibres ; en deçà de 10 %, il s'agira d'une texture saprique. La texture semi-fibreuse ou mésique présentant des caractéristiques intermédiaires. Généralement, les textures fibriques correspondent à des degrés d'humosité de 1 à 3, les textures mésiques de 4 à 6 et les textures sapriques sont liées à un degré d'humosité supérieur à 6.

1.3. COMPOSITION CHIMIQUE

Les constituants organiques de la tourbe sont représentés par de la cellulose (30 à 60 %) et de la lignine associées à des substances azotées, des cires et des résines. Au cours du processus de turbification, les substances humiques vont se former aux dépens de ces divers constituants, à l'exception des cires et des résines qui sont plus résistantes.

% sur sec	Tourbe faiblement humifiée H1 - H2	Tourbe moyennement humifiée H5-H6	Tourbe fortement humifiée H9-H10
cellulose	20 à 15	15 à 20	-
hemicellulose	30 à 15	25 à 10	0-2
lignine	40 à 5	30 à 5	20 - 5
composés humiques	0 - 5	20 à 30	50 à 60
cires et résines	1 - 10	5 - 15	5 à 20
composés azotés	3 - 14	5 - 20	5 - 25

Tabl. 2 - Evolution des différents constituants organiques de la tourbe en fonction du degré d'humification (d'après E. Ekman).

C'est en premier lieu le type d'alimentation hydrique de l'écosystème tourbière qui conditionnera la teneur et la nature des **constituants minéraux** contenus dans la tourbe : entre une tourbière de montagne uniquement alimentée par les eaux météoriques pauvres en éléments dissous et une tourbière littorale communiquant avec des environnements marins, l'alcalinité, mais aussi la teneur en cendres (constituants minéraux non combustibles) varieront dans des proportions importantes.

Des valeurs moyennes pour les trois grands types de tourbe sont données dans le tableau 3.

	Fe g/l	Mn g/l	B g/l	Cu g/l	Zn g/l	Mo g/l	N mg/l	P ₂ O ₅ mg/l	K ₂ O mg/l	CaO mg/l	MgO mg/l	Na ₂ O mg/l
tourbe blonde	61,2	1,53	0,64	0,34	1,78	0,04	1,12	0,04	0,03	0,24	-	0,04
tourbe brune	151,3	1,56	0,28	0,45	1,70	0,1	1,88	0,11	0,02	0,41	0,07	0,01
tourbe noire	323,3	3,48	2,05	1,53	6,95	0,24	4,46	0,36	0,08	3,64	0,18	0,04

Tabl. 3 - Teneur moyenne des éléments contenus dans des tourbes comprimées (d'après Penningfeld et Kunzmann, 1968).

1.4. AUTRES CARACTÉRISTIQUES PHYSICOCHIMIQUES

La densité d'une tourbe augmente avec son degré d'humification. Sa porosité reste élevée, même quand elle est saturée en eau. Ainsi, les pourcentages des volumes respectifs solides, air et eau à 10 cm de succion sont présentés dans la figure 1.

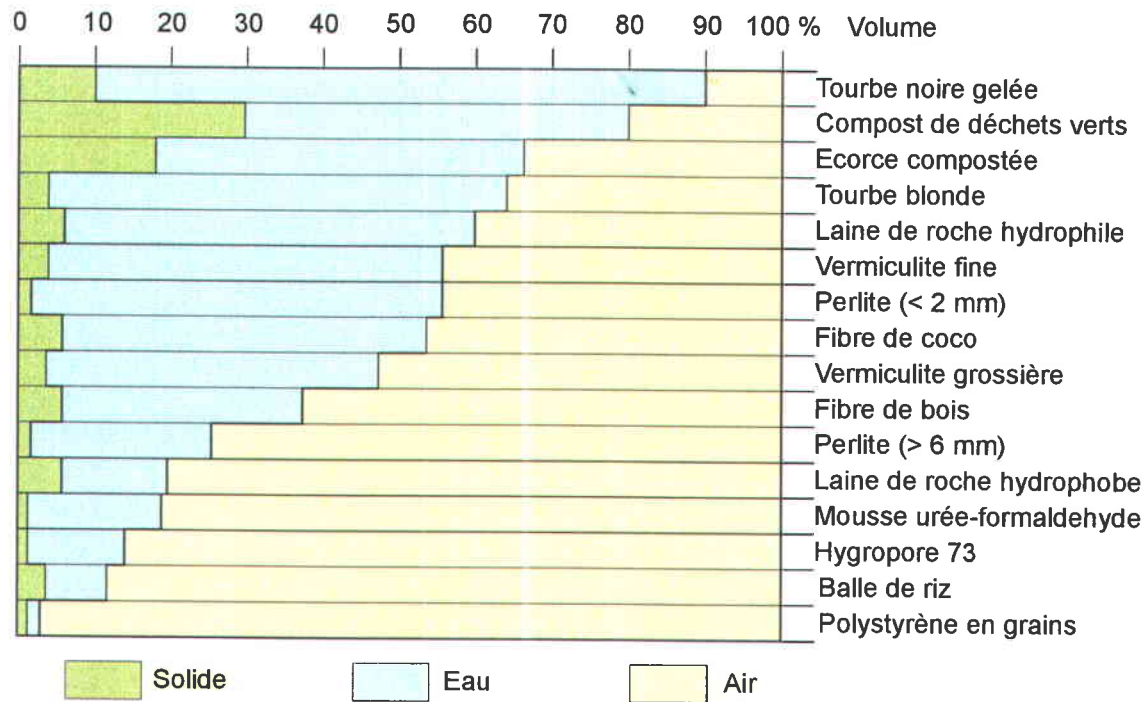


Fig. 1 - Répartition des volumes solides air et eau à 10 cm de succion dans différents supports de culture d'après Schmilewski, 1992.

Les capacités de rétention en eau et les facultés de réhumectation sont fortement affectées par le degré d'évolution de la tourbe. Ainsi, une tourbe brune dont la teneur en eau est tombée au-dessous de 40 % de son poids ne peut que très difficilement se réhumidifier à la différence de la tourbe blonde pour laquelle ces propriétés sont plus élevées et réversibles. Quand la capacité d'absorption d'une tourbe blonde est de 15 à 20 fois son poids sec, elle ne dépassera pas 5 à 7 fois pour une tourbe noire.

Suivant les caractéristiques géochimiques des eaux d'alimentation, le pH pourra varier considérablement. Les tourbes blondes faiblement minéralisées sont acides tandis que les tourbes noires sont le plus souvent neutro-alcalines. Comparativement aux sols communs, la tourbe possède une capacité d'échange cationique (CEC) exceptionnellement élevée qui lui confère un pouvoir tampon atténuant l'action nocive d'apports importants d'engrais. Elle est mesurée en milliéquivalents sur 100 g de matière sèche. A titre indicatif, la capacité d'échange d'un sol sableux varie de 5 à 15 meq, celle d'un sol argileux de 15 à 50 alors que pour une tourbe noire, elle peut atteindre 250. C'est la présence des acides humiques qui justifie les fortes capacités d'échange de la tourbe.

Le rapport carbone sur azote noté C/N permet de mesurer la stabilité biologique. Les matières organiques à C/N trop faibles ne conviennent pas pour les supports de culture car elles évoluent dans le temps par minéralisation.

Le tableau 4 montre la grande variation des caractéristiques suivant les différents types de tourbe. Une tourbe noire présentera une masse volumique sur matériel sec souvent trois fois plus élevée qu'une tourbe blonde, un pH alcalin, une plus faible capacité de rétention en eau et une teneur en cendres plus élevée. En raison de sa texture saprique, elle offrira, de plus, une aération plus faible du matériau.

Type de tourbe	végétation turfigène dominante	texture	pH (eau)	Masse volumique kg/m ³ , sur tourbe sèche	Teneur en cendres	Capacité d'échange 100 g de matière sèche	Rapport carbone/ azote	volume d'air %	eau dispon. %	Porosité totale %
tourbe blonde	muscinée : sphaignes	fibrique	< 4,5	150 à 200	< 4 %	100 à 150 meq	40 à 50	27 %	33 %	95 %
tourbe brune	herbacée et muscinée	fibrique à mésique	4,5 à 5,5	200 à 300	4 à 15 %	100 à 250	20 à 40	20 à 25 %	25 à 30 %	85 %
tourbe noire	herbacée : carex, roseau	mésique à saprique	5,5 à 8	300 à 500	4 à 50 %	100 à 250	15 à 30	17 %	25 %	92 %

Tabl. 4 - Principales caractéristiques physiques et chimiques des trois grands types de tourbes (d'après Reinikainen dans Peat in horticulture its use and sustainability 1997).

2. La production

2.1. PRODUCTION AU NIVEAU MONDIAL. RÉPARTITION PAR ZONES GÉOGRAPHIQUES ET SECTEURS D'UTILISATION

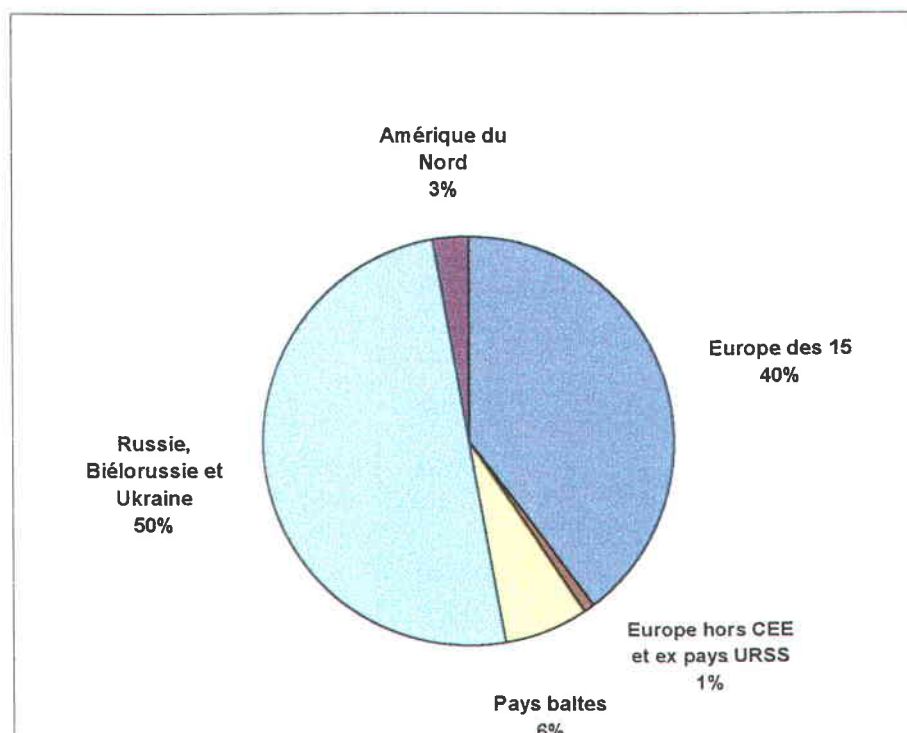


Fig. 2 - Répartition de la production mondiale totale de tourbe par zones géographiques.

La production totale de tourbe au niveau mondial, compte tenu des réserves effectuées dans l'introduction peut être estimée en 1995 à 158 Mm³ (la densité moyenne retenue étant de 300 kg/m³).

La figure 1 présente cette production par grandes zones géographiques. La ventilation de cette production et la surface estimée des tourbières (source Global Peat Resources) par pays et grandes entités géographiques sont regroupées dans les tableaux 5 à 7 ; avec, pour les différents pays, la part de la production mondiale et, éventuellement, la consommation apparente et la part exportée quand elle était connue.

Ces tableaux permettent de souligner les disparités très nettes des « taux d'exploitation » suivant les pays.

PRODUCTION DE TOURBE EN EUROPE OCCIDENTALE								
Surf. totale pays (km²)	PAYS	Surface totale tourbières (km²)	part de la surface mondiale %	Production estimée M m3 (1995)	part de la prod. mond. %	cons. appar. non énergé	part export. %	remarques
356973	Allemagne	14205	0.36%	10	6.33%	6,3		50 % tourbe blonde
83858	Autriche	220	0.01%	n.d.	n.d.	n.d.		
30528	Belgique	180	0.00%	n.d.	n.d.	n.d.		
43 000	Danemark	1300	0.03%	0.5	0.32%	n.d.		
504783	Espagne	383	0.01%	0.5	0.32%	0,8		
338145	Finlande	77000	1.93%	26.8	16.96%	0,9	< 7 %	1,2 Mm³ pour horticulture
543965	France	600	0.02%	0.5	0.32%	2,2		
244110	Grande Bretagne	17549	0.44%	1.5	0.95%	2,35		
131944	Grèce	56	0.00%	n.d.	n.d.	n.d.		
33939	Hollande	10	0.00%	n.d.	n.d.	2,6		fin extraction 1992 ?
70285	Irlande	11757	0.30%	18.6	11.77%	0,7		
15245	Irlande du nord	1713	0.04%	0.7	0.44%	n.d.		
301277	Italie	300	0.01%	n.d.	n.d.	0,25		
2586	Luxembourg	2	0.00%	n.d.	n.d.	n.d.		
92389	Portugal	200	0.01%	n.d.	n.d.	n.d.		
449964	Suède	63680	1.60%	3.5	2.22%	1,1		
3242991	Europe des 15	189155	4.75%	62.6	39.62%	19,35		
93032	Hongrie	2500	0.06%	0.30	0.19%			
102819	Islande	10 000	0.25%	n.d.	n.d.			
323878	Norvège	23700	0.59%	0.25	0.16%			
312685	Pologne	12050	0.30%	0.80	0.51%			
49000	Slovaquie	45	0.00%	0.30	0.19%			
41288	Suisse	224	0.01%	n.d.	n.d.			
78876	Tchéquie	269	0.01%	n.d.	n.d.			production regroupée avec Slovaquie
632948	Autres pays Europe centrale et occidentale:	1 200	0.03%	n.d.	n.d.			
1634526	Total Europe hors CEE et ex pays URSS:	49 988	0.03%	1.65	1.04%			

estim. prod. mondiale: 158 Mm³

d'après: Global Peat Resources, U.S.G.S., enquête BRGM

Tabl. 5 - Production de tourbe en Europe occidentale.

PRODUCTION DE TOURBE EN EUROPE ORIENTALE AMERIQUE ET ASIE								
Surf totale pays (km²)	PAYS	Surface totale tourbières (km²)	part de la surface mondiale %	production estimée M m3 (1995)	part de la prod. mondiale %	cons.app Non énerg.	part export. %	remarques
45227	Estonie	10091	0.25%	4.5	2.85%	0,4%	> 50 %	
64610	Lettonie	6691	0.17%	4.2	2.66%	0,5%	> 50 %	
65301	Lithuanie	4826	0.12%	1.5	0.95%	0,5%	50%	
175138	Total Pays Baltes:	21608	0.54%	10.2	6.46%	1,4	n.d.	
17075400	Fédération de Russie	568000	14.25%	31	19.62%	n.d.	n.d.	inclut 23,5 Mm3 destinés à l'agriculture
207600	Biélorussie	23970	0.60%	45	28.48%	n.d.	n.d.	
603700	Ukraine	19667	0.49%	3	1.90%	n.d.	n.d.	
17886700	Total Russie + Biélorussie +Ukraine	611637	15.35%	79	50.00%	n.d.	n.d.	
9970610	Canada	1113270	27.94%	2.7	1.71%	0,6	80 à 90 %	cons. Prob. Minorée
9529063	Etats-Unis	214000	5.37%	1.8	1.14%	3,7	57 %des besoins importés	15 % tourbe de sphaigne: 0,27Mm3
1972500	Mexique	10000	0.25%		0.00%	n.d.	n.d.	
19499673	Total Amérique du Nord:	1327270	33.56%	4.5	2.85%	> 4,3	n.d.	
2780000	Argentine	1000	0.03%	0.012	0.01%	n.d.		
8512000	Brésil	35 000	0.88%	n.d.	n.d.	n.d.		
757000	Chili	10470	0.26%	n.d.	n.d.	n.d.		
912050	Venezuela	10000	0.25%	n.d.	n.d.	n.d.		
5216169	Autres pays	46240	1.16%	n.d.	n.d.	n.d.		
18177219	Total Amérique du Sud	102710	2.58%	0.012	0.01%			
7700000	Australie	2200	0.06%	0.045	0.03%	n.d.		
9572900	Chine	10440	0.26%	n.d.	n.d.	n.d.		
1919317	Indonésie	210000	5.27%	n.d.	n.d.	n.d.		
370073	Japon	2006	0.05%	n.d.	n.d.	n.d.		
333000	Malaisie	25364	0.64%	n.d.	n.d.	n.d.		
270000	Nlle Zélande	2600	0.07%	n.d.	n.d.	n.d.		
10339006	Autres pays	51834	1.30%	n.d.	n.d.	n.d.		
30504296	Total Asie pacifique	304444	7.64%	0.045	0.03%			

prod. mondiale estimée à: 158 Mm3

d'après: Global Peat Resources, U.S.G.S, enquête BRGM

Tabl. 6 - Production de tourbe en Europe orientale, Amérique et Asie.

PRODUCTION DE TOURBE EN AFRIQUE

Surface totale pays (km²)	PAYS	Surface totale des tourbières (km²)	part de la surface mondiale %	Production estimée (année)	part de la production mondiale %	consom. apparente	part exportée %	remarques
2380000	Algérie	220	0.01%	négligeable	négligeable	/	/	
1221000	Afrique du Sud	9500	0.24%	faible	négligeable	/	/	
1246700	Angola	100	0.00%	négligeable	négligeable	/	/	
28000	Burundi	140	0.00%	12 000 t 30 % humidité	négligeable	/	/	
342000	Congo	2900	0.07%	négligeable	négligeable	/	/	
322500	Côte d'ivoire	320	0.01%	négligeable	négligeable	/	/	
1000000	Egypte	461	0.01%	négligeable	négligeable	/	/	
250000	Guinée	5250	0.13%	négligeable	négligeable	/	/	
583000	Kénya	1600	0.04%	négligeable	négligeable	/	/	
587000	Madagascar	1970	0.05%	négligeable	négligeable	/	/	
924000	Nigéria	7000	0.18%	négligeable	négligeable	/	/	
236000	Ouganda	14200	0.36%	négligeable	négligeable	/	/	
26338	Rwanda	800	0.02%	5000 t	négligeable	/	/	
196722	Sénégal	60	0.00%	négligeable	négligeable	/	/	
2506000	Soudan	1000	0.03%	négligeable	négligeable	/	/	
2345409	Zaire (République démocratique du Congo)	400	0.01%	négligeable	négligeable	/	/	
746254	Zambie	11060	0.28%	négligeable	négligeable	/	/	
3858776	Autres pays d'Afrique	1424	0.04%	négligeable	négligeable	/	/	
18799699	Total Afrique	58405	1.47%	négligeable	négligeable	/	/	

estim. prod. mondiale: 158 Mm3

d'après Global Peat Resources

Tabl. 7 - Production de tourbe en Afrique.

L'Europe des Quinze avec seulement 4,75 % de la surface des tourbières mondiales représente en effet près de 40 % de la production. La CEI avec 15 % de la surface des tourbières représente 50 % de cette production. Le "taux d'exploitation" est encore plus important pour les pays baltes avec 0,54 % des tourbières mondiales et 6,5 % de la production.

A l'inverse, l'Amérique du Nord qui possède près de 33 % des tourbières mondiales ne représente que 3 % de la production, même si les données prises en compte pour le Canada sont minorées par rapport à la production totale estimée à 7 370 000 m³ par G.K. Schmilewski dans Global Peat pour l'année 1995.

Les données concernant l'Afrique, bien que parcellaires, ont été également présentées. La production africaine, surtout destinée aux usages énergétiques, ne dépasse pas en effet plus de 20 000 t.

Si l'Europe et les ex-pays de l'URSS représentent au niveau mondial près de 90 % de la production la situation est cependant très diverse suivant les secteurs d'utilisation : tourbes combustibles, tourbes agricoles destinées essentiellement à l'amendement organique et tourbes destinées à la fabrication de supports de culture.

La figure 3 présente la production de tourbe suivant les trois grands secteurs d'utilisation. Il s'agit cependant d'une approximation puisque les distinctions ne sont pas toujours clairement faites, au niveau statistique, entre les différents usages non énergétiques.

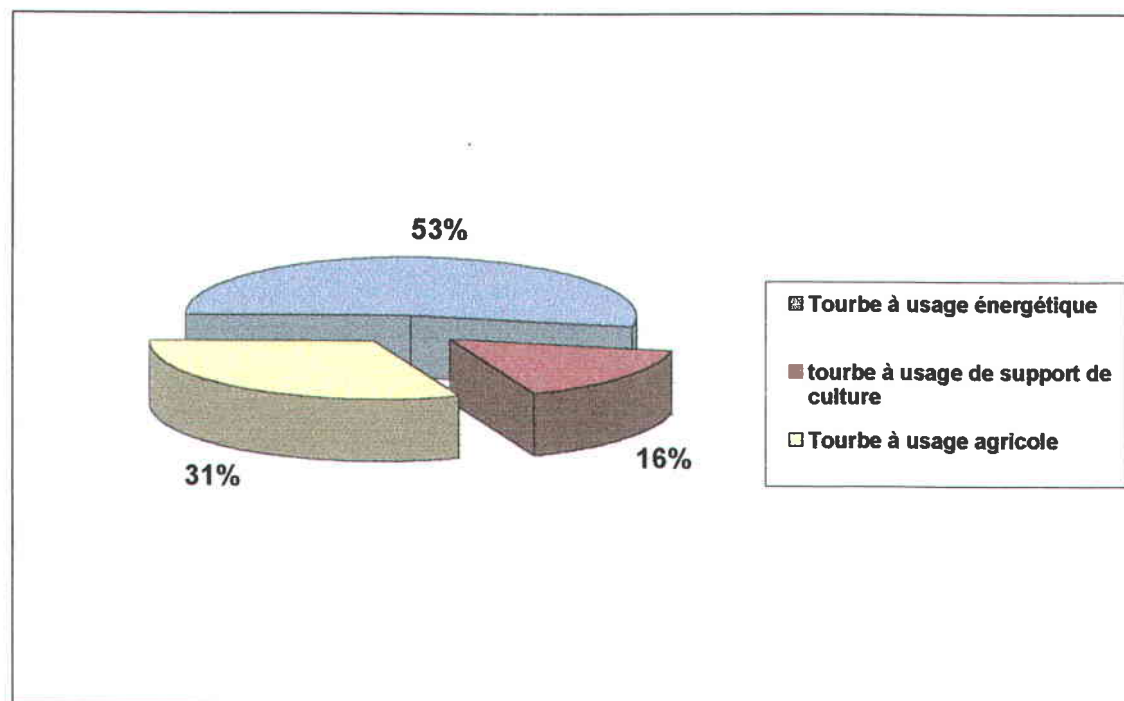


Fig. 3 - Répartition de la production mondiale de tourbe par secteurs d'utilisation.

2.1.1. Tourbe à usage énergétique (tabl. 8, fig. 4)

Avec une estimation de 83,83 Mm³ en 1995, la tourbe à usage énergétique représentait 53 % de la production commercialisée totale, l'usage se localisant dans un nombre limité de pays, tous situés en Europe continentale.

L'utilisation de tourbe en tant que combustible est, en effet, marginale en Amérique du Nord où elle reste cantonnée à des usages domestiques pour des volumes faibles qui ne sont pas intégrés aux statistiques du Département d'Etat américain. Pour ce qui concerne l'Europe des Quinze, l'Irlande et la Finlande représentent à elles seules 50 % de la production mondiale destinée à cet usage.

	Production (1995) (Mm ³)	Remarques
Finlande	25,6	5 % de la production énergétique du pays
Grande Bretagne	0,045	
Irlande	16,7	10 % de la production énergétique primaire du pays
Irlande du Nord	0,550	
Suède	2,4	
Estonie	2,1	
Lettonie	2,4	
Lituanie	0,5	
Fédération de Russie	18	
Biélorussie	15	arrêt de l'utilisation dans les centrales en 1986
Ukraine	0,54	
Total	83,83 Mm ³	

Tabl. 8 - Production de tourbe à usage énergétique dans le monde.

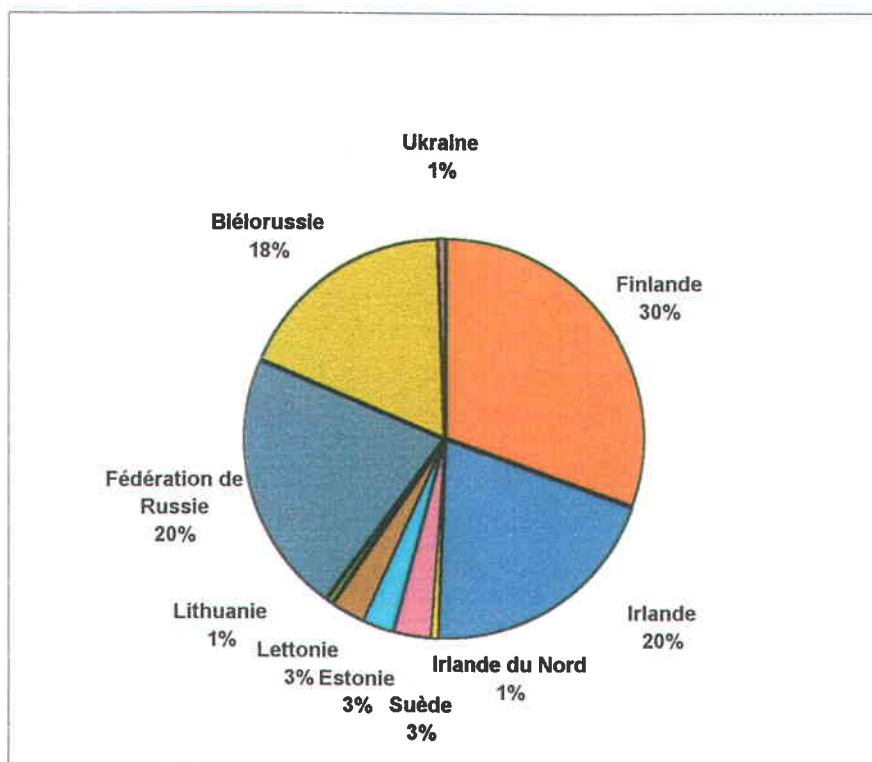


Fig. 4 - Répartition géographique de la production mondiale de tourbe à usage énergétique.

2.1.2. Tourbe à usage d'amendement organique et de support de cultures (fig. 5)

On peut estimer grossièrement (source USGS, IPS) que sur la totalité de la production mondiale, 25 Mm³, soit 16 % concernent les supports de culture, le reliquat, soit environ 49,17 Mm³ (31 %) étant représenté par la tourbe à usage d'amendement organique (tourbe « agricole » au sens large). Celle-ci est surtout utilisée dans les ex-pays de l'URSS avec les difficultés d'accès aux statistiques que l'on peut imaginer, surtout pour ce qui relève de la consommation des fermes collectives.

Compte tenu de ces incertitudes et de l'imprécision des données statistiques quant à la ventilation par secteurs d'utilisation, il nous a paru raisonnable, pour ce qui va suivre, d'agréger toutes les données concernant les domaines autres que combustibles, les utilisations dans les autres secteurs, charbon actif, balnéothérapie notamment restant marginales.

La disparité entre les zones géographiques représentées par l'Europe des Quinze, la CEI, les pays baltes et l'Amérique du Nord est encore une fois flagrante. Il est significatif de souligner que pays baltes et Amérique du Nord présentent des productions comparables malgré leurs tailles différentes (environ 6 %).

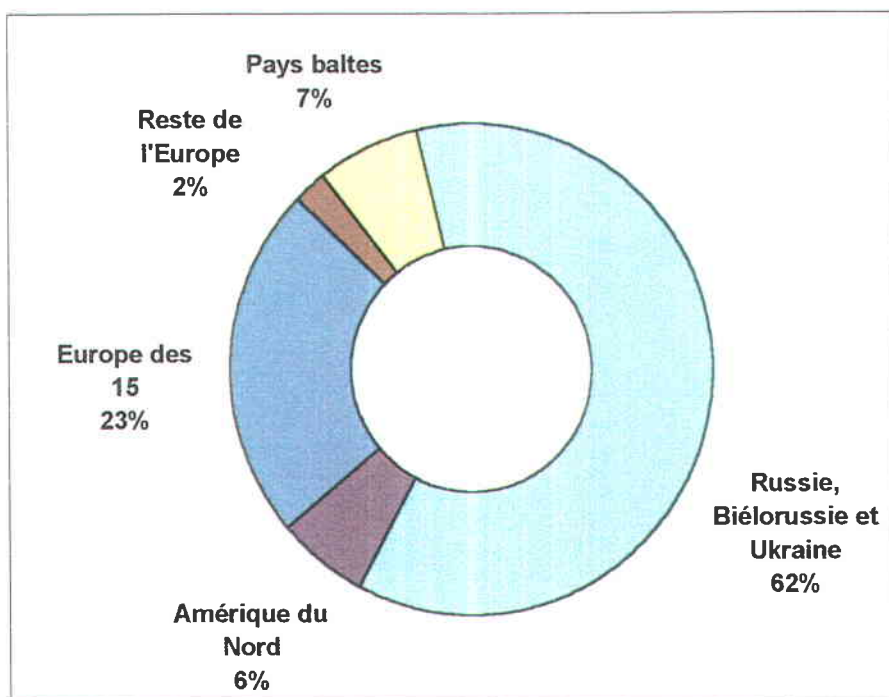


Fig. 5 - Répartition géographique de la production mondiale de tourbe à usage de support de culture et d'amendement organique (situation en 1995).

Plus significative encore est l'évolution de la production de tourbe au cours des 25 dernières années pour l'Europe des Quinze et la France. Elle sera détaillée dans le chapitre suivant.

2.2. ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DANS L'EUROPE DES QUINZE AU COURS DES 25 DERNIÈRES ANNÉES

L'Europe des Quinze avec 40 % de la production mondiale totale et respectivement 28,5 % des tourbes destinées aux supports de culture et 71,5 % des tourbes destinées à un usage énergétique constitue donc un acteur majeur dans le domaine de l'extraction des tourbes.

Cette production a néanmoins profondément évolué au cours des 25 dernières années. L'utilisation de la tourbe comme source d'énergie a progressivement disparu dans les pays les plus industrialisés d'abord pour les usages industriels et les centrales électriques puis, avec l'élévation des niveaux de vie des populations, pour les usages domestiques. Ressource par essence locale, l'utilisation en a cependant été développée dans les pays disposant à la fois d'abondantes ressources et d'une longue tradition. Pour ces pays, les différents chocs pétroliers intervenus à partir de 1970, en renchérissant les sources d'énergies alternatives ont souvent servi de facteurs déclencheurs. C'est notamment le cas de l'Irlande et de la Finlande où des politiques gouvernementales volontaristes de valorisation ont été initiées au niveau gouvernemental et relayées par les entreprises

publiques (Bord Na Mona en Irlande, Vapo oy en Finlande). Il s'est notamment agi, en Irlande du « Private bog development Scheme » de 1981. La tourbe représentait 10 % des ressources énergétiques primaires utilisées en Irlande dans les années 1990.

La Finlande, de son côté, continue à développer les techniques de valorisation de la tourbe dans le domaine énergétique, celle-ci contribuant à la production de 5 % (soit 24,5 TWh) de l'énergie consommée dans le pays (source E. Lappalainen dans Global Peat).

Cette double évolution est particulièrement nette dans le tableau 9 où, globalement au niveau de l'Europe des Quinze, la production a augmenté de 269 % entre 1970 et 1980 et de 14,5 % entre 1980 et 1995.

	Données Kivinen 1970 en kt	Données Kivinen/I.P.S. 11980 En kt	Variations 1970-1980	Données Lappalainen- Sopo 1995 en kt	Variations 1980-1995	Remarques
Allemagne	2133	250	- 88 %	n.d.	n.d.	
Autriche	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.	
Belgique	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.	
Danemark	108	n.d.	arrêt de la production	/	/	
Espagne	n.d.	n.d.		n.d.	n.d.	
Finlande	228	3100	+1259 %	7680	+ 147 %	
France	100	50	- 50 %	/	/	Arrêt de l'utilisation à Baupre en 1995
Grande Bretagne	133	50	- 38 %	15		
Irlande du Nord	cf. ci- dessus	cf. ci-dessus	/	100 à 200		
Grèce	n.d.	n.d.	/	n.d.	n.d.	
Hollande	n.d.	n.d.	/			fin extraction industrielle en 1992
Irlande	377	5572	+ 1377 %	5600	+ 0,5 %	
Italie	n.d.	n.d.	/	n.d.	n.d.	
Luxembourg	n.d.	n.d.	/	n.d.	n.d.	
Portugal	n.d.	n.d.	/	n.d.	n.d.	
Suède	266	n.d.	/	720	n.d.	
Total	3346	12367 kt	+ 269 %	14165 kt	+ 14,5 %	

Tabl. 9 - Evolution de la production de tourbe à usage énergétique depuis 1970 dans l'Europe des Quinze. Les données sont exprimées en milliers de tonnes, l'humidité des produits pouvant varier entre 35 et 55 %.

Pour les autres domaines d'utilisations, il conviendrait de distinguer l'usage comme amendement agricole, où la tourbe est le plus souvent utilisée brute et celui des supports de culture, où la tourbe participe encore souvent de façon prédominante à la fabrication de produits spécifiques plus élaborés. Les enjeux économiques étant bien différents dans les deux secteurs. En l'absence d'informations suffisantes, nous avons dû les regrouper (tabl. 10). Là encore, il est possible d'assister à une véritable explosion au cours des années 1970. La tendance se maintient encore au cours de la décennie suivante, puisque la production a doublé entre 1980 et 1995. Au total, c'est donc par un facteur 5 que la production aura été augmentée entre 1970 et 1995.

