

# GM 62006

ETUDE TECHNIQUE ET COMPARATIVES DE L'ARGILE MARINE DE MANICOUAGAN ET DE SON EAU INTERSTITIELLE PAR RAPPORT AUX COMPOSANTS CHIMIQUES, PHYSIQUES ET GRANULOMETRIQUE DE D'AUTRES ARGILES COMME LA KAOLINITE ET LA MONTMORILLONITE

Documents complémentaires

*Additional Files*



Licence

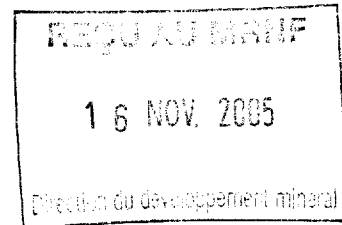


*Licence*

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

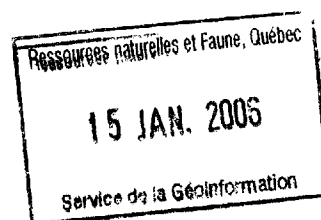
Québec 



6.5 Étude technique et comparatives de l'argile marine de Manicouagan et de son eau interstitielle par rapport aux composants chimiques, physiques et granulométrique de d'autres argiles comme la kaolinite et la montmorillonite.

Biodiversité, Chérif Aidara, PHD, Rapports déposés le 19-05-2004 et le 5-11-2004

GM 6 2 0 0 6



05 2 0 0 6

# **QUEBEC BIODIVERSITE**

---

**ÉTUDES TECHNIQUES ET COMPARATIVES DE L'ARGILE  
MARINE DE MANICOUAGAN ET DE SON EAU INTERSTITIELLE  
PAR RAPPORT AUX COMPOSANTS CHIMIQUES, PHYSIQUES  
ET GRANULOMÉTRIQUE DE D'AUTRES ARGILES COMME LA  
KAOLINITE ET LA MONTMORILLONITE**

**Projet de caractérisation pour la valorisation de l'argile  
marine**

---

Présenté à  
Monsieur Philippe Jolin  
Desjardins Marketing Stratégies Inc  
et à Madame Denise Saulnier  
Argile eau mer inc.

**CONFIDENTIEL**

**SIEGE SOCIAL**

2220, rue Chapdelaine (QUEBEC)

**Argile Eau Mer inc**  
**Argile marine de Manicouagan, Québec**  
**- Fiche signalétique -**

---

L'argile proposée par Argile Eau Mer provient de Baie Saint-Ludger, sur la Côte-Nord, au Québec. À cette hauteur la faune et la flore de surface sont de nature subarctique. On y trouve déjà plusieurs plantes médicinales. Le gisement est en bord de mer à l'embouchure des rivières Outardes et Manicouagan. Située sous la tourbière, la couche argileuse atteint plusieurs mètres. Elle contient une proportion importante de matières organiques. C'est une argile verte, qui est composée essentiellement d'**illite** et de **quartz**.

Principales propriétés associées à l'argile : - **antiseptiques et antitoxiques**  
- **purifiantes**  
- **régénérantes**  
- **exfoliantes**  
- **revitalisantes**

1. Composition chimique de l'argile

Composés	Analyse %
SiO <sub>2</sub>	59,8
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,25
MgO	3,34
CaO	3,92
Na <sub>2</sub> O	3,8
K <sub>2</sub> O	2,81
TiO <sub>2</sub>	0,66
MnO	0,09
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,21
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02
PAF	1,78
Ctotal	0,22
Autres	0,9

La couleur verte est due à la présence de l'oxyde de fer. Les nombreux autres minéraux qui complètent la composition sont des oligo-éléments. Le milieu marin qui contient de très nombreux produits imbibe la couche argileuse apportant tout son contenu minéral dissous.

## 2. Composition minéralogique de l'argile

Minéraux	Quartz	Albite	Illite (biotite)	Actinolite	Chlorite	Apatite
Proportions	21,36	29,0	31,16	15,06	1,5	0,5
SiO <sub>2</sub>	100,0	68,0	34,0	51,0	30,0	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		20,0	30,0	5,0	20,0	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			18,0	3,0	16,0	
MgO			2,0	15,0	22,0	58,0
CaO				24,0	1,0	
Na <sub>2</sub> O			1,0			
K <sub>2</sub> O			9,0			
TiO <sub>2</sub>			2,0			
PAF			4,0	2,0	11,0	

À l'état natif, l'argile de Baie Saint-Ludger se présente comme une substance semi-liquide épaisse.

