

GM 42666

ETUDE DU PROJET D'IMPLANTATION D'UN CENTRE DE RECHERCHES ET DE DEVELOPPEMENT SUR LA VALORISATION DE LA TOURBE INDUSTRIELLE

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 

Le 20 novembre, 1985

Conseil Economique d'Alma
et de Lac St-Jean
675 ouest, rue Collard
Alma, Québec G6B 1N1

A la compétence de: Mme Georgette Georgiev
Directeure Générale

Objet: **Rapport Final**

"Etude du Projet d'Implantation d'un Centre
de Recherche et de Développement sur la
Valorisation de la Tourbe Industrielle."

Madame la Directeure Générale,

Il nous fait plaisir de vous transmettre par la présente notre
Rapport Final portant sur l'Etude citée en rubrique.

On compte présentement au Québec pas moins de quatre projets de
fabrication de coke de tourbe qui en sont au stade de la demande
d'assistance financière, alors qu'il n'y a aucun Centre de
Recherches et de Développement ou Institut qui soit équipé pour
réaliser des travaux d'envergure sur la valorisation de la tourbe
de coke.

A l'analyse de l'information obtenue et développée depuis le
début de l'Etude, nous recommandons l'implantation dans les
meilleurs délais d'un Institut Québécois du Coke de Tourbe, voué
au développement ordonné de ce Secteur. L'Institut aurait comme
mandat prioritaire de faire le point sur le potentiel économique
du secteur québécois du coke de tourbe et de travailler par la
suite à sa réalisation.

Ce mandat pourrait être réalisé à l'intérieur d'un échéancier de
deux ans et d'un budget de 2,520,000\$ dont 852,000\$ pour
l'implantation d'un Centre de Recherches et de Développement dans
la région d'Alma, située au centre des importantes ressources de
tourbe des régions du Lac St-Jean et du Saguenay.

Ministère de l'Énergie et des Ressources
Service de la Géoinformation
Date: 26 MARS 1986
No G.M.: 42668

Comme résultat à court terme, une telle initiative devrait se solder par l'implantation au Québec d'une première usine de coke de tourbe d'une capacité annuelle de 20,000 tonnes et qui nécessiterait des investissements en capital de l'ordre de 12,000,000\$. En effet, nous considérons fort significatif et très prometteur le fait qu'au terme de notre revue du marché nous constatons que Fer et Titane, qui a déjà testé le coke de tourbe, se déclare intéressée à en acheter 5,000 tonnes par année à un prix qui serait présentement voisin de 300\$/tonne, alors que SKW serait intéressée à tester immédiatement un échantillon en vrac dans l'hypothèse d'un prix de 150\$/tonne.

Dans ce contexte nous considérons qu'il serait présentement possible de vendre plus de 20,000 tonnes de coke par année à un prix moyen supérieur à 300\$ par tonne, en intégrant à l'usine des installations de fabrication de charbons activés et de briquettes à B.B.Q. C'est là un potentiel immédiatement réalisable qui justifie à lui seul l'implantation de l'Institut. A plus long terme, le déroulement heureux des travaux de R & D réalisés par l'Institut pourrait ouvrir au coke de tourbe le marché de plus de 500,000 tonnes de coke consommé par les alumineries et installations de carbure de silicium du Québec.

Nous espérons que ce Rapport répond à vos besoins et demeurons à votre disposition pour vous appuyer dans toutes démarches que vous souhaiteriez entreprendre pour amener ce projet à terme.

Nous vous réitérons nos remerciements pour nous avoir confié la réalisation de cette étude et vous prions d'agréer, Madame la Directeure Générale, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

PROTEC INC.,



Jean-Claude Caron, ing.
Président

JCC/md

SOMMAIRE EXECUTIF

SOMMAIRE EXECUTIF

Ce Rapport est divisé comme suit:

SECTION I	-	LE SECTEUR QUEBECOIS DE COKE DE TOURBE
SECTION II	-	L'INSTITUT QUEBECOIS DU COKE DE TOURBE
SECTION III	-	PROGRAMME DE RECHERCHE ET DE DEVELOPPEMENT.
APPENDICE I		LE CHARBON ACTIVE
REFERENCES		

SECTION I

On peut regrouper les applications de la tourbe industrielle à l'intérieur de deux secteurs, le secteur énergétique et celui du coke de tourbe (Le Secteur). Le secteur énergétique fait déjà partie de la Politique Québécoise de l'utilisation de la bio-masse pour des fins énergétiques et est déjà bien servi au niveau de la R & D.

Quant au Secteur du coke de tourbe, on pourrait le croire en pleine effervescence, compte tenu qu'il existe présentement au Québec pas moins de quatre projets faisant l'objet de demandes d'aide financière. Pourtant il n'existe au Québec aucun Centre de R & D ou Institut équipé pour réaliser des travaux significatifs sur la fabrication du coke de tourbe.

Il est vrai que ces projets reposent sur la réalité que la Finlande et les Pays-Bas produisent ensemble près de 100,000 tonnes de coke de tourbe par année, dont environ 60,000 tonnes

SECTION I suite...

utilisées pour la fabrication de charbons activés. Il existe donc des technologies éprouvées de fabrication et d'utilisation du coke de tourbe.

De plus, il est probable qu'un producteur québécois pourrait vendre présentement un minimum de 20,000 tonnes de coke de tourbe par année à un prix moyen supérieur à 300\$ par tonne. La faisabilité d'un tel projet est mal connue, mais pourrait être élevée selon les résultats de certaines études préliminaires. Face au manque d'expertise québécoise en matière de fabrication et d'utilisation de coke de tourbe, PROTEC recommande une intervention gouvernementale sectorielle dirigée vers l'implantation d'un Institut Québécois de la Tourbe voué au développement du Secteur.

SECTION IIMANDAT PRIORITAIRE DE L'INSTITUT

L'Institut aurait comme mandat prioritaire de faire le point sur le Secteur, par la conception et l'Etude Technico-Economique d'un avant-projet portant sur l'implantation d'une usine d'une capacité annuelle minimum de 20,000 tonnes de coke, dont une partie serait utilisée pour la fabrication de charbons activés par l'usine. Pour donner le premier élan au Secteur, l'avant-projet réunirait tous les paramètres technico-économiques favorables, incluant la vente ou l'utilisation profitable des surplus énergétiques.

SECTION II suite...

L'institut privilègerait l'utilisation de technologies éprouvées par le biais d'ententes de transfert technologique et d'assistance technique qui mettraient entre autres à la disposition de l'Institut des installations éprouvées pour la réalisation d'essais de démonstration.

Pour réaliser son mandat l'Institut devra s'équiper de ressources humaines et physiques adéquates, incluant des laboratoires spécialisés dans la cokéfaction et l'activation du coke de tourbe. Ce mandat pourrait être réalisé à l'intérieur d'un échéancier de vingt-quatre (24) mois et d'un budget de 2,520,000\$, incluant 852,000\$ au chapitre des investissements en capital pour la construction et l'achat des équipements du Centre de R & D. La région d'Alma étant située au centre des régions riches en tourbières du Lac St-Jean et du Saguenay serait bien indiquée pour loger les installations de l'Institut.

SECTION III**PROGRAMME DE RECHERCHES ET DE DEVELOPPEMENT**

Dans le cadre de la réalisation de son mandat prioritaire, l'Institut devra réaliser divers programmes de travaux en laboratoires, dirigés la plupart vers la caractérisation des tourbes et produits de la pyrolyse et de l'activation.

Par ailleurs l'abaissement des coûts de production et/ou l'amélioration de certaines caractéristiques du coke de tourbe, principalement sa dureté et sa teneur en cendres, ouvriraient le

SECTION III suite...

coke de tourbe à un marché de plus de 500,000 tonnes de coke de tourbe consommé par les alumineries et les installations de production de carbure de silicium du Québec.

PROTEC recommande donc la réalisation d'un programme de travaux de R & D qui ferait appel entre autres aux développements dans le domaine de la "carbonisation humide" dont l'application industrielle pourrait se solder par l'abaissement des coûts d'exploitation. De plus, l'application de cette technologie pourrait permettre de traiter "la tourbe par procédés conventionnels en milieu humide et de produire alors un coke de qualité "anode".

APPENDICE ILE CHARBON ACTIF

Le fait que le Canada ait importé en 1984 plus de 6,000 tonnes de charbons activés au prix moyen d'au moins 1400\$/tonne incite à regarder de plus près les possibilités de fabriquer ce produit à partir de la tourbe.

NORIT qui produit environ 30,000 tonnes par année de charbons activés à partir de la tourbe témoigne de l'existence d'une technologie efficace. L'application au Québec du procédé "conventionnel" de NORIT nécessiterait probablement un taux minimum de production de 10,000 tonnes par année, dans des conditions d'une surcapacité de production.

APPENDICE - I

suite...

La fermeture des installations d'Irish CECA d'une capacité annuelle de 1500 tonnes de charbons activés à partir de la tourbe confirmerait qu'on ne peut rentabiliser à ce taux de production une usine conventionnelle où la pyrolyse et l'activation sont réalisées dans un même four. Par ailleurs la société A.C. Carbon réussit à rentabiliser une usine de ±500 tonnes par année, en utilisant le procédé hybride qui consiste à réaliser séparément les opérations de pyrolyse et d'activation.

L'utilisation de ce procédé permettrait à une usine de coke de tourbe de valoriser une partie de sa production par la fabrication de charbons activés. PROTEC estime qu'une telle usine pourrait fabriquer et vendre présentement environ 1500 tonnes de charbons activés sur le marché canadien au prix d'environ 1400\$/ tonnes. L'intégration d'installations d'activation pourrait s'avérer un moyen bien indiqué de rentabiliser une première usine québécoise de coke de tourbe.

SECTION I

LE SECTEUR QUEBECOIS DE COKE DE TOURBE

SECTION I
TABLE DES MATIERES

<u>DESCRIPTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 SOMMAIRE.....	1
2.0 LA TOURBE DANS LE MONDE.....	5
2.1 Les Ressources.....	5
2.2 Exploitation.....	6
2.3 Les Utilisations de la Tourbe.....	7
3.0 L'INDUSTRIE QUEBECOIS DE LA TOURBE.....	11
3.1 Les Ressources.....	11
3.2 La Production et les Utilisations.....	12
4.0 DEVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE QUEBECOISE DE LA TOURBE.....	14
4.1 La Ressource.....	14
4.2 Secteur Primaire.....	15
4.3 Secteur Energétique.....	17
4.4 Le Secteur du Coke de Tourbe.....	19
5.0 LA TOURBE ET L'ALIMENTATION EN TOURBE DE COKE.....	24
5.1 La Tourbe de Coke.....	24
5.2 La Tourbe de Coke au Québec.....	26
5.3 L'Alimentation en Coke de Tourbe.....	27
5.4 L'Expertise et le Climat Québécois.....	28

SECTION I
TABLE DES MATIERES

<u>DESCRIPTION</u>	<u>PAGE</u>
6.0 LA PRODUCTION DE COKE DE TOURBE.....	29
6.1 Thermo-Chimie.....	29
6.2 Les Procédés de Carbonisation.....	29
6.3 Les Procédés d'activation.....	35
7.0 LES UTILISATIONS DU COKE DE TOURBE.....	42
7.1 Le Charbon Activé.....	42
7.2 Le Coke Métallurgique.....	47
7.3 Fournaises Electriques Electro-Chimie.....	48
7.4 Autres applications.....	50
8.0 POTENTIEL DE MISE EN MARCHÉ D'UN COKE DE TOURBE FABRIQUE AU QUEBEC.....	52
8.1 Applications d'un potentiel douteux.....	55
8.2 Applications d'un potentiel à long terme.....	56
8.3 Applications d'un potentiel mal connu.....	57
8.4 Applications à Court Terme.....	58
8.5 Potentiel de Mise en Marche.....	63
9.0 POTENTIEL ECONOMIQUE DU SECTEUR QUEBECOIS DE COKE DE TOURBE.....	64
9.1 Coût des investissements.....	65
9.2 Coût d'opération.....	66
9.3 Discussion des résultats.....	67
10.0 LA PROBLEMATIQUE DU SECTEUR.....	70

SECTION I

TABLE DES MATIERES

<u>DESCRIPTION</u>	<u>PAGE</u>
11.0 INSTITUT QUEBECOIS DU COKE DE TOURBE.....	73
11.1 Bien Fondé de l'Implantation d'un Institut.....	73
11.2 Mandat de l'Institut.....	74

1.0 SOMMAIRE

Les Ressources de Tourbe

. Le Canada possède les ressources de tourbe les plus importantes après celles de l'Union-Soviétique.

. Les ressources de tourbe du Québec se chiffent à 60×10^9 tonnes et dépassent celles des trois principaux pays producteurs de coke de tourbe, soit la Finlande, l'Allemagne et les Pays-Bas.

Les Utilisations

. Les utilisations de la tourbe peuvent être regroupées à l'intérieur de trois secteurs:

- Secteur Primaire (horticulture, etc)
- Secteur Energétique (Gazeification, produits organiques, etc)
- Secteur du coke de Tourbe (Le Secteur)

. La totalité de la production québécoise de tourbe résulte du Secteur Primaire et plus de 90% de la production est exportée.

Le Développement de l'Industrie

. Le Secteur Primaire compte divers laboratoires et entités légales (Bureaux, Instituts, etc) voués au développement du Secteur Primaire et de ses technologies.

. Le Secteur Energétique fait partie de la Politique Québécoise du développement des applications énergétiques de la bio-masse et est bien servi sur le plan du développement technologique par des entités, tel l'IREQ, NOUVELER, CRIQ, etc.

1.0 suite...

. Quant au Secteur du Coke de Tourbe aucun projet n'a franchi le stade de l'étude de faisabilité détaillée. Les efforts de recherche et de développement sont isolés, disparates et sporodiques. Ce Secteur n'est représenté par aucune "entité" et semble occuper une importance secondaire dans la Politique Québécoise de la Tourbe.

Le Potentiel du Secteur de Coke (Le Secteur)

. Il existe des procédés, déjà bien éprouvés en Europe, pour la production de coke et du charbon activé à partir de la tourbe.

. Le coke de tourbe est produit en Finlande par VAPCO (30,000 tonnes/année), en Allemagne par DEILMANN (15,000 tonnes /année), alors que Norit, aux Pays-Bas, produit 30,000 tonnes /année de charbons activés (à partir de la tourbe).

. Les caractéristiques du coke de tourbe favorisent son utilisation dans les fournaies-électriques comme agent réducteur. Cette application est la plus importante en Europe dans les usines de silicium, ferro-silicium, ferro-chrome, etc.

. SKW serait intéressé à tester le coke de tourbe si le prix était de l'ordre de 150\$/tonne, alors que Fer et Titane considèrerait acheter annuellement 5,000 tonnes de coke de tourbe, en remplacement partiel du coke présentement utilisé comme agent carburant et acheté à 300\$/tonne C.I.F. son usine.

1.0 suite...

. Le Canada a importé 6,000 tonnes de charbon activé en 1984, au prix moyen de 1460\$/tonne.

. PROTEC estime comme suit la distribution et le prix moyen des ventes qui pourraient présentement être réalisés par un producteur québécois.

<u>PRODUIT</u>	<u>TONNES/ANNEE</u>	<u>\$ / TONNE</u>
Coke	15,000	250
Charbon activé *	3,000*	700*
Briquettes B.B.Q.	2,000	300
TOTAL	20,000	322

* Exprimé en (ou par) tonne de coke en supposant un rendement de 1 dans 2.

. Un examen des résultats de deux études sur la production de coke de tourbe au Canada, situe le coût des investissements d'une usine de 20,000 tonnes par année entre 10,000\$ et 12,000,000\$. Quant aux frais de production, ils seraient inclus dans une fourchette très large, allant de 100\$ à 200\$/ tonne de coke.

1.0 suite...

Institut Québécois du Coke de Tourbe

. La problématique du Secteur tient aux risques élevés inhérents à tout projet de production de coke de tourbe, dû à l'imprécision des marchés aussi bien qu'à l'absence de technologie et d'expertise québécoises, voire nord-américaines, dans

- l'exploitation et le traitement de la tourbe de coke
- la cokéfaction de la tourbe
- les utilisations du coke de tourbe

. Comme solution à cette problématique, PROTEC propose l'implantation d'un Institut Québécois du Coke de Tourbe voué au développement ordonné du Secteur. Cet institut aurait comme mandat prioritaire de:

- faire le point sur l'état et le potentiel du Secteur.
- préciser les moyens à mettre en oeuvre pour réaliser le potentiel du Secteur.
- réaliser ce potentiel

2.0 LA TOURBE DANS LE MONDE

2.1 Les Ressources

Le Tableau 2.1 présente les résultats de deux estimations des ressources inventoriées (1) et indiquées de tourbe.

TABLEAU 2.1
ESTIMATION DES RESSOURCES DE TOURBE DE CERTAINS PAYS

Pays	RESSOURCES	
	10^3 tonnes*	10^6 hectares**
URSS	162.5	150
Canada	25	170
Finlande	18	10.4
U.S.A. (Excluant l'Alaska)	14	40
Suède	9	7.0
Pologne	6	1.35
R.F.A.	6	1.11
Irlande	5	1.18

* Ref.(1): @ 40% d'humidité

** Ref.(2): Tourbières d'épaisseur minimum de 30 cm.

2.0 suite...

2.2 Exploitation

Le Tableau 2.2 présente une estimation des taux d'exploitation de la tourbe pour fins énergétiques et d'horticulture.

TABLEAU 2.2

ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE TOURBE EN 1980 (2)

	<u>ENERGETIQUE</u> 10 ³ tonnes*	<u>HORTICOLE</u> 10 ³ tonnes*	<u>TOTAL</u> 10 ³ tonnes*
URSS	80,000	120,000	200,000
Irlande	5,570	380	5,950
Finlande	3,100	500	3,600
R.F.A.	250	2,000	2,250
Chine	800	1,300	2,100
Canada	0	490	490
Autres	<u>280</u>	<u>5,330</u>	<u>5,610</u>
TOTAL	90,000	130,000	220,000

* à 40% d'humidité

Comme on peut le constater, bien que tout au plus second quant à l'importance de ses ressources, le Canada venait au sixième rang des producteurs en 1980 et a sans doute été dépassé par la Suède qui a commencé à s'intéresser depuis aux utilisations énergétiques de la tourbe. Soulignons que le taux de production mondiale de tourbe en 1980 équivalait à probablement moins de 0.1% des ressources mondiales de tourbe.

2.0 suite...

2.3 Les Utilisations de la Tourbe

Les statistiques de production distinguent généralement entre la tourbe d'horticulture et la tourbe énergétique (fuel peat). Toutefois les utilisations de la tourbe sont multiples et extrêmement variées. Pour les fins de la présente Etude, PROTEC a regroupé ces utilisations en trois secteurs, soit:

- Le Secteur Primaire
- Le Secteur Energétique
- Le Secteur du Coke (Le SECTEUR)

La Planchette 2.3 donne un aperçu des principales utilisations de la tourbe à l'intérieur de chacun des Secteurs.

PLANCHETTE 2.3

PRINCIPALES UTILISATIONS DE LA TOURBE

<u>SECTEUR PRIMAIRE</u>	<u>SECTEUR ENERGETIQUE</u>	<u>SECTEUR DU COKE</u>
.Horticulture	.Chauffage	.Coke Métallurgique
.Agriculture	.Centrales Thermiques	.Agent réducteur
.Compostage	.Produits organiques	.Charbon Activé
.Panneaux Isolants		-Poudreux
.Panneaux de Construction		-Granuleux
		-Formé
.Adsorption		.Briquettes @ P.B.Q.
.Boulettage		.Graphite

2.0 suite...

2.3.1 Secteur Primaire

Ce Secteur regroupe les utilisations de la tourbe à l'état naturel, en dehors de tout traitement thermochimique.

L'horticulture (et l'agriculture) constitue de loin l'application la plus importante du Secteur Primaire et de l'Industrie de la tourbe en général, la tourbe agissant comme amendement au sol. Cette utilisation était responsable en 1980 pour près de 60% de la production de tourbe (c.f. Tableau 2.2).

La fabrication de plaques isolantes et de panneaux de construction représente une application très importante en U.R.S.S., mais très peu développée dans les pays de l'ouest.

2.3.2 Secteur Energétique

PROTEC a regroupé dans ce secteur toutes les applications où la tourbe peut être utilisée en remplacement de l'huile, du pétrole, et du gaz naturel comme source d'énergie thermique ou encore comme matières premières dans l'industrie chimique.

Le Tableau 2.3.2.1 compare les ressources de tourbe à d'autres ressources énergétiques. Comme on peut le constater, les ressources de tourbe correspondent à 70×10^9 tonnes équivalentes en huile (toe), soit 20% des ressources d'huile.

2.0 suite...

2.3.2 suite...

TABLEAU 2.3.2.1

ESTIMATION DES RESERVES PROBABLES
DE DIVERSES RESSOURCES ENERGETIQUES (1)

<u>RESSOURCE</u>	<u>RESERVES PROBABLES</u> 10 ⁹ toe
Charbon	4,700
Charbon brun	490
Huile	350
Gaz Naturel	220
Huile de schiste	530
	<hr/>
TOTAL	<u>6,290</u>
Tourbe	<u>70</u>

Le Tableau 2.2 indique que le Secteur Energétique consomme plus de 40% de la production mondiale de tourbe, alors que le Tableau 2.3.2.2 reflète la croissance de cette utilisation depuis 1950.

TABLEAU 2.3.2.2ESTIMATION DE LA PRODUCTION DE TOURBE ENERGETIQUE(10³ tonnes par année @ 40% d'humidité)

<u>PAYS</u>	<u>1950</u>	<u>1960</u>	<u>1975</u>	<u>1980</u>
U.R.S.S.	45,000	53,600	70,000	80,000
Irlande	300	1,500	3,500	5,600
Finlande	300	200	500	3,100
Autres	<u>1,100</u>	<u>600</u>	<u>300</u>	<u>1,200</u>
TOTAL	46,700	55,900	74,000	90,000

2.0 suite...

2.3.2 suite...

On doit souligner que pour l'instant, les applications industrielles de la tourbe, ou de ses produits solides, liquides et gazeux, comme matières premières dans l'industrie chimique sont très limitées, tout au moins dans les pays de l'ouest. Cependant, tous les producteurs européens de coke de tourbe utilisent les surplus énergétiques, par la production et la vente soit de goudrons, d'électricité et parfois d'énergie thermique.

2.3.3 Secteur du Coke (Le SECTEUR)

Le coke de tourbe est utilisé dans l'industrie métallurgique et chimique où il agit comme agent réducteur en plus de fournir dans certains cas une partie de l'énergie requise par le système. Ses caractéristiques de réactivité et de résistivité élevées sont, en plus de sa faible teneur en soufre, les principales propriétés du coke de tourbe mises à profits par les utilisateurs.

La tourbe est également utilisée pour la fabrication de coke ou charbon activé poudreux, granuleux et formé se prêtant à la majeure partie des applications en phases gazeuse et liquide.

PROTEC estime que le Secteur consommera en 1985, plus de 500,000 tonnes de tourbe (40% d'humidité) dont près de 50% pour la fabrication de charbons activés. Le coke de tourbe serait également utilisé pour la production de briquettes à B.B.Q. (VAPD en Finlande) et de graphite.

3.0 L'INDUSTRIE QUEBECOISE DE LA TOURBE

3.1 Les Ressources

Une estimation (3) des ressources canadiennes de tourbe réalisée en 1984 par C. Tarnocai chiffre à 507×10^6 le tonnage des ressources dont la distribution par province est présentée au Tableau 3.1).

TABLEAU 3.1

ESTIMATION DES RESSOURCES CANADIENNES DE TOURBE (3)

<u>PROVINCES & TERRITOIRES</u>	<u>TONNES 10^6 @ 50% d'Humidité</u>	<u>DISTRIBUTION %</u>
Alberta	54,177	11
Colombie-Britannique	6,615	1
Manitoba	88,339	17
Nouveau-Brunswick	698	1
Terre-Neuve	37,417	8
Territoires du Nord-Ouest	98,762	19
Nouvelle-Ecosse	920	1
Ontario	115,708	23
Ile-du-Prince-Edouard	45	1
Québec	60,086	12
Saskatchewan	39,798	8
Territoire du Yukon	<u>4,441</u>	<u>1</u>
TOTAL - CANADA	507,006	100

Tarnocai estime que 40% de ces ressources "indiquées" sont situées à l'extérieur du permagel, donc potentiellement exploitables par les méthodes conventionnelles. On doit souligner cependant que moins de 1% de ces ressources furent suffisamment explorées pour être classifiées comme ressources "mesurées".

3.0 suite...

3.1 suite...

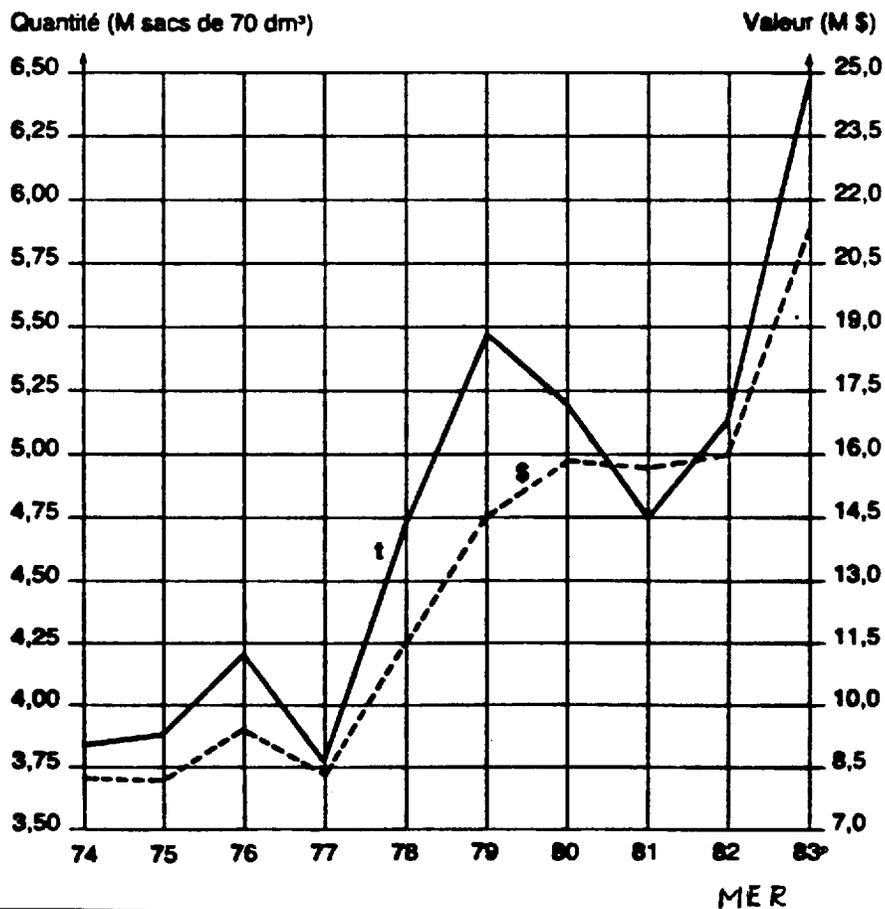
A elles seules, les ressources du Québec se chiffrent à 60 x 10 tonnes et dépassent les ressources combinées de l'Irlande et de la Finlande, les deux principaux pays producteurs de tourbe après l'U.R.S.S.

3.2 La Production et les Utilisations

Soulignons en premier lieu que le Canada ne produit ni ne consomme de tourbe pour fin énergétique ou production de coke de tourbe.

La totalité de la production canadienne est dirigée sur le Secteur Primaire.

PLANCHETTE 3.2
 PRODUCTION QUEBÉCOISE DE TOURBE



3.0 suite...

3.2 suite...

La Planchette 3.2 présente l'évolution de l'industrie québécoise de la tourbe depuis 1974. En 1983 le Québec était responsable pour près de 50% des expéditions canadiennes de tourbe. Plus de 90% des expéditions québécoises étaient destinées vers le marché des Etats-Unis, contribuant d'autant à la balance économique du Québec et du Canada (4). La presque totalité des expéditions québécoises étaient dirigées vers les utilisations primaires en horticulture et agriculture.

D'artisanale qu'elle était à ses débuts, l'exploitation des tourbières québécoises s'est mécanisée très rapidement au cours des années 70 alors que les producteurs ont pris conscience des possibilités d'exportation accrue sur le marché nord américain, si bien que les exportations annuelles ont presque doublé depuis 1974.

Pour ce faire, on a dû importer des technologies européennes de récoltes, technologies qui furent développées et adoptées aux conditions propres aux tourbières et au climat québécois. En plus de l'accroissement de l'exploitation, cette réussite technologique s'est soldée par l'implantation au Québec de manufacturiers d'équipements d'exploitation de tourbières, équipements qui rejoignent les marchés d'exportation.

4.0 DEVELOPEMENT DE L'INDUSTRIE QUEBECOISE DE LA TOURBE

L'essor remarquable de la production de tourbe d'horticulture depuis les années 70 (Ch. 3.0) n'aurait pu se concrétiser sans le développement d'une technologie de récolte adaptée aux tourbières et au climat québécois. De la même façon, le potentiel de croissance de l'industrie de la tourbe en général est lié aux travaux de recherche et de développement dirigés vers le développement de technologies conscientes des particularités des tourbières et du climat québécois, le tout dans le cadre d'une "Politique Canadienne et Québécoise de la Tourbe" reflétant le potentiel socio-économique de cette industrie. Ces efforts de R & D doivent porter tant sur la ressource que sur ses trois secteurs d'utilisation.

4.1 La Ressource

La Politique Québécoise de la Tourbe se reflète clairement dans les priorités du Ministère de l'Énergie et des Ressources face à la tourbe, priorités dirigées vers une meilleure connaissance et définition des ressources et que l'on peut résumer comme suit:

- . Développement des technologies de caractérisation de la tourbe et des tourbières.
- . Développement des technologies d'exploration des tourbières.
- . Elargissement des travaux de reconnaissance et d'exploration sur les tourbières.

4.0 suite...

4.1 suite...

Ces priorités, qui cadrent d'ailleurs parfaitement avec la Politique Canadienne de la Tourbe (9), permettront de mieux définir les ressources et les réserves de tourbe en tenant compte des secteurs d'utilisations.

4.2 Secteur Primaire

Au Nouveau-Brunswick, la majeure partie des petits producteurs se sont regroupés en association pour partager leurs connaissances et surtout développer une stratégie commune de mise en marché. Cette initiative s'est soldée par l'implantation du Centre de Recherche et de Développement de la Tourbe à Shippagan. Ce Centre fournit présentement au Secteur Primaire du Nouveau-Brunswick des services d'analyses et de contrôles en plus de travailler au développement de produits. Il comprend également une bibliothèque exceptionnellement bien fournie en bouquins, rapports, revues etc. touchant tous les secteurs d'applications du coke de tourbe.

Au Québec malgré plusieurs tentatives de réunir les petits producteurs, il semble qu'on en soit encore bien loin d'avoir atteint le niveau d'association réalisé au Nouveau-Brunswick. Ces tentatives se sont toutefois soldées par l'implantation du Bureau de Recherche sur l'Industrie de la Tourbe de l'Est du Québec (BRITEC), dont le Centre d'analyses, de contrôle, de recherche et de développement est situé à Rivière-du-Loup.

4.0 suite...

4.2 suite...

Les installations et activités de ce Centre sont présentement limitées. Complète selon le planning original, ce Centre serait en mesure de répondre à tous les besoins du Secteur Primaire.

Soulignons que "PREMIER" possède son propre Centre d'analyses, de contrôle, de recherche et de développement. Ce Centre est fort bien équipé et travaille activement au développement de nouveaux produits et équipements. PREMIER annonçait très récemment (4) le développement et la mise au point d'un système électronique pour le contrôle précis de la distance entre le sol et la base des aspirateurs utilisés pour la récolte. Ce développement permettra d'installer plusieurs aspirateurs sur une même unité de traction, et par delà d'augmenter considérablement la productivité de l'exploitation.

Par ailleurs, tous sont conscients que l'accroissement de l'activité économique du secteur primaire est lié aux possibilités d'élargir les marchés d'exportation économiquement accessibles aux producteurs québécois de tourbe d'horticulture et d'agriculture. Ces possibilités sont elles-même associées au développement éventuel de technologies qui permettront de réduire la teneur en eau de la tourbe et d'en faciliter l'expédition sur les marchés d'exportation, incluant les marchés européens.

4.0 suite...

4.2 suite...

Compte tenu de l'état d'avancement de la technologie québécoise au niveau de la récolte il est probable que les développements à court et moyen terme se situeront surtout au niveau de l'assèchement. Signalons que l'abaissement du contenu en eau de la tourbe est désigné comme une priorité dans la Politique Canadienne de la Tourbe (9).

Au Québec, les travaux réalisés par le CRIQ dans le cadre de l'assistance au développement d'un "Pressoir Rotatif A Sabot" manifestent l'appui de la Politique Québécoise de la Tourbe aux efforts de R & D dirigés vers le développement et la mise au point de technologies d'assèchement de la tourbe.

En conclusion, le Secteur Primaire, bien muni d'une technologie de pointe dans le domaine de l'exploitation et à l'avant garde du développement de nouveaux produits, est particulièrement bien équipé pour assurer son développement ordonné.

4.3 Secteur Energétique

La confusion qui régnait au cours des années 70 quant à l'approvisionnement en pétrole a entraîné une Politique Québécoise de la Tourbe Energétique dirigée vers le développement d'une technologie québécoise d'utilisation de la tourbe énergétique. Cette politique a donné naissance à des programmes de R & D ainsi qu'à divers projets d'envergure, tel que:

4.0 suite...

4.3 suite...

- . Centrale Electrique de 200 MW au Lac St-Jean
- . Gazogène de l'Ile d'Anticosti
- . Usine de méthanol

Ces travaux de R & D et ces divers projets ont contribué à l'évolution des connaissances du Québec non seulement au niveau énergétique mais également au niveau des ressources, l'Hydro-Québec et SOQUEM ayant inventorié plus de 25,000 hectares de tourbières dans la région du Lac St-Jean. Le développement du secteur énergétique est largement lié à l'évolution de la structure des prix et à la disponibilité d'autres ressources énergétiques tel le charbon, l'huile, le pétrole, le gaz naturel et l'électricité. On doit également viser à améliorer la compétitivité de la tourbe comme source d'énergie.

Des améliorations au niveau des technologies d'exploitation des tourbières pour en réduire le coût d'exploitation, aussi bien qu'au niveau des technologies de préparation de l'alimentation pour en accroître la valeur énergétique offrent à ce chapitre d'excellentes possibilités. Les récents développements au niveau de l'exploitation en vrac par méthodes mécaniques ou hydrauliques, combinés soit à la carbonisation ou à l'oxydation humide, ou encore au procédé mécano-chimique finlandais (5) laissent

4.0 suite...