	Données Kivinen 1970	Données Kivinen /I.P.S.1980	Variations 1970-1980	Données Lappalainen -Sopo 1995	Variations 1980-1995	Remarques
Allemagne	750	6500	+ 767 %	10 000	+ 54 %	
Autriche		n.d.				
Belgique		n.d.				
Danemark		324	n.s.	500	+ 54,3 %	
Espagne		n.d.	n.d.			
Finlande	500	685	+37 %	1200	+ 75 %	
France	50	300	+500 %	520	+ 73 %	
Grande Bretagne		1500	n.s.	1500	/	
Irlande du Nord	voir ci- dessus	voir ci- dessus	Voir ci- dessus	100	/	
Grèce		n.d.	n.d.			
Hollande	n.d.	n.d.	n.d.			fin extraction industrielle en 1992
Irlande	1850	1133	- 39 %	1800	+ 59 %	
Italie						
Luxembourg						
Portugal						
Suède		800	n.s.	1100	+ 37,5 %	
Total	3150	11242	+ 257 %	16270	+ 44,72 %	

Tabl. 10 - Evolution de la production de tourbe à usage d'amendement et de support de cultures entre 1970 et 1995 dans l'Europe des Quinze. Les données sont exprimées en milliers de m³, l'humidité des produits étant inférieure à 55 %.

Il conviendrait cependant de distinguer cette évolution suivant les différents types de tourbe. Ainsi, en Allemagne, si la production a presque doublé dans le domaine des supports de culture, entre 1965 et 1997, passant de 4,4 Mm³ à 8,9 Mm³, la part de la tourbe blonde est passée de 98 % à 33,7 % (Falkenberg dans The Spirit of Peatlands, 1998), la tourbe noire conditionnée après avoir été exposée au gel représentant le reliquat. Cette évolution traduit la prépondérance en Allemagne des ressources en tourbe noire mais surtout l'évolution des pratiques culturales avec le développement des terreaux en mottes pour semis.

2.3. PRODUCTION FRANÇAISE ET ÉVOLUTION

La production de tourbe en France a un ancrage historique ancien. Les statistiques disponibles à partir de 1835 (dans G. Dubois, « les tourbières françaises » édité en 1949) montrent l'importance de cette production jusqu'en 1887 où elle dépassait 200 000 t par an (produit sec), le maximum ayant été enregistré en 1845 : 646 379 t.

Le déclin a été ensuite continu jusque dans les années 1970 avec un minima en 1939 à 15 010 t, la production ne reprenant que pendant les périodes de guerre : 129 000 t en 1918 ; 208 000 t en 1942 (fig. 6). En rythme annuel, la production française n'a retrouvé des niveaux dépassant 200 000 t qu'à partir de 1980.

Si les prélèvements cumulés de tourbe réalisés entre 1835 et 1945 (110 ans), sont de 22 775 115 t de tourbe sèche, la production sur la période 1945-1990 ne dépasse pas 10 millions de tonnes de produit sec. Au cours de la reprise d'activité récente, les zones de production principales situées dans les grandes vallées (tourbières basses neutro-alcalines où domine la tourbe noire) ont conservé une place prépondérante malgré des ouvertures d'exploitation de tourbières bombées (tourbe blonde de sphaignes) dans le Cantal, l'Aveyron ou les Pyrénées-Atlantiques. Le tableau 11 montre ainsi que les zones d'extraction de Loire-Atlantique, de la Manche, de la Seine-Maritime, de l'Isère et des Ardennes cumulent 88,5 % du total en 1980 et 76,1 % en 1995.

Départements	Production 1980 t. sur sec	Part de la production nationale	Production 1995 t. humide	Part de la production nationale	Nombre de sites 1995
Ain	500 t	0,2 %	4000	0,93 %	1
Ardèche	/	/	4000	0,93 %	1
Ardennes	19 600 t	8 %	17600	4,11 %	1
Aude	1800 t	0,8 %	/	/	
Aveyron	/	/	6800	1,59 %	1
Cantal	/	/	2400	0,56 %	2
Charente Maritime	/	/	1000	0,23 %	1
Doubs	/	/	3000	0,70 %	1
Essonne	5039 t	2,2 %	15 000	3,51 %	1
Ille et Vilaine	/	/	8 000	1,87 %	1
Isère	17 556 t	7,9 %	80 000	18,7 %	2
Landes	/	/	20 000	4,67 %	1
Loire Atlantique	52 000 t	23,4 %	91 000	19,4 %	3
Lozère	2475 t	1,1 %	/	/	
Manche	70 200 t	31,6 %	100 000	23,37 %	2
Marne	22 015 t	10 %	18 600	4,34 %	1
Puy de Dome	8 000 t	3,6 %	6 000	1,4 %	1
Pyrénées Atlantiques	1600 t	0,7 %	15 000	3,5%	2
Saône et Loire	600 t	0,2 %	/	/	
Seine Maritime	38985 t	17,6 %	40 000	10,52 %	1
Vienne	1000 t	0,4 %	/	/	
Total	221556 t		427 900 t		

Tabl. 11 - Répartition de la production française de tourbe par départements en 1980 et 1995.

Nota : les données ne sont pas comparables entre les différentes années, puisqu'elles concernent des matériaux aux taux d'humidité différents.

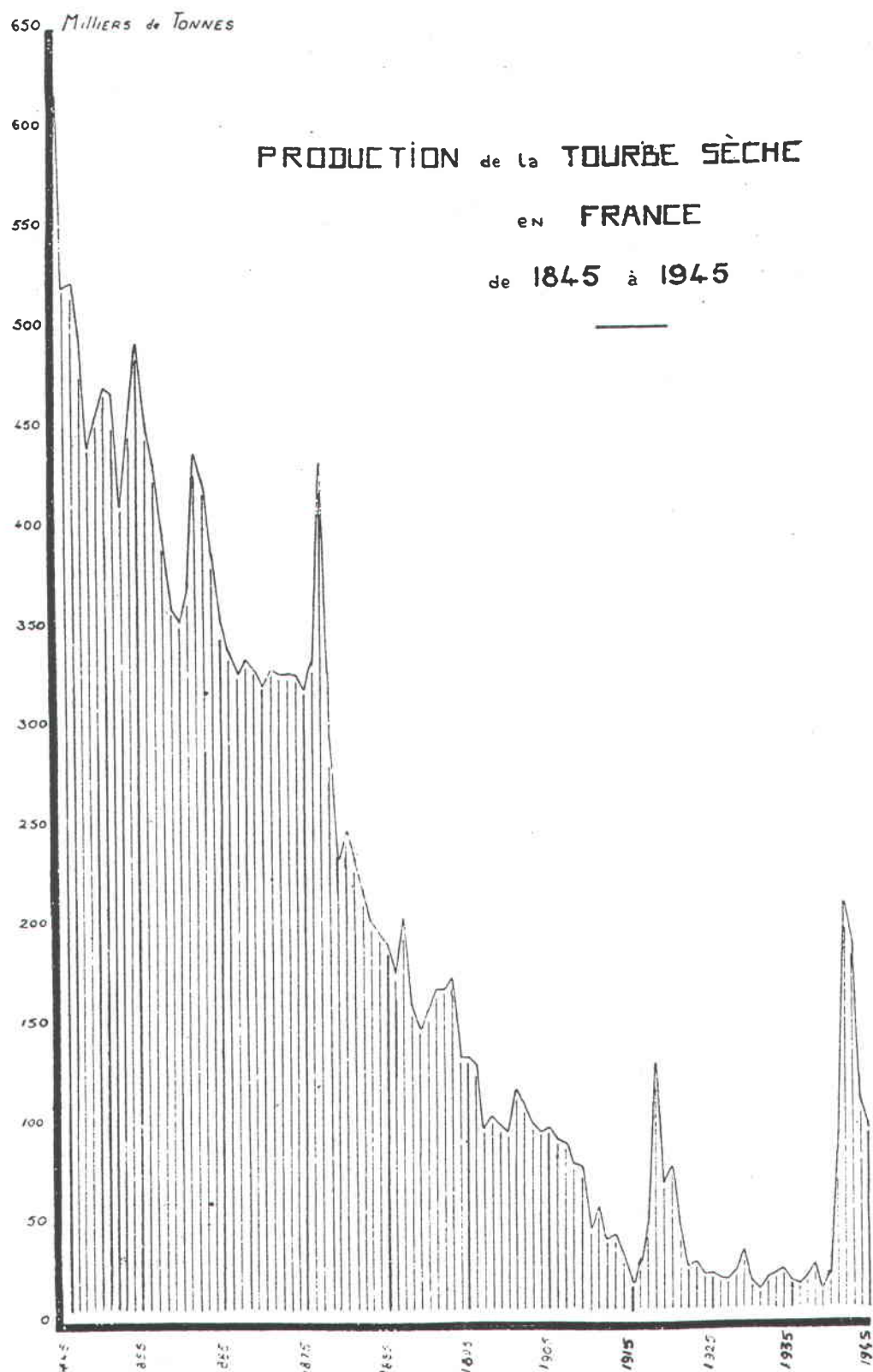


Fig. 6 - Evolution de la production de tourbe sèche en France entre 1845 et 1945.

En 1998, 29 sites d'exploitations disposaient d'autorisations d'extraction en cours de validité. L'exploitation ne se poursuivait cependant que sur 23 sites pour une surface totale concernée de 839 ha. Les principales caractéristiques de ces sites, identifiés par le nom de la commune où ils se trouvent sont présentées en annexe. La figure 7 situe ces sites d'extraction sur fond de répartition schématique des tourbières.

La capacité totale de production française est estimée à 520 000 m³ (densité voisine de 1) destinée à 94 % à la fabrication de supports de culture, le reliquat étant notamment utilisé comme amendement dans le domaine de la viticulture (environ 30 000 m³ par an). Un total de 18 sociétés assure cette production.

7 sites, avec une capacité de production supérieure à 15 000 m³ assurent plus de 70 % de la production totale.

L'extraction de tourbe à usage de combustible a cessé en France en 1994 sur le seul site subsistant, dans les marais de Gorges et Saint-Jores (Baupré), dans la Manche, près de Carentan. La présence d'une ressource énergétique y avait, après la guerre, suscité l'implantation d'une fabrique d'additifs alimentaires. L'activité industrielle se poursuit actuellement avec d'autres sources d'énergies, une tourbe brune de sphaignes et d'hypnacées y est encore cependant exploitée pour la fabrication de supports de culture avec une capacité de production annuelle de 100 000 m³.

Les tourbes brunes à noires de carex, le plus souvent neutro-alkalines, représentent l'essentiel de la production en France. La tourbe blonde ne dépasse pas 45 000 m³, soit environ 8 % du total, répartis entre 5 centres d'extraction situés dans le Massif central et dans les Pyrénées-Atlantiques et accessoirement en Loire-Atlantique (Sucé-sur-Erdre).

Pour 4 sites : Ambès (33), La Clotte (17), Vuillecin (25) et Saint-Sauveur-le-Vicomte (50), la tourbe constitue un sous-produit de l'extraction de sables et granulats. Ces 4 sites ne totalisent cependant qu'une capacité de production annuelle inférieure à 20 000 m³ (< 4 % de la production nationale). Dans ces derniers cas, la tourbe constitue un produit de découverte dont le décapage est un préalable à l'exploitation du granulat.

Après l'augmentation significative de la production entre 1980 et 1995 (73 % cf. tabl. 10), essentiellement imputable aux usages non énergétiques, la production française est restée stable au cours des cinq dernières années.

A l'exception d'un seul site, tous les arrêtés d'autorisation d'extraction arriveront à échéance en 2010.

La poursuite de l'extraction de tourbe en France au-delà de cette date est donc problématique si de nouveaux sites potentiellement exploitables, compte tenu des contraintes réglementaires et environnementales, ne sont pas individualisés.



**Zone de tourbières
d'après Inventaire Dubois,
Institut Européen d'Ecologie
et ENF**

**Tourbe extraite (tonnes)
Situation à fin 1999**

- Tourbière isolée
- Faible densité de tourbières
- Forte densité de tourbières

- ▲ Plus de 60 000 tonnes
- ▲ 15 000 à 60 000 tonnes
- ▲ 5 000 à 15 000 tonnes
- △ Moins de 5 000 tonnes



Fig. 7 - Tourbières françaises et sites d'exploitation.

2.4. LES PRODUCTEURS ET TRANSFORMATEURS EUROPÉENS ET FRANÇAIS

2.4.1. Tourbe à usage énergétique

Il s'agit d'une activité qui reste spécifique à certains pays. Nous ne donnerons, ci-après, que les références des deux plus grandes sociétés européennes du secteur, qui, dans chacun des 2 pays concernés, l'Irlande et la Finlande représentent à elles seules 80 à 90 % des capacités de production pour ce type d'utilisation.

Le principal producteur irlandais est Bor Na Mona, organisme public qui maîtrisait 62 % du domaine des tourbières en exploitation en Irlande, évalué à 1 100 km² en 1995 (source : global peat). Cette société dispose d'une capacité de production annuelle de 3 millions de tonnes (~ 9 millions m³) de tourbe pulvérisée destinée aux centrales électriques et d'une capacité de production de 1 million de tonnes (~ 3 millions m³) de tourbe en briquettes destinées à un usage combustible domestique ou industriel (source Bor Na Mona). En complément, elle dispose d'une capacité de production de 1,5 millions m³ destinée aux supports de culture.

En Finlande, la société d'état Vapo oy est à la fois chargée de l'exploitation et de la promotion de l'utilisation de la tourbe dans le domaine énergétique. Sa capacité de production est estimée supérieure à 6 millions de tonnes (> 18 Mm³).

2.4.2. Tourbe à usage de supports de culture et amendement agricole

Seul le domaine des supports de culture sera abordé dans la mesure où il constitue une véritable filière depuis l'extraction jusqu'à l'élaboration de produits largement diffusés à l'échelle européenne. A défaut de réaliser un panorama exhaustif des principales sociétés du secteur qui dépasse le cadre de cette étude, nous essaierons de présenter les caractéristiques de la profession à l'échelle européenne et française.

L'industrie européenne des supports de culture est largement dominée par des sociétés allemandes et hollandaises qui, pour les plus importantes, tendent à maîtriser la totalité de la filière depuis l'extraction jusqu'à la transformation et la commercialisation. Face à la diminution des réserves exploitables en Allemagne ou l'arrêt de l'exploitation industrielle en Hollande, ces sociétés s'assurent des réserves pour le moyen terme dans les pays baltes, par la conclusion d'accords de partenariat ou par rachat.

Les leaders du secteur sont représentés par les sociétés Klassmann, Floragard et ASB Greenworld en Allemagne et la société De Baat-Griendveen-Dega en Hollande, cette dernière étant issue du rapprochement de trois sociétés en 1999. Ces sociétés ont des capacités annuelles de production de supports de culture qui dépassent 2,5 millions m³. Leurs capacités de production annuelle de tourbe dépassent 2 millions m³.

En France, la profession est encore très éclatée, avec des capacités de production de supports de culture qui peuvent varier de 5 000 m³ à 300 000 m³ suivant les entreprises. La profession est représentée par environ 60 sociétés pour un chiffre d'affaires global

dans les supports de culture et les amendements organiques d'environ 1 300 millions de francs. Sur ce total, seules trente sociétés assurent l'élaboration de supports de culture en France, les autres s'approvisionnent sur le marché français ou européen.

Il est prévisible que les phénomènes de consolidation en cours au niveau européen affecteront également la profession, en France, dans les années à venir. Ce, d'autant plus que le marché des supports de culture, après une forte progression arrive à maturité, les capacités de production n'étant employées qu'entre 75 et 80 % .

Les principales sociétés intégrées depuis, l'extraction en France, la fabrication de supports de culture et leur commercialisation sont :

- Biolandes (40) ;
- Humuland (40) ;
- Humustar (63) ;
- Florentaise (44) ;
- L.G.I. Terreaux (13) ;
- Dumona France (38) ;
- Pyrénées Tourbe (64) ;
- SKW Biosystems (50) ;
- Tourbières de France (44).

Ces sociétés disposent de capacités d'extraction unitaires qui ne dépassent pas 120 000 m³ par an pour des volumes de produits transformés qui peuvent, pour certaines d'entre elles dépasser 300 000 m³. Elles doivent donc également avoir recours à de la matière première d'importation : tourbe blonde mais aussi tourbe noire. Parmi les sociétés non productrices de matière première, en France, opérant sur le marché français citons la société américaine Scott qui vient de racheter les actifs de Rhône Poulenc Jardin, les sociétés ASB Greenworld (Allemagne), Varenne Environnement (Or Brun, France), BASF (Allemagne), Floragard (Allemagne) Klasman (Allemagne), Tolsa (Espagne), Agrofino (Belgique), Faliénor (France).

2.5. LES ORGANISATIONS PROFESSIONNELLES NATIONALES ET INTERNATIONALES

Au niveau français, il n'existe pas d'organisations professionnelles spécifiques aux producteurs de tourbe.

La Chambre syndicale des fabricants d'amendements organiques, de supports de culture et de leurs dérivés (CAS) regroupe, par adhésion volontaire, tous les professionnels des secteurs concernés. L'organisation regroupe environ 80 % des sociétés élaborant et ou

commercialisant des supports de culture en France, qu'elles soient productrices de tourbe ou non. Les sociétés affiliées assurent plus de 90 % du chiffre d'affaires annuel dans le domaine des supports de culture.

Au niveau international, l'International Peat Society dont le secrétariat se trouve en Finlande, est une ONG sans but lucratif, destinée à promouvoir la coopération internationale dans tous les domaines concernant les tourbières, la tourbe et les produits dérivés.

Au sein de cette association sont notamment représentées, les associations de producteurs anglaises, finlandaises, suédoises, norvégiennes, estoniennes, allemandes, lithuaniennes et polonaises.

La commission n° 2 de l'IPS constitue l'IPPA (International Peat Producers Association) qui regroupe à titre individuel les représentants des producteurs.

3. Répartition de la consommation dans chacun des secteurs d'utilisation

3.1. COMBUSTIBLES

En l'absence de données détaillées pour la Finlande et la Suède, nous présenterons le cas de l'Irlande. D'après Bor Na Mona, en Irlande, en 1995 la tourbe à usage énergétique était destinée à 40 % aux centrales électriques, sous forme pulvérisée, à 13 % pour les usages industriels et domestiques sous forme de briquettes. L'utilisation directe pour les usages domestiques, qui représentait encore 47 % de la consommation en 1995 est descendue à 35 % en 1996. La consommation apparente de l'Irlande est supérieure à 4 millions t.

3.2. SUPPORTS DE CULTURE ET USAGES AGRICOLES s.l.

Face à la disparité des données, nous présenterons successivement la situation aux Etats-Unis, en Allemagne et en France, pour mieux souligner les différences culturelles. Aux Etats-Unis, la ventilation présentée (tabl. 12) correspond aux ventes des producteurs américains en 1997 suivant les différents types botaniques retenus par la classification ASTM (American Society for Testing and Materials) : tourbe de sphaignes, tourbe d'hypnacées, tourbe de roseaux et carex et tourbe humique. Cette répartition ne prend en compte que 43 % de la consommation, la destination et la nature des importations canadiennes (tourbe de sphaignes essentiellement) n'étant pas prise en compte. Elle n'a donc qu'une valeur indicative.

	Tourbe de sphaignes (m ³)	Tourbe d'hypnacées (m ³)	Tourbe de roseaux et carex (m ³)	Tourbe humique (m ³)	Total (m ³)
Vermi-compost	233	382	1530	688	2830
Amendement	156 000	16 500	478 000	7 180	658 000
Surfaçage de terrains de golf	19 100	2290	18 200	2410	41 900
Supports de culture s.s.	128 000	18 400	242 000	7 200	396 000
Amendements mixte	917	/	38 200	1 020	40 200
Culture de champignons	18 000	/	/	/	18 000
Pépinières	77 000	3 490	66 600	5340	152 000
Horticulture	38 000	/	/	77 800	116 000
Supports de germination	/	/	21 400	/	21 400
Maraîchage	18 000	2 290	3 980	1 600	25 900
Autres	21 000	/	320	14 400	35 700
Total	477 000 m ³	43 400 m ³	870 000 m ³	118 000 m ³	1 510 000 m ³

Tabl. 12 - Répartition de la consommation de la tourbe produite aux USA suivant les différents types botaniques (d'après USGS).

Le tableau présenté, permet néanmoins de souligner la part importante de la tourbe réservée à des usages spécifiques notamment dans le domaine de la culture du champignon ou de l'aménagement des terrains de golfe.

La tourbe, aux Etats-Unis, reste également dans une large mesure utilisée sous forme brute : 40,53 % pour la tourbe de sphaignes, 44,15 % pour les tourbes d'Hypnacées, 59,41 % pour les tourbes herbacées et 8,77 % pour les tourbes humiques. Les volumes limites de tourbe humique en jeux traduisent bien sa faible adéquation pour les usages non énergétiques.

En Allemagne, 60 % de la tourbe extraite est destinée aux usages professionnels, 20 % pour les usages grands publics (supports de culture ou amendement) et 20 % pour les usages industriels (charbon actif et fabrication de coke à partir de tourbe noire) (d'après P. Steffens dans Global Peat).

En France, dans le seul domaine des supports de culture, la part des usages professionnels (maraîchage, horticulture, pépinière), ne représente que 40 à 45 % des volumes sur un total estimé en 1998 à 4 000 000 m³, le reliquat étant représenté par les usages grands publics (com. orale CAS).

4. Les flux commerciaux et leur évolution récente, la consommation apparente

Les flux d'échanges concernent majoritairement la tourbe à usage de support de culture. Ces flux restent cantonnés dans les différentes zones économiques en raison des coûts de transport, mais aussi des spécifications des produits et donc des habitudes de consommation. Si des flux d'échanges transatlantiques existent, ils restent cependant marginaux : les Etats-Unis ont ainsi, en 1996, importé 5 000 m³ de tourbe en provenance d'Irlande et du Danemark (source USGS). L'estimation de la consommation apparente est d'autant plus difficile que les volumes de stocks sont rarement mentionnés. Hors, compte tenu de la saisonnalité de l'activité et des délais de mise en œuvre de la matière première après son extraction, ils représentent souvent plus d'un an de production. La consommation apparente exprimée ici correspond donc à la production diminuée des exportations et majorée des importations.

Les plus grands pays consommateurs de tourbe horticole (s.l.) sont, au niveau mondial, la Hollande, les USA, l'Allemagne, la France, la Grande Bretagne, l'Espagne et l'Italie (tabl. 13) : (modifié d'après G. Hood, dans *Peat in Horticulture*, 1997 ; Global Peat, Eurostat et U.S.G.S.).

Si, en 1995 les exportations des pays baltes pouvaient être estimées à 3,8 millions m³, soit 57 % des importations des pays de l'Europe des Quinze, leur part s'est accrue depuis lors avec une focalisation à partir de l'Estonie. Un indicateur de cette tendance est donné par la valeur de la production totale de tourbe estonienne, qui d'après l'Office de la statistique estonien, est passé de 54 millions de couronnes en 1993 à 183 en 1995 et 232 en 1997.

4.1. ÉVOLUTION DES FLUX D'ÉCHANGES AU NIVEAU EUROPÉEN

L'évolution récente des flux d'échanges au niveau européen traduit les difficultés d'accès à la ressource dans les pays de l'Europe des Quinze. Celle-ci est due d'une part, à la raréfaction des ressources pour les qualités les plus recherchées (i.e. les tourbes blondes de sphaignes) dans les pays les plus gros consommateurs, mais surtout aux actives politiques de préservation des milieux humides mises en œuvre par les organisations de protection de la nature, politiques relayées par les réglementations européennes et nationales.

Compte tenu des difficultés d'accès à la ressource, il est possible d'assister à un report des sources d'approvisionnement vers des pays externes à l'UE qui disposent à l'échelle nationale d'abondantes ressources de qualités adaptées, dans un contexte réglementaire moins contraignant. C'est actuellement le cas des pays baltes dont l'éloignement géographique est compatible avec un maintien de coûts CIF (Cost Insurance and

Freight) acceptables. Dans un contexte de consommation en croissance régulière, il est à prévoir que demain, ce pourrait être le cas de la Biélorussie ou de la Russie.

Pays	Production (1995) en Mm ³	Volumes d'exportations (1995) en Mm ³	Volumes d'importations estimation 1995 en Mm ³	Estimation de la consommation	Remarques
U.S.A.	1,8	négligeables	1,9	3,7	source USGS
Canada	2,7	2,1 Mm ³	/	0,6	source USGS
Total Amérique du Nord	4,5 Mm ³	2,1	1,9	4,3	données probablement minorées
Allemagne	10	4,3 Mm ³	1,0	6,3	
Espagne	0,5	négligeables	0,300	0,8	
France	0,520	0,020	1,72	2,2	
Grande Bretagne	1,45	négligeables	0,900	2,35	
Hollande	/	0,5 (sous forme brute)	2,5	2,6	
Irlande	1,9	1,2 Mm ³ (estimé)	/	0,7	
Italie	/	n.d.	0,250	0,250	
Finlande	1,2	< 0,3 M m ³	/	0,9	
Suède	1,1	n.d.	n.d.	1,1	
Autres	0,5 (estim.)	/	2,65	2,15	
Total Europe des Quinze	16	6,32	6,62	19,35	
Japon	/	négligeables	0,920	1	
Estonie	2,4 E	2,0 Mm ³ (estimé)	/	0,4	Estimation
Lettonie	1,8	1,3 M m ³	/	0,5	Estimation
Lithuanie	1	<0,5 M m ³	/	0,5	Estimation
Total Pays Baltes	5,2	3,8	/	1,4	

Tabl. 13 - Flux d'échanges et consommation de tourbe horticole (s.l.) au niveau mondial, compte non tenu de la CEI.

Dans ce contexte, la Hollande constitue une véritable plaque tournante de la tourbe en Europe. Bien que ne disposant plus de ressources à l'échelle nationale, elle draine en effet et redistribue, après valorisation, plus du quart des volumes échangés au niveau européen.

La focalisation des sources d'approvisionnement jointe à la concentration des acteurs, risque d'engendrer des tensions sur les prix. Ainsi, en 1998, les mauvaises conditions climatiques prévalant dans les zones de récoltes ont fait craindre des difficultés d'exploitation et donc une pénurie dont l'anticipation a occasionné une flambée des prix de près de 30 %. Si ceux-ci ont depuis retrouvé leurs cours antérieurs, la matière

première fournie pendant cette période présentait une grande irrégularité de qualité avec notamment de grandes variations dans l'humidité des produits livrés.

Le risque, dans un tel contexte, est d'assister, d'une part à la fragilisation des acteurs nationaux très dépendants des importations, mais aussi d'aboutir à des flambées de prix sur les produits transformés à destination aussi bien des professionnels que du grand public.

4.2. ÉVOLUTION DES FLUX D'ÉCHANGES AU NIVEAU FRANÇAIS

En 1997, les importations françaises de tourbe, toutes catégories confondues, étaient évaluées à 1 720 000 m³ (source DNSCE, Direction Nationale des Statistiques du Commerce Extérieur), pour des exportations limitées à 21 000 m³, soit une consommation apparente de 2 200 000 m³, et un taux de couverture des besoins inférieur à 25 %.

Les flux d'importations étaient assurés par l'Allemagne (47 %), les Pays-Bas (14 %), la Belgique et le Luxembourg (15 %), l'Irlande (11 %) et l'Estonie (8 %), le reliquat étant représenté par la Finlande et les autres pays baltes. La part des Pays-Bas ne prend ici en compte que les produits bruts et ne reflète donc pas la place de cette nation dans les échanges.

Les importations en France se font à plus de 90 % par voie maritime, le reliquat étant assuré par route, même en provenance des pays baltes. Les transports par voie fluviale, pour des questions de gabarit, ne semblent pas présenter d'avantage sur les prix par rapport au transport routier.

5. Prix

Les prix de la tourbe blonde de sphaignes rendue usine varient entre 120 et 150 F/m³ HT, alors que les prix de la tourbe noire herbacée importée fluctuent entre 80 et 100 F/m³ HT.

Suivant les types botaniques, les prix de la tourbe française peuvent varier entre 40 et 60 F/m³ HT départ carrière.

En fonction du mode d'acheminement des volumes concernés, mais aussi du type de conditionnement des produits : vrac, big bags de 4 500 à 6 000 l, ballots de 150 à 300 l, la part du transport varie entre 50 et 60 % dans le coût final de cette matière première.

La qualification des matières premières qui garantira aux transformateurs finaux une régularité dans les qualités approvisionnées interviendra notablement sur les prix rendus usine. Cette qualification est réalisée par des organismes de certification, notamment hollandais (RHP).

La difficulté de garantir une qualité régulière réside particulièrement dans les fluctuations de l'humidité du matériau et corrélativement dans le taux de foisonnement attendu, mais aussi, dans le mode de préparation de la matière première. Le taux de foisonnement est d'environ 20 % pour les approvisionnements maritimes en vrac avec une tourbe blonde dont la masse volumique est de 120 ou 150 kg/m³. Il pourra cependant être fortement réduit si la densité de la tourbe blonde atteint ou dépasse 200 kg/m³.

6. Les tourbières : genèse, typologie et répartition

Pour mériter le nom de tourbière, une zone humide devra présenter un dépôt palustre renfermant au minimum 20 % de matière organique s'il est dépourvu d'argile.

L'accumulation peut se maintenir sur de longues périodes et aboutir à des puissances qui peuvent atteindre 30 m comme à la grande pile en Haute-Saône ; par convention, le terme de tourbière est réservé aux dépôts d'une puissance supérieure à 0,30 m (0,40 ou 0,45 m pour certains auteurs). Avec des épaisseurs inférieures, on parlera de milieux para-tourbeux.

Cette accumulation pour les pays de l'hémisphère nord peut être pérenne depuis les dernières glaciations (11 000 à 14 000 ans). On connaît au Rwanda (tourbière de Kamiranzovu) des dépôts palustres qui se sont effectués entre - 37 000 ans et - 11 000 ans.

En fait, l'accumulation de matière organique est conditionnée par la permanence de deux bilans excédentaires : celui de la matière végétale produite sur place qui doit l'emporter sur la décomposition et celui de l'eau, le sol, malgré l'évapotranspiration devant rester engorgé. La pérennité de « l'écosystème tourbière » devra donc être maintenue dans le temps.

Le taux d'accumulation est variable, l'épaisseur d'une tourbière n'aura donc pas de rapport direct avec son âge. L'accroissement du dépôt est en moyenne de 0,6 mm par an pour les tourbières françaises mais peut atteindre 2 mm pour des tourbières de mangrove voire 5 mm pour les tourbières ombrogènes d'altitude en Irian Jaya. Les tourbières ombrogènes du Canada ou de Sibérie présentent un accroissement annuel qui peut évoluer entre 0,6 mm et 1,36 mm.

« Le monde des tourbières et des marais », ouvrage encyclopédique réalisé sous la coordination d'O. Manneville a présenté le mode de formation, la dynamique des complexes tourbeux, leur typologie ainsi que leur répartition géographique (p. 35 à 79). Les éléments présentés ci-après concernant ces différents thèmes ont été empruntés à cet ouvrage ainsi qu'au n° 41 de la Garance voyageuse consacré aux tourbières.

6.1. CONDITIONS DE FORMATION

La formation de tourbe recouvre des situations très diverses suivant :

• Les zones climatiques

Le contexte climatique optimal alliera, à des précipitations importantes, des températures modérées. Ces conditions sont notamment remplies dans l'hémisphère nord entre les latitudes 50° et 70°N. Les gradients climatiques latitudinaux pourront cependant être compensés par l'altitude, il sera donc possible d'observer des convergences typologiques entre des tourbières boréales et des tourbières d'altitude. Les contrastes saisonniers seront également déterminants pour le développement de la biomasse, le gradient de continentalité devra donc être pris en compte.

• Les apports en éléments nutritifs

Ils sont assurés, suivant les cas, par le ruissellement, la nappe phréatique ou les seuls apports atmosphériques (précipitation, condensation). Les caractéristiques géochimiques des eaux d'alimentation seront donc déterminantes. Le niveau trophique fait référence à la teneur du milieu en éléments nutritifs dissous ; ainsi, les tourbières oligotrophes (pH de 4 à 5,5) sont faiblement minéralisées, les tourbières eutrophes (pH > 6,5) sont riches en éléments dissous tandis que les tourbières intermédiaires sont qualifiées de mésotrophes (pH de 5,5 à 6,5). L'acidité du milieu mesurée par le pH peut, dans certains cas, être déconnectée du niveau trophique si, malgré l'alcalinité, les ions sont rendus indisponibles : piégeage du phosphore par le calcium ou dans le cas d'un milieu acide, lixiviation des ions calcium, phosphate et nitrate. Dans ces deux cas, l'oligotrophie peut donc correspondre à des milieux soit neutro-alcalins soit acides.

• La topographie

Elle conditionne les modes d'alimentation, de rétention ou d'accumulation en eau : l'individualisation de plans d'eau libre ou les écoulements le long d'une pente créent des conditions favorables.

• La nature du substratum

Elle intervient en fonction de sa plus ou moins grande perméabilité mais surtout de ses caractéristiques géochimiques qui seront déterminantes, surtout aux stades d'initialisation pour les apports en éléments nutritifs ou pour modifier l'activité des micro-organismes décomposeurs : en milieu acide ce sont surtout des champignons, en milieu basique des bactéries. Si, en raison de leur imperméabilité, les substratums argileux sont les plus fréquents, sables ou craies peuvent également être rencontrés.

Suivant la topographie et la nature du substratum, les situations géomorphologiques peuvent donc être variées : marais liés aux grands réseaux hydrographiques, aux phénomènes périglaciaires : (lacs de moraines) à l'activité volcanique : (lacs de cratères ou de caldeiras). Les marais tourbeux formés sur les littoraux marins pourront être alimentés par des eaux plus ou moins salées en fonction des fluctuations du niveau de la mer. Les sources et suintements de pente sont surtout présents dans les zones de relief ; diffus et fréquents sur les substratums granitiques, gréseux, micaschisteux ou volcaniques, ils sont plus localisés, mais à débit plus fort, dans les terrains sédimentaires calcaires et marneux présentant un certain relief.