## 3. Propriétés physico-chimiques de l'argile

<b>Teneur en eau</b>	30%
<b>Limite de liquidité</b>	23%
<b>Limite de plasticité</b>	18%
<b>Indice de plasticité</b>	6%
<b>Granulométrie 5µm</b>	50%
<b>Ph eau</b>	8,8%

## 4. Analyse micro biologique de l'argile

<b>Germes aérobies</b>	128.10X3 org.G
<b>Levures</b>	(10 UFC
<b>Moisissures</b>	(10 UFC
<b>Pathogènes</b>	absence

Il s'agit de la flore normale dans les boues argileuses. L'argile de Baie Saint-Ludger ne contient aucun polluant détectable. Elle a été testée pour plusieurs dizaines de polluants agricoles et industriels (hydrocarbures, organohalogénés, pesticides,...).

**Eau interstitielle.** D'autre part, l'argile contient un pourcentage élevé en eau interstitielle. Les fines particules d'argile, plus ou moins chargées électro-magnétiquement, forment des structures qui retiennent des molécules d'eau dans leur réseau, un peu comme des éponges. Les eaux interstitielles de l'argile marine sensible, sont très anciennes. Elles se sont ainsi enrichies en sels minéraux (notamment en **silice**) et elles tendent à atteindre un état d'équilibre ionique.

### 5. Composition de l'eau interstitielle de l'argile

AL	60,2	Ppm	37,3	ppm
Ba	487	Ppb	279	ppb
Ca	9,9	Ppm	5,8	ppm
Cd	< 2	Ppb	< 2	ppb
Cr	149	Ppb	96	ppb
Cu	492	Ppb	321	ppb
Fe	56,7	Ppm	36,6	ppm
K	24,6	Ppm	16,8	ppm
Mg	27,7	Ppm	17,3	ppm
Mn	738	Ppb	455	ppb
Na	34,5	Ppm	57,0	ppm
Ni	112	Ppb	70	ppb
P	1,7	Ppm	1,0	ppm
Pb	117	Ppb	57	ppb
Zn	160	Ppb	101	ppb

À l'état naturel, les eaux interstitielles finement mêlées aux sédiments, sont responsables des échanges géochimiques et elles permettent le développement d'une intense activité micro-biologique. Ce sont les sels minéraux qui établiront les échanges entre les sédiments, l'eau et certains organismes. Les ions  $K^+$  et  $Ca^{++}$  seront fixés par les argiles et le  $Mg^{++}$  sera libéré dans les eaux interstitielles. Celles-ci figureront parmi les composants essentiels des complexes colloïdaux minéraux (siliciques, humiques, et ferro-siliques) ou organo-métalliques (humosilicique, etc.).

La qualité de ces eaux d'origine fait en sorte qu'elles gagnent à être conservées le plus possible dans le produit fini, plutôt que d'être évaporées pour que la poudre d'argile en résultant soit par la suite réhydratée en vue d'un usage. Il va de soit cependant que l'argile en poudre desséchée demeure une forme appréciée du produit et que l'argile de Baie Saint-Ludger peut ainsi être délivrée.



## **I - Introduction :**

L'argile est une roche sédimentaire terreuse à grain fin contenant au moins 50% de silicate d'alumine, auxquels s'ajoutent d'autres minéraux (quartz, feldspath, calcite, oxydes de fer). Ces espèces minérales essentiellement formées de la silice, de l'aluminium, du magnésium, du calcium, du fer, du phosphore, du sodium, du potassium, du cuivre, du zinc, du sélénium, du cobalt et du manganèse résultent de la décomposition de roches riches en feldspath.

Cette roche a la propriété particulière d'absorber l'eau et de former une pâte imperméable (terre glaise). Ses colorations variées sont le résultat de phénomènes d'oxydation induits par les oxydes de fer. Les teintes les plus couramment observées sont les teintes blanche, verte, ocre, jaune et rouge. Toutefois, l'argile peut être de couleur rose ou bleue suivant le degré d'oxydation.

Outre le critère de couleur, plusieurs variétés d'argile basées sur leur composition géochimique ont été répertoriées. Il s'agit de manière non exhaustive de l'argile grasse ou maigre, de la bentonite, de l'argile à blocs, de l'argilite, des argilolites et de l'argile de décalcification<sup>1</sup>. Leur caractéristique distincte leur confère des gammes d'applications très diversifiées allant de la poterie (art) aux applications dermatologiques.