4.3 suite...

prévoir que ces objectifs seront atteints très prochainement, auquel cas l'exploitation des tourbières pourra être réalisée presque à l'année longue et sans crainte des conditions climatiques.

Selon les finlandais, l'application de la technologie finlandaise serait déjà économique pour un taux minimum d'exploitation de 300,000 tonnes par année (6).

L'Université de Sherbrooke, qui teste présentement à l'échelle pilote le procédé Stark II (7), travaille depuis plusieurs années au développement de ces technologies.

Signalons que depuis 1981, la tourbe énergétique fait partie de la Politique Québécoise de l'Utilisation de la Biomasse comme sources d'énergie qui regroupe les activités dans ce secteur de NOUVELER, IREQ, DPEN et du CRIQ. Si on ajoute tous les programmes de R & D réalisés par les universités, on comprend que le secteur de la tourbe énergétique est extrêmement bien servi au niveau de la R & D.

4.4 Le Secteur du Coke de Tourbe

Dans le cadre de la Politique Québécoise de la tourbe énergétique, SOQUEM s'est impliquée très activement au cours des années 70 dans l'exploration de tourbières, à la recherche semble-t-il de tourbe énergétique. Devenue propriétaire de plusieurs tourbières prometteuses, SOQUEM s'intéressa au potentiel

4.0 suite...

4.4 suite...

d'application de la tourbe dans le secteur du coke et confia au groupe Lavalin-SOBLAC la réalisation d'un programme de travaux de R & D ainsi que diverses études technico-économiques sur le sujet (8).

C'était là à notre connaissance la première tentative d'une société québécoise et même canadienne de pénétrer le secteur du coke de tourbe.

En plus des problèmes de la qualité des produits et de la faiblesse des marchés, PROTEC comprend que l'absence d'une technologie éprouvée et bien adaptée à l'environnement québécois ait amené SOQUEM à mettre un terme au projet (10).

Presqu'à la même époque des travaux et études semblables furent réalisés pour le compte du Ministère du Commerce et du Développement du Nouveau-Brunswick qui n'a pas donné suite au projet jusqu'à ce jour, tout au moins au niveau des réalisations, et là encore l'absence d'une technologie éprouvée aurait été un des problèmes à surmonter (11). Par ailleurs il existe présentement au Québec plusieurs projets de fabrication de coke de tourbe.

4.4.1 Projets en cours

Le projet de Rivière-du-Loup, piloté par la firme allemande Ehrlich, a varié considérablement depuis ses débuts, passant d'une usine commerciale de coke à ce qu'il serait présentement, soit une usine pilote de coke de tourbe.

4.0 suite...

4.4.1 suite...

Ce projet pilote, qui semble avoir une vocation commerciale, n'aurait pas encore pu recueillir le financement nécessaire auprès des banques (12). Quant au projet initial, il fut abandonné, faute de partenaires. L'absence d'une technologie québécoise éprouvée aurait amené l'un des partenaires potentiels à se retirer du projet (13).

A Port Cartier, les tourbières Norbec travaillent à la conception d'un autre projet. PROTEC comprend (14, 15) qu'il s'agirait initialement d'une usine pilote à vocation commerciale qui devrait faire ses frais dès le début à même la valeur de la production. La capacité annuelle de départ serait de l'ordre de 500 tonnes de coke de tourbe qui rejoindraient des marchés variés tel le charbon activé, les briquettes, les fillers etc. La cokéfaction se ferait dans des fours verticaux et le nombre de fours serait augmenté au fur et à mesure des besoins.

Dans la région de Shawinigan, une autre société allemande travaillerait au développement d'un projet de fabrication de charbons activés au taux de 20,000 tonnes par année à partir des tourbières du Lac à la Tortue. On prévoit la prise d'un échantillon en vrac qui serait envoyé en Europe pour y subir les diverses phases de traitement à l'échelle semi-industrielle pour la production d'échantillons de charbons activés (45).

4.0 suite...

4.4.1 suite...

La firme André Marsan & Associés travaillerait présentement à la promotion d'un projet d'implantation d'une usine pilote d'une capacité annuelle de 3,000 tonnes de charbons activés. Cette usine testerait le procédé prévu pour le projet d'Erlich à Rivière-du-Loup, dont le projet d'André Marsan & Associés semble être une variante, ou son remplacement (46).

4.4.2 Conclusion

Malgré tous ces projets, il n'y a eu à notre connaissance aucun travaux significatifs de réaliser au Québec sur la cokéfaction de la tourbe et l'activation du coke de tourbe depuis les travaux réalisés pour le compte de SOQUEM à la fin des années 70. Il semble d'ailleurs que les équipements alors utilisés par l'Université de Sherbrooke ne soient plus disponibles.

Alors que les secteurs primaire et énergétique sont bien servis au niveau de la recherche et du développement, force est d'admettre que les efforts dirigés vers le développement du secteur du coke de tourbe sont limités, dispersés et fort sporadiques. Ceci reflète le caractère peut-être secondaire du développement du Secteur dans la Politique Québécoise de la Tourbe, aussi bien que l'absence d'un Centre de R & D et d'une entité qui aurait comme objet de travailler au développement du Secteur.

4.0 suite...

4.4.2 suite...

Comme résultat, près de dix ans après les premiers efforts de SOQUEM pour donner un premier élan au secteur du coke de tourbe, aucun projet n'a encore franchi le stade de l'étude de faisabilité détaillée. Plus décevant encore, c'est qu'il est douteux qu'un seul projet arrive à franchir cette étape tant que l'on n'aura pas donné réponse à la problématique du Secteur, telle que définie au Chapitre 10.0.

5.0 LA TOURBE ET L'ALIMENTATION EN TOURBE DE COKE

Le rendement du procédé de cokéfaction aussi bien que la qualité du coke de tourbe dépendent des caractéristiques des tourbières et de l'alimentation en "morceaux" ou boudins de tourbe préparés à partir de ces tourbières.

5.1 La Tourbe de Coke

"How to make dry peat for peat coke production and how to make the right peat coke for some different industrial applications". Tel est le titre d'une conférence, présentée par un spécialiste du Secteur, W. Naucke, qui reflète l'importance des caractéristiques de la tourbe sur la qualité du coke de tourbe (16). Les tourbières propices à la cokéfaction devraient répondre aux critères suivants:

- . Tourbières ombrotrophes
- . Tourbe de sphaignes humifiées (± 6 VPM).
- . Teneur en cendres inférieure à 2% et peu minéralisée.

Les principales caractéristiques d'une tourbe qui font qu'elle est plus ou moins apte à la production de coke ont trait au rendement du procédé ainsi qu'à la composition chimique et à certaines propriétés physiques du produit.

5.1.1 Rendement du Procédé

Deux facteurs, bien caractéristiques d'une tourbe, soit l'humification et la teneur en cendres, ont une influence marquée sur le rendement de la cokéfaction exprimé en poids de carbone fixe dans le coke par unité de poids de tourbe sèche.

5.0 suite...

5.1.1 suite...

Humidification

La décomposition de la tourbe par micro-organismes anaérobiques enlève préférentiellement des composantes fortement oxygénées de la tourbe et favorise de ce fait une concentration en carbone aux dépens d'un abaissement du contenu en oxygène. Donc plus une tourbe est humifiée plus elle devrait contenir de carbone fixe par unité de poids.

Teneur en cendres

La teneur en cendres de la tourbe a une influence marquée sur le rendement de la cokéfaction du fait que la presque totalité de ces cendres se rapporte dans le coke, dont la teneur en cendres est alors d'au moins 2.4 fois supérieure à la teneur en cendre de la tourbe. Ce facteur prend encore plus d'importance si ce coke de tourbe est activé par la suite, alors que sa teneur en cendres sera doublée pour atteindre plus de cinq (5) fois la teneur en cendres de la tourbe.

Dans ce contexte, non seulement le rendement en carbone fixe par unité de poids de tourbe diminuera selon le contenu en cendres de la tourbe, mais il s'en suivra également un abaissement du contenu en carbone fixe dans le coke par unité de poids.

5.0 suite...

5.1.2 Composition chimique

En plus du degré de minéralisation, la composition chimique de la fraction inorganique de la tourbe a une influence sur la qualité du coke suivant les applications où il est destiné. C'est ainsi qu'un coke de tourbe dirigé vers les usines de ferro-silicium et de silicium nécessite l'utilisation d'une tourbe dont les cendres ont une basse teneur en soufre et en phosphore. De plus ces cendres doivent préférablement être "acides", donc essentiellement libres d'éléments tel que le calcium.

5.1.3 Propriété Physiques

L'humification et la présence de fibres favorisent l'obtention de boudins compacts et denses, deux facteurs qui favorisent en retour la production d'un coke dur et dense, soit deux des caractéristiques recherchées dans un coke métallurgique.

L'humification et les fibres augmentent également les caractéristiques de résistance des boudins réduisant de ce fait la production de fines lors de la cokéfaction, tout en augmentant d'autant le rendement du procédé.

5.2 La Tourbe de Coke au Québec

Les caractéristiques les plus significatives d'une tourbe en regard de son amenabilité à la cokéfaction sont sans aucun doute son degré d'humification et son contenu en cendres.

5.0 suite...

5.2 suite...

Or ce sont là deux des caractéristiques prédominantes qui furent déterminées, entre autres, lors de l'exploration massive de tourbières au cours des années 70 à la recherche de tourbe énergétique (17), en particulier dans la région du Lac St-Jean.

Ces travaux ont permis d'identifier d'importantes ressources de tourbe bien humifiée et d'une teneur en cendres inférieure à 2%. Il est donc probable qu'au moins une partie de ces ressources se prêterait à la production de coke.

Par ailleurs cette hypothèse ne pourrait être vérifiée que par une caractérisation exhaustive des ressources jugées les plus prometteuses.

5.3 L'Alimentation en Coke de Tourbe

Les procédés présentement appliqués à la cokéfaction de la tourbe requièrent une alimentation en morceaux grossiers, bien compactés, de composition homogène et d'une humidité contrôlée et aussi basse que possible. Tous ces facteurs ont une influence marquée sur la densité, la dureté, la friabilité et la porosité du coke de tourbe, aussi bien que sur le rendement du procédé (18).

Les usines de cokéfaction s'alimentent à cet effet, en boudins ou morceaux de tourbe extraits des tourbières par des équipements qui effectuent sur le site l'ensemble des opérations de macération d'homogénéisation et d'extrusion.

5.0 suite...

5.3 suite...

Ces boudins ou morceaux sont laissés sur le site pour séchage, puis repris et entreposés avant d'être alimentés aux usines. Il existe plusieurs systèmes et équipements déjà bien éprouvés qu'ils soient Irlandais, Allemands, Finlandais, Suédois ou autres.

On doit souligner que le séchage sur le site est une opération unitaire tout aussi importante que l'extraction par boudineuse et que les conditions climatiques constituent "le procédé" dont les conditions d'opération sont fort variables et totalement incontrôlables.

5.4 L'Expertise et le Climat Québécois

Le Québec possède une expertise très limitée dans le domaine de l'extraction de la tourbe en morceaux, expertise acquise lors du prélèvement d'échantillons pour des essais de combustion et quelques essais de pyrolyse en laboratoires.

Quant aux conditions climatiques, elles ne sont pas particulièrement favorables au séchage des boudins sur le site. D'où l'importance de travailler soit au développement de technologies de cokéfaction moins sensibles à la teneur en eau de l'alimentation soit au développement de technologies d'extraction et de préparation de l'alimentation moins sensibles aux conditions atmosphériques.

6.0 LA PRODUCTION DE COKE DE TOURBE

6.1 Thermo-Chimie

Le coke de tourbe est produit par la carbonisation de la tourbe généralement boudinée et séchée sur le terrain. L'ensemble des changements physiques et chimiques qui surviennent lors de la carbonisation (cokéfaction) s'opèrent à l'intérieur d'un système relativement étanche à l'air, où la température de la tourbe est élevée graduellement et lentement jusqu'au degré désiré. La vapeur, les gaz, goudrons et autres composés organiques dégagés au cours de la cokéfaction sont retirés du système de façon continue sans apport d'air, ou en quantité limitée et contrôlée requise pour la combustion d'une partie des gaz qui fournissent alors directement l'énergie demandée par le système. De cette façon, les pertes par combustion de carbone fixe sont très faibles.

Au cours de la cokéfaction on distingue plusieurs changements chimiques et physiques que l'on peut regrouper à l'intérieur de quatre zones, chacune correspondant à une fourchette donnée de température. Ces zones sont illustrées à la Planchette 6.1 (40).

6.2 Le Procédé de Carbonisation

Sur le plan opérationnel cependant, on distingue trois étapes dans le procédé de cokéfaction, soit le séchage, la carbonisation et le refroidissement. Les Planchettes 6.2.1, 6.2.2 et 6.2.3 présentent trois variantes de ce procédé de base, soit les procédés VAPD, DEILMANN et LURSI (Spullgaz).

6.0 suite...

6.2 suite...

Ces trois procédés reflètent différents arrangements de trois variables de base du procédé à savoir: le type de four et les méthodologies du séchage de la tourbe et du chauffage du système.

6.2.1 Types de Fours

Le séchage et la carbonisation peuvent s'opérer soit dans des fours verticaux (DEILMANN, LURGI) soit dans des fours horizontaux (VAFO, NORIT). Il existe un autre type de four, "Hearth Furnace", décrit plus spécifiquement à l'article 6.2.4.

Les fours verticaux nécessitent généralement une alimentation en boudins très résistants, puisque la production de fines obstrue la circulation des gaz et nuit au rendement du procédé.

6.2.2 Méthodologie du Séchage

On doit distinguer ici entre deux approches fondamentalement différentes. Dans un cas (DEILMANN) le séchage s'opère dans le même four que la carbonisation et les gaz de la pyrolyse sont enrichis en vapeur d'eau. Ce procédé nécessite une humidité très bien contrôlée au niveau de l'alimentation et qui, dans le cas des opérations de DEILMANN, doit être inférieure à 28% pour l'obtention d'un coke de qualité supérieure (19).

6.0 suite...

6.2.2 Méthodologie du Séchage

L'autre approche consiste à sécher la tourbe dans un four séparé en utilisant une partie de l'énergie contenue dans les gaz de la cokéfaction, après combustion de ces gaz (VAPD).

Cette approche permet d'exercer un meilleur contrôle sur le séchage tout en réduisant la vapeur d'eau entraînée dans les gaz de la carbonisation. De plus les gaz d'échappement du séchage peuvent être rejetés directement à l'atmosphère.

6.2.3 Méthodologie du Chauffage

Dans le procédé DEILMANN une partie de l'énergie est fournie au système par chauffage indirect en utilisant les gaz de la combustion des produits (ou d'une partie des produits) gazeux de la cokéfaction.

Ailleurs, cette énergie est fournie directement dans le système. C'est ainsi que dans le procédé VAPD l'énergie provient de la combustion des fines particules de tourbe récupérées du séchage et d'une addition d'air permettant de brûler d'une façon bien contrôlée ces fines ainsi qu'une partie des substances volatiles produites lors de la carbonisation.

Le système de chauffage indirect permet d'opérer à des températures plus élevées sans danger de réactions entre le coke et les gaz. Il en résulte un charbon d'une teneur plus élevée en carbone fixe et d'une plus grande dureté (16).

6.0 suite...

6.2.3 suite...

Quant au chauffage direct il résulte en un charbon plus poreux et plus réactif mais de moindre résistance. Dans le procédé VAFD, les substances volatiles s'échappant de la tourbe lors de la carbonisation forment une couche protectrice qui minimise les possibilités de l'attaque par le CO₂ du carbone contenu dans la tourbe. C'est ainsi qu'on peut atteindre un niveau de substances volatiles de l'ordre de 2% à 3% en élevant la température de la cokéfaction à plus de 800° C sans nuire indument au rendement de la carbonisation (20)..

6.2.4 Le Système Hearth Furnace (SALEM)

La Planchette 6.2.4 présente les principales composantes du système ou four du type Hearth Furnace.

L'alimentation est introduite en un point situé à la périphérie de la fournaise pour former une couche d'une épaisseur de l'ordre de 15 cm. Le plancher ou "coeur" de la fournaise est légèrement conique et tourne lentement (± 10 rph). La charge est déplacée vers le centre de la fournaise par des rateaux stationnaires refroidis à l'eau.

Quant à l'énergie elle provient de la combustion des substances volatiles par addition d'air injecté à la périphérie et partie supérieure de la fournaise. Le chauffage se fait alors par radiation et on peut maintenir une température supérieure à 1200° C.

6.0 suite...

6.2.4 suite...

L'utilisation de ce système fort simple est limitée à date à la cokéfaction du charbon et de la lignite.

On constate cependant qu'il pourrait probablement être adapté à la cokéfaction de la tourbe, le concept de cette fournaise favorisant d'avantage l'effet protecteur des substances volatiles, contre l'attaque du carbone par le CO₂.

6.2.5 Conclusions

Comme on peut le constater il existe déjà plusieurs systèmes applicables à la cokéfaction de la tourbe. Deux procédés sont utilisés industriellement pour la production de coke-métallurgique à partir de la tourbe, soit les procédés VAPD et DEILMANN. Quant au procédé Lurgi d'applications courantes pour la cokéfaction du charbon et de la lignite, son efficacité fut prouvée au niveau de l'usine pilote de Lurgi à Francfort pour la production de semi-coke à des températures maximales inférieures à 800°C.

Certes on peut penser à plusieurs variantes de ces procédés qui seraient potentiellement plus efficaces que les procédés présentement utilisés.

6.0 suite...

6.2.5 suite...

C'est ainsi que Lavalin-SOBLAC proposait un procédé réunissant les avantages respectifs des procédés VAFD, DEILMANN et LURGI. Tel que mentionné plus haut, une combinaison des procédés VAFD et Hearth Furnace pourrait être intéressante.

Avant de s'engager dans un programme de développement et de mise au point d'un nouveau procédé, PROTEC considère que le secteur québécois du coke de tourbe devrait d'abord vérifier le rendement des procédés déjà en opération, appliqués à la cokéfaction de la tourbe de coke du Québec. Le développement et la mise au point d'un nouveau procédé pourrait s'avérer être une tâche ardue, longue et fort coûteuse, comme ce fut le cas pour l'usine de VAFD.

Malgré plusieurs années de travaux de recherches et de développement, tant au niveau du laboratoire que de l'usine pilote, cette usine d'une capacité de design de 30,000 tonnes de coke de tourbe par année, mise en opération en 1976 commence à peine à approcher la performance prévue au design. Au cours des années on a dû apporter d'importantes modifications au procédé, la dernière se situant au niveau des diamètres des boudins que l'on a dû réduire pour obtenir une humidité plus basse et plus homogène (21).

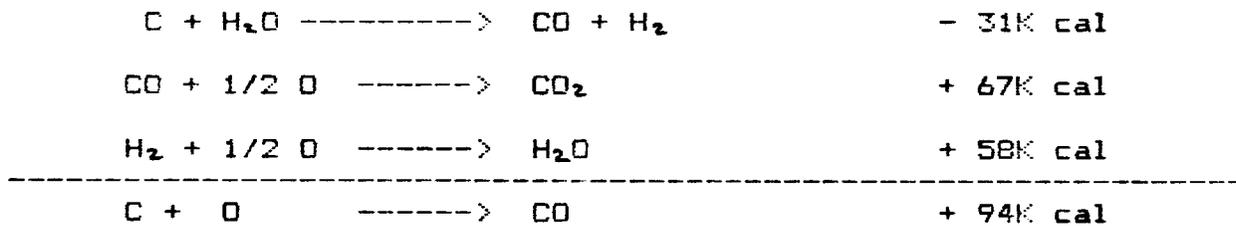
6.0 suite...

6.3 Procédé d'Activation

Les divers procédés d'activation du coke pour fabriquer le charbon activé sont décrits et analysés en détails à l'Appendice I aux présentes. On peut résumer comme suit les principales observations et conclusions ayant trait aux divers procédés d'activation.

6.3.1 Thermo-Chimie

Quelque soit le procédé utilisé, l'activation thermo-chimique d'un coke s'opère par le contact d'un gaz avec le coke, qui réagit avec le carbone fixe du coke à température élevée (>800°C) pour former du CO₂, "l'extraction" du carbone laissant au coke une structure poreuse favorable à l'adsorption. La vapeur d'eau est le gaz généralement utilisé pour l'activation thermo-chimique dont les réactions en cause se résument comme suit:



6.3.2 Procédés

Fondamentalement on peut distinguer deux procédés d'activation thermo-chimique, soit le procédé d'activation directe, ou procédé conventionnel dans le Secteur de la Tourbe, et le procédé Hybride d'activation. Ces procédés sont illustrés sommairement à la Planchette 6.3.2.1 et 6.3.2.2.

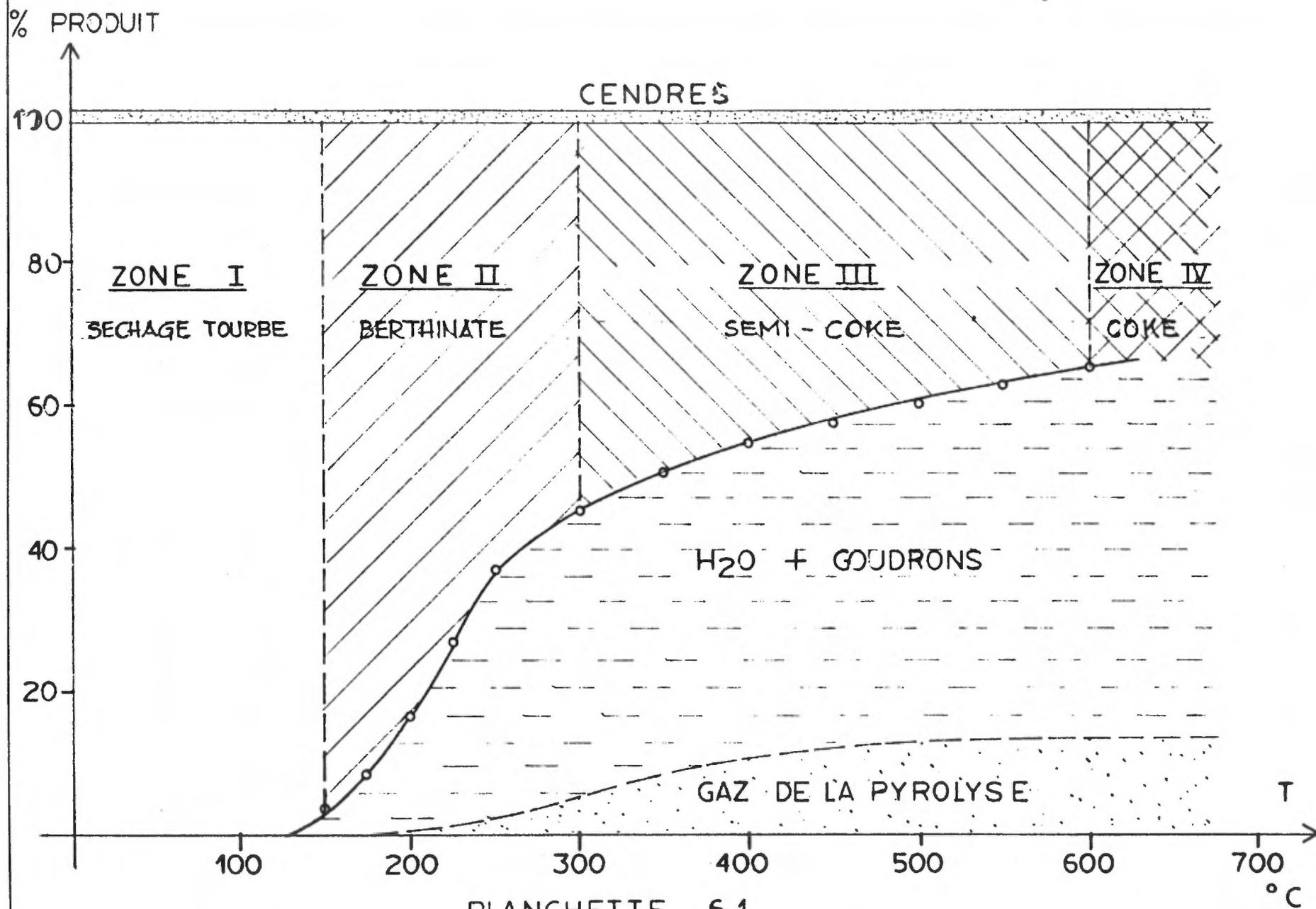
6.0 suite...

6.3.2 suite...

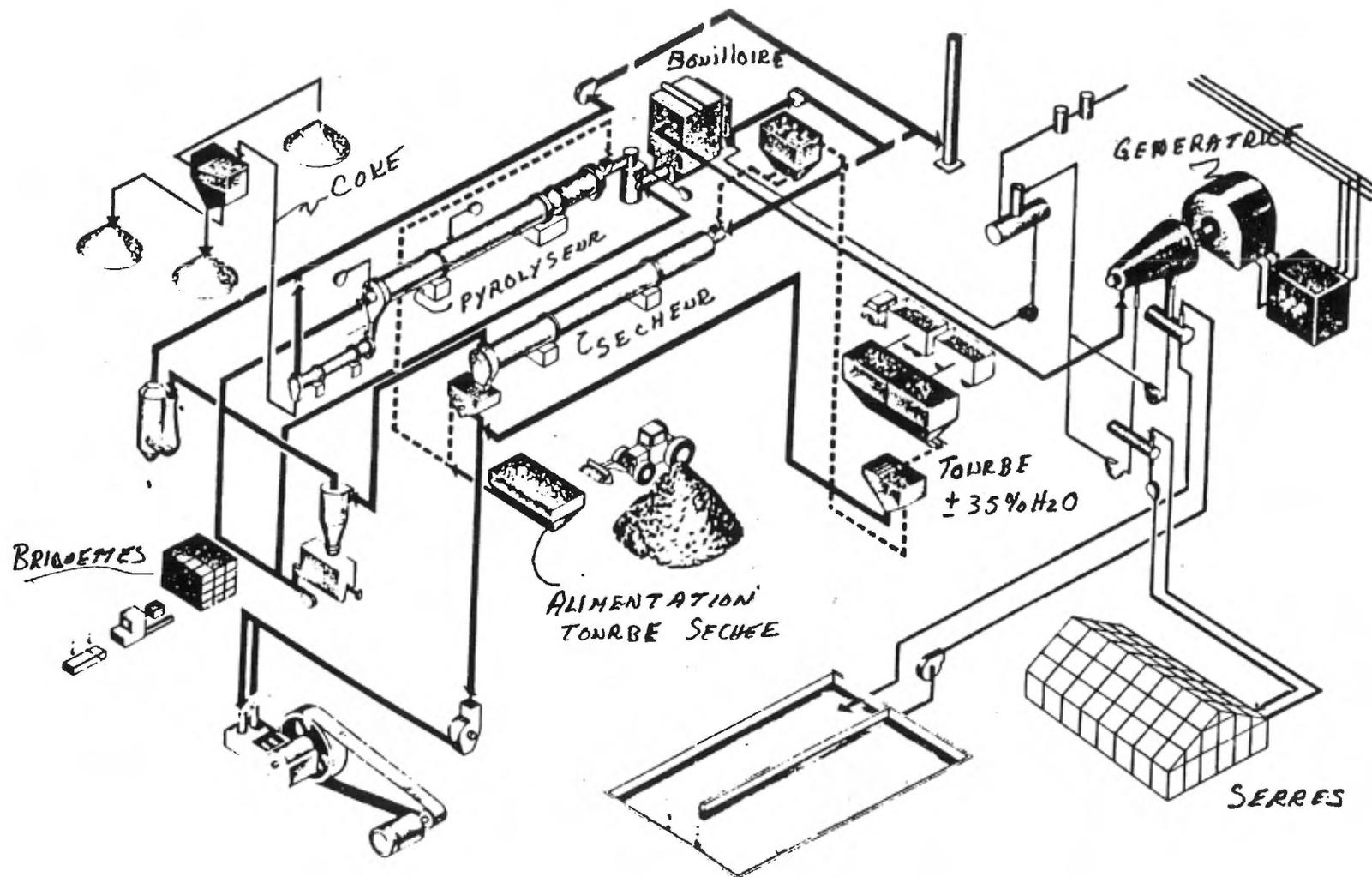
La distinction fondamentale entre ces deux procédés réside dans le fait que le procédé conventionnel réalise la carbonisation et l'activation en continu dans un seul four, alors que dans le procédé Hybride, la carbonisation et l'activation s'opèrent dans des fours séparés, complètement indépendant l'un de l'autre. La société NORIT des Pays-Bas utilise le procédé Conventionnel, auquel sont intégrées des installations d'activation secondaire requises pour la production de charbons activés de haute qualité.

La société André Marsan & Associés propose pour le projet d'usine-pilote d'utiliser une variante du procédé conventionnel, qui consiste à assécher la tourbe mécaniquement et à former l'alimentation en usine (46), alors que dans le procédé conventionnel la tourbe est formée et séchée sur le terrain.

Une partie du coke de tourbe produit par DEILMANN est vendue à des fabricants de charbons activés, tel Bayer en Allemagne, qui active ce coke dans leurs installations.

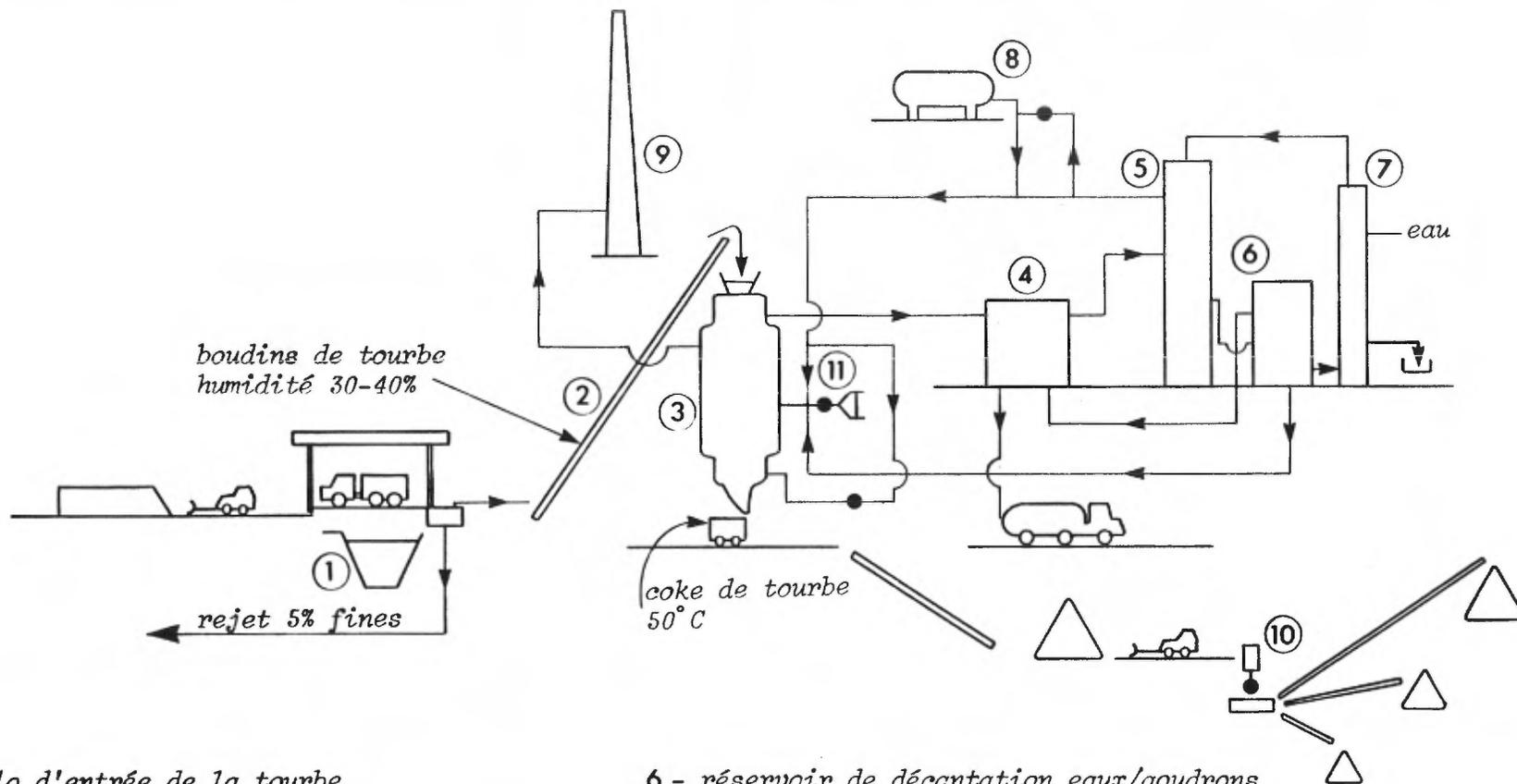


PLANCHETTE 6.1
LES ZONES DE LA PYROLYSE



PLANCHETTE 6.2.1 (34)

PROCEDE DE COKEFACTION - VAPO

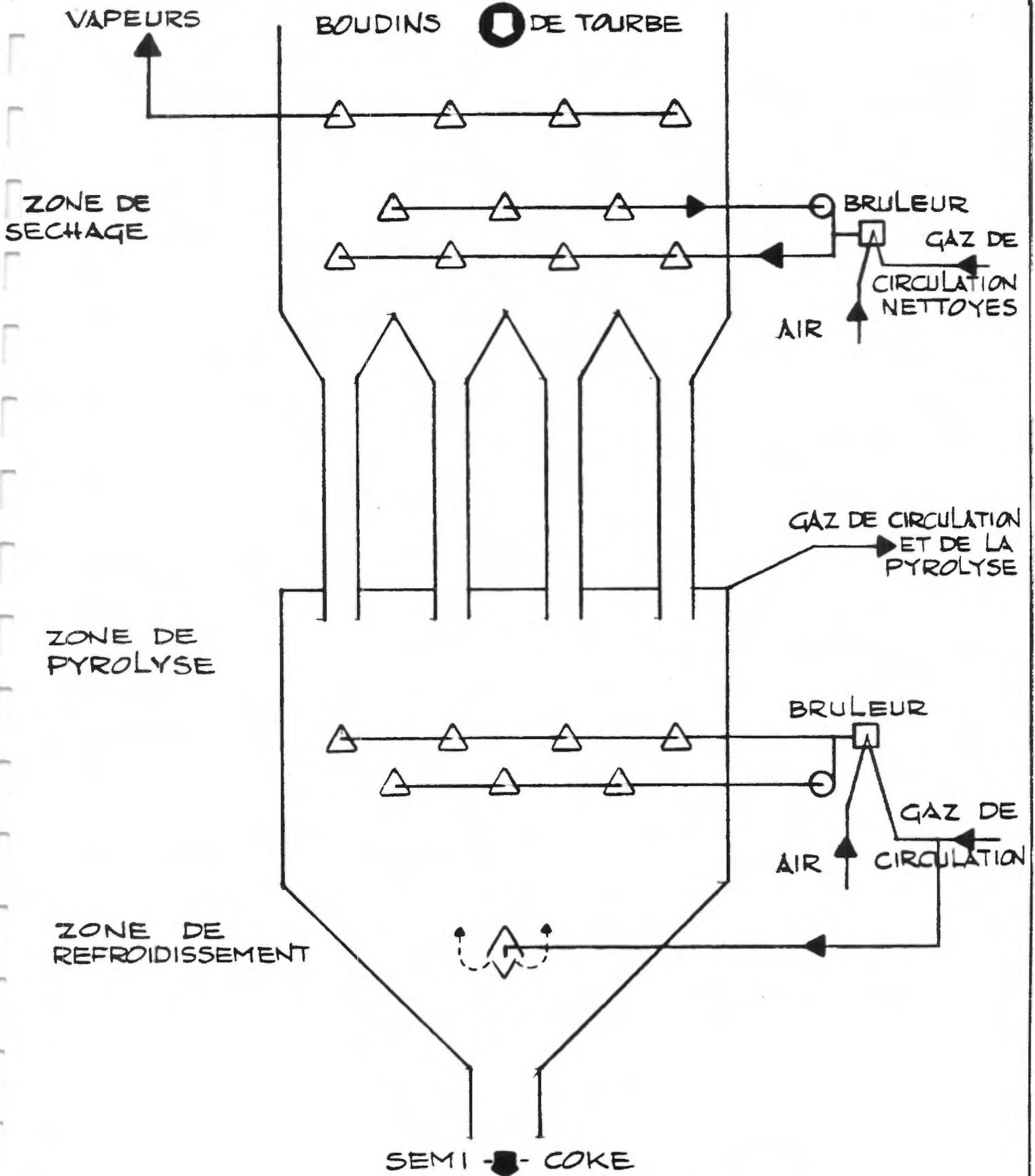


- 1 - silo d'entrée de la tourbe
- 2 - convoyeur d'alimentation
- 3 - réacteur vertical (plusieurs en parallèle)
- 4 - réservoir à goudrons
- 5 - tour de lavage des goudrons

- 6 - réservoir de décantation eaux/goudrons
- 7 - échangeur de chaleur
- 8 - stockage des gaz combustibles
- 9 - cheminée
- 10 - broyeur et tamis à coke
- 11 - brûleurs des gaz.