• L'histoire géologique

Elle autorisera la permanence ou les fluctuations du régime du dépôt palustre. La succession lithologique observée témoignera des phases dynamiques successives de la tourbière.

Les intercalations sableuses ou limoneuses marqueront la prédominance des apports terrigènes sur l'accumulation de la matière organique, conditions réalisées notamment en périodes de crues et parfois liées aux défrichements, à des fins agricoles, des terrains voisins.

Le dépôt de tourbe enregistre ainsi les informations sur les événements qui ont eu lieu dans la région environnant la tourbière : perturbations géologiques, modification climatique, histoire de la végétation et des activités humaines. De fins lits de cinérites (cendres volcaniques) pourront ainsi constituer des niveaux repères (cf. planches photos en annexe).

L'activité anthropique pour les époques les plus récentes pourra également être enregistrée par les perturbations directes des milieux engendrés : défrichements, nous l'avons vu plus haut, avec des apports terrigènes, brûlis mais aussi aménagements hydrauliques qui vont modifier l'équilibre de l'écosystème tourbière. La tourbe fossilisera également les traces de la colonisation humaine : ossements humains (l'homme de Tollund découvert en 1950 au Danemark est parmi les plus célèbres), restes d'habitations, voies de communication (la "sweet track" dans le Somerset en Angleterre, vieille de 6 000 ans, est faite de morceaux de chênes).

La figure 8 présente différentes coupes lithologiques de profils tourbeux mis en place dans des environnements différents.

6.2. DYNAMIQUE ET TYPOLOGIE

La dynamique d'évolution d'une tourbière, à partir du moment où les conditions initiales sont remplies, sera marquée par une fermeture du milieu de plus en plus grande : le sol nu ou l'eau libre ne sont plus visibles, le nombre de strates de la végétation augmente avec une tendance au boisement. Celle-ci est liée, le plus souvent à un processus

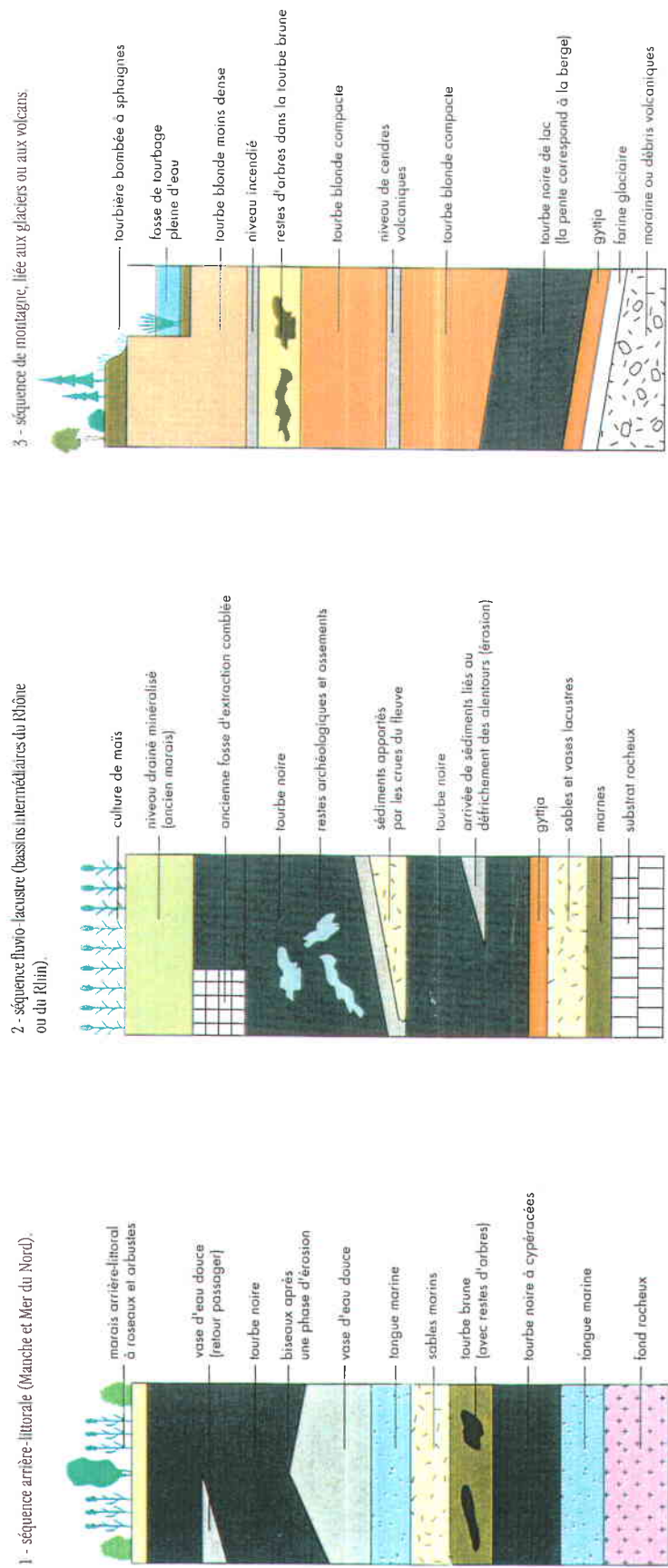


Fig. 8 – Coupes lithologiques de profils tourbeux d'après diverses sources dans le monde des tourbières et des marais.

anthropique sauf pour la colonisation par les pins à crochet qu'on ne retrouve qu'à l'étage montagnard en France.

Dans le cas d'une étendue d'eau libre initiale, l'**atterrissement** caractérisera le passage vers le milieu terrestre humide, le comblement étant causé à la fois par l'apport exogène de débris minéraux et végétaux et par la colonisation végétale du plan d'eau lui-même, celle-ci s'effectuant souvent des bords vers le centre, par les tremblants, véritables radeaux végétaux flottants qui, au fur et à mesure de leur édification laisseront tomber au fond une partie de la masse végétale. La **paludification** au contraire marquera le développement de formations tourbeuses sur un milieu terrestre humide mais sans eau libre permanente. Alors que, dans le premier cas, la colonisation végétale se fait de manière centripète, dans le second elle est centrifuge avec colonisation des milieux environnants pouvant aboutir à un véritable lissage du relief préexistant.

La richesse en éléments nutritifs peut évoluer dans le temps : l'**eutrophisation** correspond à un enrichissement en matières minérales nutritives, notamment phosphates et nitrates qu'il soit lié à l'arrivée d'effluents ou à l'accumulation de biomasse. A l'opposé, l'**oligotrophisation** marque l'appauvrissement du milieu en ions assimilables ; elle peut être due à l'action conjuguée d'un lessivage par les eaux de pluie, d'un apport externe insuffisant et d'une acidification du milieu par les acides humiques et fulviques notamment liés aux résineux ou aux éricacées. L'**ombrotrophisation** marque le passage à une alimentation hydrique directe et exclusive par les précipitations, elle s'accompagne en général d'une oligotrophisation et d'une acidification.

L'assèchement de la tourbière, marqué par la diminution de l'hydromorphie de surface, tendra à se réaliser, sauf dans les régions au climat très humide toute l'année. Cet assèchement, lié à l'abaissement de la nappe ou à l'exhaussement du niveau du sol, pourra être d'origine naturel ou anthropique. Il aboutira à la **minéralisation finale de la surface de la tourbière et donc à l'arrêt des processus de tourbification**.

Cette évolution vers la minéralisation finale n'est cependant pas irréversible, des modifications du milieu peuvent engendrer une succession secondaire par la reprise de la progression à partir de stades dégradés : qu'ils soient naturels (effondrements ou exhaussement de la nappe) ou artificiels (extractions de tourbe) ; il est alors possible d'observer une recolonisation par des plantes pionnières. Dans certains cas, une régression complète avec retour aux conditions initiales : (sol nu ou étendue d'eau libre), peut être observée.

Différents stades d'évolution pourront se retrouver au sein d'un même complexe tourbeux suivant les secteurs considérés : atterrissement sur le pourtour d'un plan d'eau, paludification ou eutrophisation en bordure et oligotrophisation sur les radeaux de sphagnes. L'organisation spatiale des groupements végétaux révélateurs des stades dynamiques atteints sera donc caractéristique : ceintures parallèles ou concentriques, voire mosaïques dans un contexte d'atterrissement.

La figure 9 présente une illustration schématique de la zonation d'une tourbière basse.

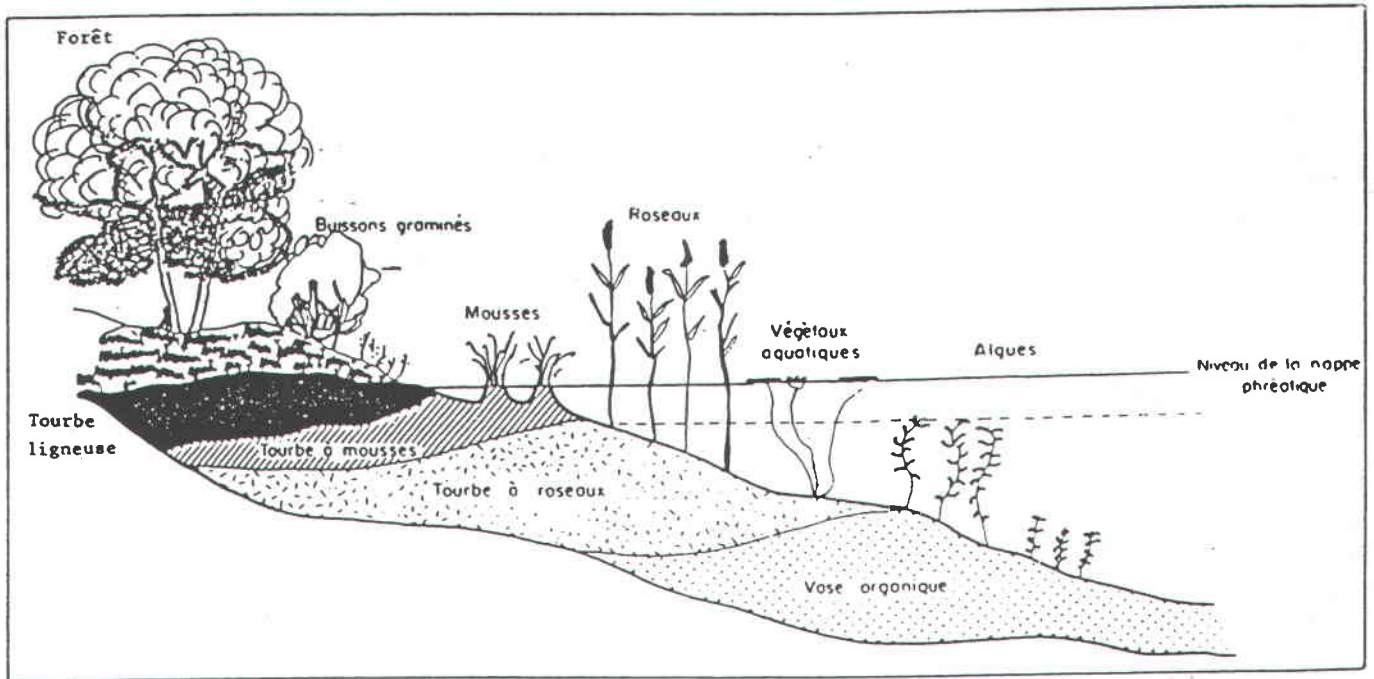


Fig. 9 - Illustration schématique de la zonation d'une tourbière basse (d'après J.J. Chateauneuf non publié).

La typologie des tourbières peut être envisagée sous différents aspects : floristiques, morpho-topographiques, génétiques ou suivant le niveau trophique.

La classification moderne privilégie origine et fonctionnement hydrologiques parce que dans tous les cas, l'eau joue le rôle essentiel. Elle est, en effet, indispensable à la vie des hygrophytes turfigènes et ses caractéristiques géochimiques conditionnent la nature du développement végétal. De plus, elle atténue l'amplitude des variations thermiques et sa stagnation, en rendant le milieu asphyxiant, permet d'inhiber les processus biochimiques de décomposition.

Les tourbières ombrogènes sont alimentées par les précipitations, par opposition aux tourbières topogènes et soligènes mises en places en liaison avec une nappe phréatique ou les eaux de ruissellement. Ces dernières en général plus riches en cations, sont de type minérotrophe (ou géotrophe) ; très variées, elles peuvent être acides à alcalines, oligotrophes à eutrophes. Elles sont décrites sous le nom de bas marais ou de tourbières plates (fens en anglais) leur surface étant en général très proche de celle de leur nappe d'alimentation. La végétation turfigène variée y est à dominante herbacée (laiches, roseaux, prêles) et secondairement muscinée et ligneuse.

Suivant leur spécificité topographique les tourbières topogènes, seront qualifiées de limnogènes en liaison avec une surface d'eau captive ; lac ou étang ; fluviogènes

(liaison avec une nappe alluviale) et dans le cas de tourbières tropicales thalassogènes si elles se mettent en place en contexte littoral au contact des eaux douces et salées.

Les tourbières soligènes se mettent en place le long d’une pente en liaison avec des sources, un ruissellement de surface, une percolation.

Le mode d'alimentation particulier des tourbières ombrogènes explique leur développement dans des situations topographiques à priori peu favorables à la présence de milieux humides : sommets, cols, on parle alors de **tourbières d'ensellement**. Ces tourbières, acides et peu minéralisées, sont ombrotrophes. La biomasse végétale y est surtout générée par les sphaignes, qui sont capables par leurs parois riches en lignine d’abaisser le pH et, par leur structure particulière de retenir l’eau de pluie, voire en période sèche de puiser, par capillarité, l’eau de la profondeur. Elles édifient ainsi une coupole qui justifiera les termes de hauts-marais ou de tourbières bombées (raised bogs). En Irlande, ces tourbières sont liées à une pluviométrie variant entre 700 et 1000 mm pour 150 et 175 jours de pluie.

Le tableau 14 présente les caractères distinctifs des deux principaux types de tourbières, modifiés d'après C. Schroter dans « Le monde des tourbières ». La figure 10 montre le schéma de fonctionnement hydrologique des principaux types de tourbières, d'après G. Steiner dans « Le monde des tourbières ».

	BAS MARAIS ET MARAIS PLAT	TOURBIERE BOMBEE, HAUT-MARAIS
Climats	Très variés, humide à assez froid à chaud	humide à très humide, frais à assez froid
Hydrologie	Le bilan local précipitations/évaporation est parfois déficitaire - origine terrestre minérotrophie) : lac, étang, fleuve, source, ruissellement, nappe phréatique - milieux bien imbibés, situés sous ou juste au niveau général de l'eau - oxygénation du substrat moyenne à faible	le bilan précipitations/évaporation est toujours excédentaire – origine météorique directe (ombrotrophie), coupée de la circulation environnante à cause du bombement – milieux au-dessus du niveau général de l'eau (sécheresse épisodique) – oxygénation du substrat faible
pH/teneur en ions	Basique à acide/calciqie à non calciqie et assez pauvre en ions/rarement saumâtre	acide à très acide/non calciqie et très peu minéralisé/beaucoup d’acides humo-fulviques
caractères de la tourbe	Epaisseur très faible à très forte, plus ou moins dégradée ; cendres minérales abondantes	épaisseur moyenne à très forte pratiquement pure et peu dégradée ; peu de cendres
niveau trophique	Eutrophe à oligotrophe	oligotrophe à dystrophe (= très pauvre et déséquilibré)
origines et types	Atterrissement ou paludification, soligène, topogène, fluviogène, limnogène	Paludification/soit phase ombrotrophe provenant d’un bas-marais, soit de type vraiment ombrogène (ensellement et couverture) croissance centrifuge (en gagnant sur les terres)
Végétation	Aulne, bouleaux, saules, bourdaire graminées et cypéracées dominantes nombreuses dicotylédones et ptéridophytes hypnacées dominantes et sphaignes rares, peu de champignons, beaucoup de bactéries.	pins, bouleaux (épicéa) éricacées et cypéracées dominantes peu de dicotylédones et ptéridophytes sphaignes dominantes, avec autres bryophytes nombreux champignons, peu de bactéries.

Tabl. 14 - Caractères distinctifs des deux grands principaux types de tourbières d’après C. Schröter dans : «Le monde des tourbières et des marais», 1999.

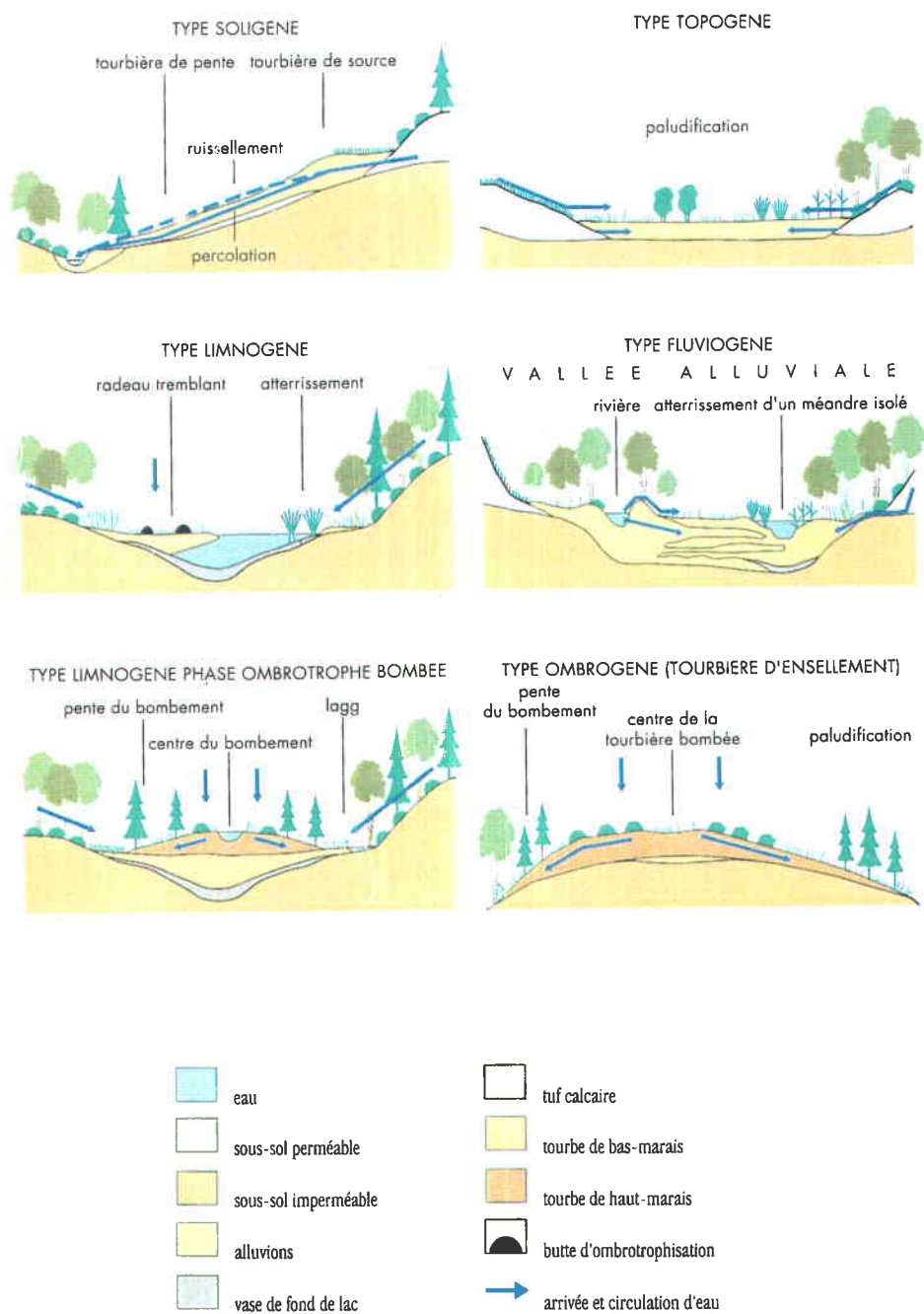


Fig. 10 - Schémas du fonctionnement hydrologique des principaux types de tourbières, d'après G. Steiner, dans «Le monde des tourbières et des marais», 1999.

Sous nos climats, l'évolution d'une tourbière passe par trois stades, réalisés ou non suivant les sites et les régions :

- **stade minérotrophique ou géotrophique** : végétation de bas marais acide ou basique, dominée par des cypéracées ; la colonisation du plan d'eau s'effectue à partir des rives et tend à aboutir à son comblement. Des apports détritiques localisés (sables ou argiles) peuvent former des lentilles interstratifiées ;
- **stade ombrotrophique** : végétation de haut marais toujours acide, caractérisée par certaines espèces de sphaignes et des éricacées. Ce stade est le plus achevé pour une tourbière vivante dans la mesure où l'écosystème s'isole au maximum de son environnement immédiat ;
- **stade minéralisé terminal de la tourbière sénescence** : l'assèchement des couches superficielles autorisant la colonisation par des sous-arbrisseaux (callunes, airelles) auxquels peuvent succéder des pins (pin à crochets, pin sylvestre ou des bouleaux).

Une telle évolution est particulièrement bien documentée dans le Jura où, très souvent, les tourbières bombées correspondent à l'évolution de tourbières topogènes développées dans un environnement calcaire, qui se sont acidifiées par la suite, leur pH pouvant atteindre des valeurs de 3 ou 4. Elles sont, de ce fait, décrites comme des tourbières topogènes ombrotrophiques. Une mention spéciale doit être faite aux **grands types de tourbières septentrionales ou boréales**. En effet, si sous nos latitudes les tourbières sont minoritaires et relictuelles dans les paysages, il n'en est pas de même dans ces régions de l'Amérique du Nord, de la Sibérie ou de l'Europe du Nord qui représentent la majorité des surfaces occupées par ces écosystèmes à l'échelle mondiale (fig. 11).

Si ces zones sont le domaine par excellence des tourbières ombrogènes ou ombrotrophes à sphaignes, tourbières hautes typiques, il existe des types spécifiques qui méritent d'être mentionnés :

- les « aapa » sont des tourbières soligènes caractéristiques des zones les plus continentales et froides, elles présentent une structure réticulée ;
- les « palsas » ou paises organiques sont constituées de buttes qui peuvent surplomber de 10 m le niveau général de la tourbière, elles contiennent une masse de glace permanente formée par la ségrégation locale de l'eau gelant dans le système de pores et de capillaires de la tourbe. Ce sont des tourbières topogènes caractéristiques des climats périglaciaires ;
- les « tourbières de couverture » (blanket bogs) occupent les régions océaniques des côtes ouest des îles Britanniques, de l'Irlande, de la Norvège ou du Canada. Véritables tourbières ombrogènes, leur développement suppose un climat constamment humide et pas trop froid, elles sont alimentées de manière ombrotrophe par les précipitations. Leur extension, souvent importante, peut atteindre plusieurs centaines de km². Dépourvues d'arbres, elles ne présentent pas de bombement mais forment un manteau continu qui lisse le relief existant par une véritable convergence entre des tourbières de pente, des tourbières d'ensellement, des tourbières de dépressions. L'épaisseur du dépôt de tourbe y est variable mais peut atteindre 10 m. En Irlande, les tourbières de

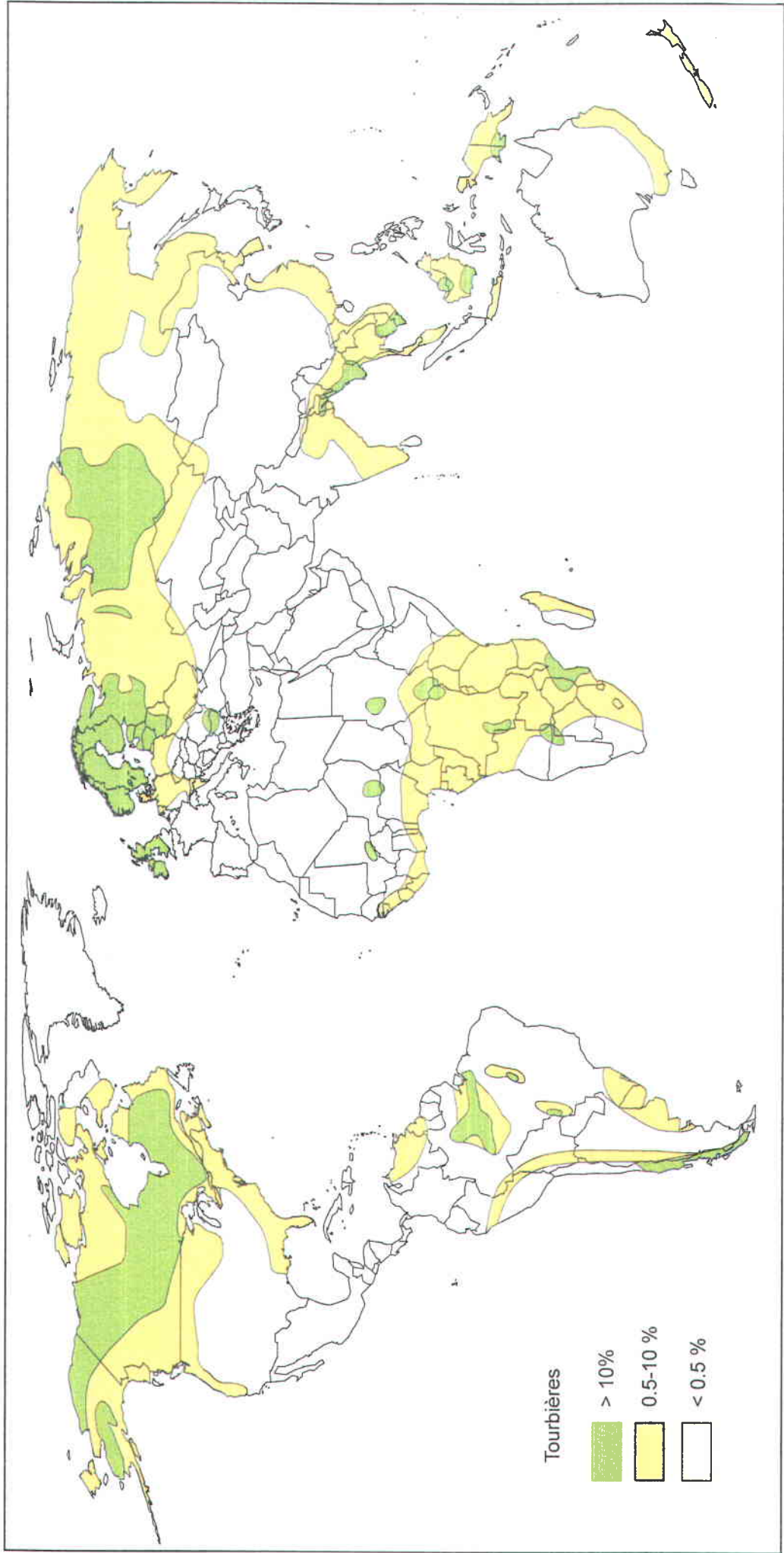


Fig. 11 - Répartition des tourbières au niveau mondial.

couverture supposent une pluviométrie de 1 250 mm par an pour au moins 200 jours de pluie.

6.3. LA VIE DANS L'ÉCOSYSTÈME TOURBIÈRE

Malgré leur niveau de contrainte élevé (sols asphyxiants et gorgés d'eau, en général pauvres en minéraux assimilables mais riches en matières organiques mal décomposées), les tourbières, allient à une forte biodiversité, une bonne diversification des niches écologiques. Cette diversité s'explique, entre autres, par leurs localisations à l'interface entre les écosystèmes aquatiques et terrestres. Nous ne citerons, ci-après, que quelques espèces parmi les plus caractéristiques des diverses communautés animales ou végétales. Pour des inventaires et des descriptions plus complètes, nous renvoyons le lecteur vers « Le monde des tourbières et des marais ».

En dehors des espèces végétales plus particulièrement turfigènes déjà citées dans le chapitre 1, il existe des espèces emblématiques qui, si elles restent marginales dans la turfigénèse sont particulièrement importantes parce qu'elles sont inféodées à ces milieux humides. Elles sont cependant d'autant plus rares qu'elles peuvent ne correspondre qu'à des stades pionniers ou terminaux, leur colonisation étant par nature fugace. Leur spécificité réside dans la mise en œuvre d'adaptations originales à ces milieux aux conditions « extrêmes » : symbioses mycorhiziennes pour les orchidées et les éricacées, prélèvement « direct » d'azote organique animal pour les plantes carnivores.

Trois genres sont plus particulièrement représentés chez les plantes carnivores : grassettes, utriculaires aux fleurs jaunes et enfin les droséras qui malgré leur faible taille sous nos climats, sont capables de capturer fourmis ou arachnides.

Environ une quinzaine d'espèces d'orchidées ont pour biotopes principaux les tourbières ou les marais. Citons notamment *Dactylorhiza sphagnicola* qui vit directement dans les coussins de sphaignes. La présence de nombreuses espèces d'orchidées dans un site donné est un bon indicateur de l'intégrité et de l'intérêt des biotopes.

Parmi les éricacées, il faut mentionner l'airelle des marais (*Vaccinium uliginosum*), l'airelle rouge (*Vaccinium vitis idaea*) caractéristiques des stades plus secs et en cours de minéralisation des tourbières bombées. Deux éricacées sont vraiment typiques des tourbières bombées ombrotrophes de nos régions : la canneberge, *Vaccinium oxycoccos*, aux baies rouges caractéristiques et *Andromeda polifolia*, à port plus dressé et à la magnifique floraison printanière rose. Dans les landes tourbeuses et les rares tourbières bombées atlantiques on trouve également *Erica tétralix*.

Au Canada deux variétés de canneberge font l'objet d'une culture vivrière sous le nom de cranberries (Atocas des amérindiens).

Parmi les cypéracées, les *Eriophorum* (linaigrettes) qui peuvent se rencontrer suivant les espèces dans les bas marais méso à oligotrophes, ou dans les tourbières bombées ombrotrophes se distinguent par leurs épis blancs. Le développement important des

akènes laineux d'*Eriophorum angustifolium* (linaigrette à fourreau) lui a valu le nom anglais de cotton grass (herbe à coton) des tentatives de valorisation dans la fabrication de textile ont été faites, notamment dans les pays nordiques.

Dans nos régions, le seul oiseau typique des tourbières est le pipit farlouse (*Anthus pratensis*) qui fait son nid au sol, sur une butte de sphaignes, au pied d'une callune ou d'une touffe de molinie. Les tourbières jouent cependant un rôle important pour le courlis cendré, les busards (cendré et St Martin) ainsi que la bécassine des marais.

Les reptiles sont beaucoup plus nombreux dans les climats chauds ou tempérés. Dans les tourbières acides ne peuvent vivre en permanence que trois espèces : la vipère péliade (*Vipera berus*), le lézard vivipare (*Lacerta vivipara*) et l'orvet (*Anguis fragilis*).

Les batraciens les plus fréquents des tourbières à sphaignes sont la grenouille rousse (*Rana temporaria*) et le crapaud commun (*Bufo bufo*), les tritons palmés, alpestres et crêtés.

Parmi les arachnides spécifiques des tourbières en général, il faut citer la grande dolomède (*Dolomedes fimbriatus*) qui est une des plus grosses araignées d'Europe occidentale, caractéristique des cariçaies inondées.

Les libellules ou odonates, insectes à larves aquatiques sont particulièrement bien représentées dans les sites tourbeux avec une quinzaine d'espèces inféodées ou très souvent présentes.

Il existe enfin quelques papillons strictement inféodés aux tourbières. Ces espèces sont liées à leur biotope par les exigences alimentaires de leur chenille et par leur adaptation au climat caractéristique des tourbières. Leur appellation vernaculaire est souvent très évocatrice : le nacré de la canneberge et le solitaire ou souci des marais sont deux espèces boréo-alpines spécifiques des tourbières acides. Les bas marais mésotrophes hébergent parfois le fadet des tourbières qui, au stade chenille consomme des linaigrettes et parfois des graminées et divers azurés, vivant sur la sanguisorbe ou la gentiane pneumonanthe.

Enfin, on ne peut clore ce panorama sommaire sans citer un groupe d'arthropodes particulièrement caractéristiques de la faune des tourbières, il s'agit des acariens oribates (0,7 à 0,9 mm) qui vivent sur les mousses et dans les débris végétaux. Abondants et diversifiés dans la couche supérieure des sphaignes, ils constituent des groupes précis de bio-indicateurs. Les changements dans la composition du peuplement local, d'oribates permettent en effet d'évaluer la dégradation et de suivre la régénération du milieu.

6.4. RÉPARTITION GÉOGRAPHIQUE DES TOURBIÈRES

La zonéographie des tourbières au niveau mondial peut être envisagée, dans un premier ordre, en cinq grandes ceintures latitudinales pour lesquelles les gradients climatiques sont prédominants. La figure n° 11, bien que schématique, souligne cette répartition.

Ces cinq bandes sont respectivement :

- la zone arctique dans laquelle il n'y a pas de vraies tourbières en raison du long enneigement et d'un déficit hydrique constant ;
- la bande boréale et tempérée fraîche au climat humide et frais toute l'année. Elle recouvre des pays comme le Canada, la Sibérie et, pour l'Europe géographique, la Finlande, la Norvège, la Suède, les îles britanniques, le nord de l'ex URSS. C'est le domaine par excellence des tourbières ombrogènes à sphaignes, tourbières de couverture ou tourbières hautes typiques ;
- la zone tempérée intermédiaire des plaines et des montagnes correspond à un climat plus chaud en moyenne mais encore humide. La majeure partie des pays d'Europe occidentale font partie de cette zone où dominent les tourbières topogènes et soligènes ;
- une bande aride proche des tropiques dans laquelle en raison d'un bilan hydrique négatif il ne peut y avoir formation de tourbe dans les conditions actuelles, sauf dans de très rares deltas comme celui du Nil ;
- la zone des climats tropical humide et équatorial. Chaudes et humides sur la majeure partie de l'année, ces zones disposent d'un bilan hydrique positif. On y rencontre des milieux tourbeux minérotrophes, surtout à basse altitude : deltas, arrières-mangroves, grands marais, savanes inondables, forêts hygrophiles ou ombrotrophes en altitude : (montagnes d'Irian Jaya en Indonésie, dans les Andes même à 4000 m d'altitude, voire en Afrique centrale et orientale).

