

GM 48855

LA TOURBE AU QUEBEC -REVES ET REALITES

Documents complémentaires

Additional Files



Licence



Licence

Cette première page a été ajoutée
au document et ne fait pas partie du
rapport tel que soumis par les auteurs.

Énergie et Ressources
naturelles

Québec 

LA TOURBE AU QUEBEC-REVES ET REALITES

PAR MARCEL VALLEE

SOQUEM

CONFERENCE PRESENTEE AU

COLLOQUE SUR LA PROSPECTIVE MINERALE DU QUEBEC

CHICOUTIMI, QUE, 7 au 9 NOVEMBRE 1979

Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service de la Géoinformation

Date: 11 SEP 1989

No G.M. 48855

LA TOURBE AU QUEBEC-REVES ET REALITES

INDEX

RESUME

- Introduction
- La tourbe - généralités
- Classification des tourbes
- Stratégie de développement de la tourbe
- Perspectives sur la fabrication du coke de tourbe
- Autres perspectives d'utilisation
- Conclusions
- Remerciements

TABLEAUX

LA TOURBE AU QUEBEC - REVES ET REALITES

MARCEL VALLEE, SOQUEM, STE-FOY, QUE

RESUME

La production de tourbe au Québec se situe à environ 120,000 tonnes de tourbe de sphaigne pour fins horticoles. L'exemple d'utilisations énergétiques de la tourbe plus humifiée et de ses sous-produits en d'autres pays a fait naître l'espoir de développements similaires au Québec.

Les inventaires de cette ressource ont été effectués à date de façon plutôt ponctuelle en relation avec le potentiel d'exploitation de la tourbe de sphaigne et les données disponibles ne sont pas suffisantes pour planifier d'autres développements. Les estimés disponibles des réserves ou ressource de tourbe varient notablement. De plus le secteur agricole est un compétiteur sérieux pour l'utilisation des tourbières soit pour y faire la culture maraîchère, soit parce qu'on considère la tourbière comme un obstacle pour cultiver le sol sous-jacent.

La SOQUEM a poursuivi, dans le cadre d'un programme de recherche sur la fabrication de coke de tourbe, un programme d'échantillonnage de 98 tourbières, d'inventaires photogrammétriques, ainsi qu'une synthèse des données déjà disponibles pour le sud du Québec, la Côte nord et l'Abitibi. (au total 258 tourbières).

D'autres organismes comme l'Hydro Québec ont également poursuivi des travaux d'inventaires et il serait souhaitable que les données acquises soient intégrées.

Les inventaires de la ressource tourbe pourraient se faire selon des niveaux étagés:

Niveau 1 - Relevé photogrammétrique des surfaces des tourbières. Ceci peut aller, sur photos appropriées, jusqu'à définir les facies des tourbières.

Niveau 2 - Echantillonnage sommaire, soit 1 à 5 sondages par 10 km^2 , pour définir les profondeurs et permettre une première caractérisation des tourbières et un premier estimé de volume sur des grandes surfaces.

Niveau 3 - Echantillonnage de caractérisation avec 2 à 10 sondages par km^2 . C'est à ce stage qu'on peut parler de réserves.

Niveau 4 - Echantillonnages détaillés avec sondages au 100 m ou 200 mètres, sur lignes espacées de 1 km à 1/2/km.

Niveau 5 - Echantillonnages en vrac pour essais

Niveau 6 - Echantillonnages de détail, pour contrôle d'exploitation

La ressource tourbe n'est pas renouvelable et les tourbières se dégradent rapidement en certaines régions, sous l'effet du drainage, du feu, ou même d'un certain gaspillage.

Il nous apparaît donc essentiel qu'une politique d'utilisation de cette ressource soit adoptée, axée sur la mise en commun et la systématisation des données d'inventaire.

La tourbe de sphaigne est susceptible d'une plus grande commercialisation, si on peut développer des systèmes d'emballage plus compacts et atteindre des marchés plus éloignés. Plusieurs sous-produits sont susceptibles d'être développés dans le domaine horticole. Certaines tourbières d'importance pourraient alimenter des centrales thermiques dans des secteurs isolés.

Le secteur des cokes spéciaux et des produits associés présente un potentiel d'applications à l'échelle industrielle. Le principal problème se situe au niveau des méthodes de récoltes applicables aux conditions de climat et de main d'oeuvre locales.

INTRODUCTION

A l'échelle mondiale, la principale application de la tourbe est la conversion en énergie par combustion dans les centrales thermiques ou encore par chauffage domestique. La Russie, l'Irlande, l'Allemagne et la Finlande sont les pays où ces applications sont les plus importantes. Les usages horticoles et agricoles sont les plus importants dans les autres pays. Aux USA on étudie surtout la possibilité de convertir la tourbe en gaz.

La production de tourbe au Québec consiste actuellement en 120,000 tonnes de tourbe de sphaigne pour fins horticoles. Cette production a semblé plafonner à ce niveau sous l'effet de contraintes physiques et géographiques. La principale contrainte extérieure est le climat québécois qui est plutôt marginal pour l'exploitation de la tourbe, par rapport à celui d'autres régions. Une deuxième contrainte est le volume considérable de la tourbe par rapport au poids, ce qui influence les coûts de transport aux marchés de consommation. L'absence jusqu'à récemment de regroupement efficace des producteurs a également desservi le développement de cette industrie au Québec.

L'exemple de l'Irlande et de la Finlande a amené plusieurs organismes et industries à s'intéresser au développement de produits horticoles plus spécialisés utilisant les qualités de la tourbe de sphaigne dans des produits s'adressant aux marchés de consommation, par exemple palettes, pots présemés et pré-alimentés, pots de tourbe pressée pour plants, etc...

Certains groupes comme l'Université de Sherbrooke se sont également intéressés aux qualités filtrantes et absorbantes de la tourbe ainsi qu'à sa transformation en charbon activé, et coke de tourbe, matériaux qui sont produits en Hollande pour le premier, et en Allemagne et Finlande pour le deuxième.

Nombres d'applications de la tourbe dans le domaine de la construction comme matière première sont aussi possibles mais la plupart se heurtent aux produits déjà établis (Ruel et al, 1976)

Le Québec, comme plusieurs provinces canadiennes, ne possède pas les données d'inventaire pour planifier à long terme ou même à moyen terme le développement de cette ressource.