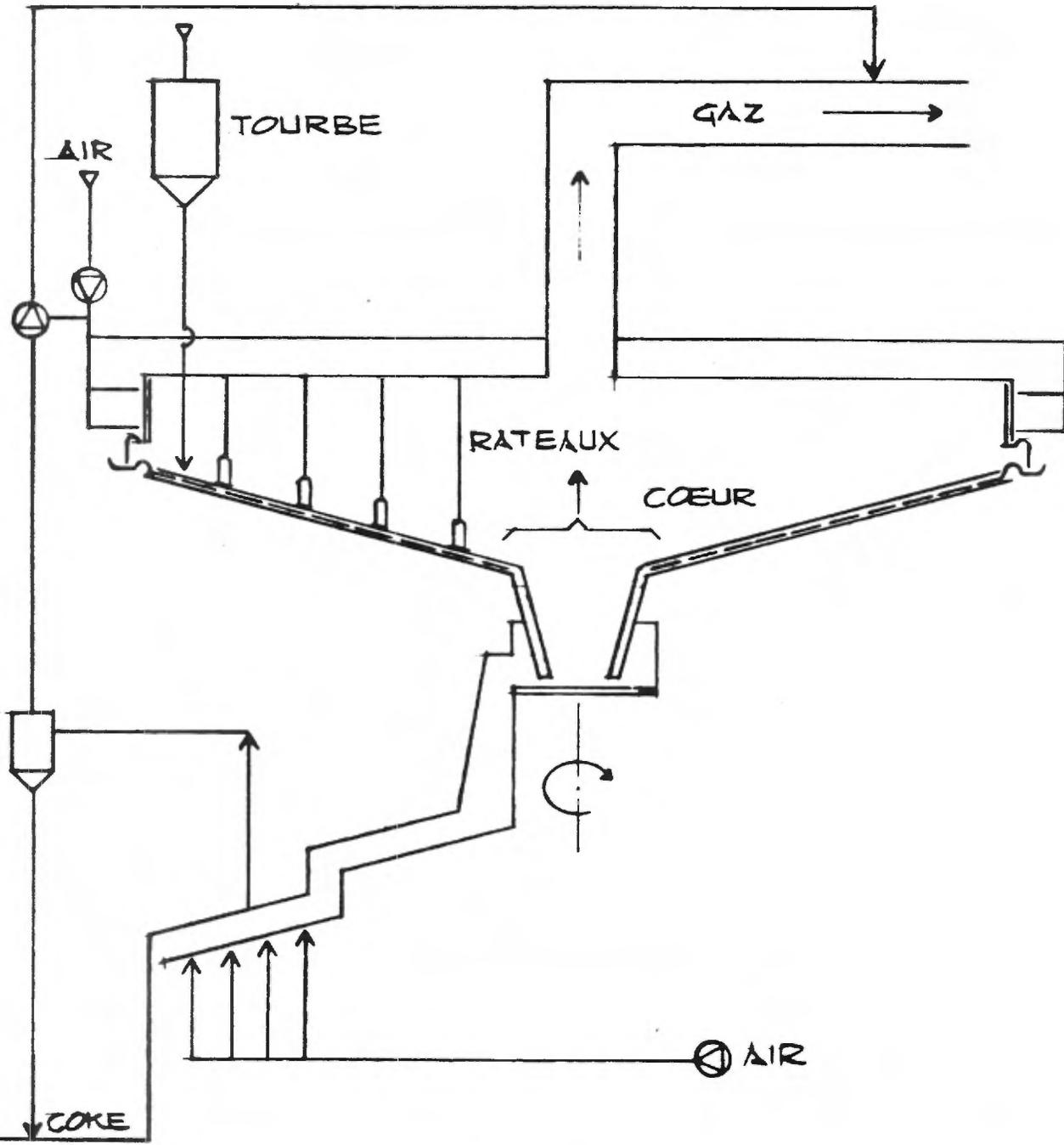
PLANCHETTE 6.2.2 (29)

PROCEDE DE COKEFACTION - DEILMANN

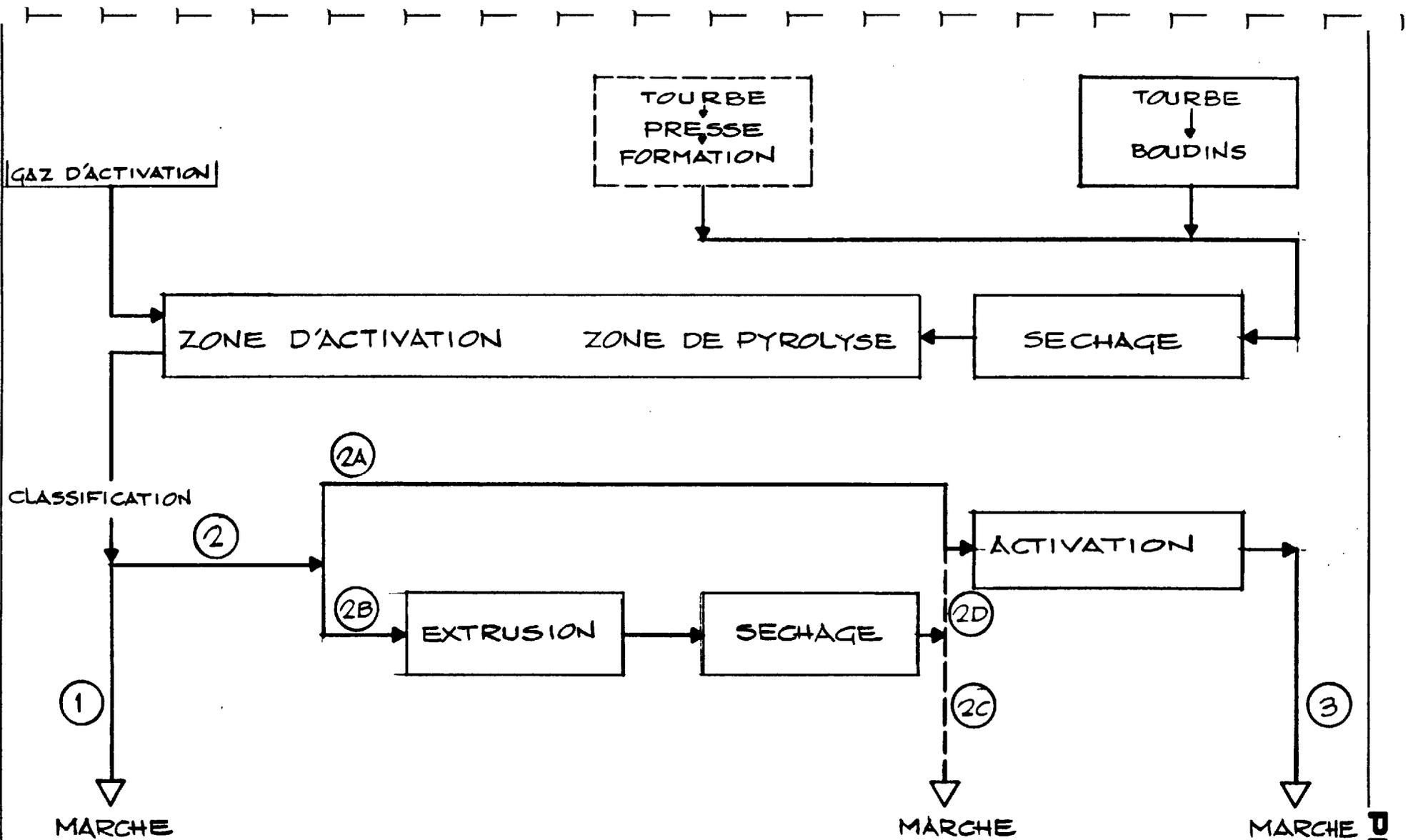


PLANCHETTE 6.2.3 (35)

PROCEDE DE COKEFACTION - SPULLGAZ

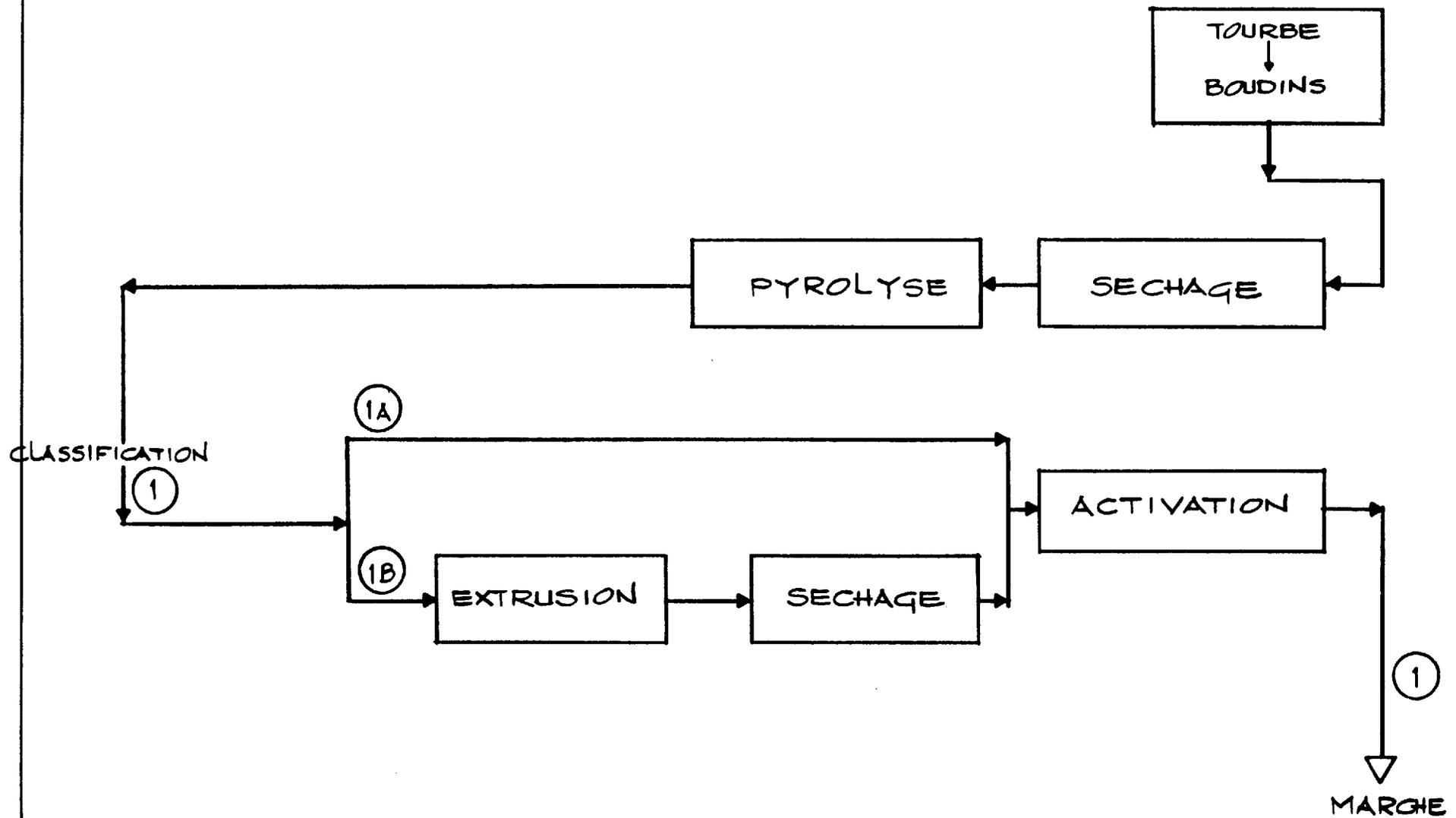


PLANCHETTE 6.2.4 (36)
PROCEDE DE COKEFACTION-SALEM



CHARBON ACTIVE
PROCEDE CONVENTIONNEL

PLANCHETTE 6:3.2.1



CHARBON ACTIVE
PROCEDE HYBRYDE

PLANCHETTE 6:3.2.2

7.0 LES UTILISATIONS DU COKE DE TOURBE

Techniquement, le coke de tourbe peut remplacer d'autres produits carbonés dans plusieurs domaines. Compte tenu de l'éventail d'applications possibles, PROTEC a choisi de les regrouper en quatre sous-secteurs suivant les caractéristiques recherchées prioritairement par chacun des sous-secteurs identifiés comme suit:

- . Le charbon activé
- . Le coke métallurgique
- . Les fournaies électriques
- . Les autres

La Planchette 7.0 compare les caractéristiques de deux types de coke de tourbe à celles de coke de pétrole et de charbon.

7.1 Le Charbon Activé (c.f. Appendix I)

Ce sous-secteur tire avantages de la structure naturellement poreuse du coke de tourbe qui se prête facilement à l'activation (22).

Lorsque comparé aux charbons activés produits à partir d'autres substances carbonées, tel que le bois et la noix de coco, on constate que la distribution du diamètre des pores du coke de tourbe activé s'étale sur une fourchette beaucoup plus ouverte, ce qui élargit le nombre de substances pouvant être adsorbées par ce type de charbon (Planchette 7.1).

TABLEAU 7.0

CARACTERISTIQUES DE CERTAINS TYPES DE COKE

	COKE DE TOURBE		COKE DE	
	DEILMAN	VAPD	CHARBON	PETROLE
Carbone Fixe	91.06	90.0	88.9	98.5
Volatiles	---	2.	2.0	0.5
Cendres	3.5	8	9.6	0.2
Soufre	0.21	0.2	0.5	
Phosphore	0.03	0.10		
Fer	0.14	0.6		
Silicium	0.95	2.5		
Magnesium	0.48	0.15		
Calcium	0.38	0.5		
Hydrogène	1.51	---		
Nitrogène	1.39	0.2		
Aluminium	0.20	---		
Sodium	0.09	---		
Potassium	0.06	---		
Densité apparente gm/cm ³	0.664		0.8 @ 1.10**	
Densité vraie gm/cm ³	1.776		1.9 @ 2.0 **	
Porosité %	75		45 @ 52 **	
Résistance (compression) kip/cm ²	40			
Surface des pores m ² /gm	220			
Ignition °C	230			
Valeur Calorifique K Cal./kg	7500			
Cendres-amollissement °C	1300			
-fusion °C	1400			

* REF: 30
** REF: 25

7.0 suite...

7.1 suite...

Le Tableau 7.1 compare les caractéristiques de deux charbons activés destinés à l'adsorption de l'or sous forme auro-cyanure; l'un est fabriqué à partir de la noix de coco, l'autre à partir de la tourbe.

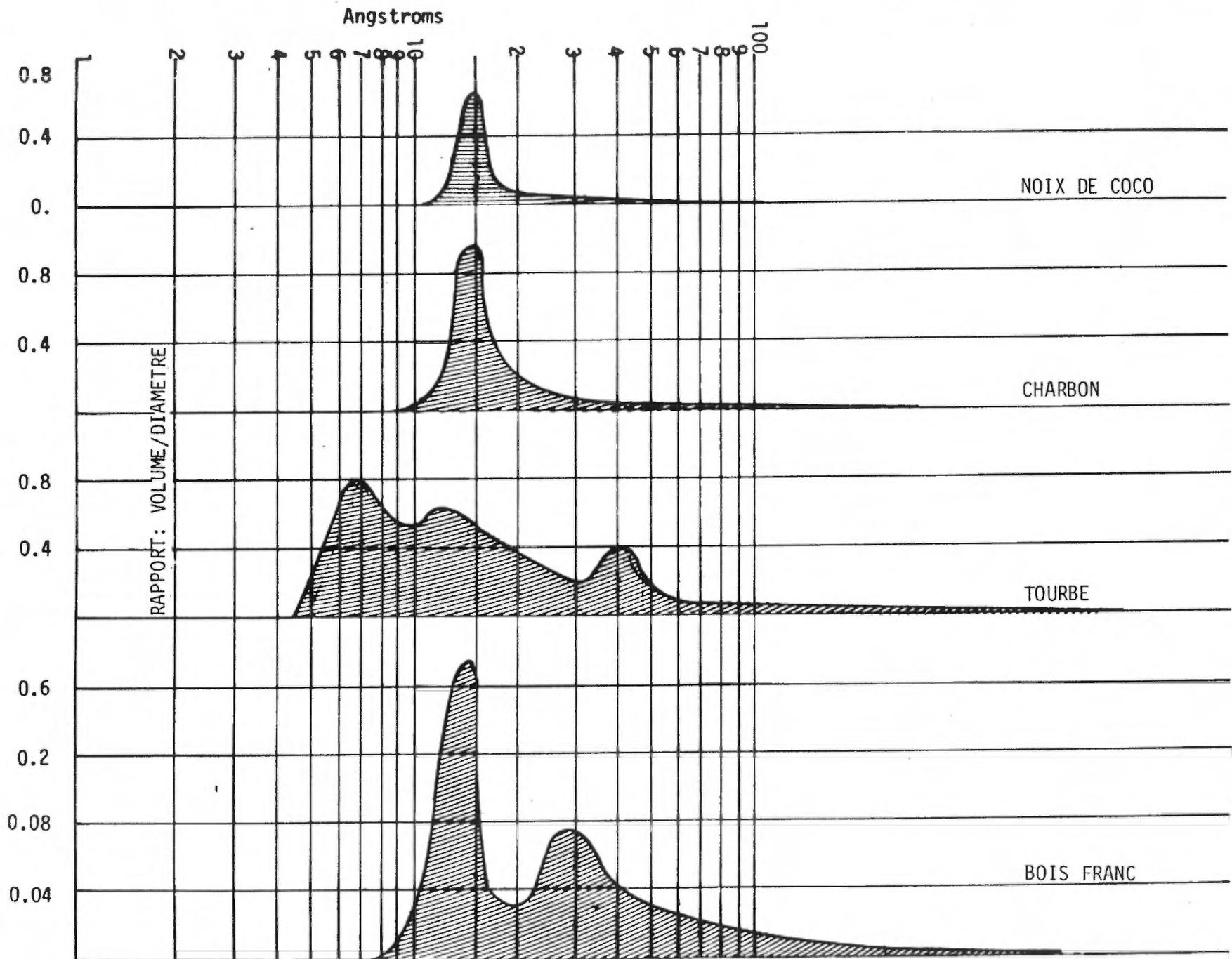
TABLEAU 7.1
CARACTERISTIQUES DE CERTAINS
CHARBONS ACTIVES

		<u>R.2520</u>	<u>R.3515</u>	<u>CNS-211</u>
Densité en vrac:	g/l	500	440	560
Particules - diamètre	mm	2	1.4	--
- longueur	mm	5	4	--
- Mesh	M	--	--	6 x 14
Surface (B.E.T.)	m ² /g	850	1100	2600*
Activité	%	50	70	63
Facteur-K	kg/t	50	50	--
Cendres	%	5	6	2.4
Dureté	%	100	99	95

* Déterminée à l'hydrogène.

Remarques

- 1) Ces trois charbons activés sont destinés à l'adsorption de l'or dans l'industrie minière.
- 2) Les charbons R.2520 et R.3515 sont fabriqués à partir de tourbe par la société NORIT aux Pays-Bas.
- 3) Le CNS-211 est fabriqué à partir de la noix de coco par la société A.C. Carbone à St-Jean-Sur-Le-Richelieu.



7.0 suite...

7.1 suite...

Par ailleurs en modifiant les conditions de la préparation de la tourbe, de la cokéfaction et de l'activation, on réussit à favoriser le développement de pores d'un diamètre donné rendant alors ce coke de tourbe activé plus sélectif pour l'application recherchée (26).

Le coke de tourbe se prête aussi bien à la fabrication d'un charbon activé en poudre que granuleux. La fabrication de charbons très durs et résistants à l'abrasion s'obtient par extrusion, recuisson et activation du coke de tourbe.

La consommation canadienne annuelle de charbon activé est estimée à 6000 tonnes (23). Quant aux prix ils se situent dans une fourchette relativement large, allant de 800\$ pour un charbon en poudre peu activé, à plus de 3000\$ par tonne pour un charbon fortement activé (24) et résistant à l'abrasion.

Le Canada ne compte qu'un seul producteur de charbon activé, soit A.C. Carbone de St-Jean-sur-le-Richelieu dont la production annuelle est de l'ordre de 500 tonnes de charbons à partir de la noix de coco.

La société NORIT produit aux Pays-Bas 30,000 tonnes par année de charbon activé à partir de la tourbe. En plus d'être une des plus importantes usines de production de charbon activé, l'usine de NORIT est la plus importante installation de cokéfaction de tourbe, tout au moins dans les pays du bloc de l'ouest.

7.0 suite...

7.1 suite...

C'est pourquoi PROTEC a choisi de traiter plus en détails le sous-secteur du charbon activé dans un document séparé (Appendice 1).

7.2 Coke Métallurgique

On distingue ici deux applications importantes, soit les hauts-fourneaux et les fonderies. Le coke de hauts-fourneaux est ajouté à la charge comme minerai. Sa granulométrie doit être grossière ($< 1 \text{ cm} > 5 \text{ cm}$) pour faciliter l'échappement des gaz.

Compte tenu du poids de la charge sur le coke, il doit également être très résistant à la compression.

Or le coke de tourbe est peu résistant à la compression et il a généralement une granulométrie beaucoup trop fine (100% $< 5 \text{ cm}$). Il semble par ailleurs que DEILMANN réussisse à produire et à vendre un coke de qualité hauts-fourneaux. DEILMANN doit alors utiliser une alimentation formée et séchée sur le terrain jusqu'à un taux d'humidité de l'ordre de 28%, ce qui peut nécessiter plus de deux ans d'attente après l'exploitation de la tourbe (25).

Quant au coke de fonderie, là encore et pour les mêmes raisons on recherche un coke grossier et résistant à l'abrasion. Par ailleurs le désavantage marqué du coke de tourbe par rapport au coke de fonderie réside dans sa très haute réactivité, qui fait que ce coke réagit trop rapidement après son addition dans

7.0 suite...

7.2 suite...

la coupole, avant d'atteindre la zone de réduction là où il doit normalement agir comme agent réducteur.

Considérant ces facteurs techniques auxquels on doit ajouter le fait qu'il n'y a pas de hauts-fourneaux au Québec alors que la coupole est à toute fin utile remplacée par le four électrique, PROTEC est d'avis que le marché du coke métallurgique représente peu d'intérêt pour un producteur éventuel de coke de tourbe au Québec.

7.3 Fournaises Electriques, Electro-Chimie

Le coke de tourbe produit par VAPD et DEILMANN trouve ses principales utilisations dans le domaine de l'électro-métallurgie, le coke servant alors d'agent réducteur.

7.3.1 Ferro-Alliages & Silicium

Dû à sa résistivité électrique élevée et à sa forte réactivité, le coke de tourbe est utilisé principalement dans des usines de ferro-silicium, de ferro-chrome et de silicium, en remplacement partiel de coke de pétrole et de charbon. Il semble que certaines usines européennes auraient mis au point une technologie d'addition et de smeltage permettant d'augmenter les rendements métallurgiques et énergétiques de leurs opérations, aidant d'autant à la "compétitivité" du coke de tourbe dans ce domaine (25).

7.0 suite...

7.3.2 Ajout de Carbone

Le coke de tourbe, due à sa forte réactivité et faible teneur en soufre, peut être utilisé comme ajout de carbone pour la production de fontes ductiles ou autres types de fontes "spécialisées", ainsi que pour ajuster la teneur en carbone dans certains aciers spéciaux et stabilisés (25, 27).

7.3.3 Coke d'Anodes

La littérature fait mention des possibilités de produire un coke de tourbe rencontrant les exigences de la fabrication d'anodes (25).

Signalons qu'à lui seul le Québec utilise annuellement près de 300,000 tonnes de coke de pétrole calciné pour la fabrication d'anodes consommées par les alumineries.

Toutefois la résistivité élevée du coke de tourbe, sa très forte réactivité, sa teneur en cendres sont des caractéristiques qui nuisent à son utilisation potentielle pour cette application. Vu l'importance de ce marché concentré chez quelques utilisateurs québécois qui doivent importer la totalité de leurs besoins en coke de pétrole calciné, c'est là une utilisation qu'il importerait d'explorer plus à fond.

7.0 suite...

7.3.4 Electro-Chimie

Ce secteur recèle de nombreuses applications représentant des consommations massives de coke. Dans certains cas le coke n'agit que comme agent réducteur (acide phosphorique, TiO_2) ailleurs comme agent carburant (carbures de silicium, de calcium). Ce marché mal connu, n'en paraît pas moins prometteur pour un producteur Québécois.

7.4 Autres Applications

7.4.1 Boulettes Auto-Fondantes

Les installations de pelletization de Fort Cartier, produisent une boulette poreuse et auto-fondante par l'addition de fines de coke (coke breeze) lors de la pelletization, cette addition permettant de réduire la consommation en fuel. La porosité et réactivité du coke de tourbe pourraient se traduire par des avantages marquées dans cette utilisation.

7.4.2 Réduction - Directe

Plusieurs usines de réduction-directe utilisent le coke comme agent réducteur et source partielle d'énergie dans le procédé et SIDBEC-DOSCO envisage de convertir ses installations, du gaz naturel à un système électricité-coke. La réactivité et la faible teneur en soufre du coke de tourbe seraient des avantages, alors que la teneur en cendres pourrait être nuisible.

7.0 suite...

7.4.3 Coke à B.B.Q.

Le coke de tourbe peut être utilisé pour la fabrication de briquettes de charbon à B.B.Q. Comparées aux briquettes de charbon de bois, celles au coke de tourbe sont brûlent plus longtemps en donnant une chaleur plus régulière que la briquette de charbon de bois. Ces avantages sont dûs entre autres à la réactivité du coke de tourbe.

7.4.4 Noir de Carbone

Certains essais réalisés sur des échantillons de coke produits aux laboratoires et en fournées, à partir de tourbe du Québec et du Nouveau-Brunswick (8, 29), ont démontré les possibilités d'utiliser le coke de tourbe en remplacement du noir de carbone comme agent de remplissage (filler) dans la fabrication de certains caoutchoucs.

Tout comme pour le charbon activé, il existe plusieurs variétés de produits conçus chacun pour des applications spécifiques. Le Québec consommerait à lui seul plus de 100,000 tonnes de noir de charbon (29).

B.0 POTENTIEL DE MISE EN MARCHÉ D'UN COKE DE TOURBE FABRIQUE AU QUEBEC

Le Tableau B.0 présente une estimation du potentiel de mise en marché d'un coke de tourbe qui serait éventuellement produit au Québec. Cette estimation fut réalisée par FENCO en 1979 (29). Correspondant à ce potentiel de l'ordre de 1,000,000 tonnes par année, d'une valeur d'environ 200,000,000\$, il faudrait cokéfier annuellement environ 2,500,000 tonnes de tourbe sèche, soit près de 15 fois la production québécoise de tourbe prévue pour 1985.

Il est bien évident que si ce marché était facilement et économiquement accessible au coke de tourbe, le Québec et le Canada compteraient plus d'un producteur de coke de tourbe, alors qu'il n'y en a présentement aucun. Cet état de fait reflète la faible compétitivité du coke de tourbe pour certaines de ces applications, soit sur le plan technique ou économique, ou encore les deux à la fois.

Une étude beaucoup plus récente, réalisée par MONENCO en 1984, chiffre comme suit (Tableau B.0.1) l'estimation du marché potentiel d'un coke de tourbe fabriqué au Canada, et sur lequel le coke de tourbe serait tout au moins techniquement compétitif (30).

TABLEAU 8.0 (29)
ESTIMATION DE CERTAINS MARCHES
DE L'EST DU CANADA ET DES U.S.A.
POUR DIVERS TYPES DE COKE

<u>Product</u>	<u>Usual Raw Material</u>	<u>Advantage of Using Peat as Raw Material</u>	<u>Market Potential* Per Year</u>
Metallurgical Coke	coal	higher fixed carbon content lower volatile content lower ash content lower sulphur content	26,000 tons in Quebec 134,000 tons in Ontario New Brunswick uses more than 39,000 tons/year
Carbon raiser	coal and calcined petroleum coke	very low sulphur content	230,000 tons in U.S. and Canada
Carbon filler	partial oxydation of natural gas cracking of hydro-carbon residues	tests already made have shown that peat coke can replace certain fillers	150,000 tons in Quebec
Activated carbon feedstock	peat, coconut & shells, hardwood, anthracite	activated carbon is already fabricated with peat in the Netherlands	8,500 tons in Canada 8,000 tons imported
BBQ Charcoal	wood	easy to light	30,000 tons in Quebec 20,000 tons imported
Carbon reducer	petroleum residues	fixed carbon higher lower sulphur content	90,000 tons in Quebec
Coke d'Anodes **	Coke de Pétrole	non compétitif	300,000 tonnes au Québec

*Data obtained from FENCO consultants Ltd.

** ESTIMATION PROTEC

TABLEAU B.01
MARCHÉ POTENTIEL DU COKE DE TOURBE (4B)

<u>APPLICATION</u>	<u>CONSOMMATION-TONNES/ANNEE</u>
Industrie Chimique	180,000
Ferro-Alliages et Aciers	105,000
Mines, Smeltage & Raffinage	15,000
TOTAL	300,000

Ce potentiel de 300,000 tonnes est fortement limité par la compétitivité du coke de tourbe sur le plan économique. Dans une perspective du développement ordonné du secteur québécois de tourbe de coke, on se doit de distinguer entre cette part du marché où le coke de tourbe est présentement compétitif, celle où il ne l'est pas et celle où il pourrait le devenir à plus long terme dans le cadre de la réalisation d'un programme de recherches et de développement dirigé vers l'amélioration des caractéristiques et des coûts de production du coke de tourbe.

Seul une étude exhaustive du marché du coke de l'est du Canada et des U.S.A., appuyée d'essais significatifs de démonstration réalisés dans le cadre d'une stratégie de mise en marché bien définie, permettrait d'établir avec une certitude raisonnable les tonnages et les prix de vente d'un coke de tourbe sur ces marchés.

8.0 suite...

Nonobstant l'absence et le manque d'une telle étude, à l'examen des nombreux documents consultés et des diverses rencontres d'échanges sur les utilisations du coke de tourbe, PROTEC a choisi de cerner de plus près le potentiel du coke de tourbe.

8.1 Applications d'un Potentiel Douteux

Cette classification regroupe les applications du coke de hauts-fourneaux et de coupole que PROTEC considère comme n'offrant pratiquement aucun potentiel de mise en marché pour un producteur éventuel de coke de tourbe au Québec (c.f. Art. 7.2).

PROTEC est d'avis que l'on doit également inclure le noir de carbone dans cette classification, noir de carbone qui par définition est produit à partir d'hydrocarbures. Comme matière de remplissage, après broyage et obtention d'ultra-fines, il pourrait y avoir certaines applications. Toutefois le coke de tourbe se trouverait alors en compétition avec plusieurs autres substances dont certaines moins coûteuses, tel que divers cokes de bois.

On doit préciser cependant qu'il pourrait être possible de produire du noir de carbone à partir des goudrons de coke de tourbe. Cette application fait partie des utilisations des surplus énergétiques de la carbonisation, au même titre que les cires.

8.0 suite...

8.2 Application d'un potentiel à long terme

Le coke d'anodes est de loin l'application la plus importante et la plus naturelle compte tenu de l'importance de l'industrie québécoise de l'aluminium. La teneur en cendres, la dureté, la densité et la conductivité du coke de tourbe sont présentement des obstacles majeurs à la pénétration du coke de tourbe dans ce secteur.

Par ailleurs le potentiel de ce secteur laisse planer les possibilités de plusieurs usines d'une capacité annuelle de 50,000 tonnes et plus chacune. On pourrait alors appliquer les nouvelles technologies d'exploitation des tourbières qui commandent un taux d'exploitation supérieur à 300,000 tonnes de tourbe annuellement et qui ouvrent en même temps des possibilités de traiter l'alimentation de façon à ce que le coke de tourbe ainsi produit rencontre les exigences de cette industrie.

C'est dans ce contexte que PROTEC recommande (Chap. 11.0) la réalisation d'un programme de travaux de recherches et de développement dirigés à la fois vers l'abaissement des coûts de fabrication et l'amélioration de certaines caractéristiques du coke de tourbe (section III). La réalisation heureuse d'un tel programme ouvrirait le coke de tourbes à d'autres marchés également fort importants et immédiatement accessibles au Québec.

B.0 suite..

B.2 suite...

. L'utilisation du coke de pelletization qui a fait ses débuts à Port Cartier est susceptible de se généraliser à Pointe Noire et Labrador City entraînant la consommation de dizaines de milles tonnes de coke annuellement. Sur le plan technique, PROTEC considère que le coke de tourbe serait compétitif voir supérieur aux fines de coke de pétrole (coke breeze) présentement utilisées. Dans l'état actuel du marché le "coke breeze" se vend à environ 100\$/tonne F.O.B. ports du St-Laurent, ce qui rend le coke de tourbe non compétitif pour l'instant.