A l'intérieur de ces bandes, il est possible d'observer une zonalité marquée par la variation des contrastes thermiques et pluviométriques, ce gradient de « continentalité » ouest-est pour l'Europe se traduit par le remplacement des tourbières de couverture près des océans par des tourbières hautes typiques plus à l'intérieur, puis par une disparition totale des tourbières dans les zones centrales notamment des continents nord-américains et asiatiques. Le gradient altimétrique permet enfin de retrouver aux étages montagnard à alpin l'équivalent des hautes latitudes.

Nous envisagerons maintenant la répartition des tourbières d'un point de vue quantitatif par pays. Si la réalisation d'inventaires a été entreprise depuis une vingtaine d'années, ils sont loin d'être complets et leur niveau d'avancement diffère suivant les pays. Une harmonisation à l'échelle mondiale se heurte aux difficultés d'uniformisation des typologies aussi bien qu'à la caractérisation du stade d'évolution de la tourbière et donc à l'intégration aux statistiques des tourbières sénescents voire irrémédiablement mortes. De plus, la connaissance des pays de l'hémisphère Sud est encore très incomplète.

• Au niveau mondial

Une estimation récente (1995), coordonnée par l'International Peat Society estime la surface totale couverte par les tourbières dans le monde à 3 985 000 km² (E. Lappalainen dans Global Peat Resources), soit 3 % des terres émergées. Plus de 80 % des tourbières sont situées dans les zones tempérées à froides de l'hémisphère nord

correspondant donc aux bandes « boréales » et « tempérées »; les tourbières tropicales ne représentent qu'environ 10 % de la superficie totale, mais, près de 60 % d'entre elles sont situées en Indonésie. Il s'agit surtout de tourbières boisées de mangroves et secondairement de tourbières ombrogènes d'altitude, notamment en Irian Jaya.

Les tableaux 15 à 17 présentent, pour chaque pays les surfaces respectives des tourbières différenciées par type quand c'était possible. La part de ces milieux humides pour chaque pays ainsi que la proportion par rapport à la surface mondiale estimée des tourbières est également indiquée.

Les pays les plus riches en tourbières sont respectivement :

- le Canada : 1 093 500 km², soit 11,07 % du territoire et 28 % de la surface mondiale des tourbières ;
- la Fédération de Russie : 568 000 km² dont 422 000 km² pour la seule Sibérie (tourbières d'une épaisseur > 0,70 m), soit seulement 3,33 % de la surface du pays mais 14,25 % de la surface mondiale des tourbières. C'est, nous l'avons vu, le domaine par excellence des tourbières ombrogènes à sphaignes. Les complexes tourbeux peuvent y dépasser 100 km² : la tourbière de Teiâu atteint 196 km² en Lettonie ;
- l'Indonésie, enfin, a 10,94 % de son territoire occupé par des tourbières, soit 250 000 km² et près de 5,27 % de la surface mondiale des tourbières.

En Afrique, continent encore mal inventorié, seuls des pays comme la Zambie, l'Afrique du Sud, l'Ouganda et le Nigéria disposent de surfaces significatives. Celles-ci restent cependant limitées, puisqu'elles ne représentent que 14 200 km², soit 6 % du territoire et seulement 0,36 % de la surface mondiale pour l'Ouganda, pays le mieux pourvu.

Ces éléments quantitatifs ne rendent pas compte de la diversité des écosystèmes rencontrés ni de leur intérêt scientifique ou patrimonial. Ils permettent néanmoins de mieux souligner les besoins de connaissance pour une meilleure maîtrise de ces écosystèmes à l'échelle mondiale.

• Dans l'Europe des Quinze

Le Comité européen pour la sauvegarde de la nature et des ressources naturelles du Conseil de l'Europe a commandité en 1977 un inventaire de zones clés en Europe susceptibles d'être intégrées dans un réseau de réserves biogénétiques.

Le document de synthèse établi par R. Goodwillie en 1981 fait le point pour chaque pays européen sur la distribution ancienne et actuelle, met en avant les raisons du déclin et suggère des mesures de gestion conservatoire. Les données quantitatives fournies

REPARTITION DES TOURBIERES EN EUROPE OCCIDENTALE								
Surf. totale pays (km²)	PAYS	Surface totale tourbières (km²)	dont haut marais (raised bogs) % du total	dont tourbière de couverture (blanket bogs) % du total	dont bas marais (fens) % du total	part du territoire %	part de la surface mondiale des tourbières %	Remarques
356973	Allemagne	14205	3600 25,4 %	n.d.	10600 74,6 %	3.98%	0.36%	
83858	Autriche	220	très faible	n.d.	majoritaires	0.26%	0.01%	
30528	Belgique	180	très faible	n.d.	majoritaires	0.59%	0.00%	
43 000	Danemark	1300	très faible	n.d.	majoritaires	3.02%	0.03%	
504783	Espagne	383	très faible	n.d.	majoritaires	0.08%	0.01%	
338145	Finlande	77000	importants	n.d.	majoritaires	22.77%	1.93%	
543965	France	600	très faible	n.d.	majoritaires	0.11%	0.02%	
244110	Grande Bretagne	17549	694	14291	1475	7.19%	0.44%	non compris les îles Falklands 11 510 km²
131944	Grèce	56	très faible	n.d.	majoritaires	0.04%	0.00%	
33939	Hollande	10	très faible	n.d.	majoritaires	0.03%	0.00%	
70285	Irlande	11757	3392	9056	1022	16.73%	0.30%	
15245	Irlande du nord	1713	n.d.	n.d.	majoritaires	11.24%	0.04%	
301277	Italie	300	très faible	n.d.	majoritaires	0.10%	0.01%	
2586	Luxembourg	2	très faible	n.d.	100%	0.08%	0.00%	
92389	Portugal	200	très faible	n.d.	majoritaires	0.22%	0.01%	
449964	Suède	63680	importants	n.d.	majoritaires	14.15%	1.60%	
3242991	Europe des 15	189155	n.d.	n.d.	n.d.	5.83%	4.75%	
93032	Hongrie	2500	très faible	n.d.	majoritaires	2.69%	0.06%	les estimations varient entre 1000 et 5500 km²
102819	Islande	10 000	importants	n.d.	majoritaires	9.73%	0.25%	
323878	Norvège	23700	importants	n.d.	majoritaires	7.32%	0.59%	
312685	Pologne	12050	très faible	n.d.	majoritaires	3.85%	0.30%	
49000	Slovaquie	45	4,3	n.d.	35	0.09%	0.00%	
41288	Suisse	224	faible	n.d.	majoritaires	0.54%	0.01%	
78876	Tchéquie	269	120	n.d.	57	0.34%	0.01%	
632948	Autres pays Europe centrale et occidentale:	1 200	n.d.	n.d.	n.d.	0.19%	0.03%	
1634526	Total Europe hors CEE et ex pays URSS:	49 988	n.d.	n.d.	n.d.	3.06%	1.25%	

d'après Global Peat Resources

Tabl. 15 - Répartition des tourbières en Europe occidentale.

REPARTITION DES TOURBIERES EN EUROPE ORIENTALE AMERIQUE ET ASIE							
Surf totale pays (km²)	PAYS	Surface totale tourbières (km²)	dont haut marais (raised bogs) % du total	dont bas marais (fen) % du total	part du territoire %	part de la surface mondiale des tourbières %	Remarques
45227	Estonie	10091	3530 35 %	6055 60 %	22.31%	0.25%	
64610	Lettonie	6691	3392 50.7 %	3298 49.3%	10.36%	0.17%	
65301	Lithuanie	4826	1108 23 %	3718 77 %	7.39%	0.12%	
175138	Total Pays Baltes:	21608	8030 37 %	13071 60 %	12%	0.54%	
17075400	Fédération de Russie	568000	306720 ~ 54 % estimation	261280 ~46 % estimation	3.33%	14.25%	75 % des tourbières à sphaigne en Sibérie
207600	Biélorussie	23967	3595 ~ 15 % estimation	20372 ~ 85 % estimation	11.54%	0.60%	
603700	Ukraine	19667	983 ~ 5 % estimation	18684 ~ 95 % estimation	3.26%	0.49%	
17886700	Total Russie + Biélorussie +Ukraine	611637	311298 ~ 51 % estimation	300336 ~ 49 % estimation	3.42%	15.35%	
9970610	Canada	1113270	n.d.	n.d.	11.17%	27.94%	
9529063	Etats-Unis	214000	n.d.	~ 80 %	2.25%	5.37%	tourbières: 20 % de l'Alaska
1972500	Mexique	10000	n.d.	n.d.	0.51%	0.25%	inclut autres zones humides
21472173	Total Amérique du Nord:	1337270	n.d.	n.d.	6.23%	33.56%	
2780000	Argentine	1000	n.d.	n.d.	0.04%	0.03%	
8512000	Brésil	35 000	n.d.	n.d.	0.41%	0.88%	
757000	Chili	10470	n.d.	n.d.	1.38%	0.26%	
912050	Venezuela	10000	n.d.	n.d.	1.10%	0.25%	
5216169	Autres pays	46240	n.d.	n.d.	0.89%	1.16%	
18177219	Total Amérique du Sud Amérique Centrale	102710	n.d.	n.d.	0.57%	2.58%	
7700000	Australie	2200	n.d.	n.d.	0.03%	0.06%	totalité zones humides environ 21200 km²
9572900	Chine	10440	> 5%	> 95 %	0.11%	0.26%	
1919317	Indonésie	210000	n.d.	n.d.	10.94%	5.27%	entre 160 et 270 000 km² de tourbières
370073	Japon	2006	< 15 %	n.d.	0.54%	0.05%	
333000	Malaisie	25364	n.d.	n.d.	7.62%	0.64%	
270000	Nlle Zélande	2600	n.d.	n.d.	0.96%	0.07%	y compris zones humides
10339006	Autres pays	51834	n.d.	n.d.	0.50%	1.30%	
30504296	Total Asie pacifique	304444	n.d.	n.d.	1.00%	7.64%	

d'après Global Peat Resources

Tabl. 16 - Répartition des tourbières en Europe orientale, Amérique et Asie.

REPARTITION DES TOURBIERES EN AFRIQUE

Surface totale pays (km²)	PAYS	Surface totale (km²)	dont haut marais (raised bogs) %	dont bas marais (fen) %	part du territoire %	part de la surface mondiale des tourbières %	Remarques
2380000	Algérie	220	n.d.	n.d.	0.01%	0.01%	
1221000	Afrique du Sud	9500	n.d.	n.d.	0.78%	0.24%	
1246700	Angola	100	n.d.	n.d.	0.01%	0.00%	
28000	Burundi	140	n.d.	n.d.	0.50%	0.00%	
342000	Congo	2900	n.d.	n.d.	0.85%	0.07%	
322500	Côte d'ivoire	320	n.d.	n.d.	0.10%	0.01%	
1000000	Egypte	461	n.d.	n.d.	0.05%	0.01%	
250000	Guinée	5250	n.d.	n.d.	2.10%	0.13%	
583000	Kénya	1600	n.d.	n.d.	0.27%	0.04%	
587000	Madagascar	1970	n.d.	n.d.	0.34%	0.05%	
924000	Nigéria	7000	n.d.	n.d.	0.76%	0.18%	
236000	Ouganda	14200	n.d.	n.d.	6.02%	0.36%	
26338	Rwanda	800	n.d.	n.d.	3.04%	0.02%	
196722	Sénégal	60	n.d.	n.d.	0.03%	0.00%	
2506000	Soudan	1000	n.d.	n.d.	0.04%	0.03%	
2345409	Zaire (République démocratique du Congo)	400	n.d.	n.d.	0.02%	0.01%	
746254	Zambie	11060	n.d.	n.d.	1.48%	0.28%	
3858776	Autres pays d'Afrique	1424	n.d.	n.d.	0.04%	0.04%	
18799699	Total Afrique	58405	n.d.	n.d.	0.31%	1.47%	

Tabl. 17 - Répartition des tourbières en Afrique.

dans les tableaux 15 à 17, plus récentes sont tirées de Global Peat Resources. La figure 12 présente la répartition des types dominants de tourbières, d'après R. Goodwillie et P. Ozenda, dans « le monde des tourbières et des marais ».

La surface totale occupée par les tourbières dans l'Europe des Quinze est supérieure à 189 000 km². Elles sont situées pour l'essentiel en Finlande, Suède, Irlande, Grande-Bretagne et Allemagne, donc pour l'essentiel dans les zones boréales et atlantiques septentrionales. Les tourbières occupent 5,83 % de la surface de l'Europe des Quinze, soit 4,75 % de la surface des tourbières mondiales.

Dans certains pays, la superficie occupée par les tourbières peut représenter une proportion importante du territoire : 24,5 % en Finlande (77 000 km²) et 17,2 % en République d'Irlande (11 757 km²), à comparer avec la surface occupée en France 0,11 % ou en Espagne, 0,08 %.

• En France

Depuis la seconde guerre mondiale jusqu'à nos jours, des inventaires ont été mis en œuvre, initialement pour promouvoir l'utilisation de la ressource et, plus récemment, pour la sauvegarde des tourbières. Dans ce dernier cas, la démarche orientée vers l'identification de la biodiversité a privilégié une caractérisation faunistique et floristique.

L'inventaire détaillé entrepris entre 1941 et 1945 par les équipes de G. Dubois avait pour but d'identifier et de caractériser des ressources à usage industriel : « combustible pour gazogène, distillations, agglomération, récupération de cire, fabrication d'engrais ». Après quadrillage par sondages des zones identifiées, des évaluations systématiques de la teneur en cendres étaient réalisées. L'identification des constituants organiques n'était entreprise que dans les zones disposant du plus fort potentiel en ressources. Cet inventaire n'a écarté que les zones de guerre interdites ou minées (zones littorales, notamment du Nord de la France), les régions inondées, les tourbières marines accessibles seulement à certaines marées. Les résultats ont été publiés en 1949, sous la forme d'un atlas et de deux volumes, par le ministère de l'Industrie et du Commerce. Ces travaux ont conduit au développement des gisements de la vallée de la Bar (51) et de Baupré (50), encore en exploitation à l'heure actuelle.

La surface des tourbières françaises a été estimée à l'époque à 100 000 ha par G. Dubois dont 85 000 ha ont fait l'objet d'une identification. D'autres estimations évaluent la surface des tourbières actives au début du siècle à 120 000 ha (dans « Le monde des tourbières et des marais »).

Plus récemment le ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie a confié à l'Institut Européen d'Ecologie de Metz un inventaire destiné à identifier les sites les plus remarquables susceptibles de protection. Réalisé entre 1979 et 1981, il a permis

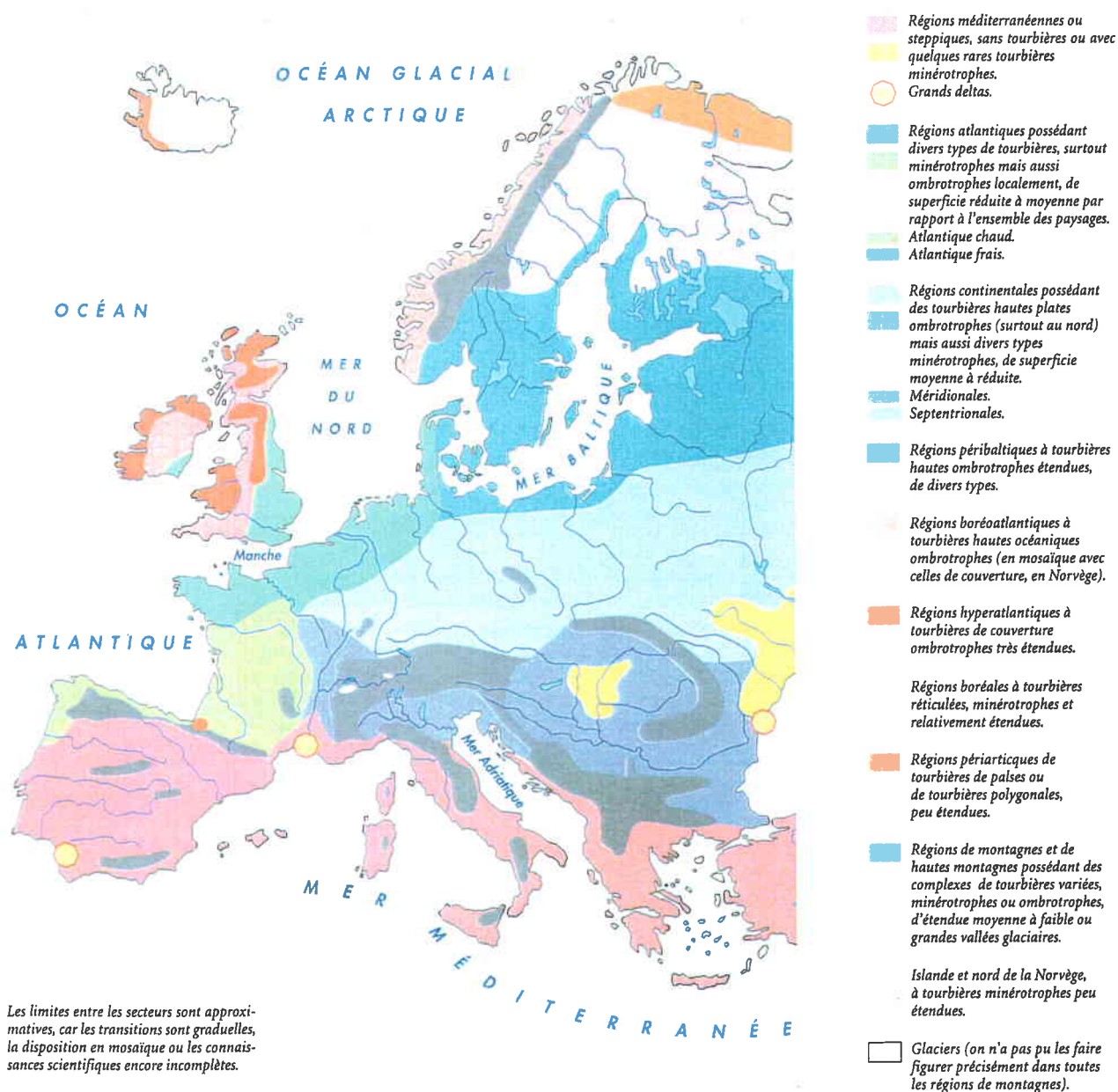


Fig. 12 - Répartition des différents types de tourbières au niveau européen d'après R. Goodwillie et P. Ozenda dans le monde des tourbières et des marais.

d'inventorier près de 900 tourbières dont 88 considérées comme d'intérêt primordial, parmi lesquelles 68 étaient sélectionnées comme prioritaires pour des actions de sauvegarde. Enfin, les Conservatoires Régionaux d'Espaces Naturels mettent actuellement en œuvre, dans le cadre de leur gestion conservatoire, des inventaires réalisés sur une base régionale.

La surface occupée par les tourbières « actives » est estimée, à l'heure actuelle, en France à environ 60 000 ha. La régression des tourbières vivantes depuis l'inventaire réalisé par G. Dubois peut donc être estimée supérieure à 40 000 ha. Cette disparition est pour l'essentiel due aux actions anthropiques de drainage, que ce soit à des fins d'aménagement agricole, sylvicole ou urbain. La disparition imputable à l'activité extractive ne dépasserait pas, sur la période, 3 000 ha, soit moins de 5 % (comm. orale, ENF, Espaces Naturels de France).

On trouve des tourbières en France depuis le niveau de la mer jusqu'à des altitudes dépassant 2 500 m et à peu près dans tout le pays sauf en Provence. Les plus vastes tourbières continues se trouvent situées dans les grandes vallées ou les dépressions de la moitié septentrionale du pays : tourbières des marais de Gorges et Saint-Jores près de Carentan (50) qui couvrent plus de 1 660 ha avec des puissances de tourbe pouvant atteindre 12 m. Tourbières de la basse vallée de la Loire qui cumulent un total de 6 684 ha répartis entre les bassins de l'Erdre (tourbières de Mazerolles (250 ha) et de Logné (60 ha), les tourbières du lac de Grand Lieu (972 ha), le bassin du Brivet et le canal de la Roche Taillée (1 300 ha), le bassin de l'Etier de Méan (marais de Donges, Triganc et de Grande Brière), 4 100 ha. L'épaisseur de tourbe peut y dépasser 7 m. L'ensemble Chautagne-Lavaurs couvre environ 1000 ha dans les départements de l'Ain et de la Savoie.

Les tourbières topogènes sont surtout présentes dans le nord et l'ouest de la France où elles se mettent en place dans des conditions de pluviosité qui ne dépassent pas 1 000 mm par an pour une température moyenne de l'ordre de 10°C. La végétation turficole se caractérise par un remarquable parallélisme entre les séries eutrophes des vallées calcaires et les séries oligotrophes liées aux eaux acides des nappes des sables tertiaires.

Les tourbières ombrotrophes sont surtout caractéristiques en France de l'étage montagnard. On les trouve donc surtout dans le Massif Central en Auvergne, dans le Jura, les Alpes, les Vosges et les Pyrénées où elles peuvent localement représenter plus de 10 % du territoire. Les conditions de pluviosité y sont, en effet, souvent supérieures à 1 400 mm annuels pour des moyennes de température avoisinant 7°C. Sur quelques points de la zone atlantique, elles concernent des petites superficies dans des conditions de pentes parfois fortes : Monts d'Arrée (29) dont la tourbière du Venec à Brennilis qui couvre 48 ha avec des épaisseurs de tourbe qui peuvent atteindre 5 m. Le plus souvent cependant, ces tourbières dépassent rarement 10 ha ; R. Goodwillie y souligne l'existence de flores riches et spéciales, le plus souvent relictuelles, les tourbières apparaissant comme des refuges, plus ou moins anciens, d'espèces très localisées et d'affinité boréale.

7. Ressources et réserves

Compte tenu des taux d'accroissement annuels (supérieurs à 1 mm en moyenne) et des surfaces concernées, il est clair que l'on peut estimer l'accumulation annuelle de tourbe sur le globe à plus de 4 milliards de m³. En tant que ressource géologique, parce que son accumulation se poursuit, la tourbe peut donc être considérée comme renouvelable même en considérant les destructions annuelles, qu'elles soient d'origine anthropique ou climatique. Cependant, à l'échelle humaine la prise en compte des enjeux patrimoniaux et de biodiversité impose une position plus nuancée car l'approche doit se faire en intégrant la dimension régionale sans remettre en cause la pérennité des écosystèmes.

Il convient également d'analyser les prélèvements de tourbe en différenciant ressources géologiques et réserves minières.

La relative abondance d'une ressource ne constitue pas un gage d'exploitabilité. Sa qualification comme réserve « minière » suppose comme remplies un certain nombre de conditions qui sont aussi bien :

- d'ordre géologique : caractérisation, identification et évaluation des différents types de ressources ;
- d'ordre technique : méthode d'exploitation compatible avec les conditions d'accès à la tourbière mais surtout avec les impératifs de « remise en état » et de pérennisation des écosystèmes ;
- d'ordre économique : faisabilité technico-économique, suivant les différents marchés envisagés ;
- d'ordre réglementaire : lois minières en vigueur, qui intègrent de plus en plus la prise en compte des impératifs de protection des écosystèmes de zones humides.

Les réserves exploitables, parce qu'elles correspondent à un faisceau de critères, ne peuvent être validées qu'à un moment donné en fonction de la fluctuation de ces critères. Telle ressource inexploitable pour des raisons économiques, pourra être mise en exploitation dans l'éventualité d'une hausse des prix. Car en supposant levées les contraintes d'ordre environnemental, c'est finalement le prix de la ressource rendue chez l'utilisateur qui sera déterminant.

7.1. PANORAMA MONDIAL

Dans son ouvrage de synthèse, « Global Peat Resources, Lapalainen, 1996 », l'IPS a réalisé un état des lieux à l'échelle mondiale. Une telle estimation reste cependant une gageure, compte tenu de l'hétérogénéité des niveaux de connaissance, de la grande diversité des complexes tourbeux et donc des qualités de tourbe, mais aussi de

l'éloignement variable des marchés consommateurs qui conditionnera « l'exploitabilité de la ressource ».

Le tableau 18 rassemble les données disponibles et montre le potentiel, en réserves exploitables, des pays disposant de ressources abondantes.

Pays	Surface totale des tourbières (km ²)	Surface actuellement exploitée (km ²)	Surface considérée comme exploitable (km ²)	Ordre de grandeur des réserves estimation 1995	Remarques
Allemagne	14 205	325 km ² pour les seules tourbes blondes	n.d.	n.d.	Epuisement des réserves : 2008 pour les tourbes blondes et 2028 pour les tourbes noires
Finlande	77 000	< 30 km ²	6 220	> 1 Mds de m ³	
France	600	8,4 km ² surfaces autorisées pour l'exploitation	à documenter	à documenter	La majorité des autorisations d'extraction expirent en 2010
Irlande	11 757	1 100 km ²	n.d.	n.d.	
Estonie	10 091	160	530	> 500 M m ³	
Lettonie	6 691	261	n.d.	n.d.	
Lithuanie	4 826	n.d.	579	> 500 M m ³	
Fédération de Russie	568 000	96 560	n.d.	n.d.	68 % de la surface totale des tourbières est considérée comme exploitable
Biélorussie	23 607	2 924	n.d.	n.d.	56 % de la surface totale est considérée comme exploitable
Ukraine	19 667	194	n.d.	n.d.	
Canada	1 113 270	160	n.d.	n.d.	
U.S.A	214 000	n.d.	n.d.	n.d.	

Tabl. 18 - Surfaces exploitées (faisant l'objet d'autorisations) et ordre de grandeur des réserves exploitables pour certains pays producteurs de tourbe (situation 1995 d'après Global Peat).

Ainsi, d'après les estimations effectuées en 1995, les réserves exploitables en Finlande ne correspondraient qu'à 8 % de la surface totale, 5,25 % pour l'Estonie et 12 % pour la Lithuanie, ce qui montre bien la part limitée des réserves minières potentiellement disponibles d'après ces auteurs.

7.2. PANORAMA FRANÇAIS

L'inventaire réalisé par Dubois en 1945 évalue les réserves pour les zones prospectées à 1 187 300 000 m³ auxquelles s'ajoutent 672 700 000 m³ de réserves estimées. Soit un total de 1 860 000 000 m³. G. Dubois ajoute qu'en tenant compte des zones non prospectées ces réserves peuvent être évaluées à deux milliards de m³ pour une surface identifiée de 100 000 ha.

Les tableaux 19a, b, c présentent la ventilation de ces réserves par bassins fluviaux. Rappelons que cette estimation était orientée vers la mise en évidence de réserves exploitables pour un usage énergétique, il s'agit donc principalement de tourbes noires évoluées. Il est donc difficile de transposer cette évaluation à plus de 50 ans d'intervalle dans un contexte légal, notamment en terme de protection des zones humides, complètement différent et pour des utilisations qui privilégieront des tourbes blondes par définition faiblement humifiées.

Cet inventaire, sans équivalent depuis, a néanmoins le mérite de fixer les enjeux pour la recherche de ressources exploitables pour un usage horticole au sens large.

7.2.1. Ressources potentiellement exploitables, en France, éléments pour une orientation

Si l'on prend en compte dans un premier temps les contraintes environnementales, les zones suivantes peuvent être considérées comme potentiellement exploitables :

- les tourbières basses actives en respectant un certain nombre de principes destinés à maintenir la pérennité de l'écosystème, ce qui implique, en général, une limite aux prélèvements effectués et le maintien du niveau de la nappe phréatique ;
- les tourbières senescentes (en voie d'atterrissement) où le développement d'une succession végétale secondaire à partir d'un stade régressif peut prolonger la pérennité de l'écosystème ;
- les tourbières sans enjeu écologique parmi lesquelles il faut classer les tourbières irrémédiablement mortes du fait des activités anthropiques. Elles sont, en général, sub-affleurantes ou sous un faible recouvrement, notamment dans le cas de drainage pour des projets agricoles ;
- les tourbes fossiles pour lesquelles la turbification a cessé depuis plusieurs milliers d'années. Elles sont, en général, recouvertes par d'autres formations superficielles, sables en particulier qui peuvent être valorisés et ne sont donc pas pénalisants en terme de découverte (décapage).

I. — RÉSERVES TOTALES DE TOURBE PAR BASSINS FLUVIAUX.

BASSINS FLUVIAUX.	RÉSERVES PROSPECTÉES.		RÉSERVES ESTIMÉES.	
	Surface en hectares.	Volume en 1.000 m ³ .	Surface en hectares.	Volume en 1.000 m ³ .
Rivières au nord de la Seine.....	2.008	45.030	9.200	160.500
Seine.....	6.238	177.950	9.500	188.000
Fleuves côtiers de Normandie et Bretagne.....	11.977	497.365	2.300	63.200
Loire.....	13.930	202.947	6.700	71.500
Garonne.....	4.086	87.770	5.000	90.500
Rhône.....	6.629	159.500	6.000	93.500
Rhin et Meuse.....	1.032	16.738	400	5.500
TOTAUX.....	45.900	1.187.300	39.100	672.700
Surface totale..... 85.000 hectares.				
Volume total..... 1.860.000.000 mètres cubes (1).				
(1) Si, en outre, on tient compte des innombrables petits gisements tourbeux qui n'ont pas été mentionnés dans l'étude détaillée qui fait l'objet du 2 ^e volume, mais qui existent néanmoins en de multiples points du territoire, particulièrement en montagne, il est permis d'évaluer à cent mille hectares et deux milliards de mètres cubes au maximum la réserve totale de tourbe, en partie inutilisable d'ailleurs, de la France métropolitaine.				

Tabl. 19a - Estimations des réserves françaises de tourbe à usage de combustible.
Inventaire G. Dubois, 1945.

II. — RÉSERVES EN TOURBE DE CHAQUE BASSIN DE RIVIÈRE.

BASSINS.	RÉSERVES PROSPECTÉES.		RÉSERVES ESTIMÉES.	
	Surface en hectares.	Volume en 1.000 m ³ .	Surface en hectares.	Volume en 1.000 m ³ .
L'Escaut.....	97	1.700	100	1.500
Côte des Flandres.....	"	"	"	"
L'Aa.....	52	1.300	"	"
L'Aa (Clairmarais).....	"	"	2.500	60.000
L'Aa (Sarques, Nortkerque).....	"	"	600	9.000
La Canche et l'Authie.....	652	8.800	"	"
La Maye.....	132	1.000	"	"
La Somme.....	1.050	31.800	"	"
La Somme (Braye, Camon, Noye, Avre et aval d'Amiens).....	"	"	6.000	90.000
La Bresle, la Béthune.....	25	430	"	"
La Haute-Seine.....	31	170	"	"
L'Aube.....	284	2.900	"	"
La Seine (cours moyen).....	255	5.700	"	"
L'Yonne et la Vanne.....	390	4.800	880	10.400
Le Loing.....	155	2.600	"	"
L'Essonne et la Juine.....	483	16.580	2.000	50.000
La Marne et l'Ourcq.....	500	10.600	1.900	46.000
L'Oise.....	1.530	40.400	2.220	30.600
L'Aisne et la Vesle.....	"	"	1.400	23.000
L'Epte et l'Andelle.....	275	4.400	"	"
L'Eure.....	300	6.800	300	6.000
La Basse-Seine.....	2.035	83.000	800	22.000
La Dives et l'Orne.....	807	32.200	150	1.700
La Seule et la Vire.....	53	1.120	"	"
La Sèves, la Sienne.....	8.563	440.200	2.000	60.000
Littoral à l'ouest du Cotentin.....	"	"	50	500
Le Couesnon.....	1.488	13.000	"	"
Rivières nord de la Bretagne.....	111	770	50	500
L'Aulne.....	608	5.130	"	"
Rivières sud du Finistère.....	31	180	"	"
La Leïta.....	47	490	50	500
Le Scorff, le Blavet.....	125	1.190	"	"
La Vilaine.....	144	3.085	"	"
La Haute-Loire.....	448	6.120	"	"
L'Allier.....	480	9.680	"	"
La Loire (cours moyen).....	676	6.145	300	3.000
Le Cher.....	375	4.100	"	"
La Vienne.....	1.129	11.727	"	"
La Dive.....	566	4.555	800	8.000
L'Authion.....	82	995	"	"

Tabl. 19b - Estimations des réserves françaises de tourbe à usage de combustible.
Inventaire G. Dubois, 1945.