Traditionnellement exploitée et utilisée comme produit à part entière, l'argile est de plus en plus intégrée comme ingrédient dans des préparations diverses. Cette nouvelle stratégie élargit davantage son utilisation dans des domaines tels l'emplâtrage des chevaux de course (en médecine vétérinaire), les enveloppements cutanés dans les spas et centres de santé (thalassothérapie, massothérapie, balnéothérapie, fangothérapie...), la lutte contre l'acidité des terres cultivables et en agriculture biologique comme engrais naturel.

L'objectif de l'étude est de définir les aspects techniques de l'argile<sup>2</sup> exploitée sur la baie de Saint Leger (Manicouagan). Ces éléments permettront d'orienter l'utilisation de cette argile vers des secteurs précis tout en tenant compte des spécifications réglementaires.

## **II – Aspects de l'argile**

### **2.1 Aspects techniques**

#### **2.1.1 Composition chimique et microbiologique**

Les analyses géochimiques et microbiologiques effectuées sur des variétés d'argile en provenance d'écosystèmes différents (Manicouagan au Canada, Mer morte au Proche

---

<sup>1</sup> dépôt argileux issu de la dissolution du carbonate de chaux, dite "terra rossa"

<sup>2</sup> argile en provenance de Argileeaumer



Orient, Noirmoutier en France, sud de l'Italie et en Argentine) ont été résumés dans les tableaux ci-dessous.

Tableau 1 : Composition chimique de l'argile en fonction de la localisation géographique

Éléments	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Cl	SO <sub>3</sub>	HCO <sub>3</sub>	Br	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
<b>St Luger (%)*</b>	59,8	3,92	3,34	6,25	16,2	0,66	3,80	2,81	-	-	0,22	-	0,21	0,02
<b>Mer Morte(%)**</b>	24,50	15,82	5,96	2,96	7,32	1,04	2,50	2,15	9,70	1,03	0,49	2,24	-	-
<b>Sud de l'Italie(%)</b>	60,1	3,6	5,0	3,5	15,9	0,16	0,19	0,9	-	-	-	-	-	-
<b>San Juan Argentine (%)***</b>	66,0	1,02	3,2	1,5	15,5	0,04	1,9	0,5	-	-	-	-	0,02	2*10 <sup>-3</sup>

Réfs : \*fiche technique de Argileeaumer ; \*\* Natural Resources Authority report November, 1991. Ministry of Energy and Mineral resources. (Amman, Jordan) ; \*\*\* Allo and Murray, 2003 Applied clay Science

La composition chimique de l'argile de Manicouagan (Baie de Saint Luger) présente, à bien des égards, des ressemblances avec celles exploitées dans d'autres parties du monde et particulièrement à celle de la mer morte. Toutefois, elle se distingue de l'argile de la mer morte considérée comme l'argile de référence grâce à des proportions en silicates (SiO<sub>2</sub>), en oxyde de fer (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), et en alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) plus élevées. En revanche, la proportion d'oxyde de calcium dans l'argile de la mer morte est nettement plus importante que celle obtenue pour l'argile de la baie de St-Luger.

Tableau 2 : Composition élémentaire de l'eau interstitielle de l'argile en fonction de la localisation géographique.

Espèce minérale	Al	Ba – Br	Ca	Cd*	Cr*	Cu-Ar	Fe	K	Mg	Mn	Na	Ni*	P	Pb-Zn*
<b>St-Luger (mg/L)</b>	60,2	0,5 - 0	9,9	2x10 <sup>3</sup>	0,2	0,5-0	56,7	24,6	27,7	0,7	57,0	0,1	1,7	0,1-0,2
<b>Mer Morte (mg/L)</b>	-	0 – 5,6	15,8	-	-	-	-	7,6	42,0	-	34,9	-	-	-
<b>Moutiers (mg/L)</b>	-	-	0,4	-	-	-	10 <sup>-2</sup>	0,4	1,3	-	10,7	-	-	-

\* Métaux lourds (pour la mer morte) : 2,81g/L ; La teneur en chlore pour la mer morte est de 224mg/l



Le tableau 2 montre une plus grande variété élémentaire de l'eau interstitielle entourant la baie de St Luger que celles qui recouvrent les sédiments de la mer morte et de l'île de Noirmoutier. De plus, les quantités obtenues sont relativement plus importantes à l'exception du calcium et du magnésium très abondants en mer morte.