. Les mêmes remarques s'appliquent pour certaines applications du coke de tourbe en électrochimie. PROTEC pense particulièrement ici à l'usine de Norton qui utilisent plus de 100,00 tonnes de coke annuellement pour la production de carbure de silicium (31) à un prix qui serait également de l'ordre de 100\$/tonne. Le manque d'homogénéité du coke présentement utilisé et la forte réactivité du coke de tourbe pourraient amener Norton à accepter un prix de 115\$ à 125\$ dans le contexte actuel du marché.

B.3 Applications d'un Potentiel Inconnu

Les informations obtenues à date par PROTEC sont insuffisantes pour commenter sur le potentiel d'applications pour la production de TiO₂, d'acide phosphorique ou de la réduction directe (Sidbec-Dosco). Il est probable que le coke de tourbe soit bien indiqué sur le plan technique, le facteur prix étant mal connu.

B.0 suite...

B.4 Applications à court terme

. NORIT, DEILMANN et VAPQ produisent annuellement environ 70,000 tonnes de coke de tourbe. Ces produits rejoignent principalement les sous-secteurs du charbon activé, des ferro-alliages et du silicium.

. Les résultats de divers essais réalisés sur des tourbes du Québec, en laboratoires, en fournées et même en continu (28, 29, 32) indiquent que l'on peut produire, par des procédés connus et déjà éprouvés, des cokes de tourbe de qualité égale à celle des produits de NORIT, DEILMANN et VAPQ.

A partir de ces observations et compte tenu que le Québec et le Canada en général possèdent un marché intérieur pour le charbon activé ainsi que des usines de ferro-silicium, ferro-chrome, ferre-manganèse et silicium, il est logique de s'attendre à ce que ces utilisations, identiques à celles où le coke de tourbe européen trouvent ses meilleurs débouchés, soient les plus prometteuses pour un producteur québécois.

B.4.1 Ferrocalliages & Silicium

. Le seul producteur de silicium contacté au cours de l'étude (33) s'est montré immédiatement disposé à tester un coke de tourbe dans l'hypothèse d'un prix de vente de 150\$/tonne et ce dans les conditions actuelles du marché.

8.0 suite...

8.4.1 suite...

On peut donc supposer que des négociations plus poussées pourraient se solder par l'obtention d'un prix légèrement plus élevé, surtout si les technologies européennes d'utilisations permettaient d'obtenir un rendement d'extraction plus élevé avec une économie d'énergie.

Quant au ferro-silicium, ce même producteur a substitué les copeaux de bois au coke dans sa production de ferro-silicium. Il semble bien cependant que si l'utilisation du coke de tourbe permettait de réduire de 12 à 15% sa consommation en électricité et de 20% sa consommation en matières carbonées (48) il serait également fort intéressé à tester le coke de tourbe pour cette application.

Il ne fait aucun doute que le potentiel du coke de tourbe dans les applications éprouvées en Europe doit être évalué et établi au Québec et au Canada dans le contexte des technologies européennes d'applications qui sont susceptibles de commander un prix plus élevé pour le coke de tourbe.

C'est pourquoi PROTEC considère que le développement du secteur québécois du coke de tourbe doit passer par l'importation des technologies d'utilisations aussi bien que d'échantillons en vrac de coke de tourbe disponible sur le marché (Section II).

8.0 suite...

8.4.2 Agent Carburant

La société Fer et Titane consomme annuellement plus de 10,000 tonnes de coke comme agent carburant. Suivent certaines caractéristiques de ce coke présentement acheté au prix de 300\$/tonne, CIF usine (40)..

	100%		< 4 Mesh
	90%		> 10 Mesh
Max.	1%		<100 Mesh
"	2.2%	S	
"	2.0%	Cendres	
	2.0%	Volatiles	

Fer et Titane a déjà testé un échantillon de coke produit à partir de la tourbe du Nouveau-Brunswick et se dit intéressée à acheter 5,000 tonnes de coke de tourbe au prix équivalent à celui du coke qu'elle achète présentement.

8.4.3 Le Charbon Activé

Tel que mentionné, le sujet du charbon activé est traité plus amplement à l'Appendice I. On y constate qu'en 1984 le Canada a importé 6,000 tonnes de charbons activés comparative-ment à une production canadienne inférieure à 500 tonnes. La majeure partie des importations (>80%) proviennent des U.S.A. à un prix moyen à l'importation, donc avant la valeur ajoutée au Canada, de 1460\$ par tonne (23).

B.0 suite...

B.4.3 suite....

Le fait que NORIT produise annuellement environ 30,000 tonnes de charbons activés qui rejoignent tous les marchés d'utilisations témoigne de la qualité et compétitivité de ces charbons, particulièrement les charbons formés qui commandent un prix supérieur pouvant atteindre 4000\$ par tonne. Si l'on tient compte du fait que les charbons utilisés dans les domaines du génie municipal et de l'hydro-métallurgie sont le plus souvent spécifiés par les firmes d'ingénieurs conseils, PROTEC est d'avis qu'un producteur québécois pourrait s'accaparer une part importante du marché équivalente à environ 1500 tonnes par année, à un prix moyen de 1400\$/tonne.

Ce producteur devrait viser les applications spécialisées qui requièrent souvent un suivi technique du fournisseur et commandent des prix très souvent supérieurs à 2000\$ par tonne.

C'est pourquoi PROTEC recommande d'intégrer dans tout projet de coke de tourbe, la production du charbon activé selon le procédé Hybride, approche qui est probablement la seule susceptible de rentabiliser la fabrication du charbon activé à un taux annuel de production qui soit aussi bas.

B.4.4 Briquettes de Charbon de Coke

Le Tableau B.4.4 présente les statistiques canadiennes d'importations de briquettes de charbon à B.B.Q. dont la très grande majorité provenait des U.S.A. (39).

B.0 suite...

TABLEAU B.4.4
IMPORTATIONS CANADIENNES
DE BRIQUETTES DE CHARBON A B.B.Q.

ANNEE -----	TONNES -----	\$/TONNE -----
1977	30,940	174
1978	22,685	219
1979	25,867	205
1980	6,716	309
1981	14,584	344
1982	11,263	361

Soulignons que ces prix correspondent à la valeur d'entrée au Canada payée par les grossistes. Certaines briquettes de charbon de bois fabriquées au Canada étaient vendues à des grossistes en 1984 à des prix supérieurs à 700\$/tonne (41).

Les briquettes de charbon importées des U.S.A. sont fabriquées pour la plupart à partir de lignite. Elles sont difficiles à allumer et dégagent peu de chaleur, alors que les briquettes de charbon de bois, faciles d'ignition, elles brûlent très rapidement.

Quant à la briquette de coke de tourbe, elle est relativement facile d'ignition, a une valeur calorifique supérieure au charbon de bois et brûle plus longtemps. C'est dans ce contexte que PROTEC considère qu'un producteur de coke de tourbe pourrait vendre environ 2,000 tonnes de briquettes de coke de tourbe sur les marchés de l'est du Canada à un prix de l'ordre de 300\$/tonne.

8.0 suite...

8.5 Potentiel de Mise en Marché

Au terme de cette analyse très sommaire du marché, qui a quand même permis d'établir qu'on pourrait présentement vendre au Québec du coke de coke de qualité ordinaire à 300\$/tonne, PROTEC en ressort confiant qu'un producteur québécois pourrait présentement vendre sur le marché local un minimum de 20,000 tonnes de coke de tourbe à un prix moyen supérieur à 300\$/tonne. Quant à la distribution probable de ces ventes, elle serait tel qu'indiqué au Tableau 8.5.

TABLEAU 8.5

DECOMPOSITION DES VENTES ANNUELLES
D'UN PRODUCTEUR QUEBECOIS DE COKE DE TOURBE

SEGMENT	TONNES / ANNEE	\$/ TONNE	
		A	B
Métallurgie	15,000	250	200
Charbon Activé	* 3,000	** 700	** 500
Briquettes à B.B.Q.	2.000	300	200
TOTAL	20,000	322	245

A: prix moyen des ventes, C.I.F.

B: prix moyen des ventes, F.O.B. usine. Pour le charbon activé et les briquettes, le prix indiqué serait celui réalisé sur le coke de tourbe en tenant compte des coûts probables de fabrication de ces produits.

* exprimé en tonne de coke en assumant un rendement de 2 tonnes de coke par tonne de charbon.

** : prix par tonne de coke avant l'activation.

Soulignons que ces ventes qualifiées de "probables" ne correspondent qu'à 7% du marché potentiel.

9.0 POTENTIEL ECONOMIQUE DU SECTEUR QUEBECOIS DE COKE DE TOURBE

Dû au manque d'informations précises et fiables concernant la ressources (tourbe et alimentation) aussi bien que la qualité, volume et le prix probable des ventes d'un coke de tourbe produit au Québec, il serait impossible de réaliser à ce stade une étude technico-économique détaillée d'un projet québécois de production de coke de tourbe.

Par ailleurs, pour être en mesure de juger du bien fondé de travailler d'une façon beaucoup plus intensive et systématique au développement ordonné du Secteur, il est essentiel d'avoir une image aussi précise que possible du potentiel économique de ce Secteur. Pour ce faire, PROTEC a choisi de comparer deux estimations des coûts d'investissements en capital et d'opération portant sur des projets d'implantation d'usines de coke de tourbe au Canada.

La première estimation fut réalisée en 1980 par André Marsan & Associés dans le cadre d'une étude commandée par le Département du Commerce et du Développement de la Province du Nouveau Brunswick (29). Le projet portait sur l'implantation dans cette province d'une usine de production de tourbe de coke au taux annuel de 20,000 tonnes par année, en utilisant le procédé DEILMAMN modifié (c.f. Art. 6.2.5). L'autre estimation fut réalisée par MONENCO en 1984 dans le cadre de la préparation d'une étude commandée par le Conseil national de recherches du Canada (48).

9.0 suite...

Elle portait sur un projet "hypothétique" d'implantation au Canada d'une usine d'une capacité de production de 28,500 tonnes de coke de tourbe par année en utilisant le procédé finlandais de VAFD. Les Tableaux 9.1 et 9.2 présentent un sommaire des résultats de ces estimations. Pour permettre une comparaison entre les deux estimations PROTEC a actualisé l'estimation de 1980 en dollars 1984 en utilisant un facteur d'inflation des 40% pour cette période et l'a identifiée "Marsan-84".

9.1 COUT DES INVESTISSEMENTS

TABLEAU 9.1
ESTIMATION DU COUT DES INVESTISSEMENTS

POSTE	ESTIMATION DES COUTS EN 1000\$		
	Marsan-80	Marsan-84	Monenco-84
Mine	3,242	4,539	7,002
Usine	3,395	4,753	9,660
Autres	500	700	
Ingénierie	509	713	
TOTAL	7,646	10,705	16,662

Quant aux coûts des investissements par tonne de capacité annuelle, ils s'établissent comme suit:

- . Marsan-84 : 535\$/tonne de capacité annuelle.
- . Monenco-84: 583\$/tonne de capacité annuelle.

9.0 suite...

9.1 suite...

Compte tenu de la nature préliminaire ou conceptuelle de ces estimations, on constate qu'elles se vérifient d'assez près. Toutefois, elles ne reflètent pas l'économie d'échelle qui devrait normalement favoriser le coût unitaire d'une opération de 28,500 tonnes par année, surtout dans le contexte où, selon Monenco, le procédé VAPD serait moins coûteux d'investissements que le procédé DEILMANN.

9.2 Coût d'Opération

TABLEAU 9.2

ESTIMATION DES COÛTS D'OPERATION

POSTE -----	COÛT - \$ / TONNE -----		
	Marsan-80	Marsan-84	Monenco-84
Mine	53.52	74.93	83.96
Main-d'oeuvre-Usine	18.75	26.25	19.65
Energie Usine	7.50	10.50	--
Entretien Usine	--	--	20.34
Contrôle de la Qualité	--	--	4.91
Frais généraux	--	--	11.93
	-----	-----	-----
TOTAL	79.97	111.68	140.19

Cette différence de 30\$ par tonne de coke entre les résultats des deux estimations est surprenante, surtout dans le contexte où l'économie d'échelle devrait favoriser l'opération au

9.0 suite....

9.2 suite...

taux de 28,500 tonnes par année (Monenco), auquel s'ajoute l'opinion de Monenco à l'effet que les procédés finlandais d'exploitation minière et de carbonisation seraient plus économiques d'opération que les procédés DEILMANN correspondant retenus dans l'estimation de Marsan.

9.3 Discussion des Résultats

Monenco considère que compte tenu de la nature préliminaire de l'estimation, les coûts réels d'investissements et d'opération se situent à l'intérieur de la fourchette obtenue en variant de + 30% à - 30% les résultats de leur estimation.

Cette fourchette serait alors tel que présentée au Tableau 9.3

TABLEAU 9.3
ESTIMATION MONENCO
FOURCHETTE DE VARIATION DES COÛTS

<u>COÛT</u> ----	<u>70% BA</u> ----	<u>BASE</u> ----	<u>130% BASE</u> -----
Investissements	11,663,000\$	16,662,000\$	21,661,000
Opération	98\$/t	140\$/t	183\$/t

Si les coûts réels correspondaient aux limites supérieures, il va sans dire qu'un tel projet n'offrirait aucun intérêt, puisqu'il faudrait vingt ans pour récupérer les investissements en capital, et sans intérêt, si le prix moyen des ventes du coke était de 225\$/tonne.

9.0 suite...

9.3 suite...

Par ailleurs, les limites inférieures de cette estimation rendraient ce projet fort attrayant dans les mêmes conditions. Soulignons que ces limites inférieures vérifient d'assez près les résultats de l'estimation de Marsan-84, tout en reflétant l'économie d'échelle.

En retenant les résultats de l'estimation Marsan-84 et en supposant qu'on veuille récupérer le coût des investissements sur une période de quinze ans et à un taux d'intérêt de 15% le coût total de production serait alors comme suit:

Coût d'opération:	111.68
Coût de récupération:	89.20

TOTAL	200.88\$/tonne

Or se référant aux ventes probables d'un producteur (hypothétique) Québécois (Art. 8.5) en 1985, on estime qu'il aurait pu réaliser un prix moyen de l'ordre de 245\$/tonne sur les 20,000 tonnes de coke produit. Il suffirait de porter l'estimation des ventes de charbons activés de 1500 tonnes à 3,000 tonnes par année, tel que prévu au projet-pilote de Marsan, pour que ce prix moyen soit porté à près de 300\$/tonne. Ce projet serait alors fort attrayant.

D'autres facteurs pourraient rehausser la rentabilité d'un tel projet, dont la vente ou l'utilisation profitable des surplus énergétiques.

9.0 suite...

9.3 suite...

L'obtention d'une aide financière de l'ordre de 30% du coût des investissements se solderait pour sa part par une réduction du coût total de production au niveau d'environ 185\$/tonne, incluant le coût de la récupération du capital à un taux d'intérêt de 15%.

10.0 LA PROBLEMATIQUE DU SECTEUR

L'analyse du potentiel économique du Secteur indique que ce potentiel pourrait être très élevé, ou encore tout à fait inexistant selon les données de base utilisées.

Certes une estimation détaillée, basée sur des plans et devis, appels d'offres, etc... donnerait une idée fort précise du coût des investissements et des frais de production. Par ailleurs la portée d'une telle estimation détaillée serait à toute fin utile aussi limitée que celle d'une estimation d'ordre de grandeur, à moins qu'elle soit appuyée de données précises et fiables concernant les caractéristiques, le volume et les prix probables des ventes. Or ces données ne sont pas disponibles.

Au niveau de la production, il reste à établir avec une "certitude raisonnable" que l'on peut produire économiquement à partir de tourbières et dans le contexte climatologique du Québec, un coke de tourbe qui rencontrerait les exigences de l'industrie métallurgique nord-américaine, ou même un coke de tourbe de qualité égale à celle du coke produit par VAPD et DEILMANN.

Sur le plan des utilisations, l'industrie nord-américaine n'est pas familière et encore moins sensibilisée aux technologies d'utilisations du coke de tourbe qui permettent d'en tirer avantages, comme le font d'ailleurs certaines usines européennes. On ne peut donc évaluer à ce stade, là encore avec une certitude raisonnable, le potentiel de mise en marché de ce type de coke.

10.0 suite...

Il va sans dire que l'absence de technologies et d'expertise nord-américaines en matière de production et d'utilisation de coke de tourbe contribue à rehausser ces facteurs d'incertitude ou de "risques". Seul le développement de données précises et fiables permettrait de ramener ce facteur de risques à l'intérieur de limites mesurables et raisonnables. Le développement de ces données ne peut se faire que dans le cadre d'un projet précis de mise en valeur qui inclut la réalisation d'essais de démonstration sur:

- . L'extraction de la tourbe et la préparation de l'alimentation
- . La production de coke de tourbe et l'établissement de ses caractéristiques
- . Les utilisations du coke de tourbe

PROTEC estime à plus de 1,000,000\$ le coût de réalisation d'un tel projet de mise en valeur.

Certes, divers projets de production de coke de tourbe ont vu le jour au cours des dix dernières années, aussi bien au Québec qu'ailleurs au Canada. Toutefois, aucun de ces projets n'a franchi l'étape de la mise en valeur qui aurait précisé la rentabilité de chacun de ces projets aussi bien que le potentiel économique du Secteur.

Si ces projets sont demeurés sans lendemain, c'est que le facteur de risques était trop élevé, compte tenu de l'ampleur des investissements requis pour la phase de mise en valeur en regard des risques tant techniques qu'économiques.

10.0 suite...

Plus inquiétant encore, c'est qu'il est fort probable que les projets en cours et que tous nouveaux projets de production de coke de tourbe auront à faire face tôt ou tard à cette problématique qui est en quelque sorte un chemin sans issue où:

"Dû au manque de données technico-économiques fiables sur les principales composantes du Secteur, on ne peut réunir les investissements requis pour préciser ces données par la réalisation de travaux de mise en valeur."

11.0 INSTITUT QUEBECOIS DU COKE DE TOURBE

11.1 Bien Fondé de l'Implantation d'un Institut

- La Finlande et l'Allemagne produisent et vendent à l'industrie métallurgique un coke de tourbe de qualité commerciale. Quant aux Pays-Bas ils produisent à partir de la tourbe près de 30,000 tonnes de charbon activé par année dont la majeure partie est exportée sur les marchés européens et nord-américains.

- Le Québec est favorisé par des ressources de tourbe qui dépassent celles de la Finlande, de l'Allemagne et des Pays-Bas.

- Le Québec et l'Est du Canada offrent un marché potentiel qui pourrait justifier l'implantation immédiate d'une usine d'une capacité de 20,000 tonnes par année de coke de tourbe.

- Malgré le voile d'incertitudes qui entoure le potentiel du Secteur, ce sont là des réalités qui justifient que la Politique Québécoise de la Tourbe s'attarde au développement du secteur de coke de tourbe. Vu l'ampleur de la problématique, cette Politique devrait prévoir que seule une intervention gouvernementale significative permettrait à ce Secteur de franchir cette barrière du piétinement technico-économique où il se trouve, pour finalement se réaliser.

11.0 suite...

11.2 Mandat de l'Institut

C'est dans ce contexte que PROTEC recommande que le Gouvernement du Québec implante ou suscite l'implantation d'un institut Québécois du Coke de Tourbe, institut comme il en existe d'ailleurs dans presque tous les pays européens producteurs de tourbe. Cet institut serait voué au développement ordonné du Secteur par:

- . l'exploration, le développement, la mise en valeur et l'exploitation de tourbières

- . la recherche et le développement au niveau des technologies de production et d'utilisations du coke de tourbe.

- . l'implantation et l'opération d'usines de cokéfaction

Face à la problématique de Secteur, il va sans dire que l'Institut devra s'attaquer prioritairement au développement de données précises et fiables pour faire le point sur le potentiel du Secteur, et définir par la suite les moyens à mettre en oeuvre pour réaliser ce potentiel dans le cadre d'un programme dont la réalisation sera prise en charge par l'Institut, seul ou en participation conjointe avec un ou d'autres partenaires.

La Section II du présent rapport, décrit l'approche proposée par PROTEC pour la réalisation de ce mandat prioritaire et définit les ressources humaines, physiques et financières qui seront requises.

11.0 suite...

11.2 suite...

Par ailleurs le potentiel de ce Secteur pourrait être rehaussé considérablement par le déroulement heureux d'un programme de Recherches et de Développement dirigé entre autres vers la conception et la mise au point de technologies qui ouvriraient le coke de tourbe au marché annuel de plus de 500,000 tonnes de coke utilisé pour la fabrication d'anodes, de carbure de silicium, de boulettes auto-fondantes. Vu l'importance de la R & D dans les activités de l'Institut, ce sujet est traité séparément à la Section III de ce Rapport.

SECTION II

L'INSTITUT QUEBECOIS DU COKE DE TOURBE

SECTION II

TABLE DES MATIERES

DESCRIPTION	PAGE
1.0 MANDAT PRIORITAIRE DE L'INSTITUT.....	1
1.1 Transfert Technologique.....	2
1.2 Développement des données.....	2
1.3 Conception de l'Avant-Projet.....	3
1.4 Etude Technico-Economique.....	3
2.0 TRANSFERT TECHNOLOGIQUE & ASSISTANCE TECHNIQUE.....	4
2.1 Fondement des besoins.....	4
2.2 Entente de Transfert Technologique et d'Assistance Technique.....	5
2.3 Hypothèse de Travail.....	6
3.0 DEVELOPPEMENT DES DONNEES.....	9
3.1 Caractérisation des Tourbières.....	9
3.2 Caractérisation de l'Alimentation.....	11
3.3 Caractérisation des Cokes de Tourbe.....	13
3.4 Essais de Démonstrations.....	15
4.0 CONCEPTION DE L'AVANT PROJET.....	19
5.0 ETUDE TECHNICO ECONOMIQUE.....	21
6.0 STRUCTURE OPERATIONNELLE DE L'INSTITUT.....	23
6.1 Organigramme.....	23
6.2 Direction.....	23
6.3 Division Ressources.....	24
6.4 Division des Procédés.....	24
6.5 Division Projet.....	26
6.6 Division Administration.....	27

SECTION II
TABLE DES MATIERES

<u>DESCRIPTION</u>	<u>PAGE</u>
7.0 ECHEANCIER ET BUDGET DE REALISATION DU MANDAT DE L'INSTITUT.....	28
7.1 Echéancier.....	28
7.2 Budget.....	29
8.0 ESTIMATION DU COUT DES INVESTISSEMENTS EN CAPITAL.....	31
8.1 Objet de l'estimation.....	31
8.2 Bâtiment.....	32
8.3 Les équipements.....	34
8.4 L'ameublement.....	36
9.0 ESTIMATION DES FRAIS D'OPERATION DE L'INSTITUT.....	41
9.1 L'Institut.....	41
9.2 Echantillons.....	41
9.3 Récolte-Pilote.....	41
9.4 Essai-Démonstration.....	41
9.5 Ingénierie.....	42

1.0 APPROCHE DE REALISATION DU MANDAT PRIORITAIRE

Tel que mentionné à la Section I, l'Institut aura comme mandat prioritaire de:

- Faire le point sur le potentiel du Secteur de coke de tourbe, incluant le charbon activé.
- Définir les moyens à mettre en oeuvre pour réaliser ce potentiel.

En plus de l'importance des ressources de tourbe du Québec, et du potentiel de mise en marché du coke de tourbe et de charbons activés fabriqués au Québec, le bien fondé de l'Institut repose largement sur les réalités que sont les usines de VAPO et de DEILMANN qui ont ensemble une capacité de production de plus de 40,000 tonnes de coke de tourbe annuellement.

A ces réalités s'ajoute le fait que VAPO a mis au point un procédé commercial d'activation du coke de tourbe, procédé qui sera implanté dans son usine dès que le marché intérieur finlandais le permettra. La production annuelle de plus de 30,000 tonnes par année de charbons activés à partir de la tourbe par la société NORIT témoigne de la qualité et de la compétitivité de ces charbons activés sur les divers marchés que ce soit en phase gazeuse ou liquide.

1.0 suite...

Il va sans dire que l'Institut aurait tout avantage à faire appel à ces réalités ou technologies déjà bien éprouvées. C'est dans ce contexte que PROTEC recommande que l'Institut retienne pour la réalisation de son mandat prioritaire une approche utilisée avec succès par d'autres groupes et instituts semblables pour susciter le développement d'applications importantes de la tourbe (37). On peut résumer comme suit les principales composantes de cette approche.

1.1 Transfert Technologique

Dès le départ l'Institut arrêtera une ou des "ententes" l'assurant du transfert des principales technologies européennes de fabrication de coke de tourbe et de charbons activés.

1.2 Développement des Données

Il s'agira pour l'Institut de vérifier deux hypothèses fondamentales, à savoir:

- On peut produire à partir de certaines tourbières du Québec des cokes de tourbe et charbons activés de qualités comparables à celles des produits fabriqués par VAPQ, DEILMANN et NORIT.
- De tels produits, éventuellement fabriqués au Québec, pourraient être commercialisés sur les marchés nord-américains.

1.0 suite...

1.3 Conception de l'Avant-Projet

L'Institut définira un avant-projet basé sur l'utilisation judicieuse des technologies européennes retenues, modifiées si nécessaires, pour la fabrication des produits pouvant être commercialisés sur les marchés nord-américains.

1.4 Etude Technico-Economique

Correspondant à la conception de l'avant-projet, l'Institut verra à la préparation des plans et devis préliminaires des installations proposées qui seront utilisés pour l'estimation des coûts. Cette estimation sera complétée par une analyse économique. Par la suite, l'Institut fera le point sur le potentiel du Secteur et définira les moyens à mettre en oeuvre pour la réaliser. Les chapitres qui suivent décrivent plus amplement chacune de ces activités et précisent les moyens que l'Institut devra mettre en oeuvre pour les réaliser et satisfaire à son mandat prioritaire.

2.0 TRANSFERT TECHNOLOGIQUE & ASSISTANCE TECHNIQUE

2.1 Fondement des besoins

Le Québec et le Canada ne possédant ni technologie ni expérience pratique et industrielle en matières de production de boudins de tourbe, de production, d'utilisations et de mise en marché de coke de tourbe. PROTEC considère qu'il sera essentiel de faire appel à un "Transfert Technologique" et à certains services d'assistance technique tout au cours de ce programme.

Loin de minimiser la compétence et le "savoir-faire" des ingénieurs et techniciens québécois, cette opinion reflète un regard averti sur les exigences du financement de tout projet d'implantation d'usines de coke de tourbe, sur lequel ce programme devrait éventuellement déboucher. En effet le financement d'un projet de cette nature doit passer par l'étape d'une Etude Définitive de Faisabilité. Or pour qu'une telle Etude soit bancable, donc utile au financement, il est essentiel qu'elle soit préparée en étroite participation avec des spécialistes déjà bien familiers avec les particularités aussi bien de la conception que de l'opération d'usines de production de coke de tourbe, et dont l'expérience pratique couvre toutes les activités du projet, depuis l'évaluation des tourbières et la récolte, jusqu'aux utilisations du coke de tourbe et sa mise en marché.

2.0 suite...

Ces exigences des financiers sont sans doute dues à leur souci de bien connaître les facteurs de risques avant d'investir dans un projet de cette nature. Ces facteurs de risques ne peuvent être mesurés adéquatement qu'à partir de données technico-économiques fiables, précises et complètes. Ce sont là les qualités des données que l'Institut se doit d'obtenir par la réalisation de son mandat. Il ne fait aucun doute que la participation d'un Groupe possédant déjà l'expertise dans le Secteur rehaussera la portée de ces données tout en permettant à l'Institut d'acquérir l'expertise recherchée.

2.2 Entente de Transfert Technologique et d'Assistance Technique

Ce transfert technologique et ces services d'assistance technique seront fournis dans le cadre d'une entente entre l'Institut et le groupe de spécialistes retenu (le Groupe) qui fournira à l'Institut une garantie de performance couvrant tant le caractère des services fournis que la performance des technologies transmises, que ce soit au niveau de la production ou des utilisations du coke de tourbe et du charbon activé.

Ce Groupe participera donc à toutes les activités du programme, y inclus le choix des paramètres et la conception définitive de l'avant-projet. D'une façon particulière, il sera responsable du transfert des technologies d'utilisation du coke de tourbe, aux diverses usines métallurgiques, ainsi que du planning, contrôle et surveillance des essais de démonstration.

2.0 suite...

Finalement ce Groupe participera activement à l'Etude technico-économique détaillée dont la portée sera définie de façon exhaustive par l'Institut. Il va sans dire que la présence d'une firme québécoise d'ingénieurs sera également indispensable à la bonne marche et au succès de cette Etude. Dans ce contexte cette entente pourrait être tripartite, mais sans limiter d'aucune façon la participation du Groupe ni sa responsabilité quant à tous les aspects du projet pour lesquels le Québec ne possède aucune expérience pratique reconnue.

2.3 Hypothèse de Travail

Pour les fins du présent rapport, PROTEC a opté pour l'hypothèse où les services du Groupe EKONO seraient retenus par l'Institut. Ce Groupe fut rencontré lors d'une récente visite par PROTEC de certains intervenants du secteur européen de la tourbe. A cette occasion, la firme d'ingénieurs EKONO OY avait réuni des représentants de deux autres firmes finlandaises dont l'expertise dans le secteur du coke de tourbe est reconnue mondialement, soit The State Institute for Technical Research et OUTOKUMPU OY.

2.3.1 The State Institute for Technical Research (VTT)

La division "tourbe" de cet institut, dont la vocation est semblable à celle de l'Institut proposé pour le Québec, travaille

2.0 suite...

2.3.1 suite...

depuis plus de vingt ans à la réalisation de travaux de recherches et de développement sur la production et l'activation du coke de tourbe et ce, aussi bien dans des fours verticaux qu'horizontaux. Les travaux de cette "Division Tourbe", qui ont fait l'objet de présentations et publications à l'échelle internationale, ont d'ailleurs débouché en 1973 sur l'implantation de l'usine finlandaise de production de coke de tourbe, VAPD OY, dont la capacité annuelle de production est de 30,000 tonnes de coke de tourbe.

2.3.2 OUTOKUMPU OY

Les activités de cette société couvrent entre autres les secteurs métallurgiques, miniers et chimiques, et ce tant au niveau des opérations que de la fabrication d'équipements de procédés et de fournitures de services d'ingénierie. OUTOKUMPU fut responsable de la conception, de l'ingénierie, de la construction et de la mise en marche de l'usine de coke de tourbe de VAPD, en plus de s'occuper pour un certain temps par la suite de la mise au point d'applications de ce coke de tourbe dans l'industrie métallurgique.

Signalons qu'il arrive que la société OUTOKUMPU s'implique financièrement dans la réalisation de projets, que ce soit en Europe ou ailleurs dans le monde.

2.0 suite...

2.3.2 suite...

Il appartiendra à l'Institut d'explorer cette possibilité plus à fond lors de négociations éventuelles sur le protocole d'Entente avec le Groupe EKONO.

2.3.3 EKONO OY

Quant à EKONO OY, dont le personnel regroupe plus de 700 spécialistes dans diverses disciplines de l'ingénierie, cette firme cumule plus de trente-cinq ans d'expérience dans le secteur de la tourbe industrielle incluant la réalisation de plusieurs projets d'envergure tant en Finlande qu'ailleurs dans le monde.

Face à l'initiative et à l'expertise de ses sociétés qui ont démontré leur volonté de travailler ensemble au développement de l'industrie québécoise du coke de tourbe, PROTEC a donc opté pour l'hypothèse où les services du "Groupe EKONO" seraient retenus par l'Institut dans le cadre de la réalisation de son programme de développement.

Il va sans dire qu'une telle Entente devrait prévoir les modalités d'intervention, d'autres spécialistes du Secteur, qu'ils soient de DEILMANN, NORIT, LURGI ou d'ailleurs.

3.0 DEVELOPPEMENT DES DONNEES

Dans un premier temps l'Institut développera l'information requise pour arrêter les principaux paramètres de l'avant-projet à savoir:

- La ressource (tourbière ou groupe de tourbière)
- La méthodologie d'exploitation et de récolte
- Les procédés de cokéfaction et d'activation.

Ces paramètres seront choisis selon les possibilités qu'ils offrent de produire des cokes et charbons activés dont les caractéristiques répondent le mieux aux besoins de l'industrie nord-américaine. Ces caractéristiques seront établis à partir des résultats d'essais réalisés dans des usines de l'est du Canada sur des échantillons de coke de tourbe obtenus des principaux producteurs européens.

Par la suite, l'Institut verra à la réalisation d'essais de démonstration pour confirmer la qualité des cokes et charbons activés produits à partir de la ressource de tourbe du Québec et vérifier que ces produits peuvent être commercialisés sur les marchés nord-américains.

3.1 Caractérisation des Tourbières

Compte tenu de l'importance de la qualité de la tourbe sur le rendement du procédé et la qualité du coke de tourbe, l'Institut cherchera à identifier les tourbières se prêtant le mieux à la production du coke de tourbe.

3.0 suite...

3.1.1 Identification des Tourbières Prometteuses

Il s'agira ici d'inventorier et d'identifier les tourbières susceptibles de pouvoir fournir une alimentation continue et homogène en quantité requise par une usine éventuelle de production de divers types de coke de tourbe dont une partie serait utilisée pour la production de charbons activés.

Dans un premier temps, l'Institut recueillera et analysera l'information disponible auprès du M.E.R. et des autres intervenants du secteur de la tourbe incluant SOQUEM, HYDRO-QUEBEC, IREQ, etc. Chacune des tourbières jugées prometteuses sera échantillonnée pour mieux les caractériser en fonction de leur amenabilité à la production de coke de tourbe. Les principaux essais de caractérisation qui seront réalisés à ce stade se résument comme suit:.

- Humidité
- Humification
- pH
- Conductivité
- Pourcentage de cendres
- Analyse des cendres
- Pourcentage de fibres

3.0 suite...

3.1.2 Sélection des Tourbières

Sur la base de l'information développée lors de l'inventaire, l'Institut sélectionnera les tourbières indiquées comme étant de qualité supérieure. Cette sélection sera réalisée à l'aide d'une grille qui comprendra diverses composantes technico-économiques telles que l'importance de la ressource, son épaisseur d'exploitation, son site, son accessibilité, etc. On peut prévoir que l'Institut aura à retenir à ce stade un minimum de trois tourbières ou groupes de tourbières.

3.1.3 Caractérisation Détaillée

On enchainera avec un échantillonnage de détails des tourbières retenues dont la caractérisation des tourbes sera complémentée par divers essais additonnels tels que:

- L'analyse "totale"
- Le balayage au microscope électronique
- Dimensions et distribution des fibres

3.2 Caractérisation de l'Alimentation

Parallèlement aux essais de caractérisation détaillée des tourbières (Art. 3.1.3), l'Institut engagera un programme d'essais sur la préparation de boudins d'alimentation.