BASSINS.	RÉSERVES PROSPECTÉES.		RÉSERVES ESTIMÉES.	
	Surface en hectares.	Volume en 1.000 m ³ .	Surface en hectares.	Volume en 1.000 m ³ .
Le Loir.....	632	5.800	150	1.500
La Sarthe.....	127	1.450	"	"
La Mayenne.....	38	375	50	500
La Basse-Loire.....	6.683	107.100	1.500	30.000
Lac de Grand-Lieu.....	"	"	1.500	7.500
La Sèvre-Niortaise.....	1.304	12.900	"	"
Le Marais Poitevin.....	"	"	1.800	9.000
La Charente.....	1.390	32.000	600	12.000
L'Ariège.....	11	150	"	"
Le Tarn.....	13	135	"	"
La Baise.....	91	325	"	"
Le Lot.....	245	4.800	"	"
La Gironde.....	753	18.200	4.200	84.000
La Haute-Dordogne.....	1.124	23.900	150	3.000
La Vézère.....	665	6.775	"	"
La Dronne.....	205	7.000	"	"
La Basse-Dordogne.....	412	12.750	"	"
Rivières des Landes.....	89	820	150	1.000
L'Adour.....	410	11.700	500	2.500
L'Aude.....	61	1.180	"	"
L'Hérault.....	7	35	"	"
Le Haut-Rhône.....	2.360	90.400	300	1.500
La Bourbre.....	780	6.970	600	6.000
L'Ain.....	895	17.300	300	3.000
La Haute-Saône.....	217	2.240	"	"
Le Doubs.....	2.000	37.100	"	"
Les Echets.....	138	1.600	1.000	15.000
L'Isère.....	195	3.500	800	8.000
L'Ardeche.....	6	30	"	"
La Durance.....	23	320	"	"
La Camargue et la Crau.....	"	"	3.000	60.000
Le Var.....	15	40	"	"
Le Rhin (cours moyen).....	460	10.000	250	2.500
La Moselle.....	360	4.000	"	"
La Meuse.....	212	2.738	150	3.000

Tabl. 19c - Estimations des réserves françaises de tourbe à usage de combustible.
Inventaire G. Dubois, 1945.

Si l'on s'en tient aux seules tourbières sans enjeu écologique, les estimations des surfaces de tourbières actives disparues qui oscillent entre 40 000 et 60 000 ha permettent d'envisager la disponibilité d'importants volumes. En effet, en considérant les seuls drainages aux fins agricoles ou sylvicoles qui peuvent concerner 40 % des surfaces incriminées, les surfaces disponibles oscillent entre 16 000 et 24 000 ha, soit entre 320 et 480 millions de m³ *in situ*.

Il existe donc encore un potentiel important de ressources exploitables en France, même après prise en compte de tous les critères d'exploitabilité. Il s'agira majoritairement de tourbe noire puisque les tourbes blondes, nous l'avons vu, n'ont qu'un statut relictuel en France, même si elles peuvent, localement, être fréquentes comme en Auvergne.

7.2.2. Critères techniques de sélection des gisements

Nous donnons, ci-après, à titre indicatif, des éléments à prendre en compte au niveau de l'étude des gisements. Pour ce qui relève des caractéristiques du matériau, elles devront être analysées en fonction des utilisations choisies.

• La découverte

Elle posera des problèmes si les formations à décapier (sédiments sableux, graveleux ou argileux) ont une épaisseur importante et ne peuvent être valorisées. Dans la plupart des cas, la couche végétale supérieure qui devra être décapée pourra faire l'objet d'une valorisation.

• La surface du gisement

Une grande superficie disponible facilitera une **exploitation raisonnée de la ressource**, en fonction, notamment, des impératifs de pérennisation de l'écosystème, mais aussi de sélection des zones où la matière première présentera les caractéristiques optimales. De plus, des gisements importants permettront, en augmentant les volumes extraits, d'amortir plus facilement les investissements en matériel et en travaux d'aménagements et de maintenance.

• L'homogénéité de la ressource

Nous avons vu dans la typologie des tourbières que les complexes tourbeux se caractérisaient souvent par leur grande variabilité dans l'espace aussi bien qu'au cours de leur développement. Ces hétérogénéités se rencontreront aussi bien au niveau des qualités de la ressource : (variations d'origine botanique, de pH ou de degré d'humification) que pour les intercalations de sédiments (chenaux de dépôts sableux ou argileux, bassins sédimentaires temporaires). Les intercalations sédimentaires constitueront un handicap car elles imposeront une extraction sélective pour maintenir la régularité de la qualité de la tourbe exploitée.

La différenciation du dépôt tourbeux en niveaux aux degrés d'humification différente permettra d'optimiser l'adaptation de la matière première aux différentes utilisations en effectuant éventuellement des mélanges à partir de l'exploitation séquentielle des différents niveaux.

- **L'épaisseur de tourbe exploitable**

Une trop faible épaisseur rendra impropre à l'exploitation un dépôt palustre d'autant plus qu'il est impératif en général de laisser en place une épaisseur suffisante pour faciliter la régénération du système. Une puissance minimum d'un mètre est le plus souvent indispensable.

- **La présence de gros débris ligneux ou de fibres**

L'élimination de ces éléments indispensable pour assurer l'homogénéité du matériau engendrera des surcoûts. Il peut s'agir de troncs d'arbres complets (appelés morta en Brière), ils sont cependant fréquemment situés dans les niveaux les plus profonds que n'atteindra qu'une exploitation destinée aux usages énergétiques. Il n'en est pas de même pour les fibres de linaigrettes (*Eriophorum*) qui forment parfois de véritables matelas de fibres grossières. Ces fibres sont éliminées par tamisage.

- **Les caractéristiques géochimiques des eaux d'alimentation**

Dans le cas de tourbières topogènes, notamment, elles pourront engendrer une minéralisation des tourbes qui les rendront impropres à une utilisation horticole, en raison du pH ou des métaux contenus.

- **Le contexte hydrologique**

Suivant les possibilités de drainage, et leurs conséquences écologiques les méthodes d'exploitation devront être adaptées : exploitation hors d'eau ou exploitation sous eau.

- **L'altitude et les conditions climatiques**

Elles conditionneront les conditions d'accès, la période d'extraction possible et les possibilités de séchage sur place.

8. Méthodes d'exploitation des gisements

Les pratiques de « détournage », dans les pays nordiques remontent à plus de trois mille ans, l'extraction était à cette époque destinée d'abord à un usage domestique : combustible mais aussi litière pour les niveaux les moins humifiés ; elle était souvent réalisée à l'échelle familiale. Les conditions d'accès à la ressource ont tôt fait l'objet d'une codification, d'une part parce que la propriété en était souvent collective mais aussi pour maintenir possibles les autres pratiques d'usage.

Les volumes prélevés ne concernaient, le plus souvent, que la partie la plus superficielle de l'horizon tourbeux seule accessible aux techniques de l'époque ; en contexte de drainage limité, il s'agissait souvent d'une pelle spéciale montée sur un manche plus ou moins long qui, suivant les régions avait des dénominations différentes : louchet dans la Somme, salet en Brière, slane en Irlande.

La figure 13 présente, d'après une ancienne gravure finlandaise la fabrication de mottes au louchet, dans des zones fortement drainées.

Cette exploitation a donné lieu à un véritable mitage qui s'est avéré, à posteriori, favorable à la biodiversité en créant les conditions d'une succession secondaire de développement de la végétation turficole.

Au final, les prélèvements ont pu être importants, comme en France où, entre 1835 et 1945, 22 775 115 t de matière sèche ont été extraites (cf. chap. 2.2).

L'explosion des besoins liés à l'ère industrielle a depuis le XIX^e siècle engendré une mécanisation accrue jointe à une occupation différente des zones tourbeuses marquée par une concentration des prélèvements sur un nombre limité de sites de production.

Après une présentation succincte des principaux éléments qui font la spécificité des exploitations de tourbe par rapport aux autres exploitations de carrières, nous allons présenter les principales méthodes pratiquées en France, mais aussi dans les grands pays producteurs.

Les tourbières, milieux humides gorgés d'eau, imposeront à l'exploitant :

- une saisonnalité de l'exploitation qui ne pourra se réaliser que pendant la période climatique la plus favorable (faible pluviosité, fort ensoleillement), c'est le cas, même en France où l'exploitation peut se réduire à 4 mois (voir tableau, en annexe, des principales caractéristiques des exploitations françaises). En Finlande, elle peut être limitée à 40 ou 45 jours par an répartis entre mai et août. Au Canada, elle s'étale entre fin mai et début septembre ;
- des drainages pour rabaisser le niveau de la nappe, à la fois pour faciliter l'accès, mais aussi l'extraction de la tourbe ;

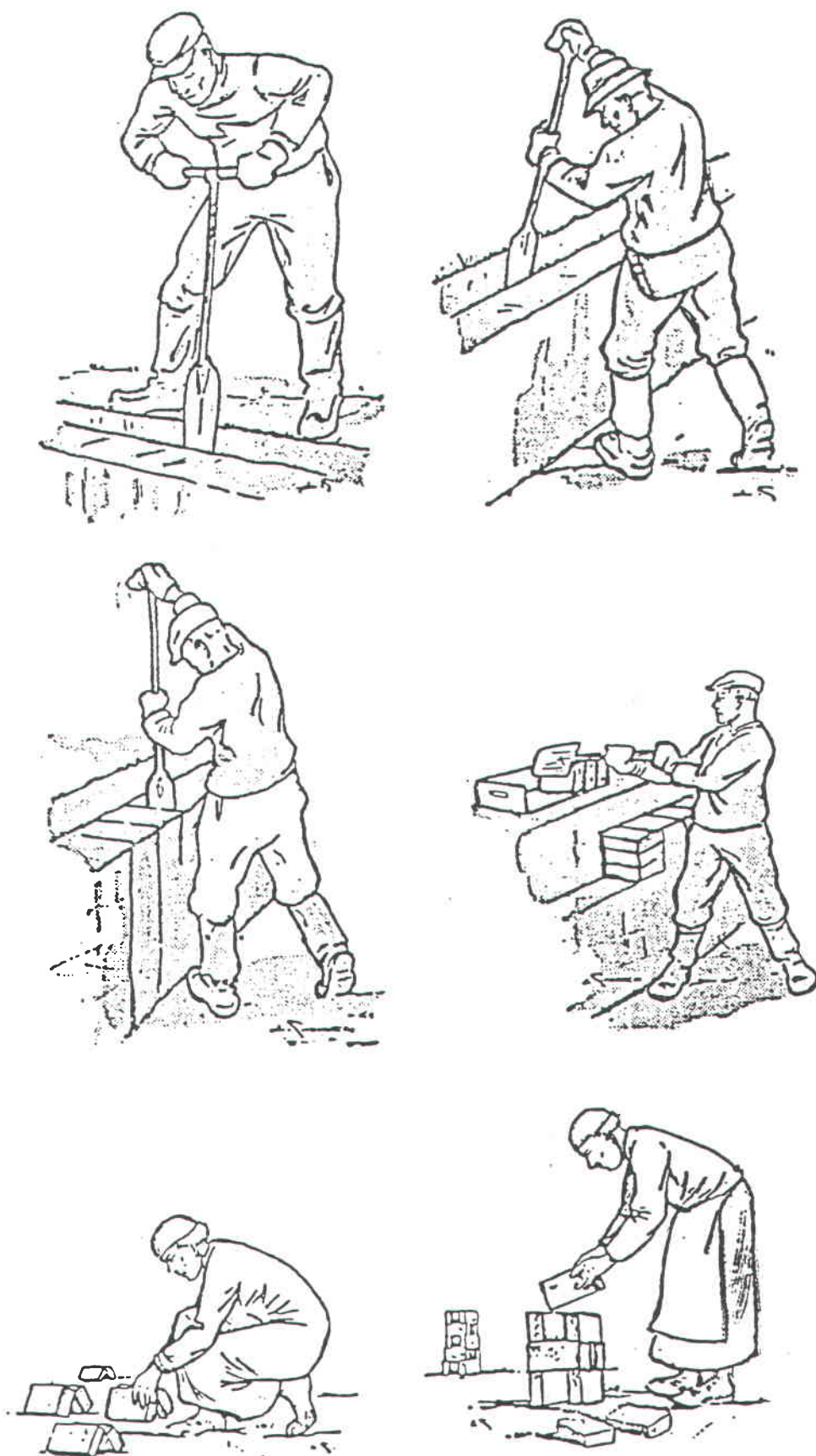


Fig. 13 - Fabrication de mottes au louchet, d'après une ancienne gravure finlandaise, d'après un rapport du ministère de l'Industrie et du Commerce finlandais, novembre 1980.

- la nécessité d'un séchage : la ressource brute contient, en effet, souvent plus de 90 % d'eau alors que le taux d'humidité pour les différentes utilisations varie entre 30 et 55 %. Les procédés de séchage seront le plus souvent naturels pour maintenir un prix de revient départ carrière compatible avec le prix du marché, en contrepartie, ils nécessiteront du temps, et devront, dans tous les cas, se faire sur le site d'exploitation ;
- un cycle extraction-mise en œuvre de la ressource en général long, il peut, dans certains cas, dépasser 2 ans et supposera l'immobilisation de grandes surfaces pour les stockages. Le retour sur investissement est donc comparativement plus long que pour les autres substances de carrières.

Suivant les conditions de drainage, nous distinguerons successivement les exploitations sous eau et les exploitations hors d'eau.

8.1. LES EXPLOITATIONS SOUS EAU

Ce type d'exploitation concerne 6 des 22 exploitations françaises encore en activité, il a à l'origine été mis en œuvre dans des bas marais dont la relation avec une nappe alluviale rendait difficile un rabattement. La tourbe exploitée est en général une tourbe noire alcaline à intermédiaire.

Cette méthode souvent dictée par les conditions initiales présente l'avantage d'un impact limité sur le fonctionnement hydrologique du complexe tourbeux, elle suppose bien sûr, l'existence d'un plan d'eau libre avec une profondeur d'eau suffisante pour permettre la circulation des barges. L'exploitant est cependant confronté à deux contraintes majeures que sont la gestion du séchage puisqu'en l'absence de rabattement important du niveau de l'eau, l'horizon tourbeux prélevé est encore largement gorgé d'eau et la perte, par dilution, d'une partie de la matière première dans l'eau.

Nous envisagerons successivement les exploitations sous eau sans rabattement et une méthode qui tend à se développer en contexte de gestion hydraulique préexistante : l'exploitation sous eau avec rabattement limité.

8.1.1. Exploitations sous eau sans rabattement

Elles sont notamment pratiquées en France à Saint-Mars-du-Désert (44) dans les marais de Mazerolles : exploitation « Tourbières de France » au marais de la Gâcherie et à Heurteauville (76) en rive gauche de la Seine, dans le Parc naturel régional de Brotonne.

Exploitation « Tourbières de France » du marais de la Gacherie (44) : le site fait l'objet d'une fiche descriptive dans le chapitre 5.

Il appartient au complexe tourbeux des marais de Mazerolles dont la superficie totale dépasse 1 000 ha et qui inclut outre le marais de la Gacherie, le marais du Grand Pâtis,

marais endigué dont le niveau d'eau est supérieur de près de 2 m à celui du marais sauvage. Les deux marais présentent donc des contextes hydrauliques bien différents. Ils font tous les deux l'objet d'une exploitation.

Le bas marais de la gâcherie, en voie d'atterrissement, est occupé par une roselière en partie colonisée par des arbustes. Le niveau de l'eau est celui de la vallée de l'Erdre. Les niveaux sont suivis régulièrement. L'extraction sans drainage se fait par pelle à câble montée sur ponton flottant pendant les périodes de basses eaux, soit entre mars et juillet ou août et décembre, soit potentiellement pendant 8 mois de l'année.

La puissance totale de l'horizon tourbeux peut atteindre 8,5 m mais seuls les 2,5 m supérieurs sont prélevés soit moins du tiers de l'épaisseur totale. Le décapage se limite à l'abattage des arbustes.

Après un « ressuyage » sur berge qui peut dépasser trois mois, l'évacuation de la tourbe se fait par barge, vers un stock intermédiaire situé en bordure de la tourbière où elle reste en tas pendant un an. La tourbe est ensuite amenée sur le site de l'usine distant d'environ 5 km.

A **Heurteauville** (76), le bas marais alcalin exploité est situé en rive gauche de la Seine, il est colonisé par des bruyères saules et bouleaux. L'exploitation se fait avec une pelle hydraulique à partir d'un ponton flottant maintenu et manœuvré par une deuxième pelle, la totalité de l'horizon tourbeux est exploité soit 2,50 m. Les fines perdues lors de l'extraction sont récupérées par drague suceuse et, après séchage, rejoignent le circuit matière première. L'activité n'est entravée que par les périodes de gel et peut donc concerner une période totale de neuf mois dans l'année pour l'extraction, l'évacuation de la matière première peut concerner jusqu'à une période de trois mois.

8.1.2. Exploitations sous eau avec rabattement limité

Ce type d'exploitation concerne notamment l'exploitation « Florentaise » au marais du Grand Pâtis (marais endigué et drainé) à Saint-Mars-du-Désert (44) dans les marais de Mazerolles. Il est également mis en œuvre à Baupré (50) dans les marais de Gorges et Saint-Jores, concurremment avec la méthode traditionnelle par raclage qui sera évoquée après.

Dans le premier cas, l'aménagement hydraulique du marais avec constitution d'une digue avait initialement été mis en œuvre pour promouvoir la maïsiculture sur la tourbière. Face à l'échec de cette valorisation agricole due notamment à un gel des plantations, une partie du marais est consacrée à l'élevage et une autre à l'exploitation.

L'assèchement s'effectue par pompage, à partir du printemps, avec rabattement de la nappe de 0,50 m sous la surface. L'exploitation est effectuée par bandes de 5 m de large, l'extraction se faisant par pelle mécanique à partir du bord. Sur une puissance totale de

tourbe d'environ 10 m, seuls les 4 premiers mètres sont extraits, la profondeur maximale pouvant être atteinte par la pelle étant d'environ 5 m (longueur du bras). Le séchage s'effectue naturellement sur une plate-forme voisine avec des as de 4 m de hauteur. Une période de deux ans sépare l'extraction de la valorisation.

A **Baupte** (50) un mode d'exploitation sous eau avec maintien du niveau hydrostatique à 0,50 m de la surface est développé pour, à terme, remplacer l'extraction par raclage. Les aires d'exploitation sont constituées par des bandes de 20 m de large sur une épaisseur de 4 à 5 m. 2 à 3 m de tourbes seront ainsi laissés en place sur une puissance totale qui peut atteindre localement 10 m.

La technique pratiquée consiste à extraire en une seule fois la tranche exploitée et à la transférer à 30 m du front de taille par un tapis mobile (sauterelle) alimenté par les 2 pelles mécaniques qui, depuis le bord, assurent l'extraction. Il y a donc constitution d'un andain d'essuyage de 30 m d'embase et 3 m de hauteur maximum, parallèlement au front d'excavation, voir figure 17.

Après un an « d'égouttage » le séchage est finalisé par hersage de couches successives de 0,10 m, près-ramassage avec une niveleuse et constitution de tas prêts pour le déstockage par voie ferrée. Une partie du gisement « extrait est perdu par dilution et non récupéré.

8.2. LES EXPLOITATIONS HORS D'EAU

C'est d'abord la taille de l'exploitation qui permettra la mise en œuvre du matériel le plus lourd et le plus sophistiqué, nous distinguerons successivement les exploitations d'une superficie inférieure et supérieure à 50 ha.

8.2.1. Petites exploitations (surface inférieure à 50 ha)

C'est le cas de la majorité des exploitations françaises, pour une production destinée aux usages non énergétiques.

La surface de la tourbière peut être hors d'eau pour différentes raisons :

- phase terminale de la dynamique de développement de la tourbière (atterrissement), les travaux d'aménagement (drainage) sont ici en général limités ;
- drainage plus ou moins poussé de la zone humide qu'il s'agisse de tourbières basses ou de tourbières bombées.

• Travaux de préparation

Ils incluent drainage et décapage. Le drainage est réalisé par ceinturage de la zone à exploiter éventuellement complété par des drains médians dont l'espacement et le dimensionnement sont adaptés à la taille de la zone et au rabattement de la nappe souhaité. Le décapage est limité à la partie superficielle correspondant grossièrement à l'acrotelme dont l'épaisseur, variable, peut atteindre 0,30 m. Bien souvent, ce décapage

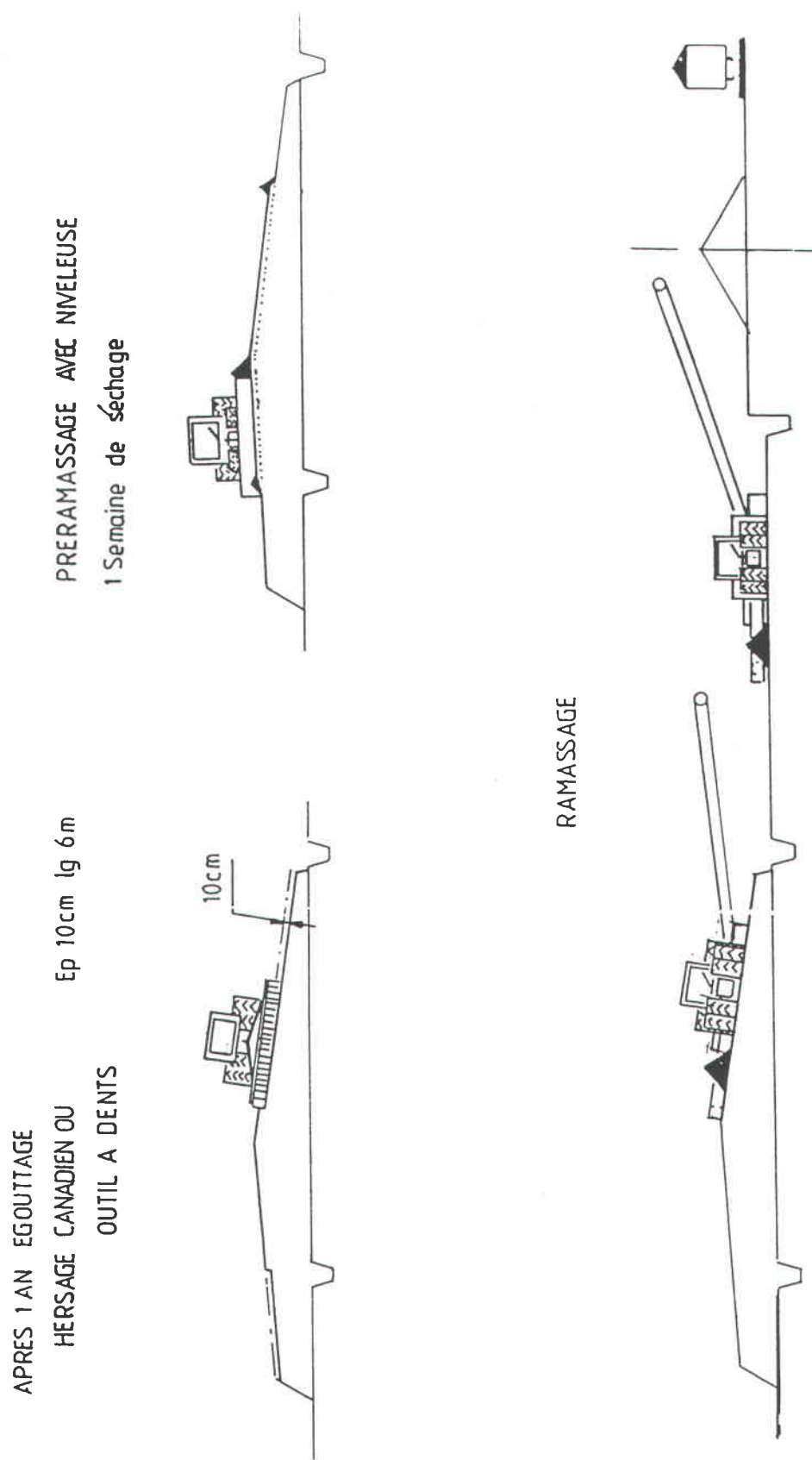


Fig. 14 - Hersage, pré-ramassage et ramassage par la méthode PECO des andains d'essuyage à Baupré (documentation SKW Biosystems).

EXPLOITATION TOURBIERE METHODE PECO



FRAISAGE

PRERAMASSAGE



RAMASSAGE

DESTOCKAGE



Fig. 15 - Exploitation de la tourbière de Baupré par la méthode PECO.

8.2.2. Grandes exploitations (surface supérieure à 50 ha)

C'est le domaine des exploitations industrielles des pays de la zone boréale à tempérée. Pour qu'une telle exploitation soit économiquement rentable une production annuelle de 50 000 m³ sur une surface initiale de 50 ha pouvant être portée à 100 ha au bout de la quatrième année est considérée comme un minimum. En France, seule l'exploitation de Baupré (50) peut mettre en œuvre de telles techniques.

Toutes ces exploitations ont historiquement débuté pour satisfaire les besoins énergétiques. La tourbe, suivant l'utilisation finale, pouvait être pulvérisée (*milled peat*) et donc exploitée par fraisage ou extraite sous forme de mottes (*sod peat*) parallélépipédiques ou cylindriques. Une machine à mouler pour la fabrication de mottes était développée en Suède dès 1845. Pour les usages horticoles s.l., où la préservation de la texture du matériau (fibrosité) est souvent primordiale, la production sous forme pulvérisée n'est pas privilégiée. L'extraction, sur le même « champ », s'étale sur une période qui dépasse 7 ans et peut atteindre 15 ou 20 ans. Elle s'effectue suivant un phasage précis.

• *Drainage*

Au cours de la première ou des trois premières années (cas de l'Irlande) sont façonnés des drains qui incluent fossé de drainage général en ceinture et saignées secondaires délimitant des aires de production de taille variable : 10 à 40 m de large et 400 à 3 000 m de long suivant les exploitations. La pente générale des drains varie de 0,2 à 0,7 %. Les drains peuvent avoir jusqu'à 1,40 m de profondeur au départ, ils seront approfondis au fur et à mesure de l'exploitation. L'entretien du réseau de drainage est en général effectué deux fois par an avant et après chaque campagne de production. L'orientation des aires de production est optimisée en fonction de la direction des vents dominants pour faciliter le séchage des andains.

• *Préparation, extraction*

Au cours de la deuxième année ou de la cinquième année, la tourbière est décapée, nivelée et profilée. A l'issue des travaux de drainage et de préparation, le taux d'humidité de la partie la plus superficielle (0,50 m) peut ainsi être ramené à 75 ou 85 % permettant la circulation des engins pendant la saison sèche quand, pour les pays nordiques, le sol est dégelé sur une profondeur d'au moins 10 cm. Il est recommandé que la pression au sol des chenilles, tambours ou pneus ne dépasse pas 0,2 ou 0,3 bar.

Tourbe en mottes

Les mottes sont fabriquées par tranchage (pains parallélépipédiques) ou grâce à des « boudineuses ». L'empilement des mottes, en andains de deux ou trois rangées pour les

pains, est mécanisé. Suivant les conditions météorologiques, ces mottes devront être retournées et « dépoussiérées » plusieurs fois.

Après séchage (30 à 55 % d'humidité restante suivant les utilisations), les mottes sont collectées mécaniquement et acheminées par camion ou chemin de fer (pour les plus anciennes exploitations) vers les plates-formes de transformation. La société Bord Na Mona en Irlande dispose ainsi d'un réseau ferré privé de 1 000 km de long pour une capacité de production de tourbe de 4 millions de tonnes de tourbe à usage combustible et 1,3 millions m³ de tourbe à usage horticole (source Bor Na mona).

La production de tourbe en motte suppose un drainage moins poussé que celle de la tourbe pulvérisée pour faciliter le travail des machines. Cependant, avec une humidité supérieure à 83 %, la productivité est limitée et la qualité des mottes diminue. La mise en œuvre de la récolte suppose donc une grande flexibilité suivant les conditions atmosphériques.

La tourbe, dont le degré d'humification est inférieur à 5 sur l'échelle de Von Post, fournit des mottes légères au faible degré de cohésion qui se désagrègent facilement aux intempéries. La couche de tourbe blonde supérieure devra donc être soit décapée ou mélangée à de la tourbe plus humifiée en particulier pour les usages combustibles.

Les mottes de tourbe noire humifiée, notamment en Allemagne, resteront sur le champ un hiver pour subir l'action du gel. La cristallisation de l'eau contenue augmentera en effet l'aération et la capacité de rétention en eau de la matière première et permettra son utilisation dans le domaine horticole, en particulier pour la réalisation de terreaux pour semis.

Tourbe pulvérisée

Dans le cas de la tourbe pulvérisée, la fraiseuse est constituée de tambours rotatifs dont la largeur peut atteindre 9 m. La profondeur de fraisage est habituellement de 5 à 20 mm. Parce que la couche superficielle sèche de la tourbe est isolante et limite la vitesse de séchage, un brassage doit être assuré avec une herse à spatules, à moins que la moisson ne soit pneumatique. Pour un cycle de production complet incluant fraisage, hersage et collecte, le délai peut varier de 1 à 3 jours suivant les conditions météorologiques et le type de collecte mécanisée ou pneumatique. Au total, pour une année de récolte, 12 à 30 cycles pourront être réalisés. La moisson pneumatique permet d'augmenter les rendements de 20 à 40 % en augmentant le nombre de cycles malgré des collectes unitaires plus réduites.

A **Baupte** (50), après rabattement de la nappe d'environ 0,80 m, l'exploitation s'effectue entre juin et septembre par fraisage. Le raclage correspond à une épaisseur cumulée de 15 cm par an (10 passages de 1,5 cm) suivant des bandes de 2 km de long par 20 m de large. Elles sont orientées parallèlement aux vents dominants pour éviter la perturbation des andains. La moisson se fait par la méthode PECO et le déstockage est

réalisé par chemin de fer à voie étroite (27 km de réseau au total). Un stock tampon correspondant à un an de consommation est réalisé sur une plate-forme intermédiaire (cf. ann. 3, planches photographiques).

• Moisson et stockage

Suivant le mode de collecte et de stockage trois méthodes de moissonnage sont couramment distinguées, elles sont décrites ci-dessous.

- La méthode PECO

La tourbe, au cours du fraisage est rassemblée en andains à l'aide d'une bande transporteuse. Ces andains ont donc la longueur de l'aire de production, une hauteur de 4 à 6 m et une section de 20 à 40 m².

- La méthode HAKU

La bande transporteuse alimente directement des camions qui constituent des tas de 10 000 à 50 000 m³ à proximité des voies de communication. Ces tas sont en général compactés pour éviter les risques d'auto-combustion.

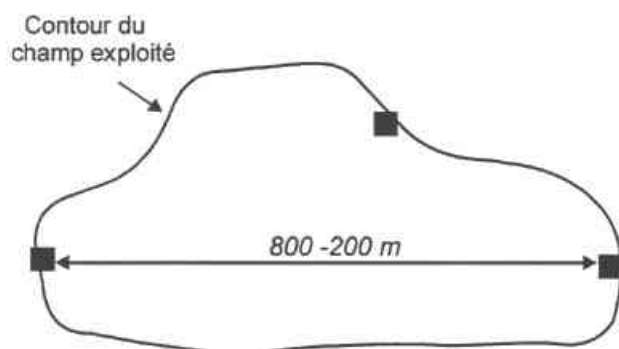
- La méthode dite à la MOISSONNEUSE

La moisson est réalisée par des remorques auto-chargeuses ramassant la tourbe et la transportant jusqu'aux tas de stockage à l'extrémité des aires de production. Les tas de stockage sont ordinairement dressés par un élévateur à godets jusqu'à une hauteur de 6 à 8 m avec une section de 40 à 60 m² ; leur volume est en général de 2 000 à 3 000 m³. En l'absence de compactage, le tas devra être couvert par une bâche ou avec de la tourbe humide pour éviter l'auto-combustion, mais aussi le protéger des intempéries.

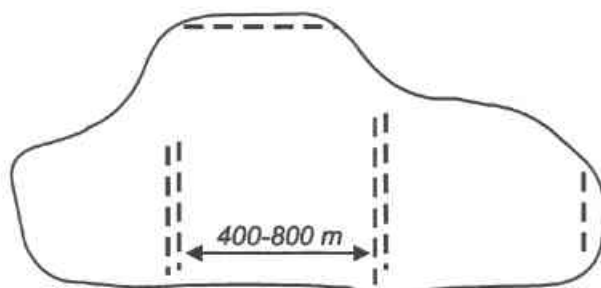
La figure 16 présente la répartition des tas et andains suivant les différentes méthodes de moisson.

• Quelques problèmes rencontrés lors de l'exploitation

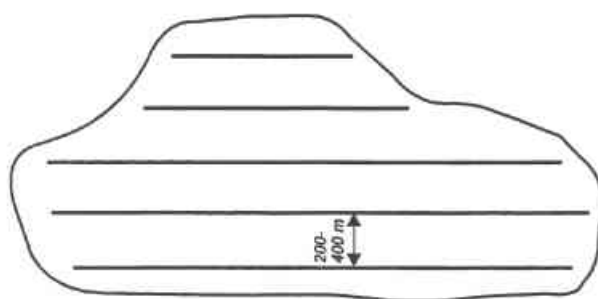
Il est à noter que les pertes de matière première dues à l'auto-combustion et à l'érosion (pluies ou vent) peuvent atteindre 10 à 30 % dans les pays d'Europe du Nord. Dans le cas d'une exploitation par fraisage, les pluies risquent d'humidifier la couche fraisée, voire de l'entraîner dans les fossés. La moisson pneumatique ou la méthode d'extraction en mottes sont donc à privilégier en cas de temps instable. En l'absence de possibilités de drainage, la tourbe peut être pompée vers des champs de séchage où elle pourra être moissonnée.



**Méthode
"haku"**



**Méthode
à la moissonneuse**



**Méthode
Peco**

Fig. 16 - Répartition des tas et andains suivant les différentes méthodes de moisson.

8.3. RÉAMÉNAGEMENTS APRÈS L'EXTRACTION

Une exploitation raisonnée de complexes fortement perturbés et sans enjeu écologique, nous l'avons vu, peut être envisagée.

Dans tous les cas où c'est possible, plutôt qu'une valorisation agricole ou sylvicole des terrains après exploitation, une réhabilitation fonctionnelle du milieu humide est à privilégier pour permettre la pérennité de la turfigénèse. Les mesures à mettre en oeuvre sont conditionnées par le type de complexe tourbeux, son stade d'évolution, mais aussi par les options privilégiées : espaces vierges ou gérés, équilibre souhaité dans les différents aspects de la biodiversité : végétale ou ornithologique.