Tableau 3 : Composition élémentaire de l'argile

Espèce minérale	F	I	Li	Cu	Co	Cr	Mn - Mg	Zn	Pb	Na	Ca	K	Fe	Ni
<b>Mer morte (g/kg)</b>	0,8	0,6	6,0	14,0	16,0	85	263 - 0	66	168	-	-	-	-	47
<b>Moutiers (g/Kg)</b>	-	-	-	-	-	-	0 - 11,4	-	-	9,8	39,1	4,4	3,5	-

L'absence de données relatives aux éléments minéraux constitutifs de l'argile de Saint Luger ne nous permet pas de faire une analyse comparative. Néanmoins, l'importance des éléments chimiques associée à la distribution élémentaire de l'eau interstitielle laissent présager d'une richesse en éléments minéraux dans l'argile de Saint Luger.

Tableau 4 : Contenu microbiologique dans les différents types d'argile

Organismes	Bactérie « aérobie »	Bactérie « anaérobie »	Pathogènes	Levures et Moisissures	Protozoaires	algues
<b>Manicouagan</b> (*nombre d'organismes par gramme d'argile)	128 x 10 <sup>3</sup> *	-	0	< 10 UFC	-	-
<b>Mer morte</b>	NA	NA	-	NA	NA	Forte présence de <i>Dunaliella</i> sp

\*NA : non applicable

La détermination du contenu microbiologique de l'argile de Saint Luger montre une faible présence de bactérie aérobie, une absence totale de pathogènes, de bactéries anaérobie et de microalgues. Cependant, notre étude n'a pas permis d'obtenir le contenu microbiologique de l'argile de la mer morte. En revanche, les études effectuées par le Professeur Benjamin Elazari Volcani<sup>3</sup> dès le début des années 30 ont montré une forte activité organique due à la présence de microalgues et en particulier de *Dunaliella* sp. Ainsi, les analyses préliminaires effectuées sur l'argile exploitée dans la baie de St-Luger (Manicouagan) montrent des caractéristiques chimiques et microbiologiques

<sup>3</sup> The Dead Sea - recent changes in the limnology of a hypersaline terminal desert lake by Aharon Oren and Ittai Gavrieli  
Societas Internationalis Limnologiae Theoreticae et Applicatae, SIL Volume 35 - January 2002 ([www.limnology.org](http://www.limnology.org))

susceptibles d'intéresser plusieurs secteurs. Qu'en est-il de ses propriétés comparativement à celles de l'argile en général?

### 2.1.2 Propriétés thérapeutiques

L'utilisation empirique de l'argile comme remède actif date de la nuit des temps. Cette terre « dite intelligente » a servi à traiter des maladies comme la dysenterie qui frappait les régiments russes durant la deuxième guerre mondiale. Au début du siècle, les travaux réalisés par le professeur Stumpf, médecin berlinois, ont démontré une action bénéfique de l'argile sur le choléra asiatique et ont redonné à cette roche ses véritables lettres de noblesse. Ce sont les avancées scientifiques et particulièrement les techniques de caractérisation spectrométrique et micrographique (Diffraction par les rayons X, Microscopie électronique) qui vont permettre un élargissement du champ d'application de l'argile. En effet, de par sa richesse en silice ( $\text{SiO}_2$ ), l'argile est utilisée comme un agent antiseptique (Tab.4) capable d'éliminer les microbes sans léser les cellules constitutives du tissu humain et animal. Cette action bactéricide permet de traiter efficacement des maladies telles que les entérites, les colites, la colibacillose, les affections pulmonaires ou parasitaires, et d'éliminer les parasites (vers) intestinaux.

De la même manière, cette forte disponibilité en silice confère à l'argile un rôle d'agent astringent, purificateur et accélérateur dans la régénération et dans la reconstitution de tissus abîmés. Elle est, à ce titre, fortement indiquée dans le traitement de l'artériosclérose, du vieillissement et des états dégénératifs.

Tableau 4 : Test de dilution pour l'étude de l'argile et de l'eau en provenance de la mer morte sur l'activité pathogène des bactéries.