Tourbe

La tourbe est formée par l'accumulation de matière organique en milieu aqueux, c'est la première étape de la transformation de cette matière organique. Après enfouissement, il y aura formation, successivement et à long terme, de lignite, de charbon, d'antracite et même éventuellement de graphite dans les conditions de métamorphose intense. La tourbe est nécessairement hétérogène puisque la végétation du milieu de tourbière varie selon les conditions locales.

Les tourbières québécoises (et nordiques) montrent une prépondérance de sphaigne, ce qui leur donne leur qualité fibreuse, et le grand pouvoir d'absorption qui y est relié. On rencontre plus au sud une plus grande abondance d'arbustes, d'herbages, roseaux, etc... Les débris d'arbres, souches, troncs sont aussi présents et parfois abondants. Laissés à l'air ces débris s'oxydent et se décomposent: la formation de tourbe à proprement parler est causée par la décomposition sous l'eau, donc anaérobie, de cette végétation, la tourbe conserve une partie de l'oxygène et la majeure partie de l'hydrogène et du carbone du matériel original (45% du bois) (35% pour tourbe). Une tourbière type a la forme de soucoupes superposées, la plus restreinte, au sommet, constituant la partie vivante de la tourbière, les "soucoupes" sous-jacentes constituant des couches de plus en plus décomposées. La partie inférieure de la tourbière montre en général une teneur cendre plus élevée, ceci étant plus marqué lorsque le sous-sol est de type argileux.

La tourbière demeure un milieu écologique délicat. Sous l'action du drainage, par exemple, la végétation caractéristique meurt, la tourbière se compacte, s'oxyde, est envahie par les aulnes et les arbres, elle est beaucoup plus vulnérable aux feux. Ce processus est déjà en cours au Québec et affecte les tourbières des basses terres et du secteur du Lac St-Jean. D'autres pays ont fait cette expérience:

Dömsödi constate, en Hongrie que 80% des tourbières présentes il y a deux siècles ont maintenant disparu, sous l'action du drainage fait de façon incontrôlée pour fins agricoles et qui a amené l'assèchement, l'oxydation et l'érosion des tourbières.

Nous notons également dans cette veine un conflit entre les applications énergétiques et les possibilités horticoles. Dans certains secteurs, on excave ou parfois même on détruit la tourbe en l'incendiant pour avoir accès au sous-sol minéral. Dans d'autres secteurs on voudrait faire de l'horticulture, de la culture maraîchère dans la tourbe, ce qui amène à terme de 50 à 200 ans, la disparition de la tourbière. Il semblerait plus logique d'exploiter systématiquement la tourbe, d'abord la sphaigne de la couche supérieure ensuite la tourbe plus humifiée à la base, pour ensuite utiliser le sol sous-jacent pour la culture ou les plantations forestières. En Irlande les tourbières recyclées sont en général utilisées en paturage pour l'élevage du bétail, en Allemagne elles servent à la culture, tandis qu'en Finlande on préfère l'exploitation forestière.

Les inventaires

Les tourbières québécoises ou canadiennes ne semblent pas avoir fait l'objet d'inventaire systématique et surtout efficace puisque les chiffres publiés divergent de façon marquée.

Voici quelques tableaux résumant les ressources et la production mondiale (tableaux I et II), les ressources et réserves canadiennes (tableau III), les ressources américaines (tableau IV). Les tableaux suivants donnent en comparaison des chiffres publiés pour les réserves des provinces par Monenco (tableau V), tandis que le tableau VI montre le résultat des compilations et relevés de SOQUEM pour diverses régions du Québec.

Nous voyons par le tableau comparatif (tableau VII) qu'il y a une différence parfois considérable entre les estimés. Les chiffres de ressources pour le Canada pour "Mineral Facts and Problems 1975" sont apparemment hors contexte par rapport à ceux de Monenco et de Simard/Ketcheson. Par contre le chiffre de superficie pour le Québec de ces derniers semblerait avec ceux de SOQUEM et Monenco, tenant compte des différences de paramètres. Cependant les chiffres de tonnages de Simard/Ketcheson sembleraient plus hauts que laisseraient inférer les compilations de SOQUEM et de Monenco.

Au Québec jusqu'à date, les inventaires des tourbières ont été effectués jusqu'à date de façon plutôt ponctuelle, en relation avec le potentiel d'exploitation de la tourbe de sphaigne, et les données disponibles ne sont pas suffisantes pour planifier le développement de cette ressource dans d'autres avenues.

La SOQUEM a poursuivi, dans le cadre d'un programme de recherche sur la fabrication de coke de tourbe, un programme d'échantillonnage de 98 tourbières, d'inventaires photogrammétriques, ainsi qu'une synthèse des données déjà disponibles pour le sud du Québec, la côte nord et l'Abitibi (au total 258 tourbières) (Tableau VII et figure I).

D'autres organismes comme l'Hydro Québec ont également poursuivi des travaux d'inventaires et il serait souhaitable que les données acquises soient intégrées.

Le système suivant a été établi à la SOQUEM pour compiler ces données:

- 1) La position et le contour des tourbières sont localisés sur cartes STN à 1:250,000
- 2) La position et le contour des tourbières sont également localisés sur cartes STN à 1:50,000, on y ajoute également la position des sondages et des courbes d'iso-épaisseur.

Les données disponibles pour le sud du Québec au MER ont été complétées par des études photogrammétriques. De plus pour l'Abitibi et la Côte nord jusqu'à Havre St-Pierre on a fait une étude photogrammétrique des tourbières, et lorsque l'échelle de la photo le permet on peut même définir divers faciès des tourbières.

- 3) Dans le cas où des sondages sont très nombreux ils sont reportés sur cartes à 1:20,000 ou 1:10,000 et pour les tourbières d'intérêt on trace des sections au 1:5,000 en échelle horizontale, 1:100 en échelle verticale.
- 4) Les échantillonnages de la SOQUEM se sont faits exclusivement avec une sonde Hiller et tous les échantillons prélevés (au 0.50 mètre) ont subi les déterminations suivantes:

- 1- Visuelles: détermination de l'indice Van Post modifié (1 à 4) et de la végétation d'origine.
- 2- Au laboratoire: détermination du pH, du pourcentage cendre et du pourcentage de résidu

Les données de sondages et les analyses sont enregistrées sur un journal de sondage.

- 5) Pour chaque gisement échantillonné, on a dressé une fiche synthétique des sondages en subdivisant suivant l'indice Van Post 1-2-3, et la teneur cendre si plus haut que 2.5%
- 6) Les sondages de SOQUEM ont été exécutés sur une maille de 300 à 400 m, le long de cheminements espacés de 1 km à 1.5 km. Ces cheminements ont été localisés avec boussole et mètre à fil perdu. Dans un mode de reconnaissance, il est avantageux de reporter à plus tard les arpentages plus précis et nivellements qui sont très lents.