Pour être efficace et opérationnelle la stratégie envisagée doit reposer sur une caractérisation de l'état initial qui doit réunir des équipes pluridisciplinaires : hydrogéologues, botanistes, écologues notamment. La réalisation de telles expertises butte souvent cependant sur l'importance des moyens financiers à mettre en oeuvre.

Parmi les mesures le plus souvent préconisées citons :

en cours d'exploitation :

- la préservation d'îlots de cloisonnement non exploités pour augmenter la rapidité de la recolonisation végétale en multipliant les porte-graines et donc les banques de semences ;
- un prélèvement limité du dépôt tourbeux ;
- l'absence de drainage et donc des méthodes d'exploitation le plus souvent sous eau ;

après l'exploitation :

- le rétablissement du fonctionnement hydrologique suppose souvent une obturation des drains qui ont pu être effectués (cas d'exploitations anciennes) ;
- un retalutage des berges exploitées à 30° facilite la recolonisation par la végétation turficole.

9. Utilisations et spécifications industrielles

9.1. COMBUSTIBLE SOLIDE

Compte tenu de sa faible teneur en carbone (présent surtout sous forme de matières volatiles), de sa forte teneur en eau résiduelle et de sa teneur en cendres, le **pouvoir calorifique** d'une tourbe reste faible comparé aux autres combustibles.

% sur sec	Bois	Tourbe	Lignite	Houille	Fuel
Carbone	48-50	50-60	60-75	76-95	83-86
Hydrogène	6,5- 6,0	6,5 - 5	5,5 - 4,5	5,0-2,5	11,5-12,5
Oxygène	42-36	40-30	30-15	15-2	2,5-1,5
Azote	2,5- 0,5	2,5-1,0	2,0-1,0	1,5-0,5	0,3-0,2
Soufre	-	0,1-0,2	0,5-3,0	1,0-3,0	2,0-2,6
Matières volatiles	85-70	70-60	60-40	50-5	-
Pouvoir calorifique kcal/kg	3400-4600	2600 -5100	4800-6800	6800-8000	9900-10000

Tabl. 20 - Pouvoir calorifique et composition de la tourbe comparativement à quelques combustibles usuels.

D'après Lappalainen, le contenu énergétique moyen d'un mètre cube *in situ* de tourbe énergétique en Finlande est de 0,47 Mwh. Un mètre cube de tourbe peut équivaloir à 0,08 à 0,15 tep (tonne équivalent pétrole) (Asplund dans Global Peat).

La figure 17 présente les propriétés comparées des différents combustibles solides d'après Asplund dans Global Peat Resources.

La tourbe pulvérisée (milled peat) fraisée est le produit dominant. Elle est utilisée brute essentiellement comme combustible dans les turbines à vapeur ou pour fabriquer des briquettes utilisées dans les centrales thermiques de faible puissance aux techniques moins sophistiquées ou pour les usages domestiques.

En Irlande, trois quarts de la tourbe à usage combustible produite par Bor Na Mona sont conditionnés sous forme de poudre, le reste sous forme de briquettes. La granularité moyenne de la poudre est de 3-8 mm, avec des granules d'une taille maximale de 12 à 40 mm. A la production, le taux d'humidité est habituellement de 40-55 %. La densité en vrac est de 250 à 450 kg/m³.

Le taux de cendre est variable, l'appareil productif s'adaptant dans la plupart des cas aux ressources ; il peut atteindre 23 % en ex URSS, il est le plus souvent inférieur à 10 %.

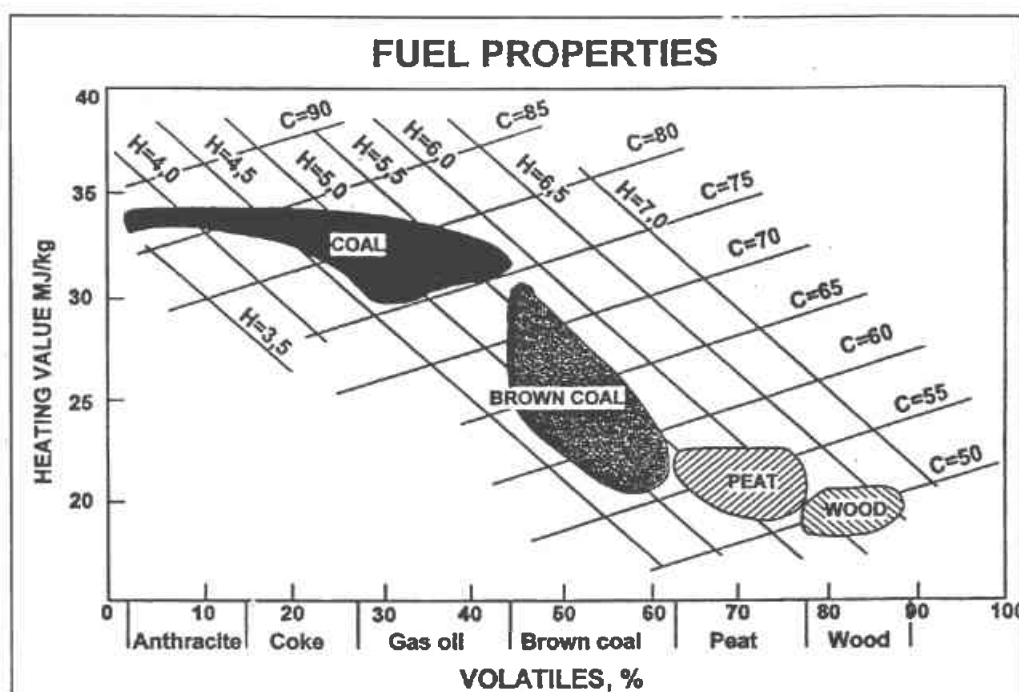


Fig. 17 - Propriétés comparées des différents combustibles solides (d'après Asplund dans Global Peat).

Les briquettes sont obtenues par pressage d'une tourbe, séchée le plus souvent à la vapeur, après homogénéisation et criblage. La vapeur est en général fournie par la combustion des produits grossiers issus du criblage initial.

La tourbe en mottes (sod peat) est produite habituellement sous la forme de gros pains qui peuvent avoir une dimension de 33 x 9 x 9 cm ou de carottes cylindriques dont le diamètre peut varier de 40 à 80 mm.

Les principales caractéristiques des différents produits sont présentées dans le tableau 21.

Type de tourbe	Terminologie anglaise	Humidité	Pouvoir calorifique kcal/kg
Tourbe pulvérisée	milled peat	45 %	2600
Tourbe en mottes	sod peat	35 %	3100
Tourbe en briquettes	Dried compressed peat	15 %	4050

Tabl. 21 - Taux d'humidité et pouvoir calorifique des différents produits tourbeux à usage combustible.

La tourbe très humifiée (H9 à H10 sur l'échelle de Von Post) constitue un bon combustible ; les mottes fabriquées se désagrégeront cependant facilement une fois sèches en produisant des fines. Celles-ci pourront, dans les chaudières à foyer disposant de grilles, être perdues, engendrant donc une baisse des rendements. La poussière de tourbe s'enflamme plus facilement et présente une pression explosive supérieure à celle du charbon. Des précautions doivent donc être prises aussi bien à l'extraction qu'à l'utilisation dans les centrales électriques.

Dans les pays d'Europe du Nord, la tourbe exploitée pour les usages énergétiques devra avoir une teneur en soufre maximale de 0,1 à 0,2 %. Cette limite est fixée à 0,3 % en Finlande.

• Coke de pétrole

A une température de 800–900°C, les briquettes de tourbe compressées se transforment en coke avec production de goudrons, d'eau et de gaz, selon les proportions suivantes :

- coke : 30 à 40 % ;
- goudrons : 8 à 15 % ;
- eau : 15 à 20 % ;
- gaz : 20 à 30 %.

Le coke obtenu présente, en général, des teneurs en phosphore plus faibles que celles du coke de houille.

Nous ne disposons pas d'information sur la pérennité de cette fabrication.

9.2. SUPPORTS DE CULTURE

L'utilisation des supports de culture se développe depuis la mise en place, au cours des années 1960, des techniques de cultures hors sol, dans les domaines du maraîchage, de la pépinière et surtout de l'horticulture. Dans tous ces secteurs, les contraintes de productivité jointes aux exigences en terme de prédictabilité et de régularité des produits finaux a occasionné la mise en œuvre de techniques de fertilisation et d'irrigation de plus en plus sophistiquées. Face à ces impératifs les substrats utilisés devront présenter des caractéristiques optimisées suivant :

- le type de culture : spécificité végétale, durée de culture ;
- le choix du contenant : matière, volume ;
- le mode d'arrosage (goutte à goutte, subirrigation, nappe...) ;
- la qualité de l'eau (composition, pureté, pH) ;
- les caractéristiques de l'installation : (serre, tunnel, etc.) ;
- les habitudes culturelles du producteur ou du consommateur : une illustration peut en être donnée par le fait qu'un plant pépinière est destiné à rester quelques jours ou quelques semaines dans son pot pour la commercialisation et sera ensuite replanté en

pleine terre, alors qu'une plante horticole est souvent destinée à rester en pot où elle devra supporter les conditions créées par le consommateur.

Dans le domaine professionnel, les enjeux financiers peuvent être importants, puisqu'une campagne de culture dépasse souvent le million de francs, le support de culture devra donc être irréprochable.

Après l'exposé des principales caractéristiques demandées à un support de culture, nous allons présenter quelques utilisations pour mieux montrer les contraintes imposées pour le choix des matières premières et leur mise en œuvre. Dans un substrat, la phase solide assure le maintien mécanique du système racinaire et la stabilité du végétal, la phase liquide assure l'approvisionnement de la plante en eau et en éléments nutritifs, tandis que la phase gazeuse assure les transferts d'oxygène et de dioxyde de carbone intervenant au cours de la respiration racinaire (d'après F. Lemaire, A. Dartigues, L.M. Rivière, S. Charpentier, cultures en pots et conteneurs INRA 1990, et n° 40 de la revue horticulture et paysage, documents dont sont tirés les principaux éléments qui suivent).

Il sera donc demandé au substrat :

- **une bonne capacité de rétention en eau et de porosité à l'air** pour autoriser le développement racinaire. La disponibilité en eau d'un substrat est la quantité d'eau libérable par celui-ci entre deux valeurs de potentiel capillaire (pF), elle permet de comparer entre eux différents substrats. Toute la porosité étant occupée par de l'air ou de l'eau, leurs volumes respectifs dans le substrat varient en sens inverse ;
- **une stabilité structurale sur la durée d'utilisation prévue**, variable donc suivant la phase de culture ou les périodes de cultures désirées. Des pertes de volumes ayant un caractère irréversible peuvent intervenir pour les matériaux les moins fibreux, elles peuvent être dues à des tassements au repotage, à l'impact de l'irrigation, voire à la ségrégation des particules les plus fines. L'évolution biologique des matières organiques présentant un rapport C/N faible pourra impliquer une dégradation microbienne au cours du temps avec des phénomènes de tassement. Ces pertes de volume, en diminuant la porosité, peuvent entraîner une asphyxie des racines ;
- **une bonne capacité de réhumectation** essentielle en cas d'arrosages irréguliers, c'est le cas pour le marché amateur ;
- **une densité limitée** pour éviter les surcoûts de transport ;
- **une homogénéité granulométrique** supposant l'absence de bois, de pierres, de verre ou autres corps étrangers ;
- **une capacité d'échange cationique** permettant la rétention en éléments fertilisants et autorisant un effet tampon ;
- **un pH adapté en terme de niveau et de stabilité** à l'exigence des plantes, sachant que, le plus souvent, l'optimum se situe entre 5 et 6,5 (mode d'analyse : eau). Plus le pH du substrat sera faible, plus il autorisera les ajustements ;

- une **salinité (teneur en éléments solubles) limitée** pour, d'une part, éviter d'inhiber le développement végétal et d'autre part, bien maîtriser les apports en éléments fertilisants. Elle sera exprimée par la conductivité (mesurée en milli Siemens par cm, (mS/cm) ;
- l'**absence de substances dangereuses : (métaux lourds, éléments radioactifs)**, dans le respect des contraintes réglementaires ;
- l'**absence de pathogènes** qui peuvent engendrer des maladies ou réduire le développement des plantes (matières phytotoxiques), voire de graines de plantes adventices (mauvaises herbes) ;
- une **facilité de mise en œuvre et de recyclage** ;
- un **coût compatible avec celui du marché**.

9.2.1. Produits constitués quasi exclusivement de tourbe

La tourbe intervient comme structurant du sol, apport de matière organique (amendement), voire comme paillage dans les vignobles du Bordelais, mais aussi de Champagne où une tourbe noire est exploitée spécifiquement à ces fins (marais de Vendière à Courlandon en Champagne). La préparation sera dans ce cas, le plus souvent, limitée à un tri granulométrique.

La tourbe peut être utilisée comme assise souple de pelouse notamment pour les terrains de golf, son transport en rouleaux permet de créer très rapidement des aires gazonnées. Le produit, plus élaboré, après la préparation physique supposera, le plus souvent, l'addition d'éléments fertilisants. Pourront être utilisées, suivant les cas, tourbes blondes de sphaignes ou tourbes brunes de roseaux et carex.

La tourbe humifiée (le plus souvent de sphaignes), ayant subi le gel, peut être façonnée en mottes par pressage, après tamisage à 2 mm pour le développement de semis, dans le domaine maraîcher (salades, tomates, concombres ou melons). La taille de ces mottes peut varier de 4 cm à 10 cm de côté. Elles sont repiquées mécaniquement dans un délai souvent court après la plantation. Suivant le type de plantes, il y aura ajustement du pH, ajout d'éléments fertilisants voire d'argiles fines ou granulées pour favoriser la réhumectation dans le cas de plantes à massifs. La part de tourbe dépasse en général 90 %. L'avantage de ces produits est qu'ils évitent l'utilisation de conteneurs et donc les frais de nettoyage, de stérilisation, mais aussi de recyclage. Le repiquage automatisé impose des substrats fins à moyens (< 2 mm) dont les fibres ne doivent pas entraver la mécanisation, la présence de tourbe humifiée est ainsi privilégiée pour assurer la tenue de la motte au cours de l'opération.

9.2.2. Produits où la tourbe est un élément d'un mélange

Au moment de la fabrication des supports de culture, un soin particulier devra être porté aux propriétés physiques, parce qu'elles ne pourront être modifiées facilement au cours de l'utilisation, surtout après rempotage, contrairement aux caractéristiques chimiques (pH, etc.).

Le substrat le moins contraignant à l'utilisation correspond à un matériau à forte porosité (> 85 %) avec une teneur en air à pF 1 (potentiel capillaire) supérieur à 20 %, mais également une disponibilité en eau élevée (> 20 %).

Ces propriétés se rencontrent naturellement chez certaines tourbes de sphaignes et justifient donc l'intérêt constitué par cette ressource.

Le tableau 22 présente les principales caractéristiques requises.

Caractéristiques	Unité	Valeur
pH (eau)		5,5 à 6,6
Conductivité électrique	mS/cm	0,5 à 2
Capacité d'échange cationique	meq/L	10 à 100
Densité sèche		0,3
humide		0,6
Porosité totale	% du volume	> 88
Porosité à l'air à pF 1	% du volume	20 à 30
Capacité de rétention en eau à pF1	% du volume	55 à 70
Eau facilement disponible (pF1-pF2)	% du volume	20 à 30

Tabl. 22 - Caractéristiques physico-chimiques d'un support de culture considérées comme optimales (d'après diverses sources, doc. INRA).

Le plus souvent, elles seront le résultat d'un mélange de matériaux, la complémentarité des constituants jouera d'abord sur le plan des propriétés physiques : dans un mélange de tourbe et d'écorces grossières, la première jouera le rôle de rétenteur d'eau, l'autre d'aérateur. Il est possible également de corriger les difficultés de réhumectation d'une matière organique, telle que la tourbe brune, par l'adjonction d'un composé minéral. Sur le plan chimique, le mélange avec une tourbe acide permet d'abaisser le pH trop élevé de certains produits.

D'une manière générale, la fabrication suppose la connaissance, d'une part, des caractéristiques des matières premières et d'autre part, de l'évolution des propriétés en fonction des proportions de chacun des constituants (lois de mélange), approche qui sera d'autant plus difficile que les constituants seront nombreux.

Pour garantir la régularité du produit final, il est recommandé de veiller aux conditions de broyage et de classement, à la teneur en eau des produits au moment du mélange, qui devra être réalisé de manière à garantir la meilleure homogénéité. Lors de la mise en tas,

l'absence de tri granulométrique par simple sédimentation sélective devra être surveillée. En cas de manipulation de matériaux légers, il est préférable d'opérer sous abri, hors de portée du vent. Le compostage devra assurer la stabilisation des matières organiques fermentescibles.

Face à de telles contraintes la régularité des produits sera optimisée par une automatisation des procédés, en particulier pour les apports d'engrais et par la mise en œuvre de volumes importants, tout en sachant que la multiplicité des références limite, en général, les séries réalisées. Ces références peuvent être, au niveau d'un fabricant de 40 à 60 dans le domaine professionnel et limitées à 10 pour le marché amateur.

Au niveau des approvisionnements, l'origine multiple des matières premières, notamment de la tourbe nécessitera des ajustements permanents pour garantir la régularité du produit final. L'approvisionnement à partir de gisements importants aux caractéristiques homogènes facilitera la permanence des spécifications du produit final.

Les matières premières les plus utilisées dans les supports de culture en France sont respectivement les tourbes blondes (15 à 25 %), les tourbes noires (20 à 30 %), les écorces de pin (20 à 60 %).

Parmi les autres matières premières pouvant être utilisées, citons : les argiles, les composts de déchets verts, les fumiers, les terres végétales, les fibres de coco, les fibres de lin, les laines de roche, les fibres de bois, et, pour les matières premières minérales : le calcaire broyé, les pouzzolanes, le kaolin, la vermiculite expansée, les zéolites, chacune de ces matières premières permettant d'ajuster les mélanges.

Le tableau 23 présente les caractéristiques physico-chimiques de matières premières utilisées pour l'élaboration des supports de culture.

Matériau	pH type non précisé	Capacité d'échange cationique meq/100g	Masse volumique kg/m ³	Porosité totale Volume en %	Volume eau en %	Volume air en %	Volume eau disponible en %
Tourbe blonde	3,8 – 4,5	100 à 150	75	95	68	27	33
Tourbe noire	4 à 7,5	100 à 250	110	92	75	17	25
Ecorce	6 à 6,8	40 à 70	270	81	43	38	9
Perlite (grossière)	6,5 à 7,2	0 à 10	190	91	23	28	4
Vermiculite	5,5 à 9	40 à 80	130	95	44	51	5
Laine de roche	7	0 à 10	70	94	76	18	70
Pouzzolane	7	0	480	85	46	39	6
Argile expansée	7	0 à 10	420	84	7	77	1
Fibre de bois	4 à 6	45	100	95	40	55	23
Fibre de noix de coco	5 à 6,8	100 à 200	80	95	55	40	21

Tabl. 23 - Caractéristiques comparées de matériaux largement utilisés dans les supports de culture (d'après O. Reinikanen, dans *Peat in horticulture, its use and sustainability* 1997).

Le cas des plantes fleuries peut donner une illustration de la problématique. Elles se caractérisent par une durée de culture longue, les substrats devront donc être aérés et stables dans le temps, un mélange avec des tourbes grossières donnera un terreau disposant d'une bonne structure et d'un bon équilibre d'air et d'eau qui pourra encore être accentué par l'apport de perlites. Un mélange avec de l'argile donnera des plantes plus trapues et augmentera la capacité d'absorption en éléments nutritifs, par contre, le poids du pot sera accru, ce qui dans certains cas peut être souhaité.

Les fibres fournies par les nervures des feuilles de Cyperacées et certaines poacées, très grossières constituent souvent des lentilles intercalées dans les niveaux tourbeux. Elles posent alors des problèmes au moment de l'extraction et doivent être séparées par tamisage pour garantir l'homogénéité de la tourbe destinée aux usages horticoles. Elles pourront néanmoins être utilisées à chaque fois qu'un support grossier sera recherché, en particulier pour les orchidées.

Les aigrettes des fruits en épis de l'Eriophorum (cotton grass) après leur dégradation constituent des fibres dont l'usage pour la confection artisanale de textile est promue en Finlande depuis les années 1990.

9.2.3. Quelle tourbe privilégier ?

Les tourbes blondes de sphaignes offrent, d'une manière générale les meilleures caractéristiques en terme de porosité et de rétention en eau. Cependant, les propriétés d'une tourbe seront avant tout conditionnées par sa finesse et sa fibrosité. Les tourbes blondes, fines et pauvres en fibres, si elles ont une rétention en eau élevée, disposent d'une faible aération et se rétractent au cours du ressuyage. Après une dessiccation poussée, la réhumectation est souvent très difficile, il faudra un certain temps avant que la tourbe retrouve des propriétés stables, mais la teneur en air pourra alors atteindre une valeur critique. L'utilisation d'adjuvants sera alors nécessaire (voir ci-dessus).

Les méthodes d'exploitation qui préserveront la texture de la tourbe seront donc à privilégier pour maintenir toute latitude au niveau de la préparation dans les usages horticoles s.l.

9.2.4. La préparation de la tourbe

En préalable à la confection des mélanges, la tourbe sera donc broyée (broyeur à marteaux) et classée suivant les granulométries désirées, celle-ci pourra être de 0-15 mm pour la tourbe brune, 0-20 mm pour la tourbe blonde. Pour assurer la sécurité des cultures, il est impératif de traiter les matériaux qui peuvent présenter des risques sanitaires : présence de nématodes, larves d'insectes, champignons, bactéries, graines d'adventices, organismes qui peuvent être à l'origine de maladies : galles... Suivant les cas, il s'agira de passage à la vapeur ou de désinfection chimique qui nécessite souvent

des précautions à l'emploi en raison de la toxicité des produits utilisés (bromure de méthyl).

Si toutes les précautions ont été prises au cours de l'exploitation, notamment au moment du décapage de l'acrotelme, la tourbe blonde de sphaignes, milieu biologiquement peu actif et naturellement antiseptique, ne nécessite pas de traitement ; par contre, les tourbes noires herbacées devront systématiquement être désinfectées.

9.3. USAGES DE LA TOURBE POUR LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

9.3.1. Des conteneurs écologiques, parce que biodégradables, à base de tourbe

Pour éviter l'utilisation, dans le domaine horticole, de conteneurs en plastique qui posent des problèmes de recyclage, des produits à base de tourbe (environ 20 %) et de bois défilbré sont moulés par aspiration pour des volumes disponibles qui peuvent atteindre 1,5 l. Leur prix, deux fois supérieur au plastique, les réserve cependant à des usages spécifiques.

9.3.2. Traitement des effluents liquides ou gazeux : biofiltres et charbon actif

• Biofiltres

En raison de ses capacités d'échange cationique, la tourbe constitue un biofiltre utilisé pour épurer aussi bien les effluents liquides industriels que les eaux vannes.

Dans le domaine industriel, la tourbe est particulièrement efficace pour ses capacités d'adsorption des métaux lourds : cuivre, plomb, zinc, nickel et cobalt notamment. Elle peut être utilisée sous forme de granules (0,5 à 3 mm, avec une humidité de 25 à 30 %) obtenues par pelletisation de tourbe pulvérisée préalablement passée à la vapeur. Cette formulation permet d'augmenter la densité du produit ainsi que sa porosité. Après lessivage acide (I.I. Lishtvan, Chemical and thermal processing of peat, dans Global Peat) son réemploi peut être envisagé. Elle est parfois également brûlée pour récupérer les métaux.

Des tests menés en Suède par Ringqvist et Holmgren (dans Global Peat) ont montré que le cuivre, le plomb, le chrome et le cadmium étaient mieux adsorbés par la tourbe que par des filtres minéraux, dans des rapports qui pouvaient être dix fois supérieurs pour le cuivre dans des conditions expérimentales. Selon les mêmes auteurs, les tourbes de sphaignes montrent en général des performances deux fois supérieures aux tourbes de carex.

Dans le domaine des eaux vannes, un filtre biologique compact élaboré à partir de tourbe blonde de sphaignes a été breveté sous le nom de Premier Tech. L'usage en alternance de deux caissons permet d'exploiter rationnellement la tourbe en observant un temps de repos. Le dispositif, d'après ses promoteurs, réduit de 60 % l'encombrement du système de filtration. Sous réserve de certaines précautions d'usage, il faut prévoir de renouveler tous les huit ans la tourbe de sphaignes.

Dans la nature, cette faculté de fixer les éléments métalliques a été utilisée pour la recherche de gisements par des méthodes géochimiques, les concentrations anormales observées permettant de « remonter » aux dépôts métalliques sources. On connaît ainsi en Bretagne des tourbières dont les concentrations en métaux (Pb, Zn, Sb, Ag) sont d'origine naturelle, l'indice de Corn ar Hars a notamment permis la découverte du gisement de métaux de base de Bodennec dans le Finistère.

• Charbons actifs

Les charbons actifs se caractérisent par une surface spécifique élevée qui les rend particulièrement réactif ; suivant la taille de leurs pores, ils pourront être utilisés pour la filtration de gaz ou de liquides. Du fait de leur stabilité thermique et chimique et de leur caractère hydrophobe, ils sont souvent préférés aux autres absorbants. La taille des pores varie suivant la matière première utilisée : bois, charbon, tourbe ; mais aussi en fonction du mode d'activation qui peut être effectué par voie gazeuse ou chimique. Pour la tourbe, ces micropores peuvent atteindre 5 à 6 Angström pour un volume de 0,4 cm³/g dans le cas d'une activation phosphore-potassium. Ce produit est adapté pour la purification des gaz.

La fabrication de charbon actif nécessite 9,2 fois son poids de tourbe. Il en est encore fabriqué 15 000 t (1995) annuellement en Hollande.

9.3.3. Valorisation des lisiers

A partir d'un mélange de tourbe (300 t) et de lisiers de porcherie (700 t) fermentés, il est possible de recueillir 40 000 m³ de méthane, 36 000 m³ de gaz carbonique, 300 t de compost utilisable comme amendement agricole et 600 t d'engrais liquide riche en azote, phosphore et potassium, selon un procédé mis au point dans les années 1980 (d'après B. Odent). Nous ne disposons pas d'éléments sur la viabilité économique actuelle d'un tel procédé.

9.4. USAGES THÉRAPEUTIQUES ET PHYTOSANITAIRES

Les vertus bénéfiques des bains de boues de tourbe humifiée ont été reconnues dès l'époque romaine. Leur utilisation s'est surtout développée en Allemagne, Autriche et

ex Tchécoslovaquie durant le XIX^e siècle. La tourbe humifiée doit atteindre un degré d'humosité de 6 sur l'échelle de Von Post et présenter un minimum de 20 % d'acides humiques. Ces bains sont réputés traiter des affections cutanées (eczéma, psoriasis).

Les propriétés antiseptiques de la tourbe sont bien connues puisque, pendant la 2^e guerre mondiale la tourbe blonde de sphaignes était utilisée comme pansement. Reinikainen dans *Peat, in horticulture, its use and sustainability*, signale des travaux finlandais ayant permis l'individualisation de bactéries utilisées comme biofongicides contre des maladies racinaires des plantes (*Pythium*).

9.5. AUTRES UTILISATIONS

• Couches-culottes

Les propriétés absorbantes des tourbes sont notamment utilisées dans les produits destinés à l'hygiène féminine, mais aussi aux couches-culottes au Canada et aux Etats-Unis.

• Whisky islay

Les whiskys écossais purs malts les plus parfumés doivent leurs caractéristiques à la combustion lente des grains d'orge sur feu de tourbes qui permet leur caramélisation et leur imprégnation par les fumées.

10. Normes et certifications

Il est nécessaire de distinguer :

- les normes (AFNOR en France, DIN en Allemagne) qui résultent d'un accord, de la part des professionnels pour définir et caractériser les produits qu'ils mettent sur le marché. Elles sont d'application obligatoire pour la France après publication des arrêtés d'homologation au journal officiel de la République ;
- les certifications de qualité par des organismes privés ou publics qui résultent d'une adhésion volontaire mais supposent une évaluation neutre par des laboratoires professionnels.

Il s'agit notamment en Allemagne de la certification RAL, qui labellise les produits finis, de la certification RHP qui labellise les matières premières en Hollande et, pour la France de la charte des supports de culture initiée par la Chambre syndicale des fabricants d'Amendements organiques, de Supports de culture et de leurs dérivés (CAS) qui concerne les produits transformés. Celle-ci est présentée en annexe 5.4.

Il n'existe pas encore de norme opérationnelle au niveau européen. Cependant, la Commission Européenne pour la standardisation (CEN) a déjà réuni des comités techniques (TC 223 pour les amendements et supports de culture) qui devraient notamment proposer dès 2000 une méthode pour la détermination des volumes des matériaux en vrac ou emballés.

La liste des normes françaises (AFNOR) relatives aux amendements, supports et milieux de culture est présentée dans le tableau 24.

	Date de la norme	Titre de la norme	Date de l'arrêté d'homologation	Au journal officiel du
NF U 44-051	décembre 1981	Amendements organiques	27-12-1982	25-01-1983
NF U 44-071	décembre 1981	Amendements organiques avec engrais	04-08-1989	12-09-1989
NF U 44-551	décembre 1974	Supports de culture	09-06-1975	18-06-1975
NF U 44-571	juillet 1996	Supports de culture avec engrais	17-10-1997	01-11-1997

Tabl. 24 - Normes rendues d'application obligatoire dans le domaine des amendements organiques et des supports de culture.

Les normes AFNOR NFU 44 – 051 et NFU 44 – 551 ont pour objet de préciser dénominations et spécifications dans chacun de leur domaine.

La norme AFNOR NF U 44-051 définit les **amendements organiques** comme des matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, fermentées ou fermentescibles, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de la matière organique du sol.

Un **compost végétal** est un mélange fermenté de matières d'origine végétale pouvant contenir des déchets d'origine animale et/ou des matières minérales et/ou des matières inertes, dans lequel la tourbe ne dépasse pas 30 % de la matière végétale totale.

Les **composts urbains**, sont définis comme des mélanges de déchets solides d'origine principalement domestique ayant subi au cours de leur fabrication un échauffement naturel de la masse à une température de 60°C ou plus, pendant une durée au moins égale à 4 jours, et précédé ou suivi de certaines opérations mécaniques (tri, broyage, dilacération, déferraillage, tamisage).

La **tourbe (norme NF U 44-051)** ou la **terre de tourbière (norme NF U 44-551)**, est constituée, de résidus végétaux provenant de plantes développées et décomposées en milieu presque constamment saturé d'eau et pouvant contenir originellement une certaine quantité de matière terreuse. La **tourbe support (norme NF U 44-551)** est une terre de tourbière correspondant à des caractéristiques différentes (tabl. 25 et 26).

	pH (eau)	% matière organique sur produit sec	Azote total % en masse sur matière sèche
Tourbe acide	< 5	80	4
Tourbe alcaline	>5	40	4
Compost végétal	-	30	3

Tabl. 25 - Spécifications des tourbes et compost végétal définies par la norme NF U 44-051.

Les caractéristiques chimiques des supports définies dans la norme NF U 44-551 sont présentées dans le tableau 26.

	pH (eau)	Matière organique, % de produit brut minimum en masse	Matière organique, % de matière sèche minimum en masse	Matière organique/ azote organique, rapport maximal
Terreau	/	10	15	40
Terre dite de bruyère	< 5,5	15	25	/
Terre de tourbière	/	20	40	/
Tourbe support	/	30	70	/
Substrat végétal non fermenté non supplémenté	/	/	30	/
Substrat végétal fermenté	/	30	70	/

Tabl. 26 - Caractéristiques chimiques des supports de culture définies par la norme NF U 44-551.

Les normes concernant les méthodes d'échantillonnage et de caractérisation dans les domaines des amendements organiques et des supports de culture sont présentées dans le tableau 27.

	Date d'homologation	Titre
NF U 44 101	non homologuée avril 1976	Produits organiques, amendements organiques, supports et milieux de culture, échantillonnage.
NF U 44 110	Octobre 1982	Boues, amendements organiques, supports de culture, préparation des échantillons partiellement secs pour essai expression des résultats.
NF U 44 160	Novembre 1985	Produits organiques, amendements organiques, supports et milieux de culture, détermination de la matière organique totale (méthode par calcination).
NF U 44 161	non homologuée novembre 1985	Produits organiques amendements organiques supports et milieux de culture détermination de la matière organique totale (méthode par oxydation).
NF U 44 171	Octobre 1982	Boues amendements organiques supports de culture, détermination de la matière sèche.
NF U 44 175	Expérimentale juin 1992	Supports de culture, détermination des capacités de rétention pour l'eau et l'air et de la masse volumique apparente sèche.

Tabl. 27 - Méthodes normalisées d'échantillonnage et de caractérisation dans le domaine des amendements organiques et des supports de culture.

Les normalisations allemandes sont rassemblées dans la norme DIN 11540 d'avril 1984, intitulée « tourbe et produits à base de tourbe, spécifications, propriétés et méthodes de test ».

11. Les réglementations françaises

La tourbe en France relève du régime des carrières, à la différence du lignite qui relève du régime des mines. La loi 93-3 du 4 janvier 1993, transfère les carrières du code minier au régime des installations classées pour la protection de l'environnement (loi 76-663 du 19 juillet 1976).

A ce titre, l'ouverture d'une carrière est soumise à autorisation administrative avec étude d'impact, enquête publique préalable et consultation des conseils municipaux concernés.

Cette autorisation est accordée par le préfet, après consultation de la Commission départementale des carrières. Celle-ci rassemble, outre les représentants des administrations publiques concernées, les professionnels, mais aussi les associations de protection de l'environnement ; les collectivités territoriales y voient leur rôle renforcé. La présidence en est confiée au représentant de l'Etat dans le département.