Échantillon	Bactéries	Dilution	Temps de contact	% Réduction
Argile	<i>P. aeruginosa</i>	*10-10	2 heures	Modérée <sup>(1)</sup>
	<i>E. coli</i>	*10-10		Modérée <sup>(1)</sup>
	<i>S. aureus</i>	*10-10		Légère <sup>(2)</sup>
Argile	<i>P. aeruginosa</i>	10-10	12 heures	Modérée <sup>(1)</sup>
	<i>E. coli</i>	10-10		Modérée <sup>(1)</sup>
	<i>S. aureus</i>	10-10		Légère <sup>(2)</sup>
Eau de mer	<i>P. aeruginosa</i>	*10-10	2 heures	Modérée <sup>(1)</sup>
	<i>E. coli</i>	*10-10		Modérée <sup>(1)</sup>
	<i>S. aureus</i>	**10-10		Légère <sup>(2)</sup>
Eau de mer	<i>P. aeruginosa</i>	*10-10	12 heures	Modérée <sup>(1)</sup>
	<i>E. coli</i>	*10-10		Modérée <sup>(1)</sup>
	<i>S. aureus</i>	*10-10		Légère <sup>(2)</sup>

Réf : \* effet bactéricide atteint avec cette dilution ; (1) Réduction > 5% ; (2) Réduction < 5%

Dans plusieurs cas, l'argile s'est également montrée extrêmement efficace pour l'accélération de la cicatrisation des plaies chroniques. Cette caractéristique serait attribuée à l'action synergique de plusieurs minéraux et métalloïdes. L'importance thérapeutique du fer, du magnésium et du calcium permet d'expliquer le rôle des cures argileuses dans les cas d'asthénie, de déminéralisations, d'états cancéreux, ou d'anémies.

Outre cette richesse minérale dont les propriétés revitalisantes des cellules humaines sont confirmées, l'argile possède un pouvoir de rétention d'eau et de neutralisation des odeurs très prisé dans les domaines cosmétiques et dans les soins de santé corporelle.

Plus spécifiquement, les propriétés de l'argile<sup>4</sup> sont utilisées dans la confection de savon et de pâte dentifrice. Elles sont très prisées pour limiter les réactions dues aux piqûres d'insectes, aux coups de soleil, aux infections, aux blessures froides, à l'acné et pour soulager les hémorroïdes. Les utilisations de ce type d'argile se sont élargies pour soigner les ulcères et les brûlures d'estomac.

Très récemment, les recherches se sont orientées vers la détermination de l'action anti-inflammatoire de l'argile. L'effet délétère des cytokines plasmatiques, à l'origine de maladies thrombotiques tels les changements de la pression sanguine, de la fréquence cardiaque, de la viscosité ou du stress hormonal, semble être réduit par un traitement à l'argile pendant une douzaine de jours. Cette action se traduit par une réduction significative du niveau de synthèse des interleukines plasmatiques (IL-6) et un maintien de la production des IL-1 $\beta$ , et du TNF- $\alpha$ <sup>5</sup>.

### 2.1.3 Propriétés de l'argile en agriculture

Dans plusieurs pays, la production d'énergie à partir du charbon génère des quantités importantes de cendres. Ces résidus sont utilisés dans plusieurs domaines et particulièrement en agriculture (Fig. 1) pour la fertilisation des sols et la réduction de l'acidité des terres arables.

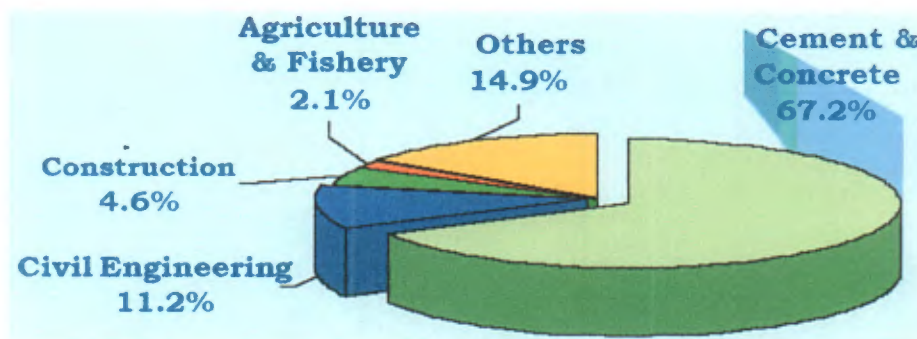


Fig. 1 : Diagramme de répartition de l'utilisation des cendres

Cette utilisation des cendres en agriculture est due à leur richesse en composés minéraux. Par ailleurs, l'analyse comparative de la composition chimique (Tab. 5) de l'argile de la baie de Saint-Luger et de ces cendres en provenance d'usines de

<sup>4</sup> Pascalite (bentonite ou argile grise)

<sup>5</sup> *tumour necrosis factor*

production d'énergie au Japon montre une distribution presque identique des composés minéraux et des différences de concentrations peu significatives.