7) Qualité et autres paramètres

Pour terminer, les inventaires de tourbe ne sont valables qu'en autant qu'on qualifie les tonnages selon la nature de la tourbe présente. Ce qui est loin d'être fait dans les estimés globaux et de nature préliminaire qui sont la règle plus que l'exception.

On doit donc distinguer l'indice Van Post, la teneur cendre, tenir compte des épaisseurs minimum. Par exemple les estimés de tonnage SOQUEM sont basés sur une épaisseur minimum de 1m de tourbe non drainée, d'autres calculent à partir de 0.5m d'épaisseur minimum. Les facteurs de conversion utilisés tels kg de tourbe/mètre cube sont relativement variables. De plus, la tourbe drainée se compacte par rapport à la tourbe fraîche.

A la suite de cette campagne, nous suggérons pour une perspective intégrée et une plus grande efficacité dans les travaux, que les inventaires de la ressource tourbe pourraient se faire selon des niveaux étagés:

Niveau 1 - Relevé photogrammétrique des surfaces des tourbières. Ceci peut aller, sur photos appropriées, jusqu'à définir les facies des tourbières.

Niveau 2 - Echantillonnage sommaire, soit 1 à 5 sondages par 10 km², pour définir les profondeurs et permettre une première caractérisation des tourbières et un premier estimé de volume sur des grandes surfaces.

Niveau 3 - Echantillonnage de caractérisation avec 2 à 10 sondages par km². C'est à ce stage qu'on peut parler de réserves.

Niveau 4 - Echantillonnages détaillés avec sondages au 100 ou 200 mètres, sur lignes espacées de 1 km à 1/2/km.

Niveau 5 - Echantillonnages en vrac pour essais

Niveau 6 - Echantillonnages en détail, pour contrôle d'exploitation

Les travaux exécutés par la SOQUEM en 1978 se situeraient au niveau I pour certaines régions du Québec, au niveaux 2 et 3 pour nos échantillonnages et au niveau 5 pour les échantillonnages en vrac pour fabrication de coke. Par comparaison, les échantillonnages du MERQ tendent à se situer au niveau 3 et surtout au niveau 4.

Classification des tourbes

Les principales méthodes de classification des tourbes selon le degré d'humification, qui sont les seules applicables de façon générale sur le terrain, sont les suivantes:

1) Méthode Van Post: Cette méthode vise à évaluer sur le terrain le degré d'humification d'une tourbe selon son comportement dans la main de l'opérateur: une tourbe fibreuse laissant échapper une eau relativement claire, tandis qu'une tourbe très humifiée fuiera entre les doigts. La méthode originale comporte des degrés H1 à H10 tandis que A. Simard et autres ont réduit à 4 degrés l'échelle (VPm 1 à 4). Cette méthode est partiellement subjective et limitée également par la variabilité du matériel source.

2) U.S. Department of Agriculture: Cette méthode comporte trois catégories:

- 1) fibrique (H1 à H3 ou VPm 1), la teneur fibre -0.1 est plus haute que 67%, tourbe pâle
- 2) Hemique (mesique) (H3 à H6 ou VPm 2.-2.5) teneur fibre de 33 à 67% tourbe foncée
- 3) Saprique (ou humique) (H7 à H10 ou VPm 3 à 4) teneur fibre plus petite que 33% tourbe noire.

3) Méthode russe ou allemande

Elle consiste à mesurer les substances humiques (acides humiques et) fulviques, et humines de la tourbe et le résidu fibreux). Les résultats de cette méthode ne concordent pas directement avec ceux de la méthode Van Post.

4) Classification botanique:

Nos travaux se sont impliqués de façon très sommaire dans cet aspect mais il est à souligner que des applications industrielles nécessiteront une meilleure compréhension de la composition des tourbières et des variations de qualité reliées à la nature de la végétation. Les chercheurs russes sont ceux qui se sont le plus impliqués dans ce dossier et l'article de Olemin et al, (1972) sur la classification génétique des tourbières est à citer.

5) Autres déterminations

Plusieurs autres mesures possibles par exemple le ph, la détermination d'azote, des résines et cires, en général n'ont pas de valeur diagnostique. La seule qui est d'intérêt direct pour le moment est la teneur cendre. Une mesure quantitative de la quantité de fibre pourrait être utile et aider à systématiser l'indice Van Post. Stanek et Silc, (1977) font une étude intéressante entre 10 échantillons de 4 tourbières, classes H1 à H10 en mesurant la matière organique soluble au pyrophosphate et en tamisant sur tamis 100 mailles. Les résultats de tamisage semblent prometteurs et devraient être repris sur un plus grand nombre d'échantillons de provenance moins hétérogène.

Un schéma synthétique de classification est proposé au Tableau VIII.

6) Normes de qualité

Il est à souligner que la commercialisation de la tourbe de sphaigne n'est soumise à aucune norme de qualité. On observe donc, selon la méthode d'exploitation et l'humification plus grande de la tourbe exploitée, que la proportion de fibre varie considérablement, au dépens de la renommée de la "tourbe de sphaigne du Québec". Il serait donc souhaitable d'établir une norme minimum de contenu en fibre, qui pourrait être le 66% de fibre sur tamis 100 mailles de l'ASTM, et des catégories spéciales pour les tourbes plus fibreuses.

Stratégie de développement de la tourbe

Voici donc une liste des prérequis à la mise en place d'une stratégie de développement des tourbières, en s'inspirant des lignes directrices énoncées par M.V. McNerney (1978) pour la tourbe horticole et la tourbe combustible, d'après l'expérience de Bord Na Mona d'Irlande.

1- Inventaire

Relevé l'étendue, la profondeur, la qualité des tourbières (indice Van Post ou autre, teneur cendre, facteurs de conversion volume-tonnes)

Déterminer les volumes-tonnages de tourbes de diverses qualités
Faire tests préliminaires lorsque requis.

2- Stratégie d'utilisation

Etablir à partir des données d'inventaire (à divers niveaux), une stratégie d'utilisation des tourbières, selon les qualités et quantités disponibles. Déterminer les secteurs propices à diverses utilisations et établir des réserves (écologiques ou autres) pour les générations futures. A l'échelle humaine la tourbe est une ressource non renouvelable.