3.0 suite...

3.2 suite...

Au niveau du laboratoire on utilisera des équipements (macération, extrusion, etc) reproduisant d'assez près les conditions de boudineuses d'opération commerciale. Sur le site on prélèvera des échantillons en vrac de boudins formés en utilisant les équipements jugés les plus efficaces. On testera entre autres l'influence des paramètres de la compaction et du diamètre des boudins sur le taux de séchage et l'humidité finale des boudins. Les dimensions des fibres avant et après les diverses opérations de préparation seront mesurées de près pour détecter l'influence de ce paramètre sur la qualité (résistance etc.) de l'alimentation.

Plusieurs essais seront réalisés pour caractériser ces produits d'alimentation en regard de leur amenabilité à la cokéfaction. On pense entre autres:

- Séchage naturel, à l'air forcé, à l'air chaud
- Dureté et résistance à l'abrasion
- Densité
- Porosité.
- Balayage au microscope électronique

Tous ces essais de caractérisation seront également réalisés sur des échantillons représentatifs de tourbe et de boudins de tourbe utilisés par les usines de VAPD, DEILMANN et NORIT.

3.0 suite...

3.3 Caractérisation des Cokes de Tourbe

3.3.1 Essais en laboratoires

L'institut réalisera un programme d'essais visant à caractériser les cokes de tourbe produits en laboratoire à partir des divers échantillons d'alimentation préparés au cours de la phase précédente (Art. 3.2), incluant les échantillons préparés à partir des échantillons de tourbe de VAPD, DEILMANN ET NORIT aussi bien que les échantillons de boudins obtenus de ces sociétés.

Ces essais se dérouleront dans une fournaise horizontale qui sera équipée pour mesurer la cinétique de la pyrolyse ainsi que les pourcentages et les composantes des phases liquides et gazeuses.

Les produits solides ou cokes de tourbe obtenus de ces essais seront caractérisés de façon exhaustive par la conduite de divers essais tel que:

- Densité
- Porosité
- Dureté
- Résistance (Macum)
- Valeur calorifique
- Réactivité

3.0 suite...

3.3.1 suite...

- Pourcentage de substances volatiles
- Pourcentage de carbone fixe
- Pourcentage de cendres
- Analyse des cendres

Une analyse comparative des résultats de ces essais permettra d'identifier les tourbières du Québec les mieux adaptées à la production de cokes de tourbes de qualités comparables à celles des produits de VAPD, DEILMANN et NORIT. On trouvera à l'Appendice aux présentes, une description plus détaillée des essais à réaliser pour développer les données pertinentes à la production de charbons activés par le procédé hybride.

3.3.2 Essais d'Utilisation

Une première série d'essais sera réalisée dans des usines métallurgiques (ferro chrome, silicium etc...) de l'est du Canada sur des échantillons de coke obtenus de VAPD et DEILMANN. Ces essais auront pour but de caractériser et de comparer ces deux types de coke en regard des exigences de l'industrie, tout en familiarisant l'industrie avec les technologies d'utilisation du coke de tourbe.

Ces essais seront réalisés dans le cadre d'ententes avec les principales usines métallurgiques du Québec intéressées au potentiel d'application du coke de tourbe dans leurs usines.

3.0 suite...

3.3.2 suite...

PROTEC estime que l'Institut devra alors importer environ cinquante (50) tonnes de coke de chacune des sociétés VAFD et DEILMANN pour la réalisation de ces essais.

De la même façon, l'Institut importera de chacune de ces deux sociétés un échantillon d'environ quinze tonnes de coke préparé spécifiquement pour être activé dans les installations de A.C. Carbone à St-Jean-sur-le-Richelieu au Québec. Des échantillons de charbons activés seront soumis à divers utilisateurs pour fins d'évaluation (c.f. Appendice).

3.4 Essais de Démonstration

A l'analyse de l'information développée au cours des activités précédentes, l'Institut définira les principales composantes de l'avant-projet tel que prévu au chapitre 4.0. Cette définition précisera entre autres:

- Les types de coke susceptibles d'être commercialisés sur les marchés nord-américains, incluant la production de charbons activés.
- Le procédé hybride qui permettrait de fabriquer ces produits dans les meilleures conditions.
- La ressource la mieux adaptée à la fabrication commerciale de ces produits.

3.0 suite...

3.4 suite...

L'étape suivante consistera à réaliser un essai de démonstration qui aura pour buts de confirmer les rendements du procédé hybride retenu et la qualité des produits qui seront fabriqués, tout en développant l'information nécessaire à la réalisation d'une étude technico-économique détaillée. Cet essai de démonstration se déroulera selon l'approche suivante:

3.4.1 Récolte-Pilote

Après avoir préparé le planning préliminaire d'exploitation de la tourbière ou ressource retenue, l'Institut tracera le programme d'une récolte-pilote qui devra produire deux échantillons en vrac de boudins de tourbe séchés sur le site. Un premier échantillon d'un poids d'environ cent tonnes (base sèche) sera utilisé pour la production de coke destiné à l'industrie métallurgique; l'autre, d'environ trente tonnes, servira à la production d'un coke destiné à l'activation. L'équipement utilisé pour cette récolte-pilote sera tel que recommandé au terme des essais de caractérisation de l'alimentation.

Ces échantillons en vrac seront prélevés à divers endroits sur la tourbière ainsi qu'en différentes tranches de façon à refléter le mieux possible une récolte annuelle selon le planning préliminaire d'exploitation.

3.0 suite...

3.4.1 suite...

On pélèvera des échantillons ponctuels de tourbe et de boudins à dives stades de la récolte, échantillons qui seront soumis aux essais de caractérisation prévus aux activités précédentes. De cette façon, l'Institut sera assuré que les caractéristiques des échantillons en vrac obtenus seront conformes aux prévisions.

3.4.2 Essais de production de coke de tourbe

Les échantillons en vrac prélevés au cours de la récolte-pilote, seront expédiés soit à l'usine de VAPD ou de DEILMANN, selon le procédé retenu, où l'on procédera à une série d'essais de production de coke de tourbe dans des conditions industrielles. Ce programme sera conçu de façon à fournir l'information nécessaire à la conception définitive d'une usine commerciale, incluant le traitement des produits gazeux et liquides en regard de leurs utilisations ultérieures et de la protection de l'environnement.

3.4.3 Essais d'utilisation

Les échantillons en vrac de coke obtenus de ces essais de production seront retournés à l'Institut qui les caractérisera selon les procédures prévues à l'article 3.3. Les échantillons de coke destinés à l'industrie métallurgique seront testés dans les usines qui auront déjà évalué l'applicabilité des cokes de VAPD et DEILMANN (Art. 3.3.2).

3.0 suite...

3.4.3 suite...

Quant aux échantillons préparés pour l'activation, ils seront traités soit dans les installations de A.C. Carbone ou dans des installations pilotes érigées par l'Institut. Des échantillons de charbons activés seront soumis à divers utilisateurs et laboratoires pour y être évalués et caractérisés, le tout dans le cadre du programme détaillé prévu à l'Appendice.

3.4.4 Usine Pilote

Le bien fondé de construire une usine-pilote pour réaliser l'ensemble de ces essais de démonstration ne pourra être établi qu'au terme des travaux de caractérisation des divers échantillons de coke de tourbe ainsi qu'à l'analyse des résultats des essais prévus à l'article 3.3.

La disponibilité et le coût d'utilisation des installations de VAPD ou de DEILMANN, la nécessité de modifier de façon significative l'un ou l'autre de ces deux procédés comptent parmi les principaux facteurs qui pourraient justifier la construction d'une telle usine par l'Institut.

4.0 CONCEPTION DE L'AVANT-PROJET

La conception du projet d'implantation d'une usine de coke de tourbe devra se faire par étape, au fur et à mesure du développement des données, tel que prévu au Chapitre 3.0.

Choix du Procédé

Le choix du procédé sera basé sur l'analyse des résultats des essais de caractérisation en laboratoires et des essais d'utilisations réalisés par des clients potentiels. Dans l'hypothèse où les deux procédés donneraient des résultats comparables l'Institut visera à maintenir un juste équilibre entre le coût de fabrication et la qualité des produits.

Choix des Produits et Taux d'Opération

Le choix des produits à fabriquer et des taux correspondants de fabrication sera dicté par les résultats de l'analyse des marchés, analyse qui fera partie intégrante de la conception de l'avant-projet et qui s'appuiera largement sur les réactions des clients potentiels aux résultats des divers essais d'utilisations dans leurs installations.

Choix de la Ressource

Dans l'hypothèse où plus d'une tourbière pourrait répondre aux exigences du procédé et des qualités et quantités de produits à fabriquer, l'Institut devra apporter une attention particulière aux divers facteurs économiques et environnementaux pouvant influencer le choix de la ressource et la faisabilité économique de l'avant-projet.

4.0 suite...

Dès que les tourbières les plus prometteuses auront été sélectionnées (Art. 3.2), l'Institut réalisera un inventaire socio-économique préliminaire de la région avoisinant chacune des tourbières retenues. Parmi les principales composantes à identifier, on pense entre autres à:

- . La population
- . La disponibilité et la qualité de la main-d'oeuvre
- . L'accessibilité aux tourbières
- . Le transport routier, ferroviaire, maritime et aérien
- . L'électricité, l'eau

Pour chacune de ces régions, l'Institut devra également identifier diverses installations existantes qui pourraient utiliser une partie ou la totalité des surplus d'énergie qui résulteront de l'opération de l'usine de cokéfaction. L'Institut devra également définir certains projets susceptibles de pouvoir être greffés au projet d'usine de cokéfaction pour tirer avantages de ces surplus énergétiques. PROTEC inclut parmi ces projets la production de dérivés organiques, de goudrons, cires, etc.

L'importance des débouchés à trouver pour ces surplus d'énergie dépendra à la fois du procédé et du taux de production retenus. C'est ainsi que la conception du projet d'ensemble ne pourra être arrêtée qu'en pondérant toutes les composantes technico-économiques, dont les modalités d'utilisation des surplus énergétiques qui pourraient s'avérer une des composantes les plus importantes.

5.0 ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE

Soulignons en premier lieu que l'étude technico-économique, tout comme les activités précédentes, se déroulera dans le cadre de l'entente de "Transfert Technologique & d'Assistance Technique".

Cette étude technico-économique devra être vue comme celle d'un avant-projet susceptible d'être réalisé et non comme le projet qui sera forcément réalisé. Elle devra donc se dérouler de façon à ce qu'au terme de l'Etude, l'Institut puisse bien identifier, le cas échéant, les composantes de l'avant-projet susceptibles de pouvoir être améliorées que ce soit au niveau de la ressource, du procédé, de la qualité et des coûts du produit, ou encore des utilisations des surplus énergétiques.

L'estimation des coûts, coiffée d'un facteur d'imprévus de 15% au maximum, sera basée sur la conception et les plans préliminaires de toutes les installations, depuis les tourbières jusqu'aux installations de récupération et de redistribution primaire de l'énergie le cas échéant.

Quant aux projets liés à l'utilisation des surplus d'énergie, on en réalisera une évaluation technico-économique préliminaire de façon à dégager la valeur "probable" des ventes par unité d'énergie. L'Etude comprendra une analyse détaillée de la sensibilité économique de l'avant-projet à ses principales composantes.

5.0 suite...

Finalement, l'Etude fera le point sur le potentiel du Secteur et précisera le programme de développement du Secteur dont la réalisation sera prise en charge par l'Institut. Dans l'éventualité où l'avant-projet conçu par l'Institut s'avérerait rentable, l'Institut serait alors en mesure de réunir tous les éléments nécessaires à sa réalisation dans les meilleurs délais.

Dans le contexte où la faisabilité de l'avant-projet serait douteuse, l'Institut verrait à préciser les travaux additionnels et la marche à suivre pour en rehausser la rentabilité, qu'il s'agisse:

- . d'accroître le rendement des procédés
- . d'améliorer la qualité des produits
- . de mettre au point des technologies d'utilisation des produits.

Dans l'hypothèse où la faisabilité de cet avant-projet serait très éloignée il faudrait alors situer ce Secteur dans le même contexte que le Secteur de la tourbe énergétique dont le rythme de développement est étroitement lié à l'évolution des prix des ressources énergétiques conventionnelles.

6.0 STRUCTURE OPERATIONNELLE DE L'INSTITUT

Dès son incorporation, l'Institut verra à mettre en oeuvre les moyens nécessaires à la réalisation de son mandat, suivant l'échéancier et à l'intérieur du budget prévu (Ch. 7.0). Comme priorité il s'agira de se donner une structure opérationnelle et de recruter le personnel ayant la compétence commandée par chacune des tâches. Ce personnel formera l'Equipe de Départ de l'Institut.

6.1 Organigramme

La Planchette 6.1 présente l'organigramme proposé par PROTEC pour l'Equipe de Départ. On y distingue trois divisions opérationnelles, Ressources, Procédés et Projets ainsi qu'une division Administration, le tout sous la direction d'un Directeur Général.

6.2 Direction

En plus d'être responsable de la saine gestion financière, administrative et technique des activités de l'Institut, le D.G. devra travailler à arrêter des ententes avec un ou des partenaires intéressés à participer au développement de l'avant-projet d'implantation d'usines de coke de tourbe, que ce soit en entreprise conjointe ou autrement.

Dès le départ, il devra être conscient du potentiel de la technologie qui sera acquise par l'institut au cours des années et dont la mise en marché fera partie des stratégies à mettre au point pour assurer l'auto-suffisance de l'Institut sur le plan financier.

6.0 suite...

6.0 suite...

6.3 Division Ressources

Sous la direction d'un ingénieur minier muni d'une solide expérience pratique dans les domaines de la géologie et du génie minier, cette Division sera responsable de toutes les activités ayant trait à l'inventaire, l'exploration et la caractérisation des ressources ainsi qu'au planning de l'exploitation. Le directeur sera assisté d'un géologue et cette équipe sera complétée par des étudiants au cours des périodes de travaux sur le terrain.

6.4 Division des Procédés

Cette Division sera responsable de la conception et de la réalisation de l'ensemble des travaux de recherche, de développement et de mise au point des procédés que ce soit au niveau de la préparation de l'alimentation, de la cokéfaction ou encore du traitement du coke de tourbe (activation, broyage, etc). Les laboratoires de l'Institut feront partie de cette Division qui réalisera entre autres tous les essais de caractérisation des cokes de tourbe, des boudins aussi bien que des tourbes, dans ce dernier cas à titre de services pour la Division Ressources.

Sous la direction d'un ingénieur des procédés, dont la formation universitaire sera soit un génie chimique ou métallurgique, cette Division comprendra également trois techniciens, dont un assigné à la R & D.

PLANCHEITE 6.1

6.0 suite...

6.5 Division Projet

Cette division sera responsable de l'analyse des marchés et de la conception de l'avant projet au fur et à mesure du développement des données par les deux autres Divisions. Dès que les tourbières les plus prometteuses auront été sélectionnées, cette Division s'occupera de la cueillette et de l'analyse des données socio-économiques des régions concernées. Le Directeur fera un inventaire des projets susceptibles d'utiliser les surplus énergétiques de l'usine de cokéfaction que ce soit dans le cadre d'opérations déjà en place ou de nouvelles installations à implanter.

Ingénieur de formation, le Directeur devra avoir oeuvré, en qualité de Directeur de Projet, au développement à la conception et la réalisation de projets de cette envergure. Le Directeur présidera le Comité de Projet qui réunira les directeurs des divisions Ressources et Procédés ainsi que le représentant désigné du Groupe EKNO. Ce Comité aura pour buts d'assurer une coordination efficace entre les efforts de tous les intervenants et de faire en sorte que l'information développée rencontre les exigences de fiabilité commandées par l'Etude Technico-Economique aussi bien que par les termes de l'entente avec le Groupe EKONO en matière de Garantie de Performance. Le Directeur sera assisté d'un technicien.

6.0 suite...

6.6 Division Administration

Dirigée par un Bachelier en Administration assisté par une secrétaire cette Division développera et tiendra à jour l'information nécessaire à la saine gestion financière et administrative de l'Institut et fournira aux autres divisions les services de secrétariat.

7.0 ECHEANCIER ET BUDGET DE REALISATION DU MANDAT DE L'INSTITUT

7.1 Echéancier

La Planchette 7.0 présente l'échéancier de réalisation du mandat prioritaire de l'Institut qui inclut:

- Le développement des données
- La conception d'un avant-projet
- L'étude technico-économique de l'avant-projet

Comme on peut le constater, ce mandat pourrait être complété dans un délai de deux ans après le début de sa réalisation. Plusieurs facteurs ou événements sont critiques au cheminement. On peut résumer comme suit les principaux facteurs.

7.1.1 Date de Départ

L'échéancier est basé sur l'hypothèse que l'Institut pourrait commencer à travailler à l'embauche de son personnel dès le 1er février 1986. S'il y avait un retard marqué, il pourrait être impossible de réaliser l'essai de récolte pilote au cours de 1986 ce qui prolongerait de près d'un an l'échéancier de réalisation.

7.1.2 Rapport d'Etape

PROTEC ne prévoit aucun problème à ce que le Rapport d'Etape puisse être présenté le ou avant le 1er décembre 1986. Par ailleurs si ce Rapport d'Etape concluait à la nécessité de développer et de tester un nouveau procédé, il est certain que les essais de démonstration du procédé, prévus pour septembre 1987, devront être reportés d'un an au minimum, dépendant de

7.0 suite...

7.1.2 suite...

l'évolution des résultats des travaux de R & D vers la conception et la mise au point du nouveau procédé.

7.1.3 Essais de Démonstration

L'échéancier présenté à la Planchette 7.0 est basé sur l'hypothèse que les essais de démonstration seront réalisés, soit dans une usine commerciale ou une usine pilote déjà opérationnelle.

7.2 Budget

La seconde partie du Tableau 7.0 présente les résultats d'une estimation du coût des investissements en capital ainsi que des charges d'opération de l'Institut, pour la période initiale de deux ans.

Au terme de cette période l'Institut aura complété son mandat prioritaire et dans l'éventualité où les résultats étaient positifs, il lui sera alors possible d'intéresser d'autres sociétés à participer à la réalisation du projet et de réunir le financement à cet effet.

De plus, l'Institut aura alors acquis une expertise qu'il lui sera possible d'exploiter sur les marchés locaux et extérieurs, comme le font d'ailleurs plusieurs sociétés européennes (VAPO, DEILMANN, EKONO, LURGI, etc...). C'est pourquoi PROTEC considère qu'il est possible que l'Institut puisse s'auto-financer à partir de sa troisième année d'opération.

ANNEE		1986												1987											
ACTIVITES	MOIS	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J
Début des activités																									
Embauche du personnel		—	—	—	—																				
Installations temporaires		—	—																						
Bâtiment		—	—	—	—																				
Equipements			—	—	—	—																			
Travaux sur le terrain				—	—	—	—	—	—																
Caractérisation				—	—	—	—	—	—	—	—	—													
Conception					—	—	—	—	—	—	—	—													
Récolte-Pilote							—	—											—						
Démonstration - Cokéfaction																				—	—				
Démonstration - Utilisations																						—	—		
Etude-Technico-Economique																									
Recherche & Développement						—	—	—	—	—	—	—													
BUDGET: 10³ x \$																								TOTAL	
Bâtiments		500	352																						852
Institut		63	133	134	116	117	133	137	120																952
Etude		10	10	155	10	70	110	250	100																715
TOTAL		573	493	289	176	187	243	387	220																2,520

TABLEAU 7.0
ECHEANCIER ET BUDGET DE REALISATION
DU MANDAT

8.0 ESTIMATION DU COUT DES INVESTISSEMENTS EN CAPITAL

Le Tableau 8.0 présente le sommaire des résultats de l'estimation du coût des investissements en capital des installations proposées pour loger le personnel et les laboratoires de l'Institut.

TABLEAU 8.0

ESTIMATION DE COUT DES INVESTISSEMENTS EN CAPITAL

POSTE	\$
-----	-----
Bâtiment	251,100
Equipements	518,080
Ameublement & Autres	82,640
-----	-----
TOTAL	851,820

8.1 Objet de l'Estimation

L'objet prioritaire de cette estimation est d'arrêter le budget dont l'Institut devrait disposer pour s'équiper des ressources physiques requises pour la réalisation de son mandat prioritaire et du programme de travaux de R & D décrit à la Section III des présentes.

Quant au bâtiment et aux équipements couverts par l'estimation, ils doivent être vus comme des installations qui répondraient aux besoins de l'Institut, et non comme celles qui seraient nécessairement implantées par l'Institut. Ainsi les politiques de l'Institut pourraient favoriser la location ou l'achat d'un bâtiment existant, plutôt que la construction d'un nouveau bâtiment, ou encore d'acheter un microscope-électronique

8.0 suite...

8.1 suite...

plutôt que de faire réaliser ailleurs les études détaillées sur la structure des tourbes et divers produits.

Néanmoins, PROTEC considère, qu'en puisant à même ce budget de 852,000\$ l'Institut aura toute la flexibilité désirée au niveau de ses ressources physiques pour se réaliser pleinement.

8.2 Bâtiment

8.2.1 Conception

Suite à la visite des installations de VTT en Finlande et de Lurgi en Allemagne, PROTEC est d'avis que le bâtiment ne doit pas être conçu en fonction d'installations pilotes éventuelles. Toutes les installations pilotes visitées sont logées chacune dans des bâtiments séparés, conçus chacun pour répondre aux besoins spécifiques des opérations ce qui les rend très fonctionnel.

L'aire du plancher et l'arrangement général permettront de loger amplement les équipements ainsi que le personnel de départ, prévu de douze personnes.

Quant à la capacité réelle d'aménagement de chacune de ces aires de travail, elle s'établit approximativement comme suit:

- Bureaux	10 personnes
- Chimie	4 personnes
- Traitement	3 personnes
- Fournaises	6 personnes
TOTAL	<u>23 personnes</u>

B.0 suite...

B.2.1 suite...

. Les aires de travail, des laboratoires de chimie et de préparation, produisant des gaz, vapeurs et poussières sont situées face au mur mitoyen avec la section du traitement. Les systèmes de lavage des gaz et de dépolluissage, incluant tous les conduits, sont situés dans l'aire du traitement.

B.2.2 Spécification

Pour les fins de l'estimation budgétaire, PROTEC a retenu l'hypothèse d'un bâtiment préconçu du type Butler sans s'arrêter à l'aspect architectural.

- Bâtiment: WIDESPAN Type Butler (21 m x 20 m)
- Toiture: Panneaux Métalliques à joints scellés
Valeur d'isolation: > R-28
Pente: 1 dans 12
- Murs: Hauteur à l'avant-toit*: 12 pieds
Valeur d'isolation: > R-20

. Les divisions intérieures dans les aires extérieures aux laboratoires seront en 2 x 4 et gyproc, avec tuiles de vinyle sur les planchers.

. Tuyauterie: Distribution en cuivre avec renvois en PVC.

* La hauteur de 12' à l'avant-toit, n'étant pas requise dans l'aire des laboratoires et des bureaux, l'approche d'un bâtiment à double travée, d'une hauteur de 14' dans l'aire du traitement et de 10' pour les laboratoires et bureaux, pourrait s'avérer préférable. Quant à l'estimation du coût elle s'établit comme suit:

B.0 suite...

B.2.3 Estimation du Coût du Bâtiment

ITEM -----	PRIX \$ -----
Excavation 600 m @ 7\$	4200
Remblayage 300 m @ 8\$	2400
Béton (armature & isolant) 110 m @ 350\$	38,500
WIDESPAN (complet incluant la finition intérieure)	141,000
Plomberie (Incluant l'entrée)	15,000
Electricité:	
- Centre de Contrôle des moteurs 10,000	
- Eclairage Fluorescent (2 x 40 W) 10,000	
- Chauffage 9,000	
- Distribution 6,000	
- Raccordement - Chemin de câbles 15,000	50,000
TOTAL.....	251,100

B.3 Les Equipements

La variété et les types d'équipements furent choisis de façon à permettre la réalisation de toutes les analyses, essais de caractérisation et de R & D qui incombent à l'Institut dans le cadre de son mandat prioritaire. Plus spécifiquement, ces équipements permettront de réaliser les montages, analyses et essais selon les procédures ou standard de l'ASTM pour établir les caractéristiques de coke, du charbon activé et autres produits carbonés.

Pour les fins de la présente estimation, les équipements furent groupés selon les aires de travail qu'ils sont prévus d'occuper.

8.0 suite...

8.3.1 Laboratoire de préparation

Ce laboratoire servira principalement à la préparation physique d'échantillons pour fins d'analyses et de certains essais. On y déterminera également les caractéristiques physiques, électriques et mécaniques de certains produits solides (tourbe, coke, etc.) tel que la granulométrie, la dureté, etc.

Les essais de traitement de la tourbe, carbonisation humide, centrifuge, séparation magnétique etc, seront également réalisés dans cette aire. Soulignons que PROTEC a retenu l'hypothèse où tous les équipements requis pour la récolte-pilote seront loués. Le Tableau 8.3.1 présente les résultats de l'estimation des coûts des équipements.

8.3.2 Laboratoire de Chimie

Ces installations serviront à l'analyse chimique, organique et inorganique des matières premières et produits, tel que la tourbe, les cendres, les cokes, les goudrons et les gaz.

On y réalisera également divers essais faisant appel à l'utilisation de certains produits chimiques, tel la porosité, les diverses caractéristiques d'adsorption, la distribution du volume des pores (au Hg.) etc. Le Tableau 8.3.2 présente les résultats de l'estimation du coût de ces équipements.

8.0 suite...

8.3.3 Laboratoire de traitement

Ces installations serviront principalement aux essais de pyrolyse, d'activation et de graphitization pour caractériser divers types d'échantillons de dimensions variées. Certains des fours Lindberg seront également utilisés pour la réalisation de montages conformes aux standards de l'ASTM.

Cette aire logera également les équipements de services, tel que pompe à vacuum, compresseur, dépoussiéreur, unité de lavage des vapeurs et gaz du laboratoire de chimie etc. Le Tableau 8.3.3 présente les résultats de cette partie de l'estimation.

8.4 Ameublement

Le Tableau 8.4 présente les résultats de l'estimation du coût de l'ameublement. Le montant de 82,640\$ inclut le coût des armoires et hottes des laboratoires, ainsi que les divers équipements de bureau dont un ordinateur et un système de traitement de texte.

TABLEAU 8.3.1
ESTIMATION DES COUTS
EQUIPEMENTS - PREPARATION

	Hp	Kw	PRIX \$
	-----	-----	-----
Concasseur à mâchoires 2 3/8 x 4	3		3,800
Broyeur - giratoire 10"	1		7,000
Pulvérisateur	2		5,100
Shatter Box	1/3		9,950
Diviseurs: 1/8, 1/4, 1/2, 3/4, 1	--		2,500
Tamiseur, Ro-Tap	1/3		1,550
Tamiseur, Giratoire	1/6		1,680
Jeu de tamis	--		900
Mortier	--		200
Jeu de rouleaux	.5		5,000
Contenants (céramique)			1,900
Malaxeur	1/4		3,250
Centrifugeuse	.5		2,750
Autoclave			10,000
Balance - Mettler (0 - 360 gr)	--		1,850
Balance - Mettler (0 - 16 kg)	--		2,200
Balance - Mettler (0 - 5 kg)	--		2,000
Etuve		3.6	4,600
Plaque chauffante (12 x 24)		3.2	1,950
Plaque chauffante & agitateur		0.9	950
Microscope			10,000
Appareil - Blaine			500
Pompe Mayno	7.5		10,000
Cyclone			1,700
Tube Davis		.3	11,500
WHIMS		1	21,000

TOTAL.....			123,830

TABLEAU 8.3.2
ESTIMATION DES COUTS
EQUIPEMENTS - CHIMIE

	kW	PRIX \$
	-----	-----
Balance - Sartorius (4.1 gr)	--	9,000
Balance - Mettler (0 - 360 gr)	--	3,700
Balance - Mettler (5 kg)	--	2,000
2 x Plaques chauffantes (12 x 24)	6.4	4,000
2 x Plaques chauffantes & agitateur	1.7	950
LECO (C-S) C-125	--	40,000
Elemental Analyser 240-XA (C,H,O,N)	--	22,000
Calorimètre	--	15,000
Chromatographe		5,000
Etuve	3.6	4,600
Etuve Blue M	3.5	4,100
Bain - thermostatique		1,600
Chariot et support à éprouvettes	--	500
Appareil A.A. Perkin-Elmer 2380	--	25,000
Colorimètre	--	1,500
2 x pH mètres	--	1,200
4 x creusets de platine	--	3,000
Divers (burettes, tubes, etc.)	--	6,000

TOTAL.....		149,150

TABLEAU B.3.3
ESTIMATION DES COÛTS
EQUIPEMENT - TRAITEMENT

	HP	kW	PRIX \$
	-----	-----	-----
Fournaise - Tube (1000 C)		1.8	5,500
Fournaise - Tube (1500 C)		3.2	9,700
Fournaise - Boite (1700 C)		4.5	18,300
Four à cornue # 1		4	55,000
Four - Tube # 2		3.5	35,000
Four - Rotatif # 3		35	85,000
Etuve		3.6	4,600
Lavage des gaz & vapeurs	3		3,500
Récupération des poussières	3		2,000
Compresseur	10		4,500
Pompe à vide	0.5		1,000
Equipements et montages divers			6,000
Véhicule			15,000

TOTAL.....			245,100

TABLEAU B.4

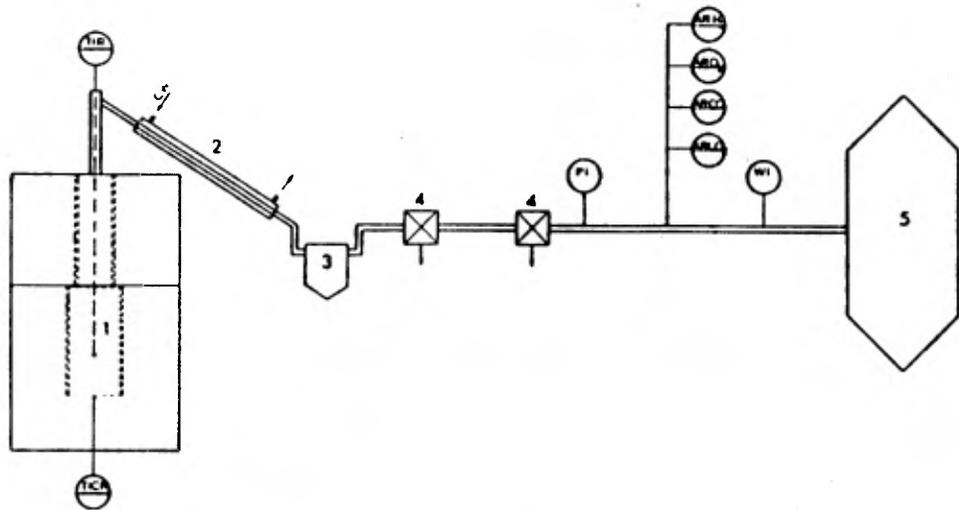
AMEUBLEMENT

DESCRIPTION	PRIX \$
Bureau du directeur, crédence et 3 chaises	1,900
Table de conférence et 8 chaises	1,200
Bureau - secrétaire	600
5 x bureaux et 5 chaises	2,300
8 x chaises pivotantes (stool)	1,200
5 x classeurs - latéral, 4 T	2,700
8 x classeurs - vertical, 3 T	2,900
6 x classeurs - vertical, 4 T	2,700
Machine à relier	600
Armoire à papeterie	220
Imprimante (Plans)	2,000
3 x étagères métalliques	300
3 x chaises de réception	270
1 x classeur à plans (épreuve du feu)	1,500
1 x ordinateur *	20,000
5 x calculatrices imprimantes	800
Traitement de textes (budget)	8,000
2x tables pliantes (métalliques)	150
12 x chaises empilables (métalliques)	300
Divers	1,000
SOUS-TOTAL.....	50,640
Ameublement des laboratoires (installé)	32,000
TOTAL.....	82,640

* Ordinateur: Hewlett Packard HP-150 avec système d'interface sur l'analyseur d'éléments 240-XA (C,H,O,N).