Tableau 5 : Composition chimique des cendres et de l'argile

	Argile (Manicouagan)	Cendres (Japon)
Composés	Analyse (%)	Analyse (%)
SiO <sub>2</sub>	59,8	58,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,2	17,4
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,25	12,5
MgO	3,34	1,1
CaO	3,92	3,6
Na <sub>2</sub> O	3,8	0,5
K <sub>2</sub> O	2,9	1,0

Cette équivalence chimique donne à l'argile des possibilités d'application encore plus larges que l'unique utilisation en cosmétologie. En général l'argile est une source importante de phosphore (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et de potassium (K<sub>2</sub>O) indispensable à la croissance des plantes. Toutefois cette disponibilité excessive peut engendrer des problèmes dans les sols calcaires très acides ou alcalins. En revanche, de par sa concentration élevée en oxyde de calcium (CaO), comparable à celle des cendres, l'argile a la capacité de réduire l'acidité des sols et de les maintenir à des pH adéquats. De plus, ses propriétés absorbantes permettent de fixer l'eau et de prévenir les cas de déshydratation (sécheresse hydrique).

L'argile est, par ailleurs, très recherchée en agriculture pour son rôle dans la stabilité des sols et la réduction des pertes dues à l'érosion. Ce rôle est en grande partie attribuée à la présence des oxydes de fer (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). Leur importance peut varier en fonction des caractéristiques des sols ; mais ils demeurent néanmoins efficaces dans la formation des agrégats d'eau.

La présence du brome, du cuivre et du manganèse, souvent considérés comme des facteurs limitants à la croissance des plantes, contribue à la fertilisation des sols, à la réduction de la flore bactérienne pathogène et à l'obtention d'une meilleure productivité.

Des études de productivité effectuée sur les cultures de riz ont montré une amélioration significative de la croissance des plants associée à la présence de silicates dans l'argile.

En revanche, l'absence de taux élevés de sels sous la forme de chlorure de sodium (NaCl) ou de chlorure de potassium (KCl) dans l'argile permet d'éviter la phytotoxicité



observée dans le cas d'un amendement avec les cendres. En effet, le chlore est capable de complexer les métaux lourds et d'augmenter leur mobilité et leur transfert vers la plante.

#### **2.1.4 Propriétés de l'argile en médecine vétérinaire**

La mammite est une maladie qui affecte un grand nombre de cheptels laitiers dans le monde entier. Un suivi effectué dans les pays producteurs de lait indique que la mammite clinique afflige tous les ans environ 15% à 20% des cheptels. En Amérique du Nord (Canada et États-Unis), la proportion de vaches présentant cette pathologie peut atteindre 50%. Au Danemark, la mammite est la cause de 30% à 40% des interventions vétérinaires chez les bovins. Celles-ci reposent pour l'essentiel sur le traitement par les antibiotiques.

Toutefois, l'utilisation des antibiotiques ne semble pas une solution idéale. Outre les problèmes qu'ils posent lors de la transformation du lait (retrait après quelques jours, contamination due aux résidus d'antibiotiques, problèmes liés à la production de yaourt et de fromage), les antibiotiques n'ont pas véritablement réduit l'incidence de la mammite depuis leur introduction<sup>6</sup>.

En effet, les problèmes sont associés à la résistance de certaines formes bactériennes aux antibiotiques ou même à leur inefficacité dans le cas de la mastite provoquée par les coliformes et les staphylocoques (ex : *Staphylococcus aureus*).

Ainsi, un grand nombre de mesures préventives et curatives ont été mises à la disposition des producteurs laitiers pour trouver une solution adéquate à ce problème. Il s'agit de la thérapie par l'argile qui est souvent associée à l'homéopathie, à la phytothérapie (algues et plantes) et le traitement à l'oxygène. Grâce à son pouvoir absorbant, l'argile a prouvé son efficacité dans le traitement des inflammations provoquées par la mammite. Lors de la préparation d'un enveloppement à l'argile pour lutter contre les bactéries pathogènes responsables de la mammite, l'ajout d'un liquide s'avère indispensable. Certains producteurs ajoutent de l'eau à température ambiante, alors que d'autres préfèrent la mélanger à l'huile d'olive.