Tourbe combustible

Même si la valeur calorifique des tourbes de divers niveaux d'humification est relativement uniforme, la production de tourbe combustible soit en boudins soit en poudre, demande un degré d'humification relativement élevé (H6 ou H8 ou VPm 2.5 à 3.0) pour la tourbe en boudin, (H6 à H9 VPm 2.5 à 3.5) pour la tourbe en poudre. La tourbe de très haut degré d'humification est plus propice à la fabrication de tourbe poudreuse car elle produirait un boudin friable. La fabrication de coke ou charbon activé demande une tourbe en boudin de qualité similaire à ce qui est requis pour la combustion.

Tourbe horticole

La tourbe moins humifiée n'est pas un combustible souhaitable ni appropriée pour fabrication de coke ou charbon activé, ni en boudin ni en poudre.

Elle est plus difficile à sécher car elle réabsorbe facilement l'humidité, elle est plus volumineuse donc plus dispendieuse à manoeuvrer. Elle est particulièrement propice aux applications horticoles et agricoles à cause de ses capacités d'absorption et de rétention de l'humidité, on doit citer également certains usages dans la filtration, et dans le contrôle des hydrocarbures dans l'environnement.

Autres applications de transformation

Nombre d'applications de transformations plus spécialisées sont possibles avec la tourbe horticole. Tous les efforts de recherche dans ce domaine doivent tenir compte des possibilités de marché, et de l'économie, gardant une saine marge de sécurité et de profit dans les évaluations. Nous reverrons un peu plus loin les perspectives du coke de tourbe et du charbon activé.

Le climat

McNerney (1978) insiste sur l'importance du climat: "L'aspect le plus important de la production de tourbe, et celui sur lequel nous n'avons aucun contrôle est le climat local. Il est nécessaire d'avoir des records météorologiques détaillés pour le plus grand nombre d'années possibles. Ces records doivent inclure les données quotidiennes de la température, la précipitation, la vitesse du vent, l'évaporation pour la période de récolte".

Ces conseils prennent toute leur valeur quand on contaste l'expérience de l'exploitation de tourbe de sphaigne de Toubex près de Senneterre. En effet dans les derniers 5 ans on a connu qu'une moyenne de 25 jours d'exploitation par an, cette année, on n'a pu y travailler que 21 jours. On s'attendait à 35-40 jours de production. Nos recherches dans cet aspect du dossier tourbe nous ont montré qu'aucun des groupes d'exploitants, en Finlande, ou en Irlande, n'a réussi à quantifier adéquatement les paramètres de séchage à partir des données météorologiques, on y est encore aux relations empiriques, il y a ici du travail pour les ingénieurs chimistes.

L'étude de Monenco (1978) pour le Ministère de l'Energie, des Mines et des Ressources, étudie assez longuement ces problèmes, sans apporter des données ou des solutions nouvelles.

La haute teneur d'eau oblige à recourir autant que faire se peut au séchage par évaporation, en effet la tourbe à 90% d'eau demanderait 106% de l'énergie contenue pour sécher: à 40% d'eau ce chiffre descend à 3% environ. (Tableau IX)

Autres applications des tourbières

Les tourbes très humifiées surtout celles à haute teneur cendre sont très propices à la culture maraîchère, cependant nous nous interrogeons sur l'opportunité d'une généralisation de cette pratique sur les tourbières qui peuvent servir à d'autres fins, même dans le cadre de la loi du zonage agricole!

Certaines tourbières de par leurs dimensions, leur qualité, leur épaisseur pourraient être constituées comme réserves et protégées du drainage, leur pire ennemi.

Les pays européens ont une politique de réutilisation des tourbières exploitées. En Irlande on privilégie les paturages pour l'élevage des bovins, tandis qu'en Finlande l'exploitation forestière est préférée, et qu'en Allemagne l'agriculture est favorisée.

Perspectives sur la fabrication du coke

Historique des travaux

La SOQUEM s'est intéressée à la tourbe à partir du début de 1977, dans le cadre d'un programme de valorisation des minéraux industriels, lorsqu'une proposition d'implantation d'usine de fabrication de charbon activé lui fut présentée par Soblac, sigle qui regroupe un groupe de chercheurs du département de génie chimique de l'Université de Sherbrooke. SOQUEM conjointement avec le MEER fit exécuter une étude du marché du charbon activé par une firme spécialisée. Les résultats indiquèrent que ce marché ou régnait une surcapacité de production par rapport à la demande, était peu propice à l'implantation d'une nouvelle industrie à court terme et même à moyen terme sauf si des règlements antipollution sévères intensifiaient l'usage du charbon activé. A la suite de ces résultats les efforts se tournèrent vers le coke de tourbe qui est déjà produit en Allemagne et en Finlande. Une étude effectuée sur le marché du coke par un consultant spécialisé indiqua qu'à court ou moyen terme les possibilités de vendre un tel produit dans l'est du Canada étaient bonnes, compte tenu de la fermeture en 1976 de l'usine de Lasalle Coke à Montréal. Après une étude technique préliminaire confiée à Fenco, SOQUEM entreprit en parallèle un échantillonnage des tourbières du Québec et un programme d'études techniques sur les méthodes de récolte, de fabrication de boudins et de coke de tourbe. Cette dernière étude fut confiée à Lavalin et Soblac. L'objectif du programme était d'étudier les modalités de récolte, de préparation, de cokéfaction de la tourbe pour établir un procédé commercial permettant l'obtention d'un coke en gros fragments durs (15 cm) satisfaisant les besoins des fonderies.

Les résultats de ces travaux furent présentés à la SOQUEM au printemps 1979. A la suite des évaluations internes et de la revue des résultats par un consultant indépendant, SOQUEM décida de suspendre les travaux, les perspectives que le programme rencontre nos critères minimum de rentabilité n'étant pas suffisantes, d'autant plus que le coke produit, malgré sa dimension et sa dureté très acceptables, n'est pas apparu comme ayant les qualités calorifiques requises du coke pour le secteur fonderies.

Récolte de la tourbe

Les tourbières québécoises se comparent aux tourbières finlandaises comme dimension moyenne (200-500 ha), non aux tourbières très étendues d'Irlande, Allemagne, URSS ou Pologne. Ceci influence le choix d'équipement et le rythme d'exploitation quelque soit la technique d'extraction retenue. Les tableaux X et XI comparent les méthodes d'extraction.

Méthodes conventionnelles

Les méthodes conventionnelles de récolte de la tourbe s'apparentent plus à l'agriculture qu'à l'exploitation minière et requièrent des surfaces de travail considérables.