PLANCHETTE 8.3.3.1

FOUR A CORNUE # 1 (*)

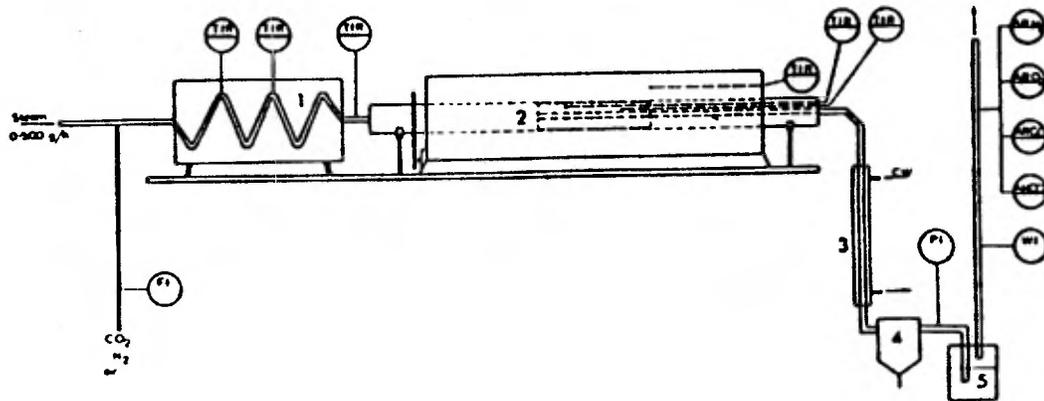


1. Four à cornue, diamètre intérieur 100 mm volume, 2 litres, puissance 4 kW
2. Refroidisseur à l'eau
3. Séparateur des goudrons
4. Filtre
5. Collecteur des gaz
6. Chromatographe

Coût: 55,000\$

(*) Rencontre avec M. Sipilä - VTT

FLANCHEITE B.3.3.2
FOUR ROTATIVE # 2 (*)

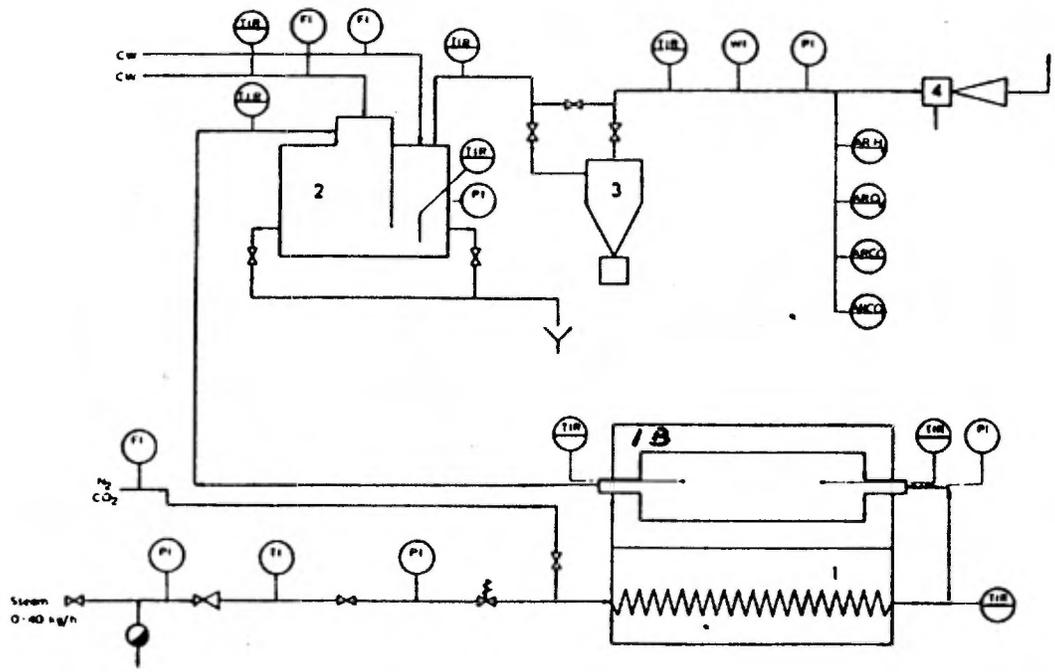


1. Surchauffeur des gaz (activation), 1 kW
2. Four Heraeus ROK B/100, 2.5 kW volume 0.8 litre, 1 RPM
3. Refroidisseur à l'eau
4. Séparateur des goudrons
5. Système de lavage des gaz
6. Chromatographe

Coût: 35,000\$

(*) Rencontre avec M. Sipila - VTT

PLANCHETTE B.3.3.3
FOUR ROTATIE # 3 (*)



1. Surchauffeur des gaz et générateur de vapeurs H2O (0.45 kg/h), 15 kw
 - 1.b Four rotatif, 50 litres, 15 kW, dimensions de la chambre: 1.5 m L x 1.2 m H x 1.2 m lar.
 2. Séparateur des gaz
 3. Cyclone
 4. Ejecteur
 5. Chromatographe
 6. Brûleur des gaz - liquides
- Coût 85,000\$

(*) Rencontre avec M. Sipila - VTT

TABLEAU 8.5

LISTE DES STANDARDS ASTM QUI SERONT APPLIQUES

DANS LES LABORATOIRES DE L'INSTITUT

DISINTEGRATION OF CARBON REFRACTORIES BY ALKAL (C454-83)

METHODS FOR CHEMICAL ANALYSIS OF CARBON AND CARBON-CERAMIC MATERIALS (C-571-81)

RECOMMENDED PRACTICE FOR LIQUID PHASE EVALUATION OF ACTIVATED CARBON (D-2355-70 - > 6)

TEST METHOD FOR APPARENT DENSITY OF ACTIVATED CARBON (D-2854)

TEST METHOD FOR PARTICLE SIZE DISTRIBUTION OF GRANULAR ACTIVATED CARBON (D-2854-83)

TEST METHOD FOR TOTAL ASH CONTENT OF ACTIVATED CARBON (D-2866-83)

TEST METHOD FOR MOISTURE IN ACTIVATED CARBON (D3466-78 83)

TEST METHOD FOR CARBON TETRACHLORIDE ACTIVITY OF ACTIVATED CARBON (D 3467-76)

TEST METHOD FOR BALL PAN HARDNESS OF ACTIVATED CARBON (D3802-79)

BULK DENSITY AND POROSITY OF GRANULAR REFRACTORY MATERIAL BY MERCURY DISPLACEMENT (C493-70)

TEST METHOD FOR BULK DENSITY BY PHYSICAL MEASUREMENT.

TEST METHOD FOR ELECTRICAL RESISTIVITY OF MANUFACTURED CARBON AND GRAPHITE ARTICLES AT ROOM TEMPERATURE (C-611-84)

SURFACE AREA BY NITROGEN ADSORPTION (D-3037-84)

IODINE ADSORPTION NUMBER (D-1510-84)

9.0 ESTIMATION DES FRAIS D'OPERATION DE L'INSTITUT

Le Tableau 9.0 présente les résultats de l'estimation des frais d'opération de l'Institut.

9.1 Institut

Cette rubrique regroupe tous les frais d'opération normale de l'Institut à Alma. Le coût des salaires inclut les bénéfices marginaux et autres frais inhérents aux salaires. Dans le cas des étudiants, cette charge couvre également les frais de chambre et pension. Les frais divers incluent les taxes, assurances, téléphone etc. en plus des frais de représentation et de déplacement du personnel, à l'exclusion des étudiants.

9.2 Echantillon

Cet item représente le coût de l'échantillon de 115 tonnes de coke importé pour les essais de démonstration chez les utilisateurs.

9.3 Récolte-Pilote

C'est là une estimation d'ordre de grandeur du coût de la prise d'échantillons de boudins de tourbe d'un poids total de 300 tonnes (sec).

9.4 Essai-Démonstration

Cette estimation représente le coût des essais de cokéfaction basée sur une indication préliminaire avancée par EKONO OY. Elle inclut les frais de transport de la tourbe vers l'Europe et du coke vers le Canada.

9.0 suite...

9.5 Ingénierie

Cette estimation couvre le coût des services d'ingénierie au Québec pour l'étude technico-économique, ainsi que les services d'assistance technique du Groupe EKONO. Le coût estimé à 420,000\$ équivaut à environ 4% du coût du projet.

TABLEAU 9.0

ESTIMATION DES FRAIS D'OPERATION DE L'INSTITUT

<u>POSTE</u>	F.M.A.	M.J.J.	A.S.O.	N.D.J.	F.M.A.	M.J.J.	A.S.O.	N.D.S.	TOTAL
INSTITUT									
. Directeur	18	18	18	18	18	18	18	18	144
. Ing. Procédé	10	15	15	15	15	15	15	15	115
. Ing. Projet	10	15	15	15	15	15	15	15	115
. Ing. Mine	4	12	12	12	12	12	12	12	88
. Geologue	3	9	9	9	9	9	9	9	9
. Comptable	3	9	9	9	9	9	9	9	9
. Techniciens(4)	10	30	30	30	30	30	30	30	30
. Secrétaire	1.8	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	39.6
. Etudiants	--	15	15	--	--	15	15	--	60
. Divers	3	5	6	3	3	5	8	6	39
SOUS-TOTAL (A)	62.8	133.4	134.4	116.4	116.4	133.4	136.4	119.4	952.6
ETUDE TECHNICO-ECONOMIQUE									
Echantillon			60						60
Récolte-Pilote			75			10			85
Essais-Démonstration							150		150
Ingénierie	10	10	20	10	70	100	100	100	420
SOUS-TOTAL (B)	10	10	155	10	70	110	250	100	715
TOTAL A & B	72.8	143.4	289.4	126.4	186.4	213.4	386.4	234.4	1667.6

SECTION III

PROGRAMME DE RECHERCHES ET DEVELOPPEMENT

SECTION III
TABLE DES MATIERES

<u>DESCRIPTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 INTRODUCTION.....	1
2.0 IDENTIFICATION DE LA PROBLEMATIQUE.....	3
2.1 Teneur en cendres.....	3
2.2 Substances volatiles.....	3
2.3 Densité-Réactivité - Résistivité.....	4
3.0 ANALYSE DE LA PROBLEMATIQUE.....	5
3.1 Les caractéristiques du coke de tourbe.....	5
3.2 Les exigences des utilisateurs.....	6
4.0 IDENTIFICATION DES TOURBIERES.....	8
5.0 TECHNOLOGIE DE L'ABAISSMENT EN EAU DE LA TOURBE.....	9
6.0 PROGRAMME DE RECHERCHES ET DE DEVELOPPEMENT.....	13
7.0 ECHEANCIER ET COUT DE REALISATION DU PROGRAMME.....	14

1.0 INTRODUCTION

Tel que mentionné à la Section I du Rapport Final, les alumineries du Québec importent annuellement plus de 300,000 tonnes de coke de pétrole entre autres pour la fabrication des anodes utilisées dans leurs procédés de production d'aluminium.

Deux experts du Secteur, le Dr. Grumpelt de la société DEILMANN et de Dr. Ekman de Finlande *(25) font état des possibilités de fabriquer un coke d'anode à partir de la tourbe. De plus, une société Suédoise (27) aurait mis au point une technologie lui permettant de remplacer le graphite par le coke de tourbe de VAPO pour la production d'électrodes de fours à arcs, alors que le graphite compte déjà parmi les produits fabriqués par DEILMANN.

Face à ce marché québécois très important pour le coke d'anodes et aux possibilités de mettre au point une technologie qui permettrait d'utiliser le coke de tourbe pour la fabrication d'anodes, PROTEC considère que l'Institut Québécois du Coke de Tourbe devrait diriger prioritairement ses efforts de R & D vers le développement et la mise au point d'une telle technologie.

1.0 suite...

Ces travaux devront porter entre autres sur l'abaissement de la teneur en cendres du coke de tourbe et une réussite, ne serait-ce qu'à ce chapitre, ouvrirait le coke de tourbe à d'autres marchés tel que le carbure de silicium tout en le rendant plus compétitif sur les marchés actuels, particulièrement celui du charbon activé. Vu sous cet angle, le programme proposé pour le coke d'anodes correspond également aux besoins d'améliorer la compétitivité du coke de tourbe sur tous les marchés.

2.0 IDENTIFICATION DE LA PROBLEMATIQUE

On peut résumer comme suit les principales caractéristiques qui font que même les cokes de tourbe de qualité supérieure, ne peuvent remplacer le coke de pétrole dans la fabrication d'anodes.

2.1 Teneur en Cendres

Dans l'état actuel de la technologie d'extraction et du traitement de la tourbe, il est à toute fin utile impossible de produire commercialement un coke d'une teneur inférieure à 1% en cendres, alors que les spécifications du coke de pétrole "qualité anodes" demandent une teneur en cendres inférieure à 1.0%.

2.2 Substances volatiles

La teneur en substances volatiles du coke de tourbe est généralement supérieure à 1%, alors qu'elle devrait être inférieure à 0.5% pour rencontrer les exigences de l'industrie. Toutefois, il serait relativement facile de produire un coke de tourbe rencontrant cette spécification, en prolongeant la période de cokéfaction et/ou en élevant la température terminale de la cokéfaction.

2.0 suite...

2.3 Densité - Réactivité - Résistivité

Les utilisateurs (42) et les producteurs de coke (25) considèrent que le coke de tourbe est beaucoup trop léger, poreux et réactif pour pouvoir être utilisé dans la fabrication d'anodes.

Selon DEILMANN (25), l'écart entre la densité requise par les utilisateurs et celle des cokes de qualité supérieure produits par DEILMANN est très élevé et dans l'état de la technologie de préparation de l'alimentation et de la cokéfaction, on ne peut s'attendre à produire un coke de tourbe rencontrant la densité requise.

Soulignons que la porosité et même la réactivité d'un coke sont des caractéristiques interliées, et que dans l'éventualité de la production d'un coke de tourbe ayant la densité désirée, il est fort probable qu'un tel coke puisse satisfaire également aux exigences de porosité et de réactivité.

Quant à la résistivité du coke de tourbe, elle est reconnue très élevée et c'est là une des caractéristiques dont on tire avantages comme agent réducteur dans la fabrication des ferromalliages. Là encore, il est possible qu'il y ait un lien entre la densité et la conductivité d'un coke.

3.0 ANALYSE DE LA PROBLEMATIQUE

Avant de s'engager dans un programme de R & D dirigé vers la solution de cette problématique l'Institut devra en préciser la nature et l'ampleur en regard de ses principales composantes, soit:

- . Les caractéristiques du coke de tourbe
- . Les exigences des utilisateurs.

3.1 Les caractéristiques du Coke de Tourbe

De toute évidence certaines caractéristiques du coke de tourbe devront être améliorées pour pénétrer le marché du coke d'anodes et toute amélioration particulièrement au niveau de la teneur en cendres et de la dureté augmentera la compétitivité du coke de tourbe sur les marchés traditionnels décrits à la Section I. Tel que mentionné plus haut, certains spécialistes du Secteur travaillent depuis quelques années à la production de coke de qualité "anodes", électrodes de fours à arc et d'autres produits du même genre.

Le secteur de l'industrie de la tourbe étant généralement très ouvert à l'échange de technologies l'Institut aurait avantages à rencontrer ces spécialistes dès le départ, pour faire le point sur l'état d'avancement de leurs travaux et préciser par la suite son propre programme de R & D.

3.0 suite...

3.2 Les exigences des utilisations

Il s'agira pour l'Institut de bien distinguer dans un premier temps entre les caractéristiques du coke de tourbe qui sont nuisibles et celles qui sont utiles aussi bien au niveau de la cuisson que de l'utilisation des anodes.

On comparera également les spécifications dictées par les exigences du procédé à celles avancées par les utilisateurs et l'on évaluera les possibilités de préparer des mélanges de coke de pétrole, coke de tourbe susceptibles de mieux répondre aux besoins des utilisateurs que les qualités de coke qu'ils utilisent présentement. Rappelons que 10% de la consommation québécoise de coke d'anodes représente plus de 30,000 tonnes par année, soit la capacité de VAPD.

Finalement l'Institut décidera de l'opportunité de réaliser un programme de R & D dirigé vers le développement et la mise au point d'une technologie qui permettrait de fabriquer économiquement des électrodes sur le site des installations de cokéfaction en tirant avantages des surplus disponibles d'énergie.

C'est là un déficit de taille mais que l'ampleur des marchés justifie que l'on tente de surmonter.

3.0 suite...

3.2 suite...

Pour y arriver PROTEC considère qu'il faudrait identifier dans un premier temps les tourbières se prêtant à la production d'un coke de qualité supérieure et réaliser par la suite un programme de R & D dirigé vers l'abaissement de la teneur en cendres de la tourbe et l'amélioration des caractéristiques de l'alimentation. Ce programme de R & D qui vise également à l'abaissement des coûts de production devra être orienté dans les sens des plus récents développement technologiques au niveau des méthodes d'exploitation et d'abaissement de la teneur en eau de la tourbe qui font l'objet d'une attention prioritaire des politiques canadiennes et internationales de la tourbe.

4.0 IDENTIFICATION DES TOURBIERES

Tel que mentionné plus haut, il sera nécessaire d'améliorer certaines caractéristiques du coke de tourbe pour rejoindre la qualité du coke d'anodes. Parmi les caractéristiques il y a la teneur en cendres et la densité du charbon, deux caractéristiques dont l'amélioration permettra d'accroître considérablement la compétitivité du coke de tourbe sur les marchés conventionnels et du carbure de silicium.

Ces deux caractéristiques du coke de tourbe sont dictées dans une large mesure par les caractéristiques de la tourbe et de l'alimentation en morceaux ou boudins de tourbe. On doit chercher à utiliser une tourbe aussi humifiée que possible et, de toute évidence, d'une teneur en cendres aussi faible que possible. Ce sont là des caractéristiques propres aux tourbières qui se prêteraient le mieux à la production de coke de tourbe par leur haut degré d'humification et leur basse teneur en cendres, identification qui pourrait se faire d'ailleurs dans le cadre du mandat prioritaire de l'Institut, tel que défini à la Section II.

5.0 TECHNOLOGIE DE L'ABAISSMENT EN EAU DE LA TOURBE

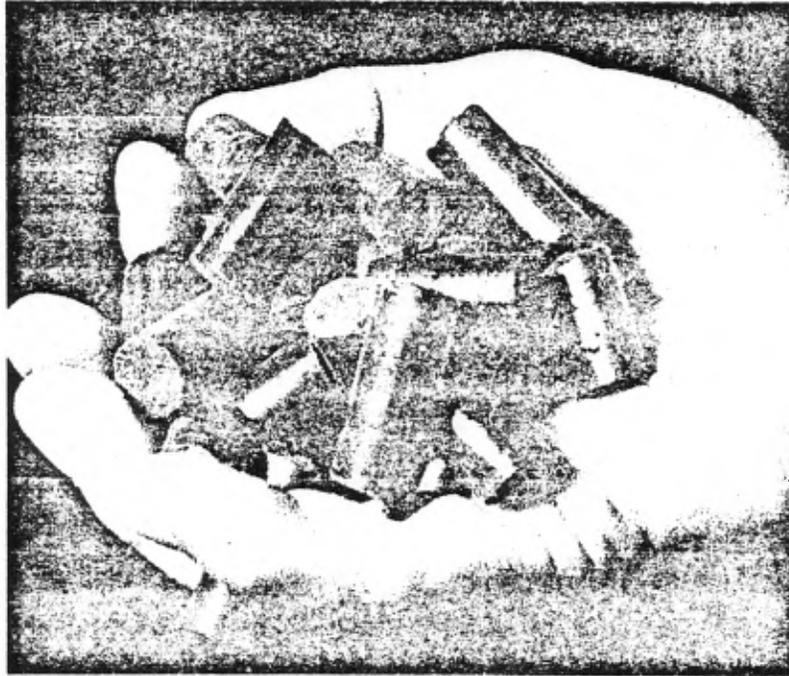
Depuis plusieurs années, le secteur de la tourbe énergétique travaille de façon très intensive au développement et à la mise au point de procédés pour réduire efficacement la teneur en eau de la tourbe. Ces procédés permettraient, dans plusieurs cas, d'appliquer une méthode d'extraction de la tourbe par voie hydraulique.

L'importance que l'on accorde à ces travaux de R & D tient à l'extrême vulnérabilité des producteurs de tourbe aux conditions climatiques. C'est ainsi qu'en 1982-1983, VAPD a dû cesser temporairement ses opérations (21), alors que Norit (38) fut contrainte de réduire son taux de production, dû aux pluies et autres conditions non favorables au séchage qui ont prévalu au cours des périodes de récolte. Cette vulnérabilité oblige les producteurs de coke de tourbe à conservé des inventaires élevés en boudins secs, inventaires qui dans le cas de DEILMANN sont équivalents à plus d'un an d'opération, ce qui se solde par des investissements majeurs au niveau des fonds de roulement.

Finalement cette vulnérabilité aux conditions climatiques, fait que la période où il est possible d'extraire la tourbe est très courte ce qui entraîne une capitalisation élevée au niveau des équipements et une concentration de besoins en main-d'oeuvre très élevée et pour une courte durée. Inutile de souligner que tout développement significatif dans ce domaine serait également très utile aux producteurs de coke de tourbe énergétique.

5.0 suite...

Certaines de ces technologies sont déjà bien développées, d'autres au stade de l'application industrielle. C'est le cas entre autres du procédé JPF, dont la Planchette 5.0 présente une reproduction d'un article publicitaire sur ses pellettes de tourbe énergétique. Signalons finalement que l'Université de Sherbrooke et l'Ontario Research Foundation comptent parmi les groupes de recherches les plus avancés dans ces technologies.



- *establishing PDF plants based on wet carbonization of peat; the picture shows the end product, PDF briquettes*

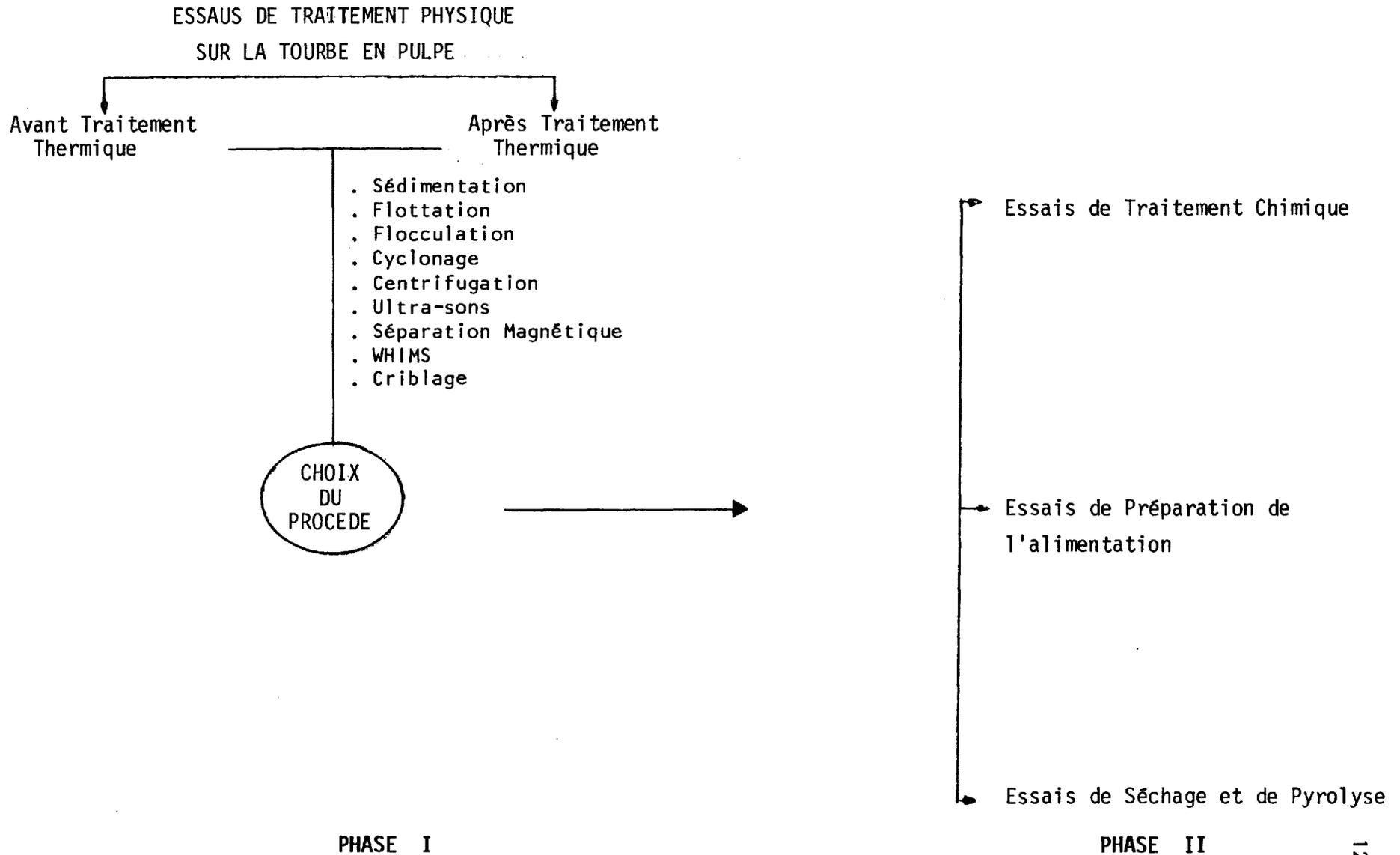
JP-Energy, a subsidiary, has made feasibility studies for PDF plants and peat utilization in Sweden, Brazil, Jamaica and the USA, and is developing special systems for harvesting the raw peat.

PLANCHETTE 5.0

PELLETES DE TOURBE ENERGETIQUE

TABLEAU 6.0

APPROCHE DE REALISATION
D'UN PROGRAMME DE RECHERCHES ET DEVELOPPEMENT
SUR LA PRODUCTION D'UN COKE "QUALITE ANODES"



6.0 PROGRAMME DE RECHERCHES ET DE DEVELOPPEMENT

La technologie d'abaissement en eau de la tourbe pourrait avoir une incidence marquée sur les possibilités de réduire économiquement et de façon sensible la teneur en cendres de la tourbe. En effet, cette technologie ouvre de nombreux horizons au traitement de la tourbe en suspension dans l'eau, que ce soit par sédimentation et/ou flocculation sélective, par la flottation ou tout simplement par séparation gravimétrique.

Certains procédés d'abaissement en eau de la tourbe, on pense particulièrement à la "carbonisation humide" réduisent considérablement la viscosité du milieu "eau-tourbe", facteur qui facilite d'avantage la séparation sélective des cendres (minéraux), de la tourbe proprement dite.

La Planchette 6.0, présente l'approche de réalisation d'un programme de R & D dirigé vers la production d'un coke d'anode. PROTEC considère qu'un tel programme pourrait faire l'objet d'une proposition spontanée au Conseil National de Recherches du Canada (NCR), puisqu'il pourrait être considéré comme une composante des priorités de la Politique Canadienne de la Tourbe (9).

Certains travaux de R & D sur l'abaissement de la teneur en cendres furent réalisés dans le cadre de l'étude de SOQUEM à la fin des années 70 (8), la tourbe étant traitée en pulpe mais sans carbonisation humide au préalable. Les résultats obtenus étaient peu encourageants.

7.0 ECHEANCIER ET COUT DE REALISATION DU PROGRAMME

PROTEC considère que la première phase du programme, visant à réduire la teneur en cendres de la tourbe, pourrait être complétée à l'intérieur d'un échéancier de douze mois et d'un budget de 150,000\$ dont 50,000\$ au chapitre d'équipements spécifiquement requis pour ce programme. Ces montants sont inclus dans l'estimation des coûts d'opération de l'Institut présentée à la Section II.

Le traitement de la tourbe pour en abaisser la teneur en cendres pourrait modifier considérablement les caractéristiques de la tourbe ayant trait à son amenabilité à la formation de boudins ou morceaux de tourbe. C'est pourquoi la deuxième phase du programme ne pourra être engagée d'une façon significative qu'une fois arrêtée la technologie du traitement de la tourbe.

Plus encore, il est impossible de prévoir pour l'instant le temps qu sera requis avant d'en arriver à une solution qui soit économique et qui pourrait nécessiter aussi bien le développement de nouveaux équipements que l'identification d'agents d'additions à la tourbe avant sa formation.

PROTEC considère que dans les meilleurs conditions la réalisation de cette deuxième phase pourrait nécessiter deux ans de travail et un budget de 400,000\$, excluant tout essai-pilote.

APPENDICE I

LE CHARBON ACTIVE

APPENDICE I

TABLE DES MATIERES

<u>DESCRIPTION</u>	<u>PAGE</u>
1.0 LE CHARBON ACTIVE.....	1
2.0 LE CHARBON ACTIVE ET L'ADSORPTION.....	3
2.1 Les mécanismes de l'adsorption.....	3
2.2 Caractérisation des charbons activés.....	4
3.0 LES UTILISATIONS DU CHARBON ACTIVE.....	4
4.0 LE MARCHE DU CHARBON ACTIVE.....	13
4.1 Le marché mondial.....	13
4.2 Le marché canadien.....	14
4.3 Les particularités du marché.....	15
5.0 LA TECHNOLOGIE DE PRODUCTION DU CHARBON ACTIVE.....	18
5.1 La carbonisation de la tourbe.....	19
5.2 L'activation.....	20
6.0 LES PROCEDES DE FABRICATION DU CHARBON ACTIVE.....	22
6.1 Le procédé d'activation directe ou conventionnel.....	22
6.2 Le procédé hybride.....	27
7.0 EVALUATION DES PROCEDES DANS LE CADRE D'UN PROJET QUEBECOIS.....	33
7.1 Usine conventionnelle.....	33
7.2 Usine conventionnelle - variante allemande.....	35
8.0 LE CHARBON ACTIVE DANS LE MANDAT PRIORITAIRE DE L'INSTITUT.....	37
8.1 Transfert Technologie.....	37
8.2 Développement des données.....	38
8.3 Développement du procédé.....	39
8.4 Essais de démonstration.....	41

APPENDICE ITABLE DES MATIERES

<u>DESCRIPTION</u>	<u>PAGE</u>
9.0 NORIT & LE COKE DE TOURBE ACTIVE.....	43
9.1 L'alimentation.....	43
9.2 Le séchage.....	44
9.3 Installations conventionnelles.....	44
9.4 Granulation.....	44
9.5 Installations auxiliaires.....	45
9.6 Surplus énergétiques.....	45

1.0 LE CHARBON ACTIVE

La caractéristique prédominante du charbon activé tient à l'ampleur de l'aire de la surface de sa structure poreuse qui se développe à l'intérieur du charbon lors de l'activation. Pour mieux comprendre cette caractéristique, soulignons que l'aire des pores d'un pouce cube de charbon activé est de l'ordre de 100,000 pieds carrés, soit l'équivalent de l'aire de la surface d'un chemin de 20 pi. de large sur une longueur d'un mille.

L'importance des applications du charbon activé découle de ses propriétés d'adsorption inhérentes à sa structure poreuse. La capacité d'adsorption d'un charbon activé est fonction de l'aire de la surface des pores par unité de poids ainsi que de la distribution du volume en fonction du diamètre des pores. D'une façon générale on classifie les charbons activés suivant leur structure poreuse qui peut être:

- Très fine ou "microporeuse" < 40 A°
- Moyenne ou "mésaporeuse" > 40 < 500 A°
- Grossière ou "macroporeuse" > 500 A°

Les charbons microporeux, tel ceux fabriqués à partir de l'écaille de la noix de coco, sont préférés pour l'adsorption en phase gazeuse; le charbon activé fabriqué à partir du bois franc a une structure moyenne et est préférée pour l'adsorption en phase liquide (décolorant, traitement des eaux usées, boissons alcooliques, etc...).

1.0 suite...

Le charbon activé fabriqué à partir du bois mou a une structure macroporeuse et est peu utilisé industriellement.

Les charbons activés fabriqués à partir de la tourbe ont une structure cellulaire évidente et qui s'apparente à la structure de la tourbe utilisée comme matière première. Ils ont une structure bien étalée, de macroporeuse à microporeuse qui peut se prêter à plusieurs applications industrielles, tant en phase liquide que gazeuse. Soulignons que des travaux réalisés par la division "Tourbe" de l'Institut d'Etat pour la Recherche Technique de Finlande (VTT) ont montré qu'il est possible de favoriser le développement préférentiel de l'une ou l'autre de ces structures pour des applications spécifiques, en variant les conditions de la préparation de l'alimentation en tourbe ainsi que les conditions d'opération à la pyrolyse et à l'activation.

2.0 LE CHARBON ACTIVE ET L'ADSORPTION

2.1 Les Mécanismes de l'Adsorption

Le procédé suivant lequel une substance concentre à sa surface des molécules fluides, liquides ou gazeuses, est connu sous le nom d'adsorption. Les mécanismes en jeu peuvent être d'origine physique et/ou chimique.

Ces mécanismes sont parfois fort complexes. Il est certain que dans tous les cas, les molécules adsorbées sont retenues à la surface du charbon par des forces résultant de l'attraction intermoléculaire (forces de Van Der Waals).

Par ailleurs, la nature poreuse du charbon activé joue sans doute un rôle prédominant. Pour qu'il y ait adsorption, il faut généralement que la molécule à adsorber (adsorbat) se présente à un pore de l'adsorbant ayant des dimensions comparables. En pratique, on a constaté que les meilleurs rendements d'adsorption sont obtenus lorsque le diamètre des pores de l'adsorbant est égal à environ deux fois le diamètre de l'adsorbat, la capillarité exercée par les parois des pores s'ajoutant aux forces de Van Der Waals.

Toutefois certaines substances, tel le SO_2 , H_2S et autres, sont difficiles à adsorber même en présence de pores de dimensions favorables. Dans ce cas, on augmente généralement la capacité d'adsorption du charbon activé en l'imprégnant d'un composé chimique qui réagit facilement avec la molécule à adsorber. C'est l'adsorption chimique.

2.0 suite...

2.1 suite...

Tel que mentionné plus haut, le charbon de tourbe activé a une structure poreuse étalée de macroporeuse à microporeuse. Il est donc apte à "capter" des molécules de diamètres variables. En ajustant les conditions de fabrication du charbon activé, on peut favoriser le développement de la structure microporeuse ou mésaporeuse suivant l'application recherchée.

De plus pour la production d'un charbon "formé", il est nécessaire de broyer et/ou de mélanger le coke de tourbe avec un agent liant avant l'activation. On peut alors y ajouter des agents chimiques en mesure de favoriser l'adsorption de la molécule visée et, parfois, de réduire la teneur en cendres du charbon.

2.2 Caractérisation des Charbons Activés

2.2.1 Variétés de Charbons Activés

L'ASTM distingue entre trois variétés de charbons activés.

- Les charbons POUDREUX dont la granulométrie est inférieure à 80 Mesh.
- Les charbons GRANULEUX qui ont une granulométrie supérieure à 80 Mesh. Bien qu'il n'y ait aucune limite supérieure, dans la presque totalité des charbons granuleux, 100% des grains passent le tamis 4 Mesh.
- Les charbons FORMES soient en pellettes ou encore en spaghetti de longueur et de diamètres variables. Des dimensions de l'ordre de 15 mm x 3 mm sont représentatives d'un charbon activé "formé".

2.0 suite...

2.2.2 Caractéristiques des charbons activés

Suit une liste de caractéristiques parmi les quelles peuvent généralement les producteurs pour rédiger la spécification d'un type donné de charbon activé. PROTEC a regroupé ces caractéristiques selon qu'elles ont trait à l'adsorption ou à d'autres facteurs, physiques, mécaniques ou chimiques.

- Caractéristiques physiques, mécaniques et chimiques

- . Granulométrie
- . Dureté
- . Poids spécifique
- . % de cendres
- . % d'humidité

- Caractéristiques d'adsorption

- . Degré d'activité - % TTC
- . Aire des pores (BET) - m²/g
- . Nombre d'Iode
- . Nombre - Melasse
- . Constante K

On peut citer plusieurs caractéristiques, tel la densité apparente, la densité réelle, le volume total des pores etc. qui font partie parfois des spécifications. Suivent quelques commentaires sur les principales caractéristiques.

2.0 suite...

2.2 suite...

2.2.2.1 Granulométrie

Cette caractéristique est primordiale pour les utilisations où le charbon activé doit être séparé de son milieu soit par criblage ou par un autre moyen de classification, ou encore lorsque le charbon doit reposer et être retenu sur une grille d'ouverture donnée.

Ailleurs la distribution granulométrique donne une idée de la filtrabilité et de la résistance à l'écoulement dans les opérations en colonnes. Il y a des applications où l'on préfère une granulométrie très serrée autour d'une dimension moyenne.

2.2.2.2 Dureté

Peu importante pour les charbons poudreux, le facteur dureté est primordial dans les applications où les charbons granuleux et formés travaillent en milieu abrasif et doivent conserver une grosseur minimum. C'est ainsi que les charbons qui sont réactivés doivent avoir une dureté élevée compte tenu des opérations de criblage et parfois de pompage auxquelles il doivent être soumis avant d'être réutilisés.

On mesure généralement la dureté par l'essai Ball-Pan (ASTM-3802). Les charbons formés ont souvent une dureté de 100% alors que les charbons granuleux peuvent difficilement avoir une dureté supérieure à 97. En hydrométallurgie de l'or on exige une dureté minimum de 96.

2.0 suite...

2.2 suite...