Un bon compromis serait un mélange équivolumique d'eau et d'huile pour conférer à la pâte une plus grande uniformité et une meilleure élasticité. Le résultat final doit être assez liquide pour maximiser l'adhésion à la mamelle. De plus, le récipient du mélange doit obligatoirement être un matériel non-réactif comme la porcelaine ou le verre.

L'effet thérapeutique de la pâte peut être augmenté en ajoutant 2 à 3 gouttes d'huile de pin ou de thym pour tous les deux litres de mélange. Ce produit à base d'argile doit être réparti sur toutes les parties infectées de la mamelle. Une fois séchée, le produit peut être retiré et remplacé à une fréquence de 2 à 3 applications par jour. L'enveloppement peut-être laissé toute la nuit après le trait du soir. Dans le cas du mélange contenant de

---

<sup>6</sup> The incidence of contagious mastitis has diminished through the use of antibiotics, but this has been paralleled by an increase in the level of environmental mastitis. – Réf. : Philpot, W.N. and F.H. Dodd. 1978. Mastitis. Chapter 23 In Wilcox, G.J. et al.. 1978. Large dairy herd management. University of Florida, Gainesville, Florida. 1046 pages.



l'huile, la mammite disparaît quand la mamelle reste huileuse et après que l'argile séchée ait été enlevée. Ce type de traitement à l'argile produit en moyenne des résultats entre 2 et 3 heures dans le cas d'une mammite aiguë, entre 4 et 6 heures pour les formes moins sérieuses et entre 2 et 3 jours dans le cas de la mammite chronique. La persistance de l'infection lors du traitement individuel avec le mélange à base d'argile conduit à la combinaison avec d'autres méthodes telles la phytothérapie, la thérapie par l'oxygène qui permettent une éradication définitive de la contamination. Ces traitements ont, par ailleurs, l'avantage de ne poser aucun problème lors de la transformation du lait.

L'industrie équine s'est également intéressée aux propriétés relaxantes, hydratantes minéralisantes et antiphlogistiques de l'argile (Fig.2). Quelque soit l'âge ou le niveau d'entraînement des chevaux, la fatigue et la compétition provoquent l'usure et les lésions des cartilages articulaires (Fig.3). Ainsi, l'argile permet de diminuer les échauffements et engorgements à la suite des efforts du travail et d'apporter des minéraux essentiels. Elle est appliquée sous forme de cataplasmes ou d'emplâtres pendant quelques heures pour permettre de conserver l'intégrité des tendons. Elle s'élimine facilement au lavage.

**Indications :**

**L'application de cataplasmes au niveau des tendons permet de prévenir les effets délétères dus aux échauffements et aux engorgements suite à l'effort.**

**La fréquence des applications est de 2 à 3 cataplasmes d'une durée de 2 heures après chaque effort.**



Fig.2 : Cataplasme appliqué au cheval

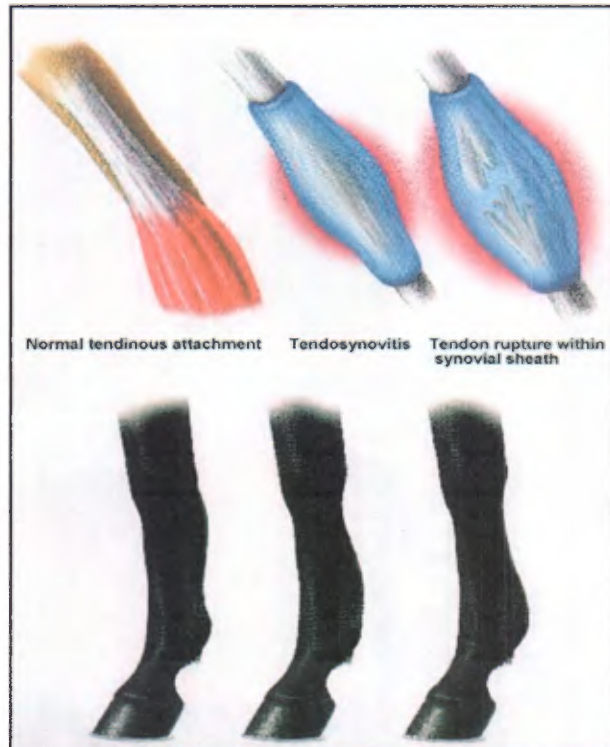


Fig.3 : Schéma de la rupture des tendons (Cheval)