Par exemple, en Irlande, pour produire 240,000 tonnes de tourbe en boudins à 35% eau, on requiert une surface exploitation de 10,000 à 12,000 acres (4,000 à 5,000 ha). La productivité moyenne est donc de l'ordre de 20-25 tonnes de boudin par acre/an ou 50-62 tonnes par hectare/an. Ceci concorde avec les chiffres cités: 25 tonnes/acre $\pm 15\%$ pour la tourbe en boudins et 50 tonnes/acre - 100% ou -50% pour la tourbe poudreuse. Par comparaison la production des tourbières (de sphaigne) au Nouveau Brunswick est de l'ordre de 40 tonnes/acre/an de tourbe poudreuse.

Selon les critères retenus et nos essais, la production de 20,000 tonnes de coke par an demande 60,000 t de tourbe sèche, ou 110,000 tonnes à 40% d'eau. Ceci requiert l'exploitation de 1,800 à 2,200 hectares soit 5,000 à 6,000 acres par méthode conventionnelle.

Nous n'avons très peu au moins dans le sud du Québec de tourbières s'approchant individuellement de ces dimensions; il faudrait en général exploiter un essaim de tourbières à la façon les finlandais, ce qui exclut l'équipement grand format des irlandais et allemands.

Méthode hydraulique

La compagnie Western Peat Moss exploite près de Vancouver une tourbière par méthode hydraulique (Carncross 1979). Une pelle goubeuse placée sur une barge de type hovercraft excave la tourbe de sphaigne qui est désagrégée par jets d'eau sur un tapis mobile puis pompée dans une pipeline jusqu'à l'usine de séparation où on l'amène à 80% d'eau, par tamisage et filtre presse. Elle est ensuite séchée (flash drying) jusqu'à 55%. Cette méthode, déjà utilisée ailleurs avec des variantes, est très avantageuse dans une tourbière présentant beaucoup de racines et souches, mais les coûts d'opérations relativement bas sont compensés par les pertes de la tourbe fine et du matériel humifié, et par les coûts de séchage. Des perfectionnements sont en cours au niveau des filtres presse. Les travaux de recherche exécutés par la SOQUEM ont apporté une amélioration sensible du recouvrement par les équipements et techniques choisies mais la méthode n'a pas encore atteint le palier commercial pour les tourbes humifiées à cause du recouvrement incomplet des matières humifiées, entraînant des problèmes sérieux sur l'environnement et empêchant le réaménagement suite à l'exploitation.

La tourbe ainsi produite dans nos essais a été briquetée à l'aide d'une presse hydraulique et les briquettes ainsi produites ont été cokéfiées.

Il est à noter également que la méthode hydraulique rend difficile les techniques de contrôle d'excavation requises pour contrôler la teneur cendre à la base de la tourbière.

Méthode mécanique - convection forcée

L'équipe Soblac-Lavalin a proposé à la SOQUEM une technique de minage mécanique avec excavateur, associée avec transport hors la tourbière à une installation de macération et boudinage de la tourbe. Les boudins placés sur supports adéquats et enclos seraient ensuite séchés par convection forcée jusqu'à 35% d'eau. Cette méthode permettrait de prolonger l'exploitation sur 6 à 7 mois par an. L'attrait de cette méthode est dans une indépendance relative du climat, mais l'aspect logistique et matériel du séchage reste à préciser après les premiers essais.

Cokéfaction

Le groupe de recherche de l'Université de Sherbrooke a développé dans des programmes antérieurs subventionnés par le Conseil National de la Recherche du Canada la cokéfaction de la tourbe et l'activation du coke en four rotatif. La fabrication d'un coke en gros fragments durs demande des conditions et même des équipements différents.

En première phase, il était approprié de visiter les usines finlandaises et allemandes qui fabriquent du coke à partir de tourbe en boudin. L'usine allemande de la cie Deilman A.-G. fabrique le coke de tourbe selon le procédé Weiland, il s'agit d'un four vertical à double chambre, la tourbe est chargée au sommet et calcinée dans le réacteur central, le coke sortant à la base. Les gaz chauds et combustibles dégagés par la tourbe sont récupérés et sont brûlés dans l'anneau extérieur. Le coke produit est en gros fragments et sert à l'industrie des ferroalliages et des métaux exotiques.

L'usine Vapo en Finlande opère un procédé différent: à partir également de tourbe en boudins on utilise deux fours rotatifs, l'un pour le séchage (la tourbe contient 40% d'eau) l'autre pour la cokéfaction proprement dite. La combustion est de type direct dans le deuxième four. Le produit final est un coke en fragments fins qui ne répond pas au besoin de l'industrie métallurgique.

Ceci amena le choix pour nos essais d'un four électrique de type "retort" permettant la calcination des boudins ou briquettes en conditions contrôlées.

Les essais ont porté surtout sur une tourbière de Lotbinière déjà échantillonnée par Soblac et contrôlée par ce groupe et également sur trois autres tourbières du Québec. On a produit du coke de qualité équivalente au coke allemand, remplissant ainsi l'objectif premier du programme. Il reste maintenant à optimiser le procédé et les paramètres d'opération avant d'aller plus loin dans ce projet.

Evaluation

La décision de SOQUEM de suspendre les travaux se situe sur le plan technique et rentabilité, par rapport aux facteurs suivants:

Récolte: Une portion importante du coût de production est relié aux coûts de récolte et aucune des trois méthodes ne s'impose dans les conditions canadiennes:

Méthode conventionnelle: l'aspect climat est significatif ici: la méthode des aspirateurs ne permet pas de fabriquer un coke dur tandis qu'il n'est pas sûr que la méthode des boudins permette deux récoltes par an dans le climat québécois. Les surfaces en exploitation sont considérables.

Méthode hydraulique: la méthode n'est pas liée au climat, mais les problèmes se situent au niveau du recouvrement, du contrôle minier (cendre plus haute à la base de la tourbière), de l'écologie.

Méthode mécanique: elle aussi donne une indépendance relative du climat et prolonge la saison d'extraction mais elle requerra des installations plus importantes et des manipulations considérables pour fin de séchage. Il faudra donc élaborer les schémas du procédé et procéder à des essais contrôlés.

Cokéfaction: Il reste à préciser les paramètres techniques d'opération d'un four et ensuite à passer à la phase pilote, ce qui implique des frais importants. Une alternative serait une association avec la compagnie qui opère déjà un tel système.