2.2.2.3 Poids Spécifique

Le facteur "poids spécifique" est particulièrement utile pour les applications de filtration et d'adsorption en colonne. Lorsqu'on compare deux types de charbon activé ayant la même capacité d'adsorption par unité de poids, celui qui a le poids spécifique le plus élevé occupera moins d'espace et nécessitera des installations moins volumineuses.

2.2.2.4 Pourcentage de Cendres

Tel quel le pourcentage de cendres a peu d'importance. Toutefois, pour certaines applications où la teneur du charbon en éléments tel que le fer, le phosphore etc. est primordiale, la teneur en cendres indique les probabilités que la concentration de ou des éléments indésirables soient trop élevée. Seul l'analyse des cendres peut être considérée déterminante pour ces utilisations.

2.2.2.5 Pourcentage d'humidité

Ce facteur fait partie de la spécification parce que l'utilisateur achète le charbon sur la base du poids humide, l'humidité ne devant toutefois pas être supérieure au pourcentage spécifié.

2.2.2.6 Degré d'activité (% ITC)

Le degré d'activité représente le pourcentage poids de C C14 adsorbé par unité de poids de charbon activé au cours d'un essai standard (ASTM-D-3467).

2.0 suite...

2.2 suite...

2.2.2.6 suite...

Bien que cette méthode soit universelle pour la mesure de l'activité elle n'est d'aucune utilité pour indiquer la capacité d'adsorption d'un charbon activé par rapport à un autre adsorbat.

2.2.2.7 Aire de la surface des pores (BET)

La méthode BET mesure l'aire de la surface des molécules d'un élément adsorbé par le charbon activé lors d'un essai standard établissant la courbe d'isotherme de cet élément. On utilise généralement l'azote comme élément ou molécule de référence. Cependant, au moins un fabricant (A.C. Carbone) utilise parfois l'hydrogène auquel cas la mesure de l'aire de la surface des pores est pratiquement le double de celle mesurée en utilisant l'azote.

Ceci met en évidence le fait que, tout comme la méthode au CCl_4 la méthode BET n'est pas une indication de la capacité d'adsorption par rapport à un autre élément.

C'est pourquoi il existe d'autres caractéristiques qui sont spécifiées pour des applications bien précises. On pense entre autres au Nombre d'Iode, le Nombre Melasse qui sont des mesures de capacité d'adsorption relative à un élément, composé organique ou inorganique donné.

2.0 suite...

2.2.2.8 Constante d'adsorption = K (mg/g)

La constante K exprime la capacité d'un charbon d'adsorber un élément ou substance donnée, dans des conditions bien précises. La méthode utilisée pour établir la constante K est basée sur le constat qu'un charbon activé situé dans un milieu dont la concentration de la substance donnée est fixe, atteindra toujours le même taux de chargement à l'équilibre.

Ce taux de chargement varie selon la concentration de la substance à l'équilibre et il se déplace le long d'une courbe qui s'apparente à la courbe de l'isotherme de Freundlich. La constante K correspond généralement au poids adsorbé de l'adsorbant par unité de poids de charbon à une concentration unitaire de l'adsorbant.

C'est ainsi que la constante K dans l'hydrometallurgie de l'or représente: "Le poids d'or, exprimé en milligramme, adsorbé par un gramme de charbon activé en équilibre dans une solution standard 1 ppm Au.

Deux charbons activés, A et B, ayant le même degré d'activité peuvent et ont le plus souvent des constantes d'adsorption différentes. Plus significatif encore c'est le fait que dans un circuit donné d'hydrometallurgie de l'or, le charbon A peut avoir une constante plus élevée que celle du charbon B alors que ce sera l'inverse dans une autre usine, dû au fait qu'on est en présence d'une multitude d'éléments qui sont absents dans la solution standard utilisée pour établir la constante K de référence.

2.0 suite...

2.2 suite...

2.2.2.8 suite....

Mise à part la constante K, qui est d'ailleurs très peu souvent spécifiée et qui, même là, doit être interprétée avec réserves, toutes les autres caractéristiques ne donnent qu'une idée imprécise de l'efficacité d'un charbon activé face à une application donnée.

C'est pourquoi les fabricants de charbons activés produits pour des applications spécifiques et les utilisateurs qui les consomment doivent tester ces charbons dans les conditions où ils doivent opérer pour en établir les caractéristiques vraiment pertinentes. Qu'il suffise de mentionner l'usine de filtration d'eau de Ste-Rose à Ville de Laval où l'on est à tester dans l'usine quatre types de charbon activés pour être en mesure de sélectionner celui qui est le plus efficace.

Force est de conclure que pour demeurer présent sur le marché des charbons activés un fabricant doit être particulièrement bien au fait des technologies d'applications. Il va sans dire que cette maîtrise des technologies d'application est encore beaucoup plus indispensable pour un nouveau producteur.

3.0 LES UTILISATIONS DU CHARBON ACTIVE

La propriété d'un charbon poreux, d'adsorber certaines substances était déjà connue à l'époque des pharaons qui l'utilisaient pour purifier certaines huiles (48). Toutefois ce n'est qu'au début du vingtième siècle qu'on s'est vraiment attaqué au développement des technologies de fabrication et d'utilisations du charbon activé. Plusieurs, sinon la majorité des brevets émis en ce sens au cours de la période 1910-1920 portent sur l'activation chimique (particulièrement le $ZnCl_2$) et thermo-chimique du charbon pour la fabrication de charbons activés utilisés dans les masques à gaz.

Aujourd'hui, les applications du charbon activé sont à la fois très nombreuses et fort variées, que ce soit en phase liquide ou en phase gazeuse. Ces utilisations sont caractérisées par un objectif commun qui est d'extraire ou d'enlever une substance donnée faiblement concentrée dans d'importants volumes de liquides ou de gaz.

3.1 Utilisations en Phase Liquide

On peut résumer comme suit les principales utilisations du charbon activé en phase liquide (24, 44, 48).

- Raffinage du sucre: Enlèvement des matières colorantes
- Raffinage de la mélasse: Enlèvement des matières colorantes
- Traitement des effluents
et des eaux usées: Enlèvement des matières organiques
des odeurs et des goûts,
filtration.

3.0 suite...

3.1 suite...

- Buanderias et autres: Enlèvement des détergeants des eaux usées
- Raffinage de l'huile: Enlèvement de l'huile des eaux usées
- Eau potable, boissons gazeuses, brasseries, vins et autres spiritueux: Enlèvement du chlore et de certains contaminants (goût et odeurs), filtration.
- Industrie Minière: Adsorption des surplus d'agents de flottation, adsorption des métaux précieux

3.2 Utilisations en Phase Gazeuse

Quant aux principales applications en phase gazeuse, on peut les résumer comme suit:

- Adsorption des vapeurs: Dépôts d'huile, émission des gaz d'automobile, industrie des peintures
- Récupération de solvants: Nettoyage à sec (CaCl₂)
: Fabrication et traitement des rubans (photographie, cinéma, video, etc...)
: Imprimerie
- Enlèvement des odeurs : Conditionnement de l'air dans les édifices publics
- Filtres à Air : Cigarettes, poêles de cuisine, masques à gaz.

3.3 Autres Utilisations

Le charbon activé est également utilisé comme catalyseur et/ou support de catalyseurs. Ce sont là des applications pour la plupart hautement technologiques. Soulignons cependant que l'utilisation du charbon activé pour la désulfuration des gaz pourrait devenir une application très importante, compte tenu des exigences environnementales.

4.0 LE MARCHÉ DU CHARBON ACTIVE

4.1 Le Marché Mondial

Le Tableau 4.1 présente les résultats d'une estimation de la production du charbon activé tel que réalisée par MONENCO (48).

TABLEAU 4.1
PRODUCTION ANNUELLE
 1000 - Tonnes Métriques

ANNEE	U.S.A.	EUROPE DE L'OUEST	JAPON
1978	105	75	50
1979	105	75	55
1980	95	77	57
1981	92	80	55

Quant aux capacités de production, elles seraient de l'ordre de 160,000 tonnes aux U.S.A, de 105,000 tonnes en Europe de l'Ouest et de 64,000 tonnes au Japon (24). On estime que les principaux producteurs opèrent à environ 65% de leur capacité de production. Cette surcapacité de production résulte de la construction de nouvelles usines vers la fin des années 70, alors qu'on entrevoyait des développements d'applications massives du charbon activé pour le traitement des eaux en Amérique du Nord, développements qui ne se sont pas encore concrétisés.

4.0 suite...

4.1 suite...

Cette surcapacité de production a entraîné plusieurs bouleversements au niveau des producteurs; en 1981 Union Carbide vend ses installations et sa technologie à Witco; en 1982 Kennecott vend à Carbonisation & Charbons Activés (CECA); plus récemment NORIT achetait les installations de DARCO alors que Merck vendait ses installations de charbon activé aux employés de sa firme Calgon. Finalement, Irish CECA se voyait dans l'obligation au cours de l'été 1985 de fermer son usine de fabrication de charbons activés (1500 t/année) à partir de la tourbe, et de vendre ses équipements (41).

La production de charbons activés étant cocentré à l'intérieur d'un groupe de plus en plus restreint et puissant de producteurs, ce marché est demeuré fort bien "discipliné" jusqu'à maintenant. Cependant il faudra surveiller de près la venue sur le marché nord-américain de charbons activés produits en Amérique du Sud, particulièrement au Brésil et qui sont offerts à des prix très bas.

4.2 Le Marché Canadien

Les Tableaux 4.1.1, 4.1.2 et 4.1.3 présentent les statistiques d'importations canadiennes de charbons activés. Comme on peut le constater, le volume des importations s'est accru de 20% depuis 1979 alors que les prix ont augmenté au taux moyen de 15% annuellement de 1979 à 1982, pour fléchir de 10% de 1982 à 1984.

TABLEAU 4.1.1

IMPORTATIONS DE CHARBON ACTIVE AU CANADA1979 - 1984 (Kg)

PAYS	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Royaume-Uni	332 452	220 747	270 612	215 493	179 105	237 403
Belgique-Lux.	58 550	22 126				
France		27 240				24 000
Allemagne, O.	13 905	71 617	198 636	422 946	102 804	64 208
Italie		570				
Pays-Bas	373 398	257 405	315 203	767 933	557 254	448 884
Japon	29 569	83 252	97 153	82 241	117 143	97 674
Porto-Rico		1 255				
SRI Lanka				3 400	17 800	123 527
Philippines						2 000
Brésil						1 880
Etats-Unis	4 361 221	4 517 133	4 495 426	3 691 488	4 458 297	4 988 856
T O T A L	5 169 095	5 201 345	5 377 030	5 183 501	5 432 403	5 988 488

SOURCE: 65203 - Statistique Canada

TABLEAU 4.1.2
VALEUR DES IMPORTATIONS DE CHARBON ACTIVÉ AU CANADA
1979 - 1984 (\$ CAN)

PAYS	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Royaume-Uni	493 000	358 000	411 000	262 000	478 000	384 000
Belgique-Lux.	72 000	14 000				
France		86 000				74 000
Allemagne, O.	37 000	157 000	400 000	906 000	202 000	71 000
Italie		1 000				
Pays-Bas	374 000	290 000	354 000	693 000	479 000	357 000
Japon	36 000	127 000	194 000	314 000	243 000	254 000
Porto-Rico		3 000				
SRI Lanka				4 000	20 000	221 000
Philippines						2 000
Brésil						1 000
Etats-Unis	4 448 000	5 749 000	6 129 000	6 221 000	6 953 000	7 423 000
T O T A L	5 462 000	6 786 000	7 488 000	8 400 000	8 375 000	8 793 000

SOURCE: 65203 - Statistique Canada

TABLEAU 4.1.3
VALEUR UNITAIRE DES IMPORTATIONS DE
CHARBON ACTIVE AU CANADA
 1979 - 1984
 (en \$ / Kg)

PAYS	1979	1980	1981	1982	1983	1984
Royaume-Uni	1,48	1,62	1,51	1,21	2,66	1,61
Belgique-Lux.	1,22	0,63	-	-	-	-
France	-	-	-	-	-	3,08
Allemagne, O.	2,66	3,15	2,01	2,14	1,96	1,10
Italie	-	1,75	-	-	-	-
Pays-Bas	1,00	1,12	1,12	0,90	0,85	0,79
Japon	1,21	1,52	1,99	3,81	2,07	2,60
Porto-Rico	-	2,39	-	-	-	-
SRI Lanka	-	-	-	1,17	1,12	1,78
Philippines	-	-	-	-	-	1,00
Brésil	-	-	-	-	-	0,53
Etats-Unis	1,01	1,27	1,36	1,68	1,55	1,48
TOTAL	1,05	1,30	1,39	1,62	1,54	1,46

SOURCE: 65203 - Statistique Canada

4.0 suite...

4.2 suite...

On notera que le prix du charbon activé importé des Pays Bas est considérablement inférieur au prix moyen des importations. Il est probable que ce soit là un charbon en poudre et peu activé.

Le Canada ne compte qu'un seul producteur de charbons activés, soit la société A.C. Carbone dont la capacité de production est estimée à 450 tonnes par année. A.C. Carbone importe du Sri Lanka l'écaille de noix de coco carbonisée utilisée comme matière première (44).

4.3 Les Particularités du Marché

Le seul producteur canadien A.C. Carbone, dont la capacité de production est de 450 tonnes annuellement, donc un très petit producteur, prétend produire 145 variétés de charbons activés. Norit et Sutcliffe Speakman, deux importants producteurs, font état d'une production de plus de cent types de charbons activés (48).

On est donc en présence d'un marché qui commande une maîtrise des diverses recettes de fabrication aussi bien que des technologies d'utilisations.

On comprend pourquoi Norit compte vingt six techniciens et ingénieurs travaillant au perfectionnement des produits et au développement de nouvelles applications dans les laboratoires spacieux et très bien équipés. NORIT consacre 3% du revenu de ses ventes à la R & D.

4.0 suite...

4.3 suite...

Avec le développement des charbons granuleux, les principaux producteurs ont mis au point des installations de réactivation qu'ils ont implantées dans les pays consommateurs. Ces producteurs offrent à leurs clients des services de réactivation à façon qui représentent des économies de l'ordre de 30% à 50% sur le coût de remplacement des charbons "usés".

Finalement les producteurs s'impliquent de plus en plus dans la conception et même la fourniture des montages, systèmes et équipements qui utilisent le charbon activé pour le traitement de fluides et liquides. Certains producteurs fournissent même ces installations selon une formule "produit en mains" avec garantie de performance et services après vente.

C'est dans ce contexte que la mise en marché de charbons activés requiert les services de spécialiste non seulement dans la fabrication des charbons mais également et surtout dans les technologies d'application où ces charbons sont destinés.

Malgré toutes ces contraintes, PROTEC est raisonnablement assurée qu'un nouveau producteur canadien qui serait en mesure de fabriquer des charbons activés de qualité pourrait mettre au point une stratégie de mise en marché qui lui permettrait d'écouler au minimum 1500 tonnes de charbons activés sur le marché canadien.

4.0 suite...

4.3 suite...

Une telle stratégie, commanderait de s'attaquer d'abord aux applications pour lesquelles les ingénieurs canadiens possèdent déjà une expertise au niveau des utilisations et jouent à ce titre un rôle important dans la "sélection" des charbons à utiliser pour une application donnée. On pense particulièrement ici aux secteurs minier et environmental.

5.0 LA TECHNOLOGIE DE PRODUCTION DU CHARBON ACTIVE

Se référant aux mécanismes de l'adsorption, on comprend pourquoi les charbons sont le plus souvent activés "sur mesure" en fonction des exigences particulières des applications auxquelles ils sont destinés. C'est ainsi qu'Norit et Sutcliffe Speakman entre autres produisent chacun plus de cent (100) variétés de charbon activé.

Toute substance carbonée peut être utilisée pour la production de charbons activés et parmi celles-ci le charbon, le bois, la lignite, la noix de coco et la tourbe sont les principales matières premières utilisées.

Il existe des centaines et peut-être des milliers de brevets portant sur l'activation de substances carbonées et particulièrement sur la tourbe. Par ailleurs la simple application de l'une ou l'autre de ces recettes ne saurait être garante de l'obtention d'un charbon activé de qualité uniforme et reproductible et qui soit compétitif sur le marché. En ce sens, la production du charbon activé est tout autant un art qu'une science.

Pourtant, la fabrication du charbon activé est fort simple et n'implique essentiellement que deux phases; soit la carbonisation et l'activation.

5.0 suite...

5.1 La Carbonisation de la Tourbe

La carbonisation ou pyrolyse a essentiellement pour objet de libérer la tourbe de la majeure partie de ses substances organiques liquides et gazeuses. Par ailleurs le choix de la tourbière, la préparation de l'alimentation, le type de four utilisé à la pyrolyse, la température de la pyrolyse sont autant de facteurs qui auront une influence parfois très marquée sur les caractéristiques du charbon activé. La production d'un coke de tourbe destiné à l'activation appelle généralement les facteurs suivants:

- Tourbe moyennement humifiée (4 à 6 VPM). Une tourbe trop humifiée ne favorise pas le développement de l'aire des pores.
- Teneur en cendres très basse (< 2%) compte tenu du fait que la teneur en cendres du charbon activé sera égale à environ cinq (5) fois la teneur en cendres de la tourbe.
- Alimentation bien homogène mais pas trop comprimée. Des boudins (ou pellettes) denses ne sont pas favorables au développement de l'aire des pores.
- Température réduite (500° à 550°C) il faut surtout éviter la graphitization.
- Four rotatif ou vertical avec contact direct avec les gaz pour obtenir un coke réactif et poreux.

5.0 suite...

5.1 suite...

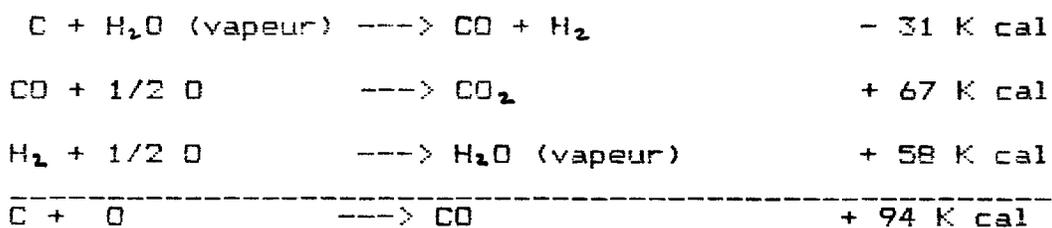
Soulignons que certains facteurs qui sont tout indiqués pour l'obtention d'un coke métallurgique (température élevée, chauffage indirect etc.) ne sont pas recherchés pour la production d'un coke destiné à l'activation.

5.2 L'Activation

Quant à l'activation elle s'opère à une température se situant entre 800° et 1000°C. Ce coke de tourbe est contacté avec un gaz oxydant, généralement un mélange de vapeurs d'eau et de CO₂.

5.2.1 Le bilan de masse

On peut résumer comme suit les réactions thermo-chimiques qui ont cours lors de l'activation en présence de vapeur d'eau (29).



Comme on peut le constater, une partie du carbone fixe réagit avec les vapeurs d'eau et il en résulte une perte de masse ou de poids. Cette perte est généralement proportionnelle au "degré" d'activation et dépend de la température aussi bien que de la durée de la période d'activation et de la nature du mélange des gaz d'activation.

5.0 suite...

5.2 suite...

5.2.1 suite...

Plus un charbon est activé, selon les besoins, plus il y aura perte de poids plus il sera coûteux à produire.

Compte tenu de la température élevée à laquelle s'opère l'activation, la majeure partie des substances volatiles présentes dans le coke de tourbe sont libérées entraînant une perte additionnelle de poids.

D'une façon générale il faut environ deux unités en poids de coke de tourbe pour produire une unité de charbon activé au niveau de ± 800 mètres carrés par gramme, là où il trouve la majeure partie de ses applications.

5.2.2 Bilan Thermique

Quant au bilan thermique, il varie suivant la teneur en carbone fixe et en substances organiques liquides ou gazeuses dans le coke de tourbe. Se référant aux équations citées plus haut, on constate que la réaction d'activation par la vapeur d'eau est exothermique et certains essais ont démontré que l'énergie dégagée serait suffisante pour rendre le système auto-suffisant sur le plan énergétique, une fois la réaction bien engagée.

6.0 LES PROCÉDES DE FABRICATION DU CHARBON ACTIVE

Fondamentalement, on doit distinguer entre deux types de procédés de fabrication de charbons activés à partir de la tourbe, soit:

- Le procédé d'Activation Directe
- Le procédé Hybride

6.1 Le procédé d'Activation Directe ou Conventionnel

Correspondant à ce procédé, la pyrolyse de la tourbe et l'activation du coke de tourbe s'opèrent en continu dans un seul four, les produits liquides et gazeux de la pyrolyse et de l'activation circulant à contre-courant. Ce procédé, que l'on nomme parfois "Conventionnel" est utilisé par la société NORIT dont les installations sont plus amplement décrites au Chapitre 9.0.

Pour qu'une usine puisse tirer le maximum d'avantages du procédé "Conventionnel", il faut qu'un pourcentage important de sa production consiste en charbons faiblement activés et de qualité standard. Cette contrainte découle essentiellement de l'interaction entre les différents paramètres de la pyrolyse et de l'activation qui ont une incidence marquée sur

- La qualité et le contrôle de la qualité des produits.
- Les coûts de fabrication.

6.0 suite...

6.1.1 La qualité

Pour produire un charbon pour une application donnée et qui soit activé au degré désiré, il faut ajuster avec précision les principaux paramètres de l'activation tel que le temps de contact, la température, la composition et le taux de circulation des gaz.

Or non seulement le procédé "Conventionnel" ne facilite pas l'ajustement précis de ces paramètres, mais plus encore tout ajustement des paramètres de l'activation modifiera automatiquement les paramètres de la pyrolyse et par delà les caractéristiques du coke qui se présente dans la zone d'activation. Cette interaction fait qu'on est alors en présence d'un système fort complexe de variables, rendant à toute fin utile impossible de produire un charbon activé de qualité bien contrôlée.

6.1.2 Les coûts

Le temps de contact du coke dans la zone d'activation est un des paramètres qui influent sur le degré d'activation; plus il est long plus le degré d'activation est élevé. La fabrication de charbons de qualité contrôlée, homogène et fortement activée nécessite des temps de contact relativement longs. Le taux d'alimentation à la section de pyrolyse étant dicté par le taux de production du charbon activé, ce temps de contact pourrait entraîner une réduction de la productivité de la zone de pyrolyse et de l'ensemble des opérations, d'où augmentation des coûts.

6.0 suite...

6.1.2 suite...

C'est pourquoi une telle usine doit produire un charbon activé de qualité standard et au taux maximum du design.

La contrainte de produire un charbon faiblement activé tient également au fait que plus un charbon est activé, plus le rendement de masse est bas, plus il est coûteux à produire. C'est pourquoi le procédé "Conventionnel" vise à produire un charbon de qualité standard et peu activé tirant de ce fait avantages de la productivité et du rendement élevés de ce procédé, ce qui se traduit par un coût de fabrication relativement bas. C'est sans aucun doute ce qui explique pourquoi NORIT est en mesure d'exporter au Canada du charbon activé au prix de 900\$ par tonne métrique (23).

6.1.3 Installations Auxiliaires

Pour s'ouvrir sur les marchés du charbon activé, une usine conventionnelle se doit de produire divers types de charbons activés à des degrés différents. Pour ce faire l'usine doit être appuyée d'installations d'activations secondaires, alimentées en charbons faiblement activés granuleux ou formés. L'importance de ces installations d'appui, dépend du pourcentage de sa production en charbons activés que l'usine entend vendre comme produits évolués.

6.0 suite...

6.1.3 suite...

On doit souligner que peu importe le procédé utilisé, le charbon granuleux produit à partir de la tourbe a une dureté relativement faible lorsque comparée à celle des charbons activés produits à partir de la noix de coco. D'où la nécessité de fabriquer des charbons activés formés, très durs et compétitifs avec les charbons originaux de la noix de coco. A moins de se limiter à la production de charbons activés de seconde qualité, l'usine Conventiennelle ne peut éviter l'implantation de ces installations secondaires.

6.1.4 Variante du procédé Conventiennel Procédé Allemand

Lors d'un colloque sur les minéraux industriels tenu récemment à Québec, le Dr. Bernard Coupal, ingénieur de la société André Marsan & Associés faisait part des grandes lignes d'un projet de fabrication de charbons activés de la firme allemande Erlich (46).

Le procédé proposé ne différait du procédé conventiennel qu'au niveau de l'alimentation. La tourbe serait alors exploitée à un taux élevé d'humidité qui serait réduit à environ 50% dans des presses Bell-Sultzzer fabriquées en Allemagne. Par la suite la tourbe serait formée soit par compression soit par extrusion, pour alimenter après séchage thermique, un four combiné pyrolyse-activation.

6.0 suite...

6.1.4 suite...

Le Dr. Coupal résumait comme suite les principales composante économiques de ce projet-pilote:

- Taux de production.....3,000 tonnes par année
- Investissements.....7,000,000 à 8,000,000\$
- Coût du produit.....900 à 1,000\$/tonne

Au terme de cette conférence, le Dr. Coupal recommandait la construction d'une usine pilote pour prouver la faisabilité technique et économique de ce projet. Ce projet qui devait être réalisé dans la région de Rivière du Loup aurait été abandonné, puis repris par une autre firme allemande qui s'intéresse au développement d'un projet semblable mais de beaucoup plus grande envergure à partir des tourbières du Lac à la Tortue (45).

PROTEC peut difficilement commenter sur le potentiel de ce procédé, compte tenu du peu d'informations disponibles. Il est certain toutefois que le procédé Allemand devra également faire appel à des installations auxiliaires pour fabriquer des charbons activés formés du type utilisé en hydrométallurgie de l'or. Sur le plan technique, le séchage mécanique pourrait se solder par du refoulement (shrinkage) très marqué aux stades du séchage thermique et de la pyrolyse, d'où l'obtention d'un charbon activé plus friable et d'un pourcentage élevé de fines.

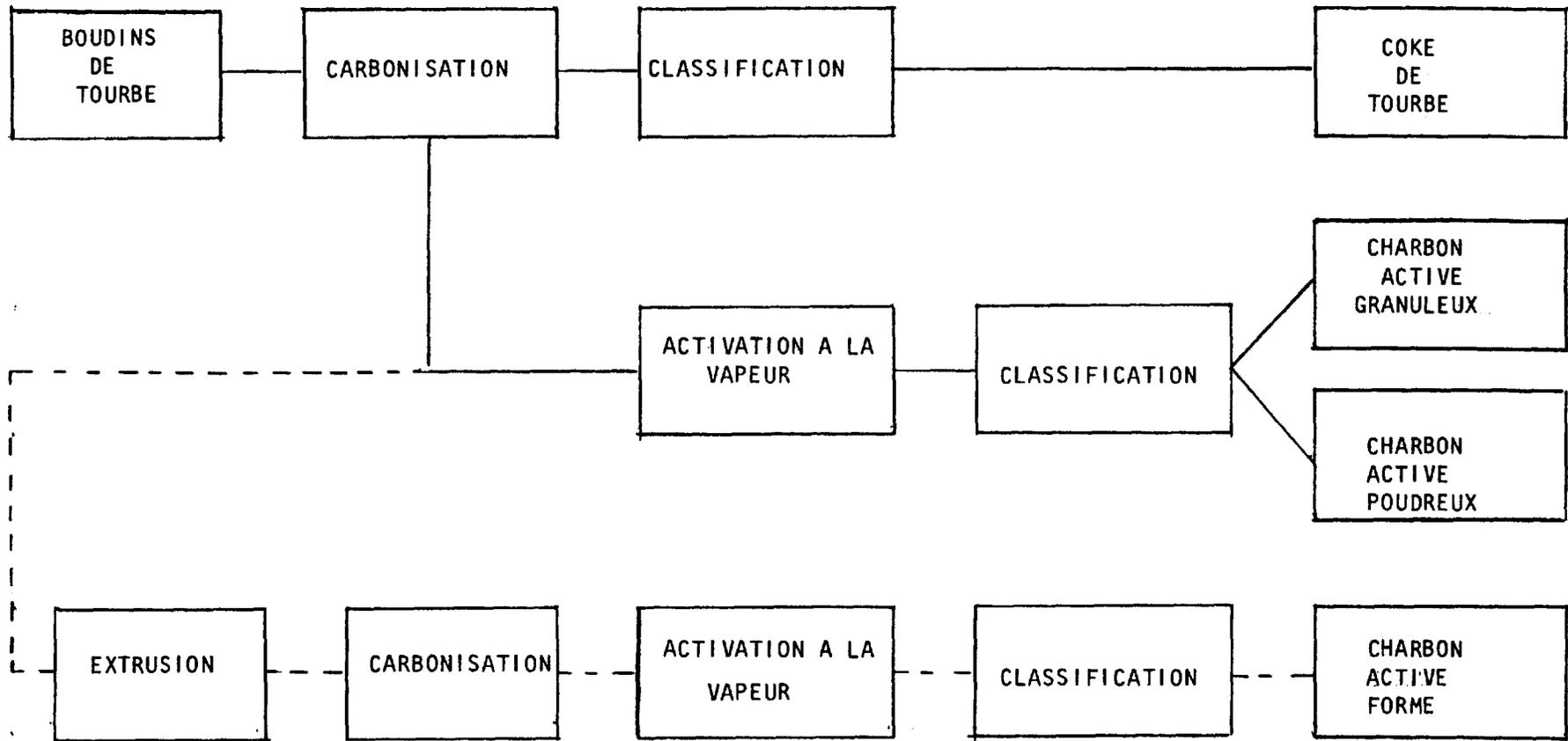
6.0 suite...

6.2 Le Procédé Hybride

Dans le procédé "Hybride" la pyrolyse de la tourbe et l'activation du coke s'opèrent dans des fours séparés, l'opération de ces fours étant complètement indépendante l'une de l'autre. Précisons dès le départ que l'application économique de ce procédé peut difficilement se concevoir en dehors d'une usine intégrée où une partie de la production en coke est utilisée pour la production du charbon activé.

La Planchette 6.2 présente le schéma de principe de l'usine de VAPD lorsque le circuit proposé de fabrication de charbons activés, au taux de 1000 à 1500 tonnes par année, y aura été installé (41).

Contrairement au procédé "Conventionnel", le procédé Hybride est particulièrement bien indiqué pour la production de charbons pratiquement faits sur mesure et fortement activés. Ceci résulte des avantages techniques et économiques inhérents au fait que la pyrolyse et l'activation s'opèrent indépendamment l'une de l'autre dans une usine intégrée de fabrication de cokes de tourbe, dont le charbon activé qui fait partie de la gamme des produits.



SCHEMA DU CIRCUIT HYBRIDE ENVISAGE PAR VAPO

BLANCHETTE 6.2

6.0 suite...

6.2.1 Facteurs Techniques

6.2.1.1 Choix de l'alimentation

Tel que mentionné à l'Article 3.1, les caractéristiques de l'alimentation en tourbe ont une influence marquée sur les caractéristiques et la qualité du charbon activé. De plus les caractéristiques de la tourbe (teneur en cendres, degré d'humification etc.) varient à l'intérieur d'une même tourbière.

Un planning adéquat d'exploitation des tourbières permettra de distinguer certains types de tourbe favorables à la production de charbons activés, d'autres types mieux désignés pour la production de cokes conçus pour l'industrie métallurgique.

6.2.1.2 Choix des paramètres de la pyrolyse

Les conditions d'opération à la pyrolyse ont une influence déterminante sur les caractéristiques des charbons activés qui seront produits par la suite (Art. 5.1), peu importe les conditions utilisées à l'activation.

Le coke produit de la pyrolyse épouse déjà une structure poreuse dont les caractéristiques peuvent être contrôlées selon le type du charbon activé que l'on veut fabriquer. Dans le procédé Hybride, en plus de l'alimentation on peut contrôler de très près les paramètres de la pyrolyse pour fabriquer diverses qualités de coke, conçue chacune pour la fabrication d'un type donné de charbon activé qu'il soit en poudre, granuleux ou formé, peu ou fortement activé. à structure prédominante microporeuse ou mésoporeuse.

6.0 suite...

6.2.1.3 Choix des paramètres de l'activation

Qu'il suffise de rappeler que les conditions d'opération à l'activation ont une importance prédominante sur la qualité du charbon activé et que dans le procédé on peut exercer un contrôle minutieux sur ces conditions sans affecter les conditions de la pyrolyse ni la productivité de l'usine.

En résumé le procédé Hybride permet de fabriquer des charbons activés de qualités dictées par les exigences du marché; dans le procédé "Conventionnel" certaines qualités de charbon activé seront dictées ou affectées par les contraintes du procédé.

6.2.2 Facteurs Economiques

Rappelons que le procédé Hybride n'offre d'avantages économiques évidents que dans le contexte d'une usine intégrée fabriquant des cokes de tourbe dirigés sur divers marchés dont celui du charbon activé. Seul une analyse économique détaillée permettrait d'arrêter le pourcentage maximum de la production en coke qui peut être converti en charbon activé avant qu'il soit plus économique d'opter pour le procédé Conventionnel. D'ailleurs ce pourcentage variera suivant la capacité totale de production en coke de l'usine aussi bien que suivant la gamme des qualités ou caractéristiques des charbons activés à produire selon le planning de mise en marché.

6.0 suite...

6.2.2 suite...

Quant aux avantages économiques, elles se situent tant au niveau des coûts que de la valeur de la production.

6.2.2.1 Coût des investissements

Tous les équipements à ajouter à une usine de coke pour en faire une usine "Hybride" fabriquant du charbon activé, sont requis de toute façon dans une usine conventionnelle. De plus, certains équipements déjà requis pour l'usine de coke et nécessaires à l'usine Hybride n'auront pas à être répétés, ce qui représente une première source d'économies. On pense particulièrement aux équipements de concassage, criblage et de manutention des produits.

Certes le four d'activation requis pour l'usine Hybride sera plus volumineux donc plus coûteux que celui requis par l'usine Conventionnelle. Par ailleurs le pourcentage du coût des installations de pyrolyse imputable au charbon activé dans une usine Hybride sera de loin inférieur au coût des installations combinées pyrolyse-activation d'une usine Conventionnelle.

Finalement l'usine Hybride profitera des économies d'échelle réalisées au niveau des coûts d'investissements pour la préparation des tourbières et les équipements d'exploitation, ainsi que pour les installations de services et les infrastructures.

6.0 suite...

6.2.2.2 Coût d'Opération

Le personnel assigné au contrôle de opérations de pyrolyse pourra également prendre en charge le contrôle des opérations du four d'activation de l'usine Hybride. Les besoins en personnel additionnel se situeront donc principalement au niveau du concassage, broyage, de l'extrusion, de l'ensachage et des autres opérations unitaires sur le charbon activé, personnel d'ailleurs requis pour l'usine Conventiennelle.

Finalement l'usine Hybride profitera d'économies d'échelles au niveau du coût d'exploitation des tourbières et plus particulièrement des coûts ou charges distribuables, tel que les frais généraux et d'administration, dont les frais de mise en marché.