Le traitement de plusieurs types de pathologies a longtemps été effectué chez la volaille en utilisant un type d'argile bien particulière. Il s'agit de la bentonite (agent liant, agglomérant, absorbant très riche en sodium, en calcium, potassium ou magnésium) qui stimule le système immunitaire des poulets. L'ajout de 2,5 ou 5% de bentonite dans la ration alimentaire des poules pondeuses améliorerait le taux de ponte, augmenterait l'efficacité alimentaire, la grosseur des oeufs et la qualité de la coquille en plus de réduire le taux de mortalité et le taux d'humidité du fumier selon Quisenberry (1968). A



l'huile, la mammite disparaît quand la mamelle reste huileuse et après que l'argile séchée ait été enlevée. Ce type de traitement à l'argile produit en moyenne des résultats entre 2 et 3 heures dans le cas d'une mammite aiguë, entre 4 et 6 heures pour les formes moins sérieuses et entre 2 et 3 jours dans le cas de la mammite chronique. La persistance de l'infection lors du traitement individuel avec le mélange à base d'argile conduit à la combinaison avec d'autres méthodes telles la phytothérapie, la thérapie par l'oxygène qui permettent une éradication définitive de la contamination. Ces traitements ont, par ailleurs, l'avantage de ne poser aucun problème lors de la transformation du lait.

L'industrie équine s'est également intéressée aux propriétés relaxantes, hydratantes minéralisantes et antiphlogistiques de l'argile (Fig.2). Quelque soit l'âge ou le niveau d'entraînement des chevaux, la fatigue et la compétition provoquent l'usure et les lésions des cartilages articulaires (Fig.3). Ainsi, l'argile permet de diminuer les échauffements et engorgements à la suite des efforts du travail et d'apporter des minéraux essentiels. Elle est appliquée sous forme de cataplasmes ou d'emplâtres pendant quelques heures pour permettre de conserver l'intégrité des tendons. Elle s'élimine facilement au lavage.

**Indications :**

**L'application de cataplasmes au niveau des tendons permet de prévenir les effets délétères dus aux échauffements et aux engorgements suite à l'effort.**

**La fréquence des applications est de 2 à 3 cataplasmes d'une durée de 2 heures après chaque effort.**



Fig.2 : Cataplasme appliqué au cheval

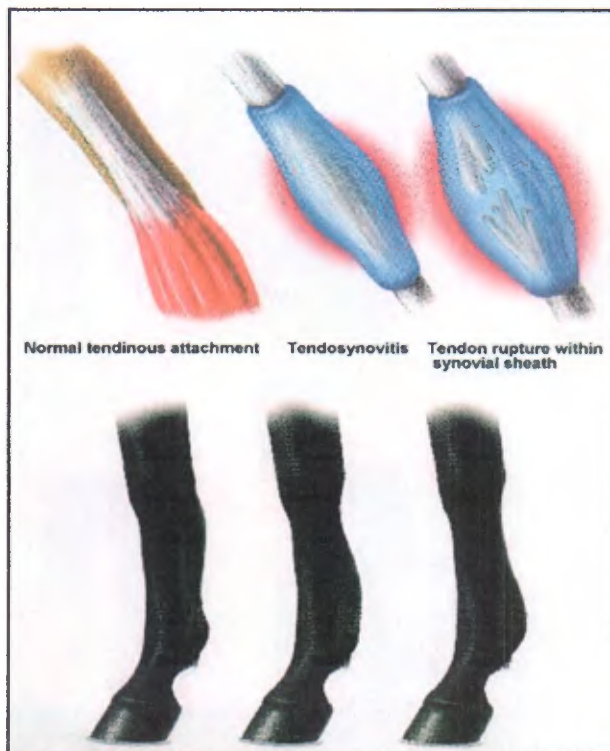


Fig.3 : Schéma de la rupture des tendons (Cheval)

Le traitement de plusieurs types de pathologies a longtemps été effectué chez la volaille en utilisant un type d'argile bien particulière. Il s'agit de la bentonite (agent liant, agglomérant, absorbant très riche en sodium, en calcium, potassium ou magnésium) qui stimule le système immunitaire des poulets. L'ajout de 2,5 ou 5% de bentonite dans la ration alimentaire des poules pondeuses améliorerait le taux de ponte, augmenterait l'efficacité alimentaire, la grosseur des oeufs et la qualité de la coquille en plus de réduire le taux de mortalité et le taux d'humidité du fumier selon