Les conditions générales d'implantation des carrières sont définies par le schéma départemental des carrières élaboré par la Commission départementale des carrières. Devront également être pris en compte, dans le cadre de la loi sur l'eau n° 92-3 du 3 janvier 1992 modifiée par loi du 2 février 1995, les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) et les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Ceux-ci visent notamment à la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et zones humides pour assurer une gestion équilibrée de la ressource en eau.

Il existe un délai de recours par des tiers contre les autorisations accordées, ce délai est fixé à six mois à compter du début de l'exploitation.

L'autorisation administrative ne peut excéder 30 ans, mais reste limitée à 15 ans pour les terrains nécessitant un défrichement. Cette autorisation peut faire l'objet d'un renouvellement.

L'activité est subordonnée à la constitution de garanties financières permettant à la fois d'assurer la surveillance et la mise en sécurité au moment de la fermeture. Les textes s'appliquent depuis le 14 décembre 1995 aux nouvelles carrières et aux extensions de carrières existantes. De plus, les carrières autorisées avant le 14 décembre 1995 doivent faire l'objet, à compter du 14 juin 1999, de garanties financières pour permettre de faire face, en cas de défaillance en fin d'exploitation, au coût de remise en état le plus onéreux (art. 18 du décret n° 96-18 du 5 janvier 1996, modifiant le décret n°77-1133 du 21 septembre 1997). Celles-ci ont été établies par le préfet à partir d'éléments transmis par l'exploitant avant le 31/10/1998 (art. 4 de l'arrêté du 10 février 1998). Ces contraintes ne concernent pas les petites carrières de marnes ou d'arènes granitiques,

passées sous le régime de la déclaration avec la récente loi d'orientation agricole du 25 mai 1999.

Enfin, l'article 18.2 de l'arrêté du 22 septembre 1994 du ministère de l'Environnement pris en application de la loi sur les installations classées, fixe les prescriptions applicables aux carrières et aux opérations de premier traitement en matière de rejets d'eau dans le milieu naturel.

Il stipule que les eaux d'exhaure, les eaux pluviales et les eaux de nettoyage peuvent être rejetées dans le milieu naturel dans la mesure où elles respectent les prescriptions suivantes :

- pH entre 5,5 et 8,5 ;
- matières en suspension totale < 3,5 mg/l ;
- demande chimique en oxygène < 125 mg/l ;
- hydrocarbures < 10 mg/l.

Ces éléments ont été repris dans l'arrêté du 2 février 1998 modifié par l'arrêté du 17 août 1998 relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées.

12. Produits de substitution, évolution récente et perspectives

12.1. COMBUSTIBLES SOLIDES

L'intérêt pour la tourbe en tant que ressource énergétique est conditionné par le prix des ressources concurrentes, qui bénéficient toutes d'un meilleur rendement. Cet intérêt a donc naturellement été renouvelé lors des différents chocs pétroliers. Cependant, le faible ratio poids/énergie contenue limitera toujours son utilisation aux seuls pays disposant d'abondantes ressources. C'est, nous l'avons vu, le cas de l'Irlande, de la Suède et de la Finlande pour ce qui concerne l'Europe des Quinze.

Les éléments qui interviendront, dans ces pays, pour justifier la pérennisation de son utilisation sont d'abord constitués par les efforts de productivité réalisés aussi bien au niveau de l'extraction que de la valorisation. Asplund (1994) signale une baisse des prix de revient de 30 % sur trente ans en Finlande, une baisse comparable est encore attendue dans les dix prochaines années. Cette baisse est notamment imputable, dans les gisements, à la valorisation pour l'horticulture des couches supérieures peu humifiées. Le développement de nouvelles technologies de combustion permet de pallier l'irrégularité des qualités de la matière première ainsi que ses faibles propriétés calorifiques, en optimisant les rendements. Il s'agit notamment de la combustion sur lit fluidisé, technologie dont vont bénéficier les nouvelles tranches mises en production en Irlande ou en Finlande dont les capacités peuvent atteindre 400 MW.

Dans ces nouvelles techniques, d'après Asplund, les dégagements de SO₂ sont réduits par l'addition de calcaire dans les chaudières, tandis que les émissions d'oxyde d'azote restent limitées, en raison de la température des fours qui ne dépasse pas 750-850°C.

12.2. SUPPORTS DE CULTURE

La recherche de produits alternatifs à la tourbe dans les supports de culture doit prendre en compte les propriétés physicochimiques de ces matières premières mais aussi, nous l'avons vu, leur interaction avec les autres constituants au moment de la fabrication des mélanges. Leur approvisionnement devra être garanti en terme de volume pour des qualités régulières, tout en permettant un prix compétitif pour le produit fini.

Il devra s'agir enfin d'une ressource renouvelable dont l'élaboration ne constitue pas une menace pour l'environnement et, s'agissant de pays du tiers monde, qu'elle soit élaborée avec toutes les garanties sociales nécessaires, notamment en ce qui concerne le travail des enfants.

Nous allons présenter les produits les plus couramment employés dans les mélanges en complément ou en remplacement partiel de la tourbe. L'avantage va d'abord aux produits locaux pour des raisons de coûts et ce d'autant plus que s'il s'agit de sous-produits, voire de déchets qui peuvent ainsi être valorisés.

- Certaines ressources locales constituaient parfois des résidus avant de devenir des produits à part entière, c'est le cas notamment des **écorces de pin** dans le massif des Landes qui sont issues de l'exploitation du bois surtout à destination de l'industrie papetière. Il s'agit d'un produit dont les qualités agronomiques sont reconnues et qui est largement utilisé dans les mélanges (cf. chap. 10.2). Cependant, même s'il s'agit d'une ressource renouvelable, les volumes disponibles sont dépendants de l'industrie du bois qui les génère et la demande à terme risque de dépasser l'offre.

- **Les composts de déchets verts** constituent également une ressource locale renouvelable et disponible en grande quantité. Ces déchets sont constitués de déchets végétaux volumineux : branches, gazons, feuilles mortes, déchets floraux dont la collecte et le tri sont souvent assurés par les collectivités locales avec, à l'horizon 2002, une obligation légale de valorisation puisque la mise en décharge sera à partir de cette date limitée aux seuls déchets ultimes.

Le traitement par broyage et compostage est déjà largement entrepris ; en 1998, l'ADEME estimait qu'environ 30 % du gisement national était composté pour une production de 410 000 t de compost, dont moins de 10 % était utilisé dans les supports de culture (communication orale CAS). Le reliquat étant employé par les services municipaux, les particuliers, les agriculteurs, essentiellement en tant qu'amendement organique ou pour la revégétalisation.

La régularité du produit en terme de qualité et de quantité reflètera le soin apporté au tri, mais aussi la saisonnalité des produits collectés, elle pourra donc varier dans le temps. D'une manière générale, les produits obtenus ont un niveau élevé de pH (7 à 8,5) de salinité (jusqu'à 5 mS/cm) et de capacité d'échange (218 meq/l). La quantité d'air à pF1 est élevée (30 %) mais l'eau facilement disponible est souvent faible (jusqu'à 15 % du volume). Les quantités utilisées dans les mélanges devront donc être limitées, puisqu'il y aura nécessité d'abaisser le pH, la salinité et d'augmenter l'aération en particulier par l'incorporation de tourbe ou de fibre de noix de coco.

- **La laine de roche**

L'extrusion de roches basaltiques fondues à 1600° permet de générer des fibres très fines (5 µm de diamètre) utilisées pour l'isolation. Pour les usages agronomiques, ces fibres subissent souvent un traitement qui les rendra soit hydrophiles soit hydrophobes, il s'agit donc d'un produit à part entière. Elles sont très utilisées pour les cultures hors sols de concombres et tomates, mais constituent des déchets difficilement éliminables après utilisation, ce qui constitue un handicap majeur pour la généralisation de leur usage.

- **Les fibres de noix de coco**

Les fibres utilisées en horticulture sont les résidus des fibres utilisées dans l'industrie du tissage pour la fabrication de sièges autos ou de géotextiles. Des filières d'approvisionnement existent déjà en provenance du Sri Lanka, du Mexique ou de Côte-d'Ivoire. Il s'agit d'un produit qui remplace souvent la laine de roche, ou la tourbe dans les mélanges ; il présente cependant des qualités variables suivant la provenance et se caractérise par une salinité en général élevée. En raison de l'éloignement des sources d'approvisionnement, son coût reste élevé et sa nature de sous-produit rend, de plus, difficile la prévision des volumes disponibles.

- **Les fibres de bois**

Il s'agit, soit de déchets de l'industrie du bois (panneaux de particules notamment) soit de produits élaborés spécifiquement pour l'utilisation en horticulture. Dans ce dernier cas, ils peuvent faire l'objet de brevets (hortifibre).

Un certain nombre de paramètres seront à surveiller lors de leur mise en œuvre : risques de fixation de l'azote qui sera alors indisponible pour la végétation, forte biodégradabilité qui pourra engendrer une perte de volume et devra être contrecarrée par un tassement initial.

Enfin, comme beaucoup de matières premières secondaires un risque de phytotoxicité non négligeable subsistera en fonction de l'origine des matériaux utilisés.

- **Des terreaux sans tourbe** sont déjà conçus pour des domaines où les contraintes d'usage sont les plus faibles, à partir de fibres de bois, d'écorces de pins, de composts, de terre végétale (terre franche) ou de matières premières minérales, souvent à des prix compétitifs. Le substrat élaboré pour permettre le plein développement, **pendant six mois**, des végétaux de l'exposition « le Jardin Planétaire » au parc de La Villette à Paris en 1999 a été élaboré pour assurer un équilibre optimal entre les fractions minérales et organiques en mélangeant : fibre de coco, (stockage de l'eau) écorce de pin compostée (aération et redistribution des éléments fertilisants), pouzzolane (stabilité physique, aération) et terre végétale, son coût d'élaboration reste cependant élevé.

Du point de vue agronomique, trouver un produit qui présente des propriétés et un spectre d'utilisation aussi large que la tourbe reste donc difficile. Il est plus vraisemblable de voir apparaître un nombre important de succédanés utilisés en mélange pour des usages spécifiques.

L'emploi des produits alternatifs présentés ci-dessus permet déjà de limiter l'emploi de la tourbe, puisqu'on peut estimer à partir des statistiques disponibles pour 1998 (2 200 000 m³ de tourbe pour une production de 4 000 000 m³ de supports de culture) que la part de la tourbe ne dépasse pas 55 % en moyenne, même si la tourbe reste encore majoritaire dans certains produits dont les terreaux en motte.

D'un point de vue technique, la généralisation de l'usage de produits alternatifs à la tourbe évoluera d'une part, en fonction des travaux de recherche sur ces produits et leur mise en œuvre dans les mélanges, mais aussi de l'évolution des habitudes et pratiques culturelles dans les secteurs consommateurs aussi bien professionnels qu'amateurs.

La disponibilité de grandes quantités de compost de déchets verts, nous l'avons vu, mais aussi de compost de déchets ménagers et assimilés dont la valorisation deviendra une contrainte légale, constituera un enjeu majeur pour la mise en place de substituts à la tourbe dans les supports de culture.

En 1995, d'après Wiart (Wiart, 1995, Wiart *et al.*, 1995), seule 10 % de la production d'ordures ménagères était compostée, alors que la partie organique facilement compostable des déchets ménagers et assimilés (composts urbains au sens large) peut atteindre 55 %. Sous réserve de qualification réglementaire, ils seront disponibles pour l'élaboration de supports de culture.

Conclusion

A moyen terme, il est prévisible de voir se prolonger l'extraction de tourbe. Elle sera limitée à un petit nombre de pays pour ce qui relève des usages énergétiques : Finlande, Irlande, pays baltes et CEI notamment. Dans le domaine des supports de culture ou celui des usages agricoles, la demande globale risque d'augmenter encore, quoique sur un rythme beaucoup plus faible qu'auparavant.

Compte tenu des contraintes liées à la protection et à la gestion des milieux naturels fragiles que sont les tourbières, l'exploitation ne peut s'envisager que de façon raisonnée dans un souci de pérennisation fonctionnelle de ces écosystèmes.

A la lumière des expériences actuelles, nous allons envisager les différents éléments qui conditionnent l'accès à la ressource et les perspectives qui en découlent.

Les actions menées pour la préservation des milieux humides se mettent d'abord en place au niveau de l'Europe des Quinze. Dans les pays où des actions de sensibilisation ont été menées depuis longtemps, en particulier en Angleterre où des campagnes ont été initiées dès 1990, il apparaît que la demande de tourbe a continué à croître. Les mesures de protection des zones humides entreprises au niveau national ont seulement abouti à un transfert des approvisionnements vers l'étranger i.e. : l'Irlande et l'Irlande du Nord pour l'Angleterre. Ces transferts existent pour tous les pays européens avec, nous l'avons vu précédemment une focalisation sur les pays baltes où le taux d'exploitation (5 % de la production mondiale pour seulement 0,5 % des ressources disponibles) permet d'imaginer des tensions pour l'accès aux ressources dans le moyen terme d'autant plus que l'intégration de ces pays à la CEE est prévisible dans le même temps.

Les prix, malgré des conditions d'approvisionnement problématiques, restent bas. Ces ressources pour les pays actuellement exportateurs constituent, en effet, une source de devise appréciable, les pays de la région restant en situation de concurrence pour l'approvisionnement des marchés ouest-européens. Les flux d'échanges devront cependant être régularisés en volume et qualité. La grande volatilité des prix sur le court terme reste cependant préoccupante parce que difficile à gérer au niveau des transformateurs. L'existence d'une offre durablement basse en terme de prix risque de rendre difficile la mise en place de produits alternatifs économiquement attrayants.

Les produits de substitution sont déjà largement identifiés, des filières d'approvisionnement se mettent en place notamment pour les fibres de noix de coco. La généralisation de l'usage de ces produits est cependant subordonnée aux travaux de recherches agronomiques, mais aussi à l'évolution des habitudes culturelles pour ce qui concerne les professionnels. Les terreaux sans tourbe destinés plutôt au grand public, malgré une promotion depuis 9 ans en Angleterre ne dépassent pas 9 % de l'offre des supports de culture (Lennartson dans *Peat in Horticulture*, 1997).

L'existence d'une abondante offre de composts provenant du recyclage de déchets verts devrait progressivement faire évoluer les habitudes de consommation, notamment dans le secteur grand public. Cependant, il est à prévoir que la demande va continuer à être soutenue pour les tourbes de sphaignes particulièrement adaptées aux usages professionnels en particulier dans les cultures hors sol.

Enfin, les actions de lobbying émanant d'organisations de producteurs localisés dans des pays disposant encore d'abondantes ressources exploitables, comme le Canada, risquent, dans l'éventualité d'une légère remontée des prix, d'ouvrir le marché européen aux produits nord-américains. Ce qui suppose, à terme, une convergence des spécifications mais aussi des modes de conditionnement, les producteurs nord-américains commercialisant essentiellement des balles compressées.

Les actions de promotion de produits alternatifs aussi bien que les actions de protection des milieux humides, qu'elles s'inscrivent dans un cadre réglementaire ou qu'elles relèvent des organisations écologiques risquent de ne produire un effet durable que dans le long terme. C'est donc finalement le facteur prix qui devrait, dans un premier temps, conditionner la demande, en particulier pour la tourbe de sphaignes.

Bibliographie

- ADEME, (1998) - Enquête nationale sur la gestion des déchets verts. ADEME. Angers. 53 p.
- Blanchard F. (1998) - Vous avez dit tourbières ? *La Garance voyageuse* n° 41, p. 7 à 11.
- Brun R. (1993) - Pour choisir un substrat de culture hors sol : connaître ses caractéristiques. *PHM revue horticole* n° 334, p. 25 - 35.
- Collectif (1981) - Inventaire des tourbières de France, p. 41, Inst. Européen d'Ecologie Metz, France
- Collectif (1992) - Regolith exploration geochemistry in arctic and temperate terrains. *In : Handbook of exploration Geochemistry*, vol. 5.
- Dubois G. *et al.* (1949) - Les tourbières françaises. Ministère de l'Industrie et du Commerce - Direction des Mines, Paris - 2 vol. et 1 atlas.
- Dupieux N. (1998) - La gestion conservatoire des tourbières de France. Premiers éléments scientifiques et techniques. Espaces Naturels de France, programme Life « Tourbières de France », 244 p.
- Ekman E. (1979) - Energy use of peat Proceedings United Nations Symp. On world Coal prospects, Katowice, Poland 10-15.
- Géochronique (1999) - Numéro spécial La Tourbe n° 71. *BRGM et la Société Géologique de France*.
- Goodwillie R. (1980) - Les tourbières en Europe. *Collection sauvegarde de la nature* n° 19 ; 82 p. Conseil de l'Europe, Strasbourg.
- Grosse-Brauckmann G. (1996) - German peatlands and peatland research - past and present 10 th International Peat Congress, Bremen, Germany. 4, p. 1 - 21.
- Hervio J.M. (1998) - Au pays de la peur humide. *La Garance voyageuse* n° 41, p. 43 à 45.
- Hood G. (1994) - An economic overview of the peat industry. IPS Newsletter n° 2, International Peat Society: Jyväskylä. Finland 10 - 11.

- Hood G. (1997) - The global peat resource and its use in horticulture. Peat in Horticulture its use and sustainability Proc. Of the Interna. Peat Conf., Amsterdam 2-7 nov. 1997, G. Schmielewski ed.
- Horticulture et Paysage magazine (H.P.M.) (1999) - Les substrats horticoles n° 40. Face à une offre très étendue, sur quels critères baser son choix ?
- Immirzi C.P., Maltby E., Clymo R.S. (1992) - The global status of peatlands and their role in carbon cycling. Friends of the Earth Trust Limited. London.
- Johanssen A. (1996) - The extent and use of peatlands in Norway. E. Lappalainen (ed.) Global Peat Ressources. International peat Society. Jyväskylä. Finland, p. 113 - 117.
- Jones J.M. (1997) - The peat archive, pollution records in peat, an appraisal. Conserving peatlands p. 88 à 92. Parkyn L., Stoneman R. E., Ingram H.A.P. (ed.). CAB International. Wallingord, UK.
- Julve Ph. (1998) - Les tourbières tropicales. *La Garance voyageuse* n° 41, p. 39 à 42.
- Kivinen E. (1980) - New statistics on the utilization of peatlands in different countries. Proceedings of the 6th International Peat Congress. Duluth. USA.
- Korhonen R. Luttig G (1996) - Peat in Balneology and health care. E. Lappalainen (ed.) Global Peat Ressources. International peat Society. Jyväskylä. Finland 339 - 346.
- Kuntze H., Blankenburg J., Schaar J. (1993) - Das Niedersaechsische Moorschutz-program, eine Bilanz aus moorkundlicher Sicht (The moor land protection program of Lower saxony, a survey of what has been accomplished from the viewpoint of the peat scientist). Scheizzerbart in Komm. Stuttgart, Federal republic of Germany p. 271 à 293.
- Lappalainen E. (1996) - Global Peat Resources. International Peat Society. Jyväskylä. Finland 368 p.
- Lappalainen E., Sopo R. (1998) - Peat a valuable natural resource in Europe. *Chronique de la Recherche minière*, n° 530, p. 3 à 13.
- Laplace-Dolonde A. (1994) - L'histosol, descripteur privilégié du marais tourbeux. *Bull. Assoc. Géog. Fr.*, 3, p. 294 - 306.
- Lemaire F., Dartigues A., Rivière L.M., Charpentier S. (1990) - Cultures en pots et conteneurs. Principes agronomiques et applications. Eds INRA et Revue Horticole. 194 p.

- Lemaire F. (1993) - Emploi des matières organiques comme substrat dans les cultures hors sol.
- Lemaire F. (1996) - Valeur des sous-produits organiques en tant que substrat. *PHM Revue Horticole*, n° 373, p. 28 à 35.
- Lennartson M. (1997) - The peat conservation issue and the need for alternatives. Peat in Horticulture its use and sustainability Proc. Of the Interna. Peat Conf., Amsterdam 2-7 nov.1997. *G. Schmielewski ed.*
- Lofroth M. (1997) - The status of European mires by the IMCG and the Swedish Wetland Inventory (VMI). Conserving peatlands p. 186 à 191. *Parkyn L., Stoneman R. E., Ingram H.A.P. ed.* CAB International. Wallingord, UK.
- Maltby E. Proctor M.C.F. (1996) - Peatlands: their nature and role in the biosphere. *E. Lappalainen (ed.)*. Global Peat Ressources. International peat Society. Jyväskylä. Finland, p. 11 - 19.
- Malterer T. (1996) - Peat ressources of the United States. *E. Lappalainen (ed.)*. Global Peat Ressources. International peat Society. Jyväskylä. Finland, p. 253 - 260.
- Malterer T., Johnson K.W. (1997) - Peat consumption in relation to sustainability of peat resources in the U.S.A. p. 122-126. Peat in Horticulture its use and sustainability Proc. Of the Interna. Peat Conf., Amsterdam 2-7 nov.1997. *G. Schmielewski ed.*
- Manneville O., Vergne Virginie, Villepoux O. (1999) - Le Monde des Tourbières et des Marais. *Ed. Delachaux et Niestlé*, 320 p.
- Michel J. C., Rivières L.M. (1996) - Les tourbes : matériaux organiques naturels. *PHM Revue Horticole* n° 373, p. 18 à 24.
- Markov V.D. Ospennikova L.A. Skobeyeva Ye.I., Mathukina V.G., Inysheva L.I. Lapshina Ye. D., Mikhanteyeva L.S. (1996) - General review of West Siberian Mires. *E. Lappalainen (ed.)* Global Peat Ressources. International peat Society. Jyväskylä. Finland p. 203 - 206.
- Matysiak J.P., (1998) - Une histoire du tourbage. *La Garance voyageuse* n° 41, p. 20 à 23.
- Moinereau J., Herrmann P., Favrot J.C., Rivière L.M. (1985) - Les substrats : inventaire, caractéristiques, ressources, 15 - 78. Les cultures hors sol, les ATP de l'INRA, n° 2, 409 p.
- Morel P., Poncet L , Rivière Louis-Marie (à paraître) – Un point sur les supports de culture horticoles. INRA.

- Mutka K. (1996) - Environmental use of Peat. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland p. 335 - 338.
- Mustin M. (1987) - Le compost, gestion de la matière organique. *Ed. Dubusc F.*, Paris, 954 p.
- Neau G. (1976) - Les tourbes françaises. Rap. BRGM 76 SGN 058 GEO.
- Nyrönen T. (1996) - Peat production. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Ressources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland p. 315 - 318.
- O'Connel Catherine (1987) - The I.P.C.C. guide ot irish peatlands. Irish Peatlands Conservation Council, Ireland.
- Odent B.E. (1984) - La tourbe et les tourbières. Rap. BRGM 84 SGN 347 GEO, 84 p.
- Orru M. (1996) - Peat resources of Estonia. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland p. 65 - 68.
- Pajunen H. (1996) - Peatlands in Africa; a general review. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland p. 213 - 219.
- PHM Revue Horticole*, n° 336, p. 10 à 17.
- Renikanen O. (1997) - Peat the ultimate material for horticultural use? Peat in horticulture, Proc. Int. Peat Conference, *Ed. G. Schilewski*, IPS, p. 105 à 111.
- Rieley J.O., page S.E., Setiadi B. (1996) - Distribution of Peatlands in Indonesia. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland p. 169 - 177.
- Rivière L.M. (1996) - Fabrication des supports de culture à partir de mélanges de matériaux. *PHM Revue Horticole* n° 373, p. 25 à 27.
- Robinson E. (1996) - Peat ressources of Jamaica. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland p. 275 - 278.
- Roderfeld H., Kuntze H. (1996) - German mires, utilization and protection. *International Peat Journal* 6. pp 101 à 112. International Peat Society. Helsinki, Finland.
- Rowell T.A. (1998) - The peat land Management handbook. English nature, 178 p.
- Schmilewski G.K. (1996) - Horticultural use of peat. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland, p. 169 - 177.

- Shier C. (1996) - The peat resources of Ireland. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland, p. 95 - 100.
- Shotyk W., Norton S.A., Farmer J.G. (1996) - Peat bog archives fo athmospheric metal deposition. Kluwer Academic Publishers. Dordredht, Netherlands.
- Snore A. (1996) - The peat resources of latvia. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland, p. 101 - 105.
- Sopo R. (1998) - The Spirit of Peatlands, Proceed. Of the Intern. Peat Symposium Jyvaskyla Finland 7-9 Sept. 1998. IPS.
- Steffens P. (1996) - Mires and peat resources in Germany. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland, p. 75 - 78.
- Sustrac G. (1986) - Les travaux du BRGM dans le domaine des combustibles solides rap. BRGM 85 DS 009.
- Tolonen K. (1979) - Peat as a renewable resource: long term accumulation rates in north european mires. Classification of Peat and Peatlands. Proceedings of International Symposium. Hyytiälä. International Peat Society, p. 286 - 296.
- Umeda Y., Inoue T. (1996) - Peatlands in Japan. *E. Lappalainen (ed.) Global Peat Resources*. International peat Society. Jyväskylä. Finland, p. 179 - 182.
- Valat B. (1989) - Contribution à l'étude des propriétés hydriques de matières organiques (tourbes et composts) à usage horticole. Thèse, université de Poitiers.
- Vasandeer H. (1996) - Peatlands in Finland. Finnish Peatland Society. Helsinki, Finlande. 168 p.
- Venmans A. A.M., Den-Haan E.J. (1990) - Classification of Dutch peats. Proceedings for the 6th International Congress, International Association of Engineering Geology. Amsterdam Hollande.
- Vergne V. (1998) - Tourbières et analyses polliniques. *La Garance voyageuse* n° 41, p. 17 à 19.
- Vergne V. (1998) - Archéologie des tourbières. *La Garance voyageuse* n° 41, p. 50 à 55.
- Virtanen-Kimmo (1989) - The effect of the bedrock on the trace elements of fuel peat. Symposium on environmental geochemistry in northern europe, abstracts. p.63. Geol. Surv. of Finland. Rovaniemi, Finlande.

Wheeler B.D. (1984) - British fens, a review. European mires, p. 237 à 279, *Moore P.D. ed.* Acad. Press London U.K.

Wiat J. (1995) - Qualité, maturité et efficacité agronomique des composts de déchets verts : synthèse de référence. Journée du 12 septembre 1995, visite de l'essai agronomique « la Trinottières », ADEME.

Wiat J., Thauvin P. (1995) - Situation du compostage des déchets organiques en France et perspectives d'évolution. Environnement et Technique. *Set ed.* grenoble, n° 151, p. 31 à 37.

ANNEXE 1

Glossaire

Acrotelm(e) : couche supérieure d'un histosol, en général de quelques décimètres d'épaisseur où l'eau est plus ou moins abondante, c'est dans cet horizon supérieur qu'ont lieu l'essentiel des phénomènes de décomposition de la biomasse végétale.

Bas marais (tourbière basse, fens) : marais détrempé jusqu'à sa surface par affleurement de la nappe phréatique, souvent confondu avec marais plat.

Biocénose : ensemble des êtres qui vivent dans un même biotope, au voisinage les uns des autres et en une dépendance réciproque plus ou moins marquée. Elle est conditionnée par des facteurs écologiques qui en conditionnent la stabilité ou l'évolution. Elle inclut : animaux, bactéries et végétaux.

Biotope : milieu physique bien délimité dans l'espace et de composition strictement définie servant de support aux espèces de la biocénose.

Bog : voir haut marais

Bryophytes ou Muscinées : embranchement du règne végétal qui compte environ 25 000 espèces et regroupe, mousses, sphaignes et hépatiques.

Canneberge (atoca au Québec, cranberry dans les pays anglophones) : il s'agit d'Ericacées du genre *Vaccinium* dont plusieurs espèces sont cultivées au Canada pour leurs baies rouges.

Carex : voir cypéracées

Catotelm(e) : couche inférieure de l'histosol, très épaisse, où l'eau est piégée en permanence et où il n'y a presque plus de dégradation de la tourbe, mais un fort tassement.

Cypéracées : herbacées graminéoïdes vivaces inféodées aux lieux humides et caractérisées par un rhizome rameux et des tiges à section triangulaire, telles que la laiche (carex), le souchet (cyperus) et la linaigrette (*Eriophorum*). Le papyrus fait partie de la famille des cypéracées.

Diagénèse : désigne l'ensemble des phénomènes physicochimiques qui transforment un sédiment meuble en roche plus ou moins cohérente, elle s'accompagne toujours d'une compaction.

Ericacées : famille de dicotylédones qui regroupe des arbrisseaux ou arbustes tels que les bruyères ou la canneberge ou les airelles.

Eriophorum : ce genre de cypéracées regroupe les linaigrettes, caractérisées par des épis blancs laineux qui leur ont valu le nom de "cotton grass", herbes à coton, bien que leur utilisation comme fibre textile soit toujours restée très artisanale.

Eutrophe : milieu riche en éléments nutritifs, par opposition aux milieux pauvres, en général acides, qualifiés d'oligotrophes.

Fens : voir bas-marais.

Fluviogène : tourbière topogène de type minérotrophique, développée en liaison avec la nappe alluviale d'une rivière, d'un fleuve.

Foisonnement : augmentation de volume d'un matériau après excavation. Il s'exprime en pourcentage du volume du matériau à l'état normal. Le coefficient de foisonnement de la terre végétale est de 43 %, c'est-à-dire que 1 m³ de ce matériau mesuré à l'état normal occupera un volume de 1,43 m³ après excavation.

Gyttja : mot d'origine scandinave qui désigne une vase fine, foncée et semi-organique (reste de plantes, d'algues et d'animaux), déposée en milieu neutro-alcalin au fond de lacs.

Haut marais : (tourbière haute ou bombée, bog) tourbières ombrotrophes, alimentées uniquement par les eaux météoriques, très acides, très pauvres en minéraux, et souvent caractérisées par les sphaignes et par un bombement au-dessus du niveau de la nappe phréatique minérotrophe.

Holocène : dernière période interglaciaire (depuis 10 000 ans) durant laquelle se sont formées les tourbières actuelles ; série géologique correspondant aux formations les plus superficielles puisqu'elles s'accumulent encore actuellement.

Histosol : parmi les sols hygromorphes, les histosols sont caractérisés par leur richesse en matière organique d'origine végétale : la tourbe ; ils présentent différents niveaux superposés.

Hypnacées : grandes mousses ramifiées latéralement, typiques des tourbières basiques contrairement aux sphaignes.

Limnogène : tourbière topogène de type minérotrophique développée à la surface ou en bordure d'un lac ou d'un étang.

Minérotrophique ou géotrophique : qualifie des tourbières alimentées par des eaux minéralisées, par opposition aux tourbières ombrotrophiques.

Mire : (anglais) désigne tous les éco-systèmes générateurs de tourbe. Il est donc plus général que "peatland".

Mésotrophe : type trophique de tourbière intermédiaire entre eutrophe et oligotrophe.

Moor : (allemand) voir mire.

Oligotrophe : terme qualifiant un biotope pauvre en éléments nutritifs minéraux disponibles (essentiellement N et P).

Ombrogène : tourbière dont l'alimentation hydrique est conditionnée par les précipitations, ce qui explique parfois leur développement dans des positions topographiquement hautes : crêtes, cols.

Ombrotrophique : qualifie une tourbière faiblement minéralisée en raison de son alimentation par les eaux météoriques, par opposition aux tourbières minérotrophiques.

Palustre : désigne les organismes qui vivent et croissent dans les marais.

Para-tourbeux : milieu humide présentant un dépôt tourbeux inférieur à 20 ou 40 cm d'épaisseur suivant les auteurs.

Peatland : voir tourbières.

Plaquebière (Canada) : il s'agit d'une mûre blanche ou orangée, fruit d'une ronce de l'espèce *Rubus chamæmorus* L. Elle sert à fabriquer liqueurs ou confitures dans les zones où elle est naturellement présente : Canada, Scandinavie.

Phragmites : roseaux associés aux molinies dans la famille des poacées, occupant une part importante dans la turfigénèse.

Semi-tourbeux : sol contenant moins de 20 % de matières organiques.

Soligène : tourbière de type minérotrophique dont l'alimentation hydrique se fait sous forme de suintements et ruissellements sur une pente.

Sphaignes : bryophytes, typiques des tourbières plutôt acides.

Tangue : sédiment marin littoral, formé de limons et de sables fins, riche en calcaire.

Topogène : tourbière de type minérotrophique dont l'alimentation en eau est essentiellement réalisée par une nappe phréatique. Au sens large, cela englobe aussi fluviogène et limnogène. A la différence avec soligène signifie qu'il y a une dépression.

Tourbe : résidus végétaux sous différents états de dégradation, accumulés dans des conditions influencées par l'eau, le plus souvent en anaérobie et contenant plus de 20 à 30 % de matière organique ; la tourbe est considérée suivant les cas comme une roche, un sol, une litière ou un humus très épais. La tourbe blonde, légère et poreuse, très claire provient surtout des sphaignes ; la tourbe brune ou noire, plus foncée dense et riche en débris de taille variable et en cendres, provient de végétaux variés herbacés ou ligneux.

Tourbière (mire –anglais-, moore –allemand-) : zone humide, possédant une végétation productrice et accumulatrice de tourbe, donc contenant au minimum 20 % de matière organique, si le dépôt est dépourvu d'argile.

Tremblant (radeau flottant) : zone instable gorgée d'eau et formée par des racines et débris des végétaux, mal décomposés qui colonisent les plans d'eau et dépressions aquatiques.

Turficole : qualifie les végétaux inféodés à la tourbière, sans qu'ils occupent nécessairement une part importante dans la turfigénèse.

Turfigénèse = tourbification : production de tourbe par la végétation dite alors turfigène ou turbigène.