6.2.2.3 Valeur de la Production

Tel que mentionné à l'article 6.2, le procédé Hybride est particulièrement bien conçu pour la fabrication de charbons activés de haute qualité dont les prix de vente peuvent dépasser 4,000\$ par tonne à comparer à 1,000\$ par tonne pour un charbon de qualité standard faiblement activé.

Alors que l'usine Conventiennelle se doit de produire des charbons activés de qualité standard, un fabricant utilisant le procédé Hybride pourrait se limiter à fabriquer des charbons de haute qualité, augmentant par de là la rentabilité de ses opérations.

6.0 suite...

6.2.2.3 suite...

Soulignons que le seul producteur canadien, A.C. Carbone opère de façon fort rentable une usine qui fabrique \pm 400 tonnes de charbon activé par année, en activant de la noix de coco carbonisée importée du Sri Lanka. Le succès de cette société s'explique principalement dans sa stratégie de fabrication et de mise en marché qui vise les applications requérant des charbons fortement activés et de haute qualité.

7.0 EVALUATION DES PROCÉDES DANS LE CADRE D'UN PROJET QUEBÉCOIS

Le Canada ne compte qu'un seul producteur de charbon activé qui ne satisfait d'ailleurs qu'à moins de 10% de la consommation canadienne. Il serait donc raisonnable de s'attendre à ce qu'il y ait place pour un nouveau producteur. Face à ce marché potentiel, on peut envisager entre autres, trois scénarios de fabrication de charbon activé à partir de la tourbe correspondant chacun à un des trois procédés décrits au chapitre précédent.

7.1 Usine Conventionnelle

Tel que mentionné à l'Article 6.1 le procédé de fabrication directe appelle nécessairement la mise en marché de charbons de qualité standard et faiblement activés. Il commande de ce fait un taux de production relativement élevé. NORIT reconfirmait très récemment (38) son opinion émise en 1984 à l'effet que l'opération économique d'une usine de fabrication directe de charbon activé à partir de la tourbe nécessiterait la mise en marché de 10,000 tonnes de charbon activé par année au minimum.

Le fait que la société CECA, qui opère des usines de fabrication de charbon activé dans plusieurs pays d'Europe, ait dû fermer son usine d'Irlande (Irish CECA) et vendre ses équipements doit être considéré comme un indice sérieux qu'un taux de production de 1500 tonnes par année ne peut rentabiliser l'application du procédé de fabrication directe.

7.0 suite...

7.1 suite...

C'est pourquoi PROTEC considère que l'application de ce scénario au Québec, nécessitera la participation importante d'une société possédant déjà un vaste réseau de mise en marché des produits, aussi bien au Canada qu'en Amérique du Nord en général. De toute évidence la société NORIT, possédant à la fois cette technologie et ce réseau de distribution serait un candidat idéal.

Toutefois NORIT, qui vient d'acheter la société DARCO, un des plus importants producteurs de charbon activé aux U.S.A., a clairement précisé qu'elle n'était pas intéressée "pour l'instant" à s'engager dans un projet québécois ou canadien de fabrication de charbon activé à partir de la tourbe.

Certes le développement du marché pourrait amener NORIT à réévaluer la situation d'ici cinq ans. PROTEC considère cependant que la disponibilité d'importantes réserves de tourbe bien humifiée (± 6), d'une faible teneur en cendres ($\pm 1\%$) et de qualité homogène seront des éléments déterminants sur la décision de NORIT de s'intéresser ou non à la réalisation d'un tel projet au Québec.

Compte tenu de ces facteurs, l'usine conventionnelle n'est pas indiquée à ce stade pour la fabrication au Québec du charbon activé à partir de la tourbe.

7.0 suite...

7.1 suite...

PROTEC ne peut donc recommander la poursuite de travaux en ce sens, d'autant plus que le procédé conventionnel est opérationnel et connu depuis déjà plusieurs années.

7.2 Usine Conventionnelle - Variante Allemande

Bien qu'il n'y ait aucun facteur pouvant porter à conclure que la variante Allemande soit plus économique que le procédé Conventionnel de base ou encore qu'elle ne soit pas soumise aux mêmes contraintes que le procédé Conventionnel, PROTEC se doit néanmoins de retenir comme sérieux et fort prometteur l'énoncé du Dr. Coupal quant aux possibilités que ce procédé puisse être appliqué économiquement au taux de 3,000 tonnes par année. Même si ce taux représente près de 50% de la consommation canadienne il peut être considéré comme un objectif réaliste et réalisable dans les trois ou quatre ans suivant la mise en exploitation d'une telle usine.

De toute évidence, le procédé hybride est celui le plus susceptible de pouvoir rendre technico-économiquement faisable l'implantation au Québec d'installations de fabrication de charbons activés dont la capacité initiale de production pourrait être aussi basse que 1,000 tonnes par année. Une telle approche pourrait rendre rentable la production au Québec de coke de tourbe et de charbons activés, alors qu'il est probable que ces deux produits ne pourraient être fabriqués économiquement dans des usines séparées.

7.0 suite...

7.2 suite...

C'est pourquoi PROTEC recommande que l'Institut fasse le point sur le procédé hybride de fabrication de charbons activés dans le cadre de la réalisation de son mandat prioritaire le tout selon l'approche proposée au chapitre suivant.

8.0 LE CHARBON ACTIVE DANS LE MANDAT PRIORITAIRE DE L'INSTITUT

Ce chapitre décrit plus amplement le programme des travaux, spécifiques à l'évaluation du projet de fabrication de charbons activés, qui devraient être réalisés dans le cadre du "Développement des Données" tel que prévu dans le mandat prioritaire de l'Institut (c.f.: Première Partie, Section II, Chapitre 3.0).

8.1 Transfert Technologique

VAPQ et VTT ont déjà réalisé d'importants programmes de travaux de recherches de développement et de mise au point sur la fabrication du charbon activé par le procédé Hybride, et ce tant au niveau du laboratoire que de l'usine pilote. De plus, VAPQ serait présentement en mesure d'ajouter à son usine des installations d'activation d'une capacité de 1500 tonnes par année si le marché intérieur de la Finlande le permettait (48).

C'est dans ce contexte que PROTEC a obtenu l'information requise pour le montage d'équipements identiques à ceux utilisés dans les laboratoires de VTT lors du développement des données sur l'activation du coke de tourbe aussi bien que sur la cokéfaction de la tourbe. PROTEC recommande que ces montages soient réalisés dans les installations de l'Institut.

8.0 suite...

8.1 suite...

Il va sans dire qu'il est tout aussi important que l'Institut recueille, dans le cadre de l'Entente sur le transfert technologique, le maximum d'informations concernant la nature et les résultats des travaux déjà réalisés en Finlande sur l'activation du coke de tourbe, aussi bien que sur les composantes technico-économiques du projet de VAPO.

Cette approche évitera à l'Institut d'avoir à répéter plusieurs essais de nature exploratoire et permettra de rehausser considérablement la portée des résultats des essais réalisés par l'Institut, puisque ces résultats pourront alors être correlés aux résultats des essais les plus significatifs déjà réalisés en laboratoires et en usine pilote par VAPO et VTT.

8.2 Développement des Données

Au fur et à mesure de l'avancement des travaux de caractérisation des tourbières, l'Institut réalisera des essais standard en laboratoire, selon le procédé hybride, sur des échantillons d'alimentation provenant des tourbières jugées les plus prometteuses, ainsi que sur des échantillons obtenus VAPO et DEILMANN. Ces essais porteront sur la fabrication de charbons poudreux, granuleux et formés activés à divers degré.

8.0 suite...

8.2 suite...

Pour les essais jugés les plus significatifs on établira les bilans de masse et énergétique en plus de caractériser de façon exhaustive les charbons activés obtenus, incluant l'établissement de la constante "K" et les caractéristiques d'élution pour les applications dans l'hydrométallurgie des minerais d'or. On tiendra compte de ces résultats pour la préparation et l'analyse de la grille prévue pour la sélection de la tourbière à retenir pour l'établissement de l'avant-projet.

8.3 Développement du Procédé

Selon l'information obtenue à date, il semble que les travaux réalisés à l'échelle pilote par VAPD et VTT aient porté prioritairement sur l'activation dans une fournaise verticale à lit fluidisé. Or PROTEC considère que cet équipement pourrait ne pas être le mieux indiqué pour la production de charbons activés de qualités spéciales, particulièrement les charbons activés formés utilisés pour l'hydrométallurgie de l'or. Cette opinion découle du fait que le four de fluidization nécessite des conditions bien spécifiques du taux et de la vitesse de circulation des gaz. Il s'en suit que les caractéristiques des charbons activés produits par ce procédé seront dictées ou limitées dans une certaine mesure par les contraintes de cet équipement.

8.0 suite...

8.3 suite...

Bien que le four vertical à plateaux du type Nickols Herreschhoff serait adéquat, PROTEC est d'avis que le four horizontal rotatif pourrait s'avérer plus versatile surtout dans le cas d'un taux de production relativement bas.

Ce procédé n'ayant pas été vérifié sur l'activation du coke de tourbe, PROTEC recommande que l'Institut se procure auprès de VAPD un échantillon de dix à quinze tonnes de coke préparé spécifiquement pour la fabrication de charbons activés. Cet échantillon serait expédié au Centre de Recherches Minérales (CRM) pour y être concassé et classifié de façon à préparer des échantillons de coke granuleux de diverses granulométries. Les fractions fines obtenues de la classification seraient retournées à l'Institut pour la fabrication d'un échantillon de pastilles ou pellettes de coke dans ses installations d'extrusion.

L'ensemble de ces échantillons de coke granuleux et formé serait expédié à l'usine de A.C. Carbone, à St-Jean-sur-le-Richelieu pour la réalisation de divers essais d'activation en continu dans le four horizontal de cette usine. On doit souligner que cette société s'est déjà montrée intéressée à tester l'activation du coke de tourbe et qu'elle est probablement l'une des mieux qualifiées pour réaliser de tels essais (40).

8.0 suite...

8.3 suite...

Des échantillons de charbons activés produits au cours de ces essais seront soumis à divers clients couvrant la gamme des principales utilisations commerciales incluant l'adsorption de l'or. Vu l'importance de cette dernière application qui pourrait être déterminante sur la faisabilité des installations d'activation, des échantillons de charbons activés formés seront également soumis au CRM pour y être caractérisés par divers essais d'adsorption et d'éluion, en laboratoire et à l'usine pilote.

8.4 Essais de Démonstration

L'analyse des résultats de ces travaux de développement aussi bien que l'intérêt manifesté par les clients potentiels à utiliser des charbons activés produits à partir de la tourbe dicteront dans une large mesure le bien fondé de poursuivre ou non le projet de fabrication de charbons activés par le procédé hybride, dans le cadre du projet d'ensemble de production de coke de tourbe.

Le cas échéant, l'Institut sélectionnera à même son essai de "Récolte Pilote" un échantillon de boudins de tourbe d'environ trente tonnes (base sèche) qui sera expédié à VAFO pour y être pyrolysé selon les conditions préalablement définies pour l'obtention d'un coke de tourbe destiné à l'activation.

B.0 suite...

B.4 suite...

Cet échantillon de coke sera alors retourné à l'Institut pour la réalisation d'essais de démonstration, soit dans l'usine de A.C. Carbone soit dans une unité pilote construite par l'Institut suivant les possibilités d'obtenir ou non de A.C. Carbone toutes les données nécessaires à la conception d'une usine commerciale. Dans l'éventualité où il serait nécessaire de construire une unité pilote, celle-ci devrait être opérationnelle au moins six mois avant la date prévue pour les essais de démonstration de façon à s'assurer que cette unité soit bien rodée avant d'engager ces essais.

9.0 NORIT & LE COKE DE TOURBE ACTIVE

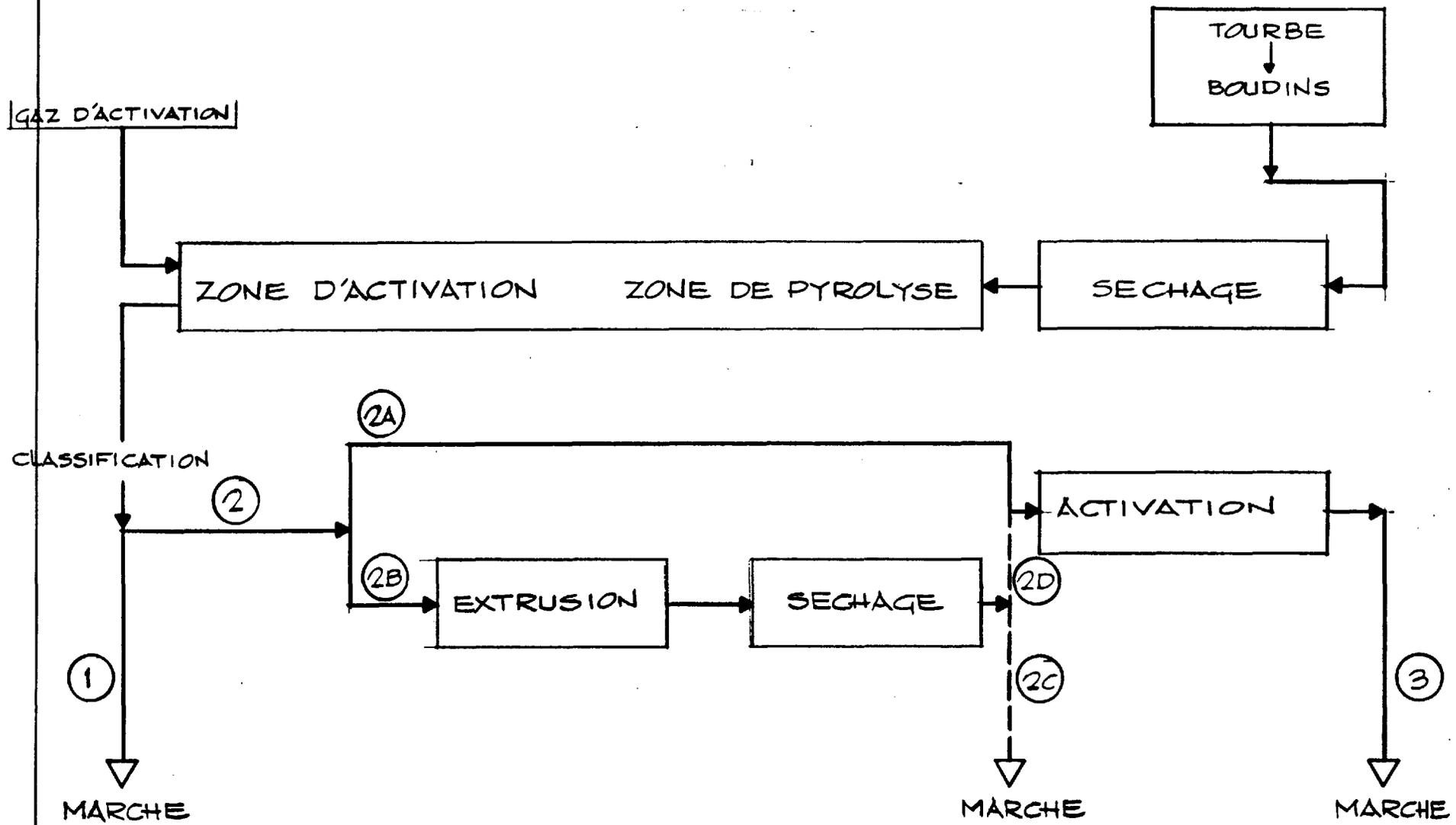
NORIT est le plus important fabricant de charbons activés à partir de la tourbe, avec une capacité annuelle de production d'au moins 30,000 tonnes de charbon activé. PROTEC a rencontré le Vice-Président Finances, ainsi que les responsables de la recherche et du développement, et de la mise en marché de la société NORIT, mais n'a pu visiter les installations. Il fut quant même possible de dégager, des divers échanges qui ont eu lieu lors de cette rencontre, certaines informations concernant les principales opérations unitaires des installations de NORIT, distribuées dans les Pays-Bas, mais dont la principale est située à Klazienaveen.

La Planchette 9.1 présente les principales composantes du procédé de l'usine de Klazienaveen tel que "perçues" par PROTEC lors de cette rencontre.

9.1 L'Alimentation

Bien que NORIT possède ses propres tourbières, une partie importante de l'alimentation en tourbe (> 50%) provient de la RFA dont les frontières sont situées à quelques kilomètres de Klazienaveen.

La tourbe serait bien humifiée (+6) et aurait une très basse teneur en cendres (+1.0%).



CHARBON ACTIVE
PROCEDE CONVENTIONNEL

PLANCHETTE 9./

9.2 Le séchage

Depuis 1980, les Pays-Bas ont connu des étés où les conditions climatiques étaient très peu favorables au séchage et à la récolte et certaines années il fut nécessaire de réduire le taux de production de l'usine dû à l'insuffisance d'alimentation suffisamment sèche.

C'est pourquoi NORIT s'est vue obligée d'ajouter un séchoir à ses installations de base, ce qui lui permet de maintenir son taux de production sans avoir à supporter des inventaires exorbitants en tourbe (+24 mois).

9.3 Installations Conventiionnelles

La carbonisation et l'activation s'opèrent dans un même four rotatif où les gaz circulent à contre-courant. L'activation se réalise dans la dernière section du four par addition d'un mélange de vapeur d'eau et de CO₂ (gaz de combustion). On notera que ce procédé réunit en principe l'ensemble des conditions favorables à l'obtention d'un charbon activé de qualité supérieure (Art. 4.1).

9.4 Granulation

Les conditions de la carbonisation et de l'activation sont variées suivant les caractéristiques recherchées pour le charbon activé. Ce charbon est alors concassé, classifié, ensaché et dirigé sur les marchés de charbons activés de qualité standard poudreux et granuleux.

9.0 suite...

9.0 suite...

9.5 Installations Auxiliaires

Par ailleurs les charbons formés prennent une importance de plus en plus grande. Ces charbons activés sont produits en broyant le charbon obtenu du système carbonisation-activation et en le mélangeant avec des agents liants (et agents chimiques dans certains cas). Le mélange est ensuite extrudé pour former un "spaghetti" du diamètre voulu et coupé à la longueur désirée.

Ce charbon est alors recuit dans un four vertical et plateaux du type Herreschoff pour le libérer des agents additionnés et lui donner la dureté recherchée. Dans certains cas on complète l'activation dans ce four pour obtenir le degré recherché d'activité qui peut alors être très élevé (+60% C C12). Certains charbons granuleux de haute qualité sont également activés plus fortement dans cette fournaise.

9.6 Surplus Energétiques

Dans le but d'améliorer le rendement économique de ses opérations, NORIT a choisi récemment d'utiliser les surplus énergétiques de son procédé, par la construction d'une centrale thermo-électrique qui suffit à ses propres besoins en plus de fournir une partie de la région. L'énergie thermique dégagée de la centrale est utilisées pour chauffer des serres.

REFERENCES

1. A short review of the use of fuel peat in the world: Suoniment A. (I.P.S. Symposium 1975)
2. Wood and Peat as Energy Sources in Developing Countries (World Bank - B3-03-11)
3. Peat Resources of Canada (C. Tarnocai, MRCC - 24140)
4. A. Bélanger, Premier Peat (Colloque sur les minéraux industriels) C.R.M., Québec, Octobre 1985.
5. Experimental Artificial Dewatering Line for Peat (VTT - Information Bulletin)
6. Ekman E.V.T.T. (Communication personnelle - Août 1985)
7. PLAN, Juin 1985
8. Programme pour l'établissement d'une industrie du coke de tourbe au Québec (Lavalin-SOBLAC 1979)
9. Peat Policies and Activities in Canada. (J. Phillip Nicholson Policy and Management Consultants, 1984, MRCC-24354).
10. R. Raby, SOQUEM, (Communication personnelle, Juin 1985)
11. Jean-Yves Daigle, Centre Universitaire de Shippigan (Communication Personnelle, Juin 1985).
12. Le Saint-Laurent - L'Echo, Juillet 1985
13. M. Bélanger, Premier Peat (Communication Personnelle, Juin 1985)
14. D. Miller, Tourbières Norbec (Communication Personnelle, Juin, Octobre, Novembre 1985)
15. B. Coupal, André Marsan & Associés (Communication Personnelle, Juin 1985)
16. How to make dry peat for peat coke production and how to make the right peat coke type for some different industrial purposes? W. Naucke (I.P.S. Symposium 1978)
17. La Tourbe, Techniques Modernes d'Exploitation et Utilisations à travers Le Monde. Hervé Caron, CRIQ 1980
18. Factors Affecting the Porosity of Peat Coke (Ekman E, Kumonen P, VTT 1972)

REFERENCES suite...

19. Sipila K, VTT (Communications Personnelle, Novembre 1985)
20. Peat Coking and Fluidized Bed Combustion of Peat, T. Laukkanen, J. Hanni, Outokumpu OY - 1979
21. The Technical Research Centre and the Peat Industry in Finland (M.R.C.C. - 23014)
22. Peat as a raw material for metallurgical coke and activated carbon. (Ekman E., VTT-1975)
23. Statistique Canada - 65203
24. CHE Marketing Research Report - Activated Carbon 1982
25. Industrial Technology of Peat, C.H. Fuchsman Academic Library, N.Y. 1980
26. Research In Finland on the Manufacture of Active Carbon from Peat (Ekman E, VTT 1978)
27. Peat coke, the Production, Quality and Use of VAPCO - Coke, (Ranta P-VTT, I.P.S. 1978)
28. The production of peat "Berthinate" and its use for water purification (Thun R, Asplund D, Ekman E, VTT - 1983)
29. Industrial Uses of Peat of Northeastern New Brunswick - André Marsan & Associés, Fenco Consultants 1980
30. Carbon Products from Peat (MONENCO-MRCC24492)
31. R. Morissette, Cie Norton (Colloque sur les minéraux industriels, C.R.M., Quebec, Octobre 1985)
32. Carbonization and activation of Peat In an Indirectly Heated Rotary Kiln: A Pilot Study (Campion J.P., Charnet E, Beerli M)
33. Trudel Jean Guy (Colloque sur les minéraux industriels, C.R.M. Quebec, Octobre 1985)
34. Coke Produced Without Coal Mines - OUTOKUMPU OY - 1984
35. Description of a LURGI "Spulgaz" Carbonization Plant, Lurgi 1966
36. Rudolph P. Schnalfeld P, Sauter D. "New Technologies in the Use of Peat (Lurgi)

REFERENCES suite...

37. Designing of Peat Enterprises, Zhuravlliov D.V. (I.P.S. Symposium 1978)
38. Rencontre avec NORIT à Amersfort
39. Charbon de bois et briquettes de charbons de bois, l'Industrie du Bois, Profil Sectoriel (MEER-1983)
40. Benoit Bernard, Fer & Titane (Communication Novembre 1985)
41. Visite des installations de Les Briquettes Dégelis, Octobre 1985
42. J. Fetherly - ALCAN (Communication téléphonique)
- 43.. Echanges de messages par TELEX, avec Irish CECA, Octobre 1985
44. Hydrométallurgie des minerais d'or, MINEXPERT, J.C. Caron 1983.
45. M. Vallée, SOQUEM, (Communication, Octobre 1985)
46. B. Coupal, André Marsan & Associés (Colloque sur les minéraux industriels, C.R.M. Québec, Octobre 1985)

NOTES SUR LES PRISES D'ECHANTILLON

La coupe D D' s'étend sur une longueur de 4 200 pieds et comprend 22 échantillons distants de 200 pieds chacun.

Cette coupe a été prise en grande partie dans une zone de lacs (échantillon 6 à 17).

La coupe E E's'étend sur une longueur de 2 400 pieds et comprend 7 échantillons distants de 400 pieds chacun. Cette coupe a été prise dans une zone boisée.

Chaque échantillon d'une longueur de 50 cm est subdivisé en A-B-C-D suivant la profondeur désirée.

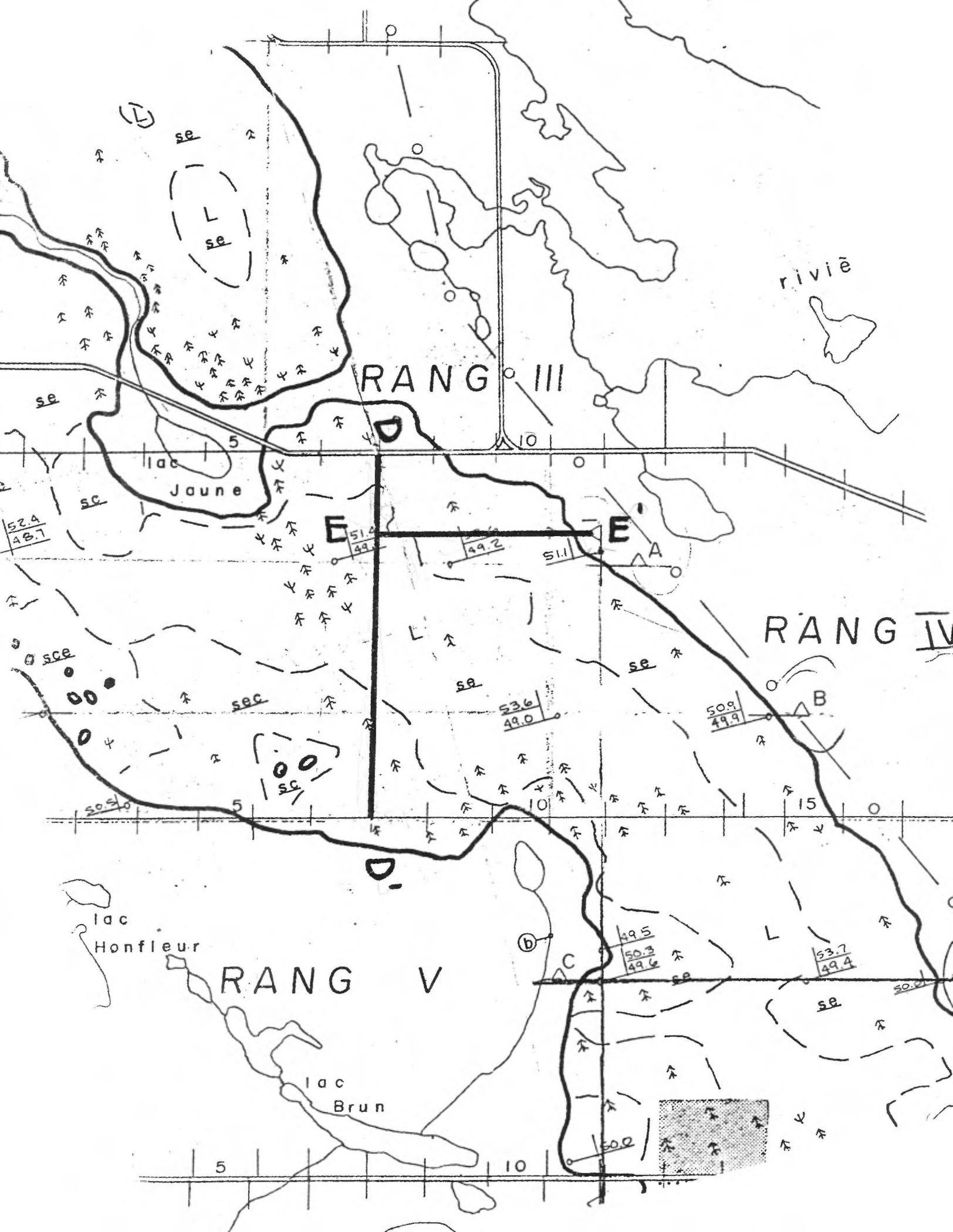
Von-post modifié

H-1	Von-post	1-2
H-2	"	" 3-4-5
H-3	"	" 6-7-8-9
H-4	"	" 10

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

Date: 26 MARS 1986

No G.M.: 42666



DESCRIPTION ET IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS (D D')

N° échantillon	Profondeur de la sonde	Longueur de l'échantillon	Von-post modifié
1A	50cm	30 cm	H ₁
		20	H ₂
1B	100	35	H ₂
		15	H ₃
1C	150	50	H ₃
1D	200	50	H ₃
1E	250	50	H ₃
1F	275	30	H ₃
		20	H ₃ H ₄
			argile ³ et ⁴ sable
2A	50	25	H ₁
		25	H ₂
2B	100	15	H ₂
		35	H ₃
2C	150	50	H ₃
2D	200	50	H ₃
2E	250	50	H ₃
2F	305	25	H ₃
		25	H ₃ H ₄
			argile ³ et ⁴ sable
3A	50	20	H ₁
		30	H ₂
3B	100	10	H ₂
3C	150	40	H ₃
3D	200	50	H ₃
3E	250	50	H ₃
3F	315	25	H ₃
		25	H ₃ H ₄
			argile ³ et ⁴ sable
4A	50	30	H ₁
		20	H ₂
4B	100	5	H ₂
		45	H ₃
4C	150	50	H ₃
4D	200	50	H ₃
4E	250	50	H ₃
4F	300	50	H ₃
4G	335	10	H ₃
		40	H ₃ H ₄
			argile ³ et ⁴ sable
5A	50	30	H ₁
		20	H ₂
5B	100	20	H ₂
		30	H ₃
5C	150	50	H ₃
5D	200	50	H ₃
5E	250	50	H ₃
5F	300	50	H ₃

N° échantillon	Profondeur de la sonde	Longueur de l'échantillon	Von-post modifié
5G	340	15 35	H ₃ H ₄ argile ³ et ⁴ sable
6A 6B 6C 6D 6E 6F	50 100 150 200 250 300	50 35 15 45 5 50 50 15 35	H ₁ H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ argile ³ et ⁴ sable
7A 7B 7C 7D 7E 7F 7G	50 100 150 200 250 300 320	50 25 25 50 50 50 50 15 35	H ₁ H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ H ₃ H ₄ argile ³ et ⁴ sable
8A 8B 8C 8D 8E 8F 8G	50 100 150 200 250 300 365	30 20 20 30 50 50 50 50 25 25	H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ argile ³ et ⁴ sable
9A 9B 9C 9D 9E 9F 9G 9H	50 100 150 200 250 300 350 370	25 25 10 40 50 50 50 50 50 20 30	H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ argile ³ et ⁴ sable

N° échantillon	Profondeur de la sonde	Longueur de l'échantillon	Von-post modifié
10A	50		
10B	100		
10C	150		
10D	200		
10E	250		
10F	300		
	345		
11A	50	50	H ₁
11B	100	50	H ₂
11C	150	50	H ₂
11D	200	50	H ₃
11E	250	30	H ₃
		20	H ₃ H ₄ argile et sable
B12A	50	20	H ₁
		30	H ₂
B12B	100	20	H ₂
		30	H ₂
B12C	150	50	H ₃
B12D			H ₃
B12E			
B12F			
B12G			
A12A	50	50	H ₁
A12B	100	50	H ₂
A12C	150	50	H ₂
A12D			
A12E			
A12F			
A12G			
13A	50	25	H ₁
		25	H ₂
13B	100	10	H ₂
		40	H ₂
13C	150	50	H ₃
13D	200	50	H ₃
13E	250	50	H ₃
13F	300	50	H ₃
			H ₃ argile et sable
14A	50	20	H ₁
		30	H ₂
14B	100	10	H ₃
		40	H ₃
14C	150	50	H ₃

N° échantillon	Profondeur de la sonde	Longueur de l'échantillon	Von-post modifié
14D	200	50	H ₃
14E	250	50	H ₃
14F	300	50	H ₃
			argile et sable
15A	50	35	H ₁
		15	H ₂
15B	100	10	H ₂
		40	H ₂
15C	150	50	H ₃
15D	200	50	H ₃
15E	250	50	H ₃
15F	320	50	H ₃
			argile et sable
16A	50	20	H ₁
		30	H ₂
16B	100	20	H ₂
		30	H ₂
16C	150	50	H ₃
16D	200	50	H ₃
16E	250	50	H ₃
16F	315	50	H ₃
			argile H ₄
17A	50	20	H ₁
		30	H ₂
17B	100	10	H ₂
		40	H ₂
17C	150	50	H ₃
17D, E, F	330		H ₃
18A	50	20	H ₁
		30	H ₂
18B	100	10	H ₂
		40	H ₂
18C	150	50	H ₃
18D	200	50	H ₃
18E	250	50	H ₃
18F	350	40	H ₃
		10	H ₃
			sable H ₄
19A	50	25	H ₁
		25	H ₂
19B	100	30	H ₂
		20	H ₂
19C	150	50	H ₃
19D	200	50	H ₃

N° échantillon	Profondeur de la sonde	Longueur de l'échantillon	Von-post modifié
19E 19F 19G	250 300 350	50 50 50	H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ sable
20A 20B 20C 20D 20E 20F 20G	50 100 150 200 250 300 350	25 25 30 20 50 50 50 50	H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ sable
21A 21B 21C 21D 21E 21F 21G	50 100 150 200 250 300 350	25 25 30 20 50 50 50 50	H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ sable
22A 22B 22C 22D 22E 22F 22G	50 100 150 200 250 300 350	20 30 30 20 50 50 50 50	H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ sable

DESCRIPTION ET IDENTIFICATION DES ECHANTILLONS (E E')

N° échantillon	Profondeur de la sonde	Longueur de l'échantillon	Von-post modifié
1A	50	20 30	H ₁ H ₂
1B	100	20 30	H ₂ H ₃
1C	150	50	H ₃
1D	200	50	H ₃
1E	250	50	H ₃
1F	300	50	H ₃
1G	350	40 10	H ₃ H ₄ argile
2A	50	20 30	H ₁ H ₂
2B	100	20 30	H ₂ H ₃
2C	150	50	H ₃
2D	200	50	H ₃
2E	250	50	H ₃
2F	300	50	H ₃
2G	370 400	50 20 30	H ₃ H ₄ H ₃ H ₄ argile
3A	50	15 35	H ₁ H ₂
3B	100	50	H ₃
3C	150	50	H ₃
3D	200	50	H ₃
3E	250	50	H ₃
3F	230	25 25	H ₃ H ₄ argile
4A	50	20 30	H ₁ H ₂
4B	100	20 30	H ₂ H ₃
4C	150	50	H ₃
4D	200	50	H ₃
4E	250	50	H ₃
4F	300	50	H ₃
4G	340	30 20	H ₃ H ₄ argile
5A	50	25 25	H ₁ H ₂ ²
5B	100	35 15	H ₂ H ₃
5C	150	50	H ₃
5D	200	50	H ₃

N° échantillon	Profondeur de la sonde	Longueur de l'échantillon	Von-post modifié
5E 5F	250 320	50 30 20	H ₃ H ₃ H ₄ argile
6A 6B 6C 6D 6E 6F	50 100 150 200 250 275	30 20 45 5 50 50 50 40 10	H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ argile
7A 7B 7C 7D 7E	50 100 150 200 225	25 25 25 25 50 50 35 15	H ₁ H ₂ H ₂ H ₃ H ₃ H ₃ H ₃ H ₄ argile