Marché: Les données de marché sont insuffisantes et parfois contradictoires. Le marché du coke de fonderie est en régression à cause de la conversion des cubilots des utilisateurs à des fours électriques utilisant peu ou pas de coke. Le marché québécois ou nord américain des ferroalliages ou métaux spéciaux semble peu intéressé par un coke de haute qualité à prix premium. Par comparaison l'usine allemande semble jouir d'une clientèle spécialisée qui paye le prix fort pour un produit prime qui est affecté à des alliages ou des métaux fins. Ce type de marché n'est pas apparent ici.

Autres perspectives d'utilisation

Tourbe horticole: Les efforts pour développer ce secteur déjà actif pourraient être les suivants:

- Etude des marchés de la partie est du Canada et des Etats-Unis et de marchés plus éloignés pour établir l'augmentation possible de la production québécoise.
- Etude des méthodes d'exploitation pour réduire les coûts
- Etude des conditions climatologiques et des facteurs de séchage de la tourbe
- Etude pour l'amélioration des équipements disponibles pour l'exploitation, conjointement avec les utilisateurs et les fabricants québécois ou canadiens.
- L'étude de produits de transformation utilisant la tourbe pour semis préparés, pots, plaquettes est déjà en cours et devrait être intensifié en autant qu'elle rencontre des critères commerciaux.

Tourbe combustible

Les perspectives à court et moyen terme dans ce secteur nous semblent se limiter aux réalisations concrètes ailleurs:

- Possibilités de centrales thermiques conventionnelles dans certains sites non reliés aux réseaux et ne disposant pas de potentiel hydroélectrique équivalent et possédant des réserves de tourbe suffisante.
- Les possibilités de fabrication de coke et charbon activé et autres produits de carbone impliquent des conditions de marché améliorées, et la solution des problèmes techniques mentionnés plus haut.
- Quant aux possibilités d'alimenter des génératrices diesel ou à turbine, par des gas de tourbe, elles sont plus éloignées étant donné la recherche et la mise au point requises.

Conclusion

Les tourbières québécoises sont de dimensions modérées (200 à 500 ha) et se rapprochent plus des tourbières finlandaises que des tourbières irlandaises, allemandes ou russes. Ceci amène des contraintes et requiert un style d'action approprié.

Il ressort des données disponibles que la majorité des tourbes du Québec sauf pour celles des basses Terres au sud du Québec et celles du lac St-Jean sont en prédominance de type fibreux. On retrouve plusieurs tourbières ou essaims de tourbières qui rencontrent les spécifications de notre recherche: volumes minimum de $20 \times 10^6 \text{ m}^3$, indice Van Post autour de 3, à teneur cendre $\leq 2.5\%$. Il semblerait donc à date selon les données disponibles, que les tourbières des régions plus septentrionales, en prédominance de type fibreux, soient moins adaptées à la production d'énergie mais nos inventaires sont trop incomplets pour assurer cette conclusion.

Une intensification des travaux d'inventaire permettra l'augmentation de la mise en valeur des tourbières du Québec et un choix approprié de l'utilisation des ressources de tourbe.

L'augmentation de la production de tourbe de sphaigne pour fins horticoles et agricoles est possible de même que la production des dérivés et sous produits. Quant aux autres applications discutées ici, elles présentent plus de problèmes techniques, sauf pour la production d'énergie dans des centrales thermiques.

Remerciements

Je dois remercier de nombreux individus dont la collaboration fut essentielle dans ce projet d'étude des tourbières du Québec. Le personnel de soutien de la SOQUEM a participé à l'échantillonnage des tourbières et à la compilation des données. Jean Simard, ingénieur-conseil a participé à la compilation des données et a effectué les études photogrammétriques. Antoine Simard, agronome, a agi comme conseiller. Le Ministère de l'Energie et des Ressources du Québec nous a fourni l'information en filière. Nous avons également reçu la collaboration du personnel du département de génie chimique de l'Université de Sherbrooke (Soblac), ainsi que le personnel de Lavalin affecté au projet.

La Cie Deilman AG de Bentheim, Allemagne ainsi que les compagnies Vapo, Outokumpu et le Centre de Recherche de la Tourbe de Finlande nous ont permis la visite de leurs installations.

Je remercie également la direction de SOQUEM et Raymond Raby, Directeur de la Mise en Valeur qui nous ont permis de préparer et présenter cette communication.

BIBLIOGRAPHIE

Boodle W., Punwani, D., Monsinger, M.G. 1978
"Re: Peat"
Chemtech, September 1978, pp. 559-663

Cancross J. 1979
Hydraulic Mining of Peat
Peat Symposium, Fredericton, August 16,17, 1979

Chornet, E., Roy, C., Coupal, B. 1978
The scope of peat in the Canadian Energy context
Conférence annuelle de l'Institut de Chimie du Canada,
Winnipeg juin 6-7

Dömsödi, Janos, 1976
Possibilités d'utilisation des tourbières dans la région
de Nagyberek et les environs.
(en hongrois avec résumé anglais, allemand, russe)
Agrokemia as Talaytan, Tom 25, No. 1-2

Dömsödi, Janos 1978
"Protection and utilisation of materials from moors"
Proceedings of the Commission II- Peat Industry
International Peat Society 1978, Kouvala, Finland

Lavalin-Soblac, 1979
Programme pour l'établissement d'une industrie
de coke de tourbe au Québec
Rapport préparé pour la SOQUEM

McNerney, M.V., 1978
Peat production in Ireland
Proceedings of the Commission II, Peat Industry
7-11 August 1978 - International Peat Society
Kouvala, Finland

Montreal Engineering Co., 1977
Assesment of Peat as an alternate Fuel for Power Generation
Rapport préparé pour le Ministère de l'Energie des Mines et
des Ressources

Montreal Engineering Co., 1978
The Mining of Peat- A Canadian Energy Resource
Rapport préparé pour le Ministère de l'Energie des Mines
et des Ressources

Olenin, A.S. et al, 1972
On the Principles of Classification of Peat
Species and Deposits in the USSR,
Proceedings of 1972 congress, vol. I, p. 41 to 47
International Peat Society

Ruel, Chornet et al 1976
dans "Muskeg and the Northern Environment in Canada"
Chap. 19, pp. 221 à 246
"Industrial Utilisation of Peat Moss"

Simard, A. 1974
Les tourbières de la partie habitée des comtés de Roberval,
Lac St-Jean, Dubuc et Chicoutimi
E.S. 15, Ministère des Richesses Naturelles, Québec

Stanek et Silc, 1977
Comparison of four methods for determination of degree
of peat humification (decomposition) with emphasis on the Van
Post method"
Can. J. Soil Sc. 57 109-117

RESSOURCES MONDIALES DE TOURBE
(EN MILLION DE TONNES)

| | <u>RESSOURCES*</u> | <u>PRODUCTION*</u> |
|-----------------|--------------------|--------------------|
| USA | 13,823* | 0,64* |
| CANADA | 220 | 0,36 |
| AMERIQUE DU SUD | 110 | 0,001 |
| EUROPE | | |
| ALLEMAGNE | 992 | 2,24 |
| SUEDE | 10,362 | 0,11 |
| FINLANDE | 36,376 | 0,44 |
| IRLANDE | 441 | 4,33 |
| ISLANDE | 2,205 | - |
| POLOGNE | 26,455 | 0,05 |
| USSR | 138,441 | 211,20 |
| AUTRES | 205 | 0,5 |

(MINERAL FACTS & PROBLEMS 1975)

*MILLIONS DE TONNES

*TOURBE SECHE A L AIR, 40% H₂O

TABLEAU I

PRODUCTION MONDIALE DE TOURBE
TONNES*

| <u>AMERIQUE</u> | <u>PRODUCTION 1973</u> | <u>CAPACITE PREVUE 1980</u> |
|-------------------|------------------------|-----------------------------|
| USA | 635,000 | 875,000 |
| CANADA | 359,000 | 445,000 |
| ARGENTINE | 11,000 | 19,000 |
| | <hr/> 1,005,000 | <hr/> 1,339,000 |
| <u>EUROPE</u> | | |
| FINLANDE | 436,000 | 540,000 |
| HOLLANDE | 440,000 | 545,000 |
| ALLEMAGNE | 2,245,000 | 2,790,000 |
| IRLANDE | 4,330,000 | 5,380,000 |
| USSR | 211,200,000 | 262,000,000 |
| AUTRES | 410,000 | 508,000 |
| | <hr/> 219,061,000 | <hr/> |
| <u>ASIE</u> | <u>106,000</u> | <u>136,000</u> |
| | 220,172,000 | 273,238,000 |

*TOURBE SECHE A L AIR, 40% H₂O

MINERAL FACTS & PROBLEMS 1975

TABLEAU II

REPARTITION PAR PROVINCE DES SUPERFICIES OCCUPEES PAR LES TOURBIERES
AU CANADA, SELON LES ESTIMATIONS DE SIMARD (5) ET KETCHESON ET AL (6).

| PROVINCE | SUPERFICIE (KM ²) | RESSOURCE DE TOURBES A 40% D HUMITITE (10 ⁶ TONNES) |
|-------------------------|-------------------------------|--|
| COLOMBIE BRITANIQUE | 18,622 | 7,105 |
| ALBERTA | 103,600 | 39,526 |
| SASKATCHEWAN | 93,240 | 35,573 |
| MANITOBA | 1,347 | 514 |
| ONTARIO | 59,614 | 23,744 |
| QUEBEC | 12,950 | 4,941 |
| NOUVEAU BRUNSWICK | 647 | 247 |
| NOUVELLE ECOSSE | 36 | 14 |
| ILES DU PRINCE EDOUARD | 26 | 10 |
| TERRE NEUVE ET LABRADOR | 20,720 | 7,905 |
| | <hr/> | <hr/> |
| TOTAL AU CANADA | 310,902 | 118,579 |

D'APRES E. CHORNET ET C. ROY 1977.

TABLEAU III

"RESERVES" DE TOURBE

ETATS UNIS

| | <u>ACRES x 10⁶</u> | <u>TONNES x 10⁶</u> |
|---------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| MINNESOTA | 7.2 | 16.500 |
| MICHIGAN | 4.5 | 10.300 |
| FLORIDA | 3 | 6.900 |
| WISCONSIN | 2.8 | 6.400 |
| GULF COAST | 1.8 | 4.100 |
| CAROLINE - VIRGINIE | 1.5 | 3.400 |
| MAINE - NEW YORK | 1.5 | 3.300 |
| AUTRES ETATS | 2.8 | 6.600 |
| | <hr/> | <hr/> |
| | 25.0 | 57.500 |

OU 10 x 10⁶ HECTARES
OU 100,000 KM²

D'APRES FARNHAM 1976

TABLEAU IV

SOMMAIRE DES RESERVES CANADIENNES INVENTORIEES DE TOURBE COMBUSTIBLE

| <u>PROVINCE</u> | <u>No.</u> <u>TOURBIERES</u> | <u>SURFACE TOTALE</u> <u>HECTARES</u> | <u>RESERVES</u> <u>ESTIMEES</u> <u>(TONNES)</u> |
|--------------------------------------|---------------------------------|--|---|
| TERRE NEUVE | 52 | 1,300 | 9,000,000 |
| NOUVELLE ECOSSE | 41 | 5,100 | 25,000,000 |
| I.P.E. | 21 | 2,000 | 2,000,000 |
| NOUVEAU BRUNSWICK | 40 | 29,000 | 133,000,000 |
| QUEBEC | 79 | 50,000 | 71,000,000 |
| ONTARIO | 56 | 62,000 | 149,000,000 |
| MANITOBA | 43 | 106,000 | 113,000,000 |
| SASKATCHEWAN | 6 | 16,000 | - |
| ALBERTA | 4 | 1,600 | - |
| COLOMBIE BRITANIQUE | 6 | 6,000 | 22,000,000 |
| T.N.O. | - | - | - |
| <hr/> | | | |
| TOTAL DES TOURBIERES | 348 | 279,000* | |
| TOTAL DES RESERVES ESTIMEES (TONNES) | | | 529,000,000 |

D'APRES RAPPORT MONENCO, 1978

TABLEAU V

TOURBIERES DU QUEBEC

SOMMAIRE DES DONNEES QUANTITATIVES ET QUALITATIVES (PAR SECTEUR N.T.S.)

POUR LES TOURBIERES ECHANTILLONNEES

| REGION | No. TOURBIERES | SUPERFICIE (HECTARES) | VOLUMES (METRES CUBESx10 ⁶) | | | | GR. TOTAL |
|-------------------------------------|-------------------|--------------------------|---|-------|--------|--------|-----------|
| | | | CENDRE < 2.5% | | | > 2.5 | |
| | | | VAN POST MODIFIE | | | | |
| | | | 1 | 2 | 3 | | |
| SUD-EST DU QUEBEC | 61 | 35,107 | 46.81 | 91.22 | 102.24 | 380.81 | 625.64 |
| RIVE-NORD TADOUSSAC SEPT-ILES | 34 | 13,554 | 177.44 | 86.17 | 21.39 | 28.60 | 309.60 |
| COTE NORD | 4 | 3,530 | - | - | - | 1.82 | 27.04 |
| ABITIBI | 13 | 13,026 | 38.46 | 20.85 | 3.51 | 71.62 | 134.43 |
| SAGUENAY LAC ST-JEAN | 19 | 17,578 | 42.99 | 75.64 | 63.82 | 72.35 | 257.30 |
| QUEBEC | 131 | 82,795 | 306 | 270 | 191 | 555 | 1,354 |

TABLEAU VI

COMPARAISON DES ESTIMES
RESERVES ET RESSOURCES DE TOURBE
CANADA ET QUEBEC

| <u>SOURCE</u> | <u>CANADA</u> | <u>QUEBEC</u> | | <u>TOURBIERES NOMBRE</u> |
|--|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| | <u>TONNES x 10⁶</u> | <u>TONNESx10⁶</u> | <u>HECTARESx10³</u> | |
| SIMARD ET KETCHESON | 118,600 | 4,900 | 1,200 | |
| MINERAL FACTS & PROBLEMS 1975 | 220 | | ? | |
| ESTIMES DE RESSOURCE | | | | |
| SOQUEM 1978 | | | | |
| (SUD DU QUEBEC, ABITIBI SUD, COTE NORD A HAVRE ST-PIERRE) | | | | |
| (1)>100 HA | | | 225 | |
| (2)>25 HA | | | 354 | |
| RESERVE EN CERTAINES TOURBIERES | | | | |
| SOQUEM 1978 | | 300 | 83 | 258 |
| MONENCO 1978 | 529 | 71 | 50 | 79 |

TABLEAU VII

CLASSIFICATION DES TOURBES
SCHEMA PROPOSE

| <u>CRITERE</u> | <u>SPHAIGNE</u> | <u>TOURBE INTERMEDIAIRE</u> | <u>TOURBE HUMIFIEE</u> | <u>TOURBE DECOMPOSEE</u> |
|---------------------------|-----------------|---------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| FIBRE (ASTM 0.15mm) | >66% | 66-45 | 45-33 | 33% |
| PH | 3.2-4.5 | 4.0-7.5 | 3.5-6.0 | 3.5-8.0 |
| HUMIFICATION VAN POST | 1-2-3 | 4-5-6 | 7-8-9 | 10 |
| VAN POST MODIFIE | 1 | 2 | 3 | 4 |
| US DEPT OF AGRICULTURE | FIBRIQUE | HEMIQUE (MESIQUE) | SAPRIQUE (HUMIQUE) | SAPRIQUE (HUMIQUE) |
| TENEUR EAU % | 90-95 | 88-92 | 85-92 | 80-90 |
| TENEUR AZOTE % | 0.7-1.2 | 1.2-3.0 | 1.5-3.5 | - |

MODIFIE D'APRES BOODLE, PUNWANI ET MENSINGER (1978).

TABLEAU VIII

ENERGIE REQUISE POUR EVAPORER L'EAU DE LA TOURBE
POUR UNE LIVRE DE TOURBE SECHE

| <u>% EAU</u> | <u>LIVRES D'EAU</u> | <u>BTU</u> | <u>%CHALEUR REQUISE/CHALEUR CONTENUE</u> |
|--------------|---------------------|------------|--|
| 90 | 9.0 | 9,000 | 106 |
| 70 | 2.3 | 2,330 | 27 |
| 50 | 1.0 | 1,000 | 12 |
| 30 | 0.4 | 430 | 5 |
| 10 | 0.1 | 110 | 1 |

D'APRES BOODLE, PUNWANI, MENSIGER (1978)

BTU/LIVRE DE TOURBE = 8500

TABLEAU IX

METHODES D'EXPLOITATION

TOURBE HUMIFIEE

| <u>METHODE</u> | <u>AVANTAGE</u> | <u>DESAVANTAGE</u> | <u>PRODUIT</u> |
|------------------------------|--|--|---------------------------------|
| ASPIRATEURS (MILLED PEAT) | PLUS HAUTE PRODUCTIVITE A L'ACRE | PREPARATION PLUS LONGUE SECHAGE PLUS VULNERABLE A L'INTEMPERISME | TOURBE POUDREUSE 40% EAU |
| BOUDINS (SOD PEAT) | SECHAGE PEU AFFECTE PAR INTEMPERISME APRES PERIODE INITIALE | PREPARATION PLUS LONGUE PLUS BASSE PRODUCTIVITE EQUIPEMENT PLUS DISPENDIEUX | TOURBE EN BOUDINS 35-40% EAU |
| HYDRAULIQUE | MINIMUM DE PREPARATION | PAS ADAPTEE A TOURBE HUMIFIEE RECOUVREMENT PARTIEL, ~ 50% PROBLEME DE CONTROLE DE LA CENDRE A LA BASE DE LA TOUR- BIERE; PROBLEME ECOLOGIQUE; | TOURBE HUMIDE A 80% EAU |
| MECANIQUE | MINIMUM DE PREPARATION PRODUCTIVITE HOMOGENEISATION VERTICALE | CONTROLE DE LA CENDRE; LOGISTIQUE ET COUT DE SECHAGE; | TOURBE FRAICHE 90% EAU |

TABLEAU X

PRODUCTIVITE DES TOURBIERES

| <u>METHODE</u> | <u>COUT</u> | | <u>PRODUCTIVITE</u> | |
|----------------------|-----------------|---------------------|---|------------------------|
| | <u>IRLANDE</u> | <u>FINLANDE</u> | | |
| POUDRE (MILLED PEAT) | \$16.00/T SECHE | \$15.00/TONNE SECHE | 125 T/HECTARE/AN | +100% IRLANDE - 50% |
| | | | 100 T/HECTARE/AN | N.B. |
| BOUDIN (SOD PEAT) | \$25.00/T SECHE | \$20.00/TONNE SECHE | 65 T/HECTARE/AN | ±15% IRLANDE |
| HYDRAULIQUE | ? | ? | LIMITEE PAR LA PROFONDEUR DE LA TOURBE ET LA CAPACITE DE L'EQUI- PEMENT D'EXTRACTION ET DE SE- CHAGE | |
| MECANIQUE | ? | ? | " | " |

TABLEAU XI