ANNEXE 2

Caractéristiques des exploitations françaises de tourbe

Caracteristiques des exploitations françaises de tourbe

n°		Société	D.	Commune	Lieu dit	Arrêté préfectoral d'exploitation		Surface (ha)	Produit principal	co-produit	Production (1995)	Ep. exploitée	Exploitation		Utilisations	Remarques
						date autorisation	date d'expiration						Méthode	Période		
1	Aquitaine	Humuland S.C.I. du Grand Moura	40	St Laurent de Gosse	Grand Moura de Montroll	19/12/1989	31/12/2009	27,4	tourbe brune de carex	/	25 000 t	3 m	hors d'eau pelle hydraulique rétro	Avril à Septembre	supports de culture	
2		Feder Granulats	33	Ambes	La Menaude	03/03/1992	02/03/2020	28 ha dont 25 exploitables	sables et graviers	tourbe noire de carex	/	1, 20 m	sous eau pelle ou drague	toute l'année si le niveau de la nappe phréatique le permet	amendement organique	début de l'extraction prévue en 1999.
3		Pyrénées Tourbe	64	Escout	Gabarn	13/12/1990	13/12/2008	11	tourbe de sphaignes, blonde et brune	/	/	2, 8 m	hors d'eau pelle hydraulique	juin à Septembre	supports de culture	exploitation en suspend
4		Pyrénées Tourbe	64	Louvie Juzon	Pédestarrès	01/07/1998	01/07/2003	1,6	tourbe de sphaignes, blonde et brune	/	15 000 t	4 m	hors d'eau pelle hydraulique	Avril à Octobre	supports de culture	
5	Auvergne	Humustar Terreaux	63	Picherande	Tourbière de Gayme	26/02/1993	22/02/2008	20 ha seuls 0,85 dest. expl.	tourbe brune	/	6000 t	2 à 4 m	hors d'eau pelle hydraulique	juin septembre	supports de culture	
6		Naturex L.G.I. Aubert (Les Grandes Iles)	15	Marchastel et St Amandin	Pierrefite	01/08/1995	30/08/2010	18.8867	tourbe blonde de sphaignes	/	7500 t	3 à 4 m	hors d'eau pelle hydraulique	juin à Octobre	supports de culture	
7		Sté Tourbes et Terreaux d'Auvergne	15	Landeyrat	Rascoupet	02/12/1982	31/12/2002	18 dont 16 ha à exploiter	tourbe blonde de sphaignes	/	9000 t	2,5 à 3 m.	hors d'eau pelle hydraulique	juin à Octobre	supports de culture	25 000 t autorisée
8		Sté Tourbes et Terreaux d'Auvergne	15	Landeyrat	Le Couderc	02/12/1982	31/12/2002	24.919	tourbe blonde de sphaignes	/	15000 t	1,5 à 7 m	hors d'eau pelle hydraulique	juin à Octobre	supports de culture	25 000 t autorisée
9	Champagne Ardennes	Dumona France	08	Autruche, Germont, Haricourt	Tourbière de la Barre	22/01/1992	31/01/2020	99,75 51 exploit.	tourbe brune de carex	/	59 000 t	2 m	sous eau, pelle à godets	6 mois dans l'année suivant la météo	supports de culture	
10		France Tourbe	51	Villevenard	Pré de la Côte Guillot (Marais de St Gond)	1997	2005	7,4 ha	tourbe noire de carex	/	15 - 20 000 t	0,8 à 1,5 m	hors d'eau pelle à chenilles	printemps	supports de culture	
11		Sté des Tourbières et Gravières de Champagne	51	Courlondon	Marais de Vendière	19/12/1995	2001	1,47	tourbe noire de carex	/	5 000 t	2 à 3 m	hors d'eau pelle hydraulique	6 mois par an	fourniture de mulch pour le vignoble	
12	Franche Comté	Sablères Marguet	25	Vuillecin	plaine alluviale de Pontarlier		25/06/2005	30	sable gravier	tourbe brune de carex	3000 t	0,3 à 1 m	hors d'eau pelle hydraulique et bull à chenille	toute l'année sauf l'hiver	supports de culture et amendement organique	réserves totales évaluées à 60-80 000 m3

Caracteristiques des exploitations françaises de tourbe

n°		Société	D.	Commune	Lieu dit	date autorisation	date d'expiration	Surface (ha)	Produit principal	co-produit	Production (1995)	Ep. exploitée	Méthode	Période	Utilisations	Remarques
13	Midi Pyrénées	Cellier Père et fils	12	St Chély d'Aubrac. Prades d'Aubrac	Le Pendouliou	27/11/1985	30/11/2015		tourbe blonde	/	5600 t	4,5 m	hors d'eau pelle hydraulique	juin à septembre	supports de culture	
14	Basse Normandie	S.A.R.L. du Grand Marais. Sablières de la Manche (Florentaise)	50	St Sauveur le Vicomte	Marais de Selsoif	14/10/1981	14/10/2010	93 ha dont 70 ha exploitables	sable et gravier	tourbe brune de carex	10 000 t	5 à 7 m	sous eau: pelle hydraulique	toute l'année	supports de culture	
15		S.K.W. Biosystems ancienn. S.B.I.	50	Gorges, St Jores	Tourbières du marais de Gorges et St Jores	04/07/1974	04/07/2004	360	tourbe brune d'hypnacées	/	60 000 t	7 à 10 m	hors d'eau par racleage et sous eau par pelle hydraulique	juin à septembre	supports de culture	Voir étude scientifique menée sous la conduite de B. Clément et A. Laplace Dolonde dans le cadre du programme "recréer la nature"
16	Haute Normandie	Tourbière La Harelle	76	Heurteauville	Tourbière d'Heurteauville	03/11/1986	30/11/2003	60 (?)	tourbe brune	/	40 000 t	> 4 m	sous eau pelle hydraulique sur ponton flottant	Avril à Octobre	supports de culture	existence d'un bilan écologique demandé par Diren et Drire(?)
17	Pays de la Loire	Sté Tourbières de sucé	44	Sucé sur Erdre	Tourbières de Logné	22/09/1986	30/09/1998	4.95	tourbe blonde	/	1500 t	3 à 3,5 m	hors d'eau pelle hydraulique	juin à septembre	supports de culture	voir étude hydraulique réalisée par la S.E.P.N.B.; arrêté de biotope demande de renouvellement en cours
18		Florentaise	44	St Mars du Desert	Marais de St Mars	09/02/1978	30/06/2008	82.35	tourbe brune de carex	/	4800 t	3 m	hors d'eau pelle hydraulique	juin à septembre	supports de culture	
19		Florentaise	44	St Mars du Desert	Le Grand Pâtis	14/06/1979	27/02/2009	129.19	tourbe brune de carex	/	36 000 t	3 m	sous eau après drainage limité pelle hydraulique	juin à septembre	supports de culture	
20		Sté Tourbières de France	44	St Mars du Desert	Marais de la Gacherie (marais sauvage)	15/10/1990	31/10/2010	52 42 exploitables	tourbe brune de carex	/	50000 t	2,5 m	sous eau pelle à cable sur ponton flottant	novembre à juillet	supports de culture	
21	Poitou Charentes	Valérian S.N.C	17	La Clotte	Le Marais	02/03/1990	31/12/2003 arrêté du 03/02/99	52, 527	sable, gravier	tourbe brune	gravier: 180 000 tonnes	qq m	hors d'eau pelle hydraulique	toute l'année	amendement organique et supports de culture	La tourbe est un produit de découverte. Le décapage était terminé en mars 1999
22	Rhone Alpes	Dumona France	38	Courtenay	Marais de Lancin	02/07/1996	02/07/2001	9,4 ha dont 7,9 exploités	tourbe noire à brune de carex	/	120 000 t	2 à 4,5m	sous eau: pelle à godets	9 à 10 mois dans l'année	supports de culture	
23		Dumona France	38	Courtenay	Marais de Boulieu	en cours	en cours	4.059	tourbe noire à brune de carex	/	/	1 à 6,5 m épais. moy. exploité. 1 à 4,5m	hors d'eau pelle hydraulique	10 mois par an	supports de culture	

ANNEXE 3

Planches photographiques



*Haut marais de Rascoupet à Landeyrat (15).
Différents horizons d'un profil tourbeux de sphaignes
(noter le lit de cendres volcaniques à la base).*



Tourbière bombée d'Escout (64).



*Tourbière bombée de Louvie Juzon (64).
Le front de taille est colonisé par des droseras.*

Planche n° 2



*Sphaines,
drosera, molinie.*



Plantation de myrtilles sur une tourbière (64).

Planche n° 3



Baupte (50). Exploitation sous eau, constitution d'un andain par la méthode PECO.



Saint-Laurent-de-Gosse (40). Exploitation hors d'eau à la pelle mécanique, évacuation par tombereau.

Planche n° 4



Tourbière soligène ombrotrophe de Kunturini (Bolivie) 4 350 m d'altitude.

Planche n° 5



Exploitations artisanales en Bolivie, horizons tourbeux inférieurs à 0,40 m.

ANNEXE 4

Charte des supports de cultures



CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS D'AMENDEMENTS ORGANIQUES, DE SUPPORTS DE CULTURES ET DE LEURS DÉRIVÉS

10-4-97

CHARTRE DES SUPPORTS DE CULTURE

I Préambule :

La chambre syndicale des fabricants d'amendements organiques, de supports de culture et de leurs dérivés (C.A.S.) mène une réflexion depuis plusieurs mois sur la possibilité de promouvoir dans les meilleures conditions les Supports de culture produits par les fabricants.

Les discussions des membres du syndicat professionnel ont abouti à proposer la **réalisation d'une charte de conformité pour les supports de culture**. Cette charte a comme priorité de répondre à la préoccupation primordiale des fabricants, **fournir aux consommateurs un produit loyal et marchand**.

Les critères de conformité ont, d'abord, été définis par rapport à la réglementation en vigueur. Ainsi, les produits conformes à la charte des supports de culture doivent en premier lieu répondre aux normes ou homologations en vigueur, définies par la loi du 13 juillet 1979 relative aux matières fertilisantes et supports de culture, et aux décrets et arrêtés s'y rapportant.

Puis, par la suite, les professionnels de la C.A.S. ont décidé d'adopter des critères de sécurité présentant des garanties supérieures pour la santé publique et l'environnement.

De même, dans la perspective de la prochaine réglementation européenne sur les supports de culture, il est apparu judicieux d'utiliser tous les moyens permettant aux entreprises de se concurrencer sainement sur ce marché. L'adoption dans la présente charte d'une méthode de mesure proposée par le comité européen de normalisation sur « la détermination de la quantité » est un des éléments essentiels de cette démarche.

A terme, l'adoption de normes de qualité supérieures, assurera au consommateur une meilleure reconnaissance de la qualité de ces produits, ainsi que de leur mode d'utilisation.

II Objet :

La présente charte a pour objet de proposer au consommateur un produit de qualité, loyal, marchand et conforme à la réglementation en vigueur.

La mise en place de la charte s'articule autour de trois axes :

- **l'engagement des sociétés à mettre l'ensemble de leurs supports de culture (marque propre, marque de distributeur (M.D.D.), produit en promotion (1^{er} prix) fabriqués sur leur site de production, en conformité avec la présente charte,**
- **la confirmation par un ou des laboratoires d'analyses, recommandés par le ministère de l'agriculture, que les entreprises respectent les critères pour lesquels elles se sont engagées.**
- **La délivrance aux sociétés d'un agrément de conformité sur l'ensemble de leur production.**

Cette délivrance et la possibilité pour le fabricant d'apposer sur ses conditionnements , les signes distinctifs de la conformité à la charte, seront possibles dès lors que toutes les données précédentes seront fournies, notamment le règlement des cotisations liées à la charte.

La liste des sociétés en conformité, sera l'objet d'une large diffusion .

III Qualités pour adhérer à la charte :

Ont qualité pour adhérer à la charte les entreprises françaises et communautaires, qui produisent sous leur responsabilité des supports de culture destinés au domaine agricole et au jardin. Ces produits sont à base de matières premières transformées par des moyens appropriés : mécaniques, chimiques, physiques ou biologiques.

La responsabilité des entreprises françaises et communautaires, de leurs filiales et/ou de leurs partenaires commerciaux, s'exerce quel que soit le nom ou la marque utilisée. De même peuvent adhérer à la charte les entreprises dont l'activité principale est la fourniture de produits agricoles et qui ont la responsabilité de la mise sur le marché de produits de sociétés non françaises elles-mêmes productrices.

Aucune discrimination ne pourra être faite entre les entreprises candidates à la charte en raison de leur nationalité ou de l'origine de leurs produits.

IV Composition du Comité National d'Agrément (C.N.A.)

Le Comité National d'Agrément est chargé du contrôle et de l'application de la charte sur les supports de culture .Il est composé des membres suivants :

1. - un représentant de l'Institut National de la Recherche Agronomique (INRA).
2. - un représentant de l' Ecole Nationale Supérieure de l' Horticulture (E.N.S.H.-E.N.I.T.H.P.).
3. - le président de la chambre syndicale des fabricants d'amendements organiques, de supports de culture et de leurs dérivés(C.A.S.).
4. - le délégué général de la chambre syndicale des fabricants d'amendements organiques, de supports de culture et de leurs dérivés(C.A.S.).

Ce dernier assure le secrétariat du Comité National d'Agrément. Aucun membre du Comité National d'Agrément ne peut participer aux délibérations concernant des entreprises avec lesquelles il a un lien de subordination .

V Procédure d'agrément :

L'entreprise française ou communautaire qui souhaite adhérer à la charte doit être adhérente à la CAS. Elle adresse une demande d'adhésion à la charte, écrite en langue française ou anglaise au Comité National d'Agrément.

Le siège du Comité National d'Agrément est situé au 59 avenue de saxe 75007 PARIS

Dès réception de cette demande, le Comité National d'Agrément adresse un dossier d'inscription à l'entreprise qui doit le retourner complété et signé. Le dossier d'adhésion comprend , un exemplaire de la charte ainsi qu'un engagement de s'y conformer.

Le Comité National d'Agrément, une fois en possession du dossier d'adhésion à la charte, adresse la candidature à un laboratoire ou des laboratoires recommandés par le ministère de l'agriculture et, accrédités par le COFRAC. Ces derniers ont pour mission de vérifier la conformité des produits fabriqués et/ou distribués par les fabricants aux critères de la charte.

Ces vérifications s'effectueront par des prélèvements faits en priorité sur les sites de production. En cas d'impossibilité et seulement dans ce cas-là les prélèvements s'effectueront sur les plates-formes de distribution . Les produits à vérifier devront être pris au hasard sur le site, en principe plusieurs échantillons par palette pour le cas des produits ensachés . Le vérificateur a toute liberté pour le choix de ses prélèvements.

Les personnels des laboratoires seront les seuls habilités à effectuer les prélèvements et les vérifications, en aucun cas ils ne pourront déléguer cette activité à une tierce personne.

Le résultat des analyses est communiqué par le laboratoire au Comité National d'Agrément, qui fait passer l'information à l'entreprise candidate.

En cas de résultats négatifs, l'entreprise candidate peut demander une contre-expertise réalisée par un laboratoire de son choix agréé par le COFRAC.

Dans le cas de produit importé et dans l'hypothèse où les résultats de ce deuxième contrôle s'avèreraient négatifs, l'entreprise peut alors demander que le contrôle du volume soit réalisé sur site conformément à la méthode de mesure prévue par sa réglementation nationale.

Au vu des comptes rendus du ou des laboratoires consultés, le Comité National d'Agrément entérine les résultats positifs des contrôles et délivre un certificat de conformité à la charte.

L'entreprise doit régler les frais d'adhésion et de cotisation à la charte incluant notamment le coût des contrôles.

L'agrément est donné par société et il se traduit pour chaque société agréée par l'apposition d'un logo spécifique sur les emballages ou documents d'accompagnement des supports de culture fabriqués sous sa responsabilité.

VI Logo :

Le logo tel que défini ci-après peut-être apposé sur tous les emballages ou documents d'accompagnement.



Ce logo a été déposé à l'INPI comme marque collective. Il est la propriété de la chambre syndicale des fabricants d'amendements organiques, de supports de culture et de leurs dérivés (C.A.S.).

Le droit d'autoriser le marquage des produits de la société agréée à l'aide du logo précédemment défini est accordé à l'adhérent après vérification de sa mise en conformité.

Le paiement du droit d'utilisation du logo est intégré à la cotisation prévue au règlement intérieur.

VII Engagements des adhérents :

Les adhérents s'engagent à respecter strictement la législation en vigueur, sans préjudice aux règles communautaires, et à mettre en oeuvre les normes optimales de sécurité assurant la meilleure protection de la santé publique et de l'environnement.

En particulier, les adhérents s'engagent pour l'ensemble de leur production destinée au marché français à fabriquer des supports de culture en se conformant à la réglementation en vigueur sur les matières fertilisantes et supports de culture.

Les adhérents appliquent des critères de sécurité supérieurs à ceux en vigueur dans la législation française et adoptent les critères fixés dans les projets de norme EN 12577, EN 12578, EN12579 et EN12580 (intitulés en annexe) qui présentent des garanties supérieures pour la santé publique et l'environnement.

Les adhérents s'engagent, en conséquence, à appliquer à leurs supports de culture les critères suivants :

1/Indication du volume et de la masse :
--

Les adhérents à la charte s'engagent à marquer le volume et la masse et à appliquer pour l'ensemble de leurs supports de culture, la technique de mesure du volume, préconisée dans le projet de norme communautaire EN 12580 dans sa version annexée à la présente ou toute autre technique analogue dont la méthode de détermination du volume conduit, dans les conditions prévues au paragraphe V, à un résultat équivalent à celui obtenu selon le projet de norme communautaire.

Cette méthode est utilisable sur l'ensemble des supports de culture normalisés (normes NF U 44-551 et NF U 44-571), et homologués.

Tolérance : la tolérance admise par la profession pour le volume à l'ensachage est de $\pm 5 \%$. Les tolérances supérieures à plus ou moins 5 %, ne doivent pas être mises à profit systématiquement.

L'utilisation de cette marge dans le même sens , sur plus de la moitié des échantillons contrôlés, est considérée comme un manquement grave.

2/Niveau de pathogènes.

Les normes françaises de dénomination en vigueur et les projets communautaires EN 12577, EN 12578, EN12579 et EN12580 précités ne prévoient pas encore de seuil de pathogènes pour les Supports de cultures. La présence de pathogènes, indicateurs de pollution biologique dans les Supports de culture, peut présenter des dangers pour l'homme et son environnement.

Les adhérents décident, en conséquence, d'adopter pour les Supports de culture un niveau de pathogènes pour l'homme, les animaux et l'environnement, équivalent aux seuils suivants :

- les streptocoques fécaux $<10^3$ par gramme NFT 90/411-1989
- les salmonelles (absence dans 1 gramme) NF ISO 6579-1990
NF V08.052-1993
- oeufs de nématode (absence dans 1 gramme) Méthode $MgSO_4$

Tolérance : Les résultats d'analyses doivent être inférieurs ou égaux aux seuils indiqués.

3/Boues Composts Urbains et Gadoues:

Dans l'état actuel de la réglementation, sans préjudice des règles communautaires, et sauf si une homologation explicite est accordée, les adhérents s'engagent à n'introduire aucune boue, ni compost urbain, ni gadoue ou produit comportant boue, compost urbain, et gadoue de quelque nature que ce soit, dans leurs supports de culture.

Si la réglementation en vigueur venait à changer ou si les conditions d'homologation permettaient une telle introduction, les adhérents s'engagent à mettre en conformité la présente charte avec les conditions imposées par les pouvoirs publics, sans préjudice des règles communautaires, et à signaler la présence de boue, de compost urbain, de gadoue dans l'étiquetage du mélange.

4/pH des Supports de culture :

Les adhérents à la charte s'engagent à mentionner si les valeurs de référence du pH (H_2O) des supports de culture sont adaptées aux plantes acidophiles (pH inférieur à 5,5), ou aux plantes neutrophiles (pH compris entre 5,5 et 7,2).

La mesure du pH s'effectue suivant la norme afnor NF U 44-172 .

La différence entre la valeur indiquée et la valeur réelle ne doit pas dépasser 0,5 unité pH. .

5/La résistivité :

Afin d'éviter tout excès de salinité nocif aux cultures, les adhérents s'engagent à assurer un seuil de résistivité des produits au minimum égal à 500 ohms.cm. (dilution 1/1.5).

La mesure de la résistivité s'effectue suivant la norme afnor NF U 44-172.

Dans l'hypothèse exceptionnelle ou un adhérent du marché professionnel adopterait un seuil inférieur, il devra l'indiquer dans son marquage et informer les distributeurs des conséquences se rattachant à ce dépassement.

6/Eléments traces :

Dans le souci du respect de l'environnement les adhérents s'engagent à ne pas dépasser le seuil d'éléments traces ou d'indicateurs de pollution minérale défini tel que :

Plomb	:Pb. 100 mg/kg	de matière sèche		
Cadmium	Cd. 2 mg/kg	"	"	
Zinc	Zn. 300 mg/kg	"	"	
Mercure	Hg. 1 mg/kg	"	"	

Tolérance : les quantités d'éléments traces doivent être inférieures aux seuils indiqués.

7/ Produits d'origine animale

Pour éviter tout risque de propagation de l'agent de l'Encéphalopathie Spongiforme Bovine (E.S.B.), les adhérents s'engagent à exclure de leur support de culture, tout produit d'origine animale contenant ou susceptible de contenir des produits à risque⁽¹⁾ tels que farines de viande ou poudre d'os.

VIII Contrôle de conformité des produits :

Pour veiller au respect des engagements souscrits par les entreprises françaises et communautaires adhérentes, des contrôles seront effectués par des laboratoires recommandés par le ministère de l'agriculture dans les mêmes conditions que les contrôles initiaux décrits dans le paragraphe V.

(1) liste de la commission des toxiques du ministère de l'agriculture.

La fréquence, le nombre des vérifications, le nombre et les produits vérifiés seront indiqués par le Comité National d'Agrément.

En cas de résultat négatif, l'adhérent peut demander à ses frais une contre-expertise réalisée par un laboratoire de son choix accrédité par le COFRAC

Les résultats des contrôles sont communiqués sur demande à l'entreprise. Tout membre adhérent peut demander, au Comité National d'Agrément une **vérification** sur une production qui lui est étrangère. Les frais d'analyses seront à la charge du demandeur si le produit est conforme, et à la charge du producteur analysé si le produit n'est pas conforme. Le membre adhérent sera informé de la conformité ou de la non-conformité des produits vérifiés, à l'exclusion des données chiffrées.

La vérification de la conformité du marquage des emballages aux règles de la charte sera assuré par le Comité National d'Agrément.

Les résultats des **vérifications** seront à la disposition du fabricant concerné. Il pourra en faire son propre usage, et notamment les utiliser dans le cadre des auto-contrôles prévus par les procédures de normalisation.

L'agrément d'une société peut être remis en cause lors d'un nouveau contrôle

IX Retrait de l'agrément :

Le Comité National d'Agrément veille au respect de leurs engagements par les adhérents. En cas de manquement d'un adhérent à ses engagements dûment constaté par un laboratoire de contrôle dans les conditions exposées au paragraphe précédent, le Comité National d'Agrément lui adresse une mise en demeure, en français ou en anglais selon les cas, de se conformer aux obligations de la charte. Cette mise en demeure est assortie d'un délai d'un mois permettant à l'adhérent de se mettre en conformité.

A défaut d'une mise en conformité de l'entreprise contrevenante, le Comité National d'Agrément constatera qu'elle ne remplit plus les conditions d'adhésion à la charte et lui retirera l'agrément délivré.

L'entreprise contrevenante peut contester le retrait de son agrément devant le comité d'appel dans les conditions exposées dans le règlement intérieur de la charte.

Le conseil d'administration de la chambre syndicale se réserve le droit de porter plainte contre l'adhérent pour toute fraude, tromperie, falsification ou concurrence déloyale dont il pourrait se rendre coupable **en se prévalant de sa qualité d'adhérent à la charte.**

La chambre syndicale se réserve également le droit de demander aux juridictions compétentes la publication dans les revues professionnelles des condamnations judiciaires infligées à l'adhérent.

Toute utilisation du logo, en violation d'une mesure de radiation, donnera lieu à des poursuites judiciaires.

X Information , Diffusion , Communication :

Le comité national d'agrément pourra proposer toute mesure pour faire connaître les sociétés en conformité avec la charte.

Durant la période de mise en place, la diffusion de l'information sera effectuée en fonction de la délivrance des agréments . Pour ne pas pénaliser les sociétés en conformité , l'information devra être fréquente et répétée.

Par la suite, la liste des entreprises françaises et communautaires adhérentes à la charte sera diffusée chaque année le 1^{er} Juin.

La liste des sociétés en conformité sera disponible sur simple demande auprès du Comité National d'Agrément .

XI Adoption et Actualisation de la charte :

Le Comité National d'Agrément en concertation avec le conseil d'administration de la C.A.S. et sur proposition des adhérents s'engage à actualiser la présente charte en fonction des évolutions scientifiques et techniques relatives à la production des supports de culture et à l'évolution des normes nationales, communautaires et de l'homologation.

Le Conseil d'Administration de la chambre syndicale des fabricants d'amendements organiques, de supports de culture et de leurs dérivés proposera toute modification de la charte allant dans le sens de l'amélioration de la qualité des produits.

La présente charte et les modifications à celle-ci ne pourront être acceptées ou validées que lors d'une Assemblée Générale Extraordinaire de la C.A.S, délibérant en conformité avec les statuts de la CAS.

XII Règlement intérieur :

Les adhérents s'engagent à se conformer au règlement intérieur de la charte annexé au présent document.

Signature d'engagement de la charte par le mandataire de l'entreprise adhérente :

Madame/Monsieur

Entreprise :

Le président de la CAS

Edition du 10.4.97

REGLEMENT INTERIEUR DE LA CHARTE DES SUPPORTS DE CULTURE

ARTICLE 1 : Adhésion :

Les entreprises françaises et communautaires qui souhaitent adhérer à la charte des supports de culture doivent adresser une demande d'adhésion au Comité National d'Agrément.

Le dossier d'adhésion correspond au formulaire de la charte qui doit être complété et signé par le mandataire de l'entreprise .

ARTICLE 2 : Agrément :

Pour obtenir son agrément ,l'entreprise doit avoir fait l'objet d'un contrôle des supports de culture destinés au marché français, par un ou des laboratoires accrédités par le COFRAC (liste en annexe).

L'agrément est donné à la société pour l'ensemble de ses supports de culture, (marque propre , marque de distributeur (M.D.D), produit en promotion (1^{er} prix), lorsque ses produits ont été reconnus conformes aux critères définis dans la charte , et lorsque les cotisations correspondantes ont été versées .

Cet agrément est donné par le Comité National d'Agrément au vu des résultats du contrôle opéré par le laboratoire de contrôle, et éventuellement des résultats de la contre-expertise demandée par l'entreprise candidate.

ARTICLE 3 : Cotisations.

La cotisation annuelle englobe les frais préliminaires d'étude de faisabilité, les coûts d'approche au niveau des laboratoires, les frais de concession de la marque collective (logo de la charte), les frais de gestion et de suivi des sociétés agréées et l'ensemble des frais pour l'analyse des Supports de culture.

Elle se compose d'une partie fixe , et d'une partie variable . Cette dernière est calculée sur la base des volumes de Supports de culture vendus par l'entreprise adhérente l'année précédant l'exercice concerné. Ce calcul prend en compte le segment de marché défini par le conseil d'administration : marché professionnel ou marché amateur ou l'ensemble du marché .

Les cotisations sont proposées par le conseil d'administration lors de l'assemblée générale ordinaire.

ARTICLE 4 : Engagements des adhérents.

Les adhérents s'engagent à :

- **respecter la réglementation en vigueur sur les matières fertilisantes et supports de culture,**
- **se conformer à la déontologie en usage dans la profession .**
- **suivre les résolutions complémentaires à la charte prises lors des Assemblées Générales Ordinaires ou Extraordinaires de la CAS.**

ARTICLE 5 : Logo.

Le fabricant est autorisé à utiliser le logo prévu à la charte sur l'ensemble de ses supports de culture dès la délivrance de son agrément.

Le logo peut être apposé en face avant ou arrière des emballages, ou sur tout document d'accompagnement.

La taille du logo ne doit pas dépasser une hauteur de 5 cm et une largeur de 8 cm.

Le logo doit être conforme au modèle défini dans la charte et déposé à l'INPI (Institut National pour la Protection Industrielle), couleur noire sur fond blanc, ou couleur dominante de l'impression du marquage des emballages.

En cas de radiation ou de démission de la charte, l'entreprise perd tout droit d'utiliser le logo.

ARTICLE 6 : Modalités de vérification des Adhérents et protection du savoir faire.

Le ou les laboratoires retenus pour effectuer les prélèvements et les vérifications doivent pouvoir opérer en toute liberté. Toutefois, les prélèvements doivent être faits dans la plage horaire d'ouverture du site de production .

Le fabricant doit faciliter, dans toute la mesure du possible, le travail du laboratoire .

Les prélèvements seront effectués sur des palettes constituées ou en cours de constitution, uniquement à la demande du responsable du laboratoire de contrôle .

Le laboratoire ne sera pas habilité à communiquer les résultats aux intéressés qui pourront se les procurer, sur demande, auprès du Comité National d'Agrément.

Les méthodes utilisées par le ou les laboratoires indépendants sont conformes aux méthodes scientifiques en vigueur pour les vérifications opérées sur les supports de culture.

ARTICLE 7 : Comité National d'Agrément

Le comité national d'agrément est constitué conformément au paragraphe V de la charte des supports de culture .

Le comité national d'agrément pourra se réunir une ou plusieurs fois par trimestre en fonction des demandes d'agrément.

Le comité national d'agrément agit en toute indépendance.

ARTICLE 8 : Retrait de l'agrément.

Les adhérents, ne se conformant pas à la charte qu'ils ont signée, encourront le retrait de leur agrément.

En premier lieu, ils recevront une mise en demeure de se mettre en conformité. S'ils n'ont pas obtempéré à la mise en demeure de régulariser leurs produits dans les délais impartis, ils seront convoqués par le Comité National d'Agrément.

Ils ont accès à leur dossier au moins huit jours avant la date de la réunion du comité. L'adhérent, qui peut être assisté du conseil de son choix, assiste à la réunion et fait part de ses observations écrites ou orales.

Le Comité National d'Agrément statue au vu des résultats des contrôles effectués par un laboratoire indépendant et de la contre-expertise éventuellement demandée par l'entreprise à ses frais.

La décision motivée du Comité National d'Agrément est notifiée sous quinzaine à l'adhérent.

L'adhérent peut contester le retrait de son agrément devant le comité d'appel dans un délai de huit jours à compter de la réception de la notification de la décision. Ce délai est porté à 15 jours pour les entreprises communautaires.

Le comité d'appel est composé du président de la chambre syndicale des fabricants de spécialités pour l'horticulture et l'entretien des jardins (CSH) ou de son représentant et d'un représentant de l'Institut National de la Recherche Agronomique (I.N.R.A.).

Le comité d'appel rend une décision définitive après avoir pris connaissance des observations qui seront transmises par l'adhérent dans un délai d'un mois à compter de la saisine du comité.

L'appel de la décision du Comité National d'Agrément n'a aucun effet suspensif sur le retrait.

Le Président de la chambre syndicale des fabricants d'amendements organiques de supports de culture et de leurs dérivés (C.A.S.) ou son représentant après avis du Conseil d'Administration pourra donner à la sanction toute suite judiciaire, pénale ou disciplinaire qu'il jugera appropriée. Il pourra également :

- communiquer le dossier aux autorités administratives chargées de la répression des fraudes
- demander aux juridictions compétentes la publication dans les journaux professionnels des condamnations judiciaires infligées aux contrevenants.

Fait à Paris le

Pour engagement, **le Mandataire de l'entreprise**(Nom et prénom) :
M.....

L'entreprise : (nom et adresse du siège de l'entreprise)

Signature du mandataire : (faire précéder par "lu et approuvé,
bon pour engagement à la charte sur les supports de culture de la CAS")

Signature du Président de la C.A.S. :

Edition du 10.4.97

ANNEXE AU CHAPITRE VII - ENGAGEMENTS DES ADHERENTS

Norme NF EN 12577

Norme étiquetage.

Cette norme spécifie les prescriptions générales d'étiquetage concernant les amendements du sol et supports de culture.

Norme NF EN 12578

Norme spécifications et liste de produits.

Cette norme donne les prescriptions de spécification des amendements du sol et supports de culture.

Norme NF EN 12579

Norme d'échantillonnage.

Cette norme décrit les méthodes d'échantillonnage des supports de culture et des amendements organiques.

Norme NF EN 12580

Norme détermination de la quantité.

Cette norme décrit la méthode de détermination de la quantité d'un support de culture .

ANNEXE 5

Adresses utiles

- AFNOR - ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION**
Tour Europe, 92049 Paris La Défense Cedex
Tél : 01 42 91 55 55
- BNSCAO - BUREAU DE NORMALISATION DES SUPPORTS DE CULTURES ET DES AMENDEMENTS ORGANIQUES**
59 avenue de Saxe, 75 0007 Paris
Tél : 01 53 69 60 92
- C.A.S. - CHAMBRE SYNDICALE DES FABRICANTS D'AMENDEMENTS ORGANIQUES DE SUPPORTS DE CULTURES ET DE LEURS DERIVES**
59 avenue de Saxe, 75 0007 Paris
Tél : 01 53 69 60 92
- C.S.P.M.A. - CANADIAN SPHAGNUM PEAT MOSS ASSOCIATION**
4, Wycliff Place, St Albert
Alberta Canada T8N 3Y8
Tél : 780 460 8280.
email: cspma@peatmoss.com
- I.P.S. INTERNATIONAL PEAT SOCIETY**
Secrétariat: Kuokhalantie 4 Fin – 40 420 JYSKALA
FINLAND
Tél: 358- 14 –674042
Email: ips@peatsociety.fi

BRGM
SERVICE RESSOURCES MINÉRALES
Unité Economie et matériaux

BP 6009 - 45060 ORLEANS Cedex 2 - France - Tel.: (33) 2 38 64 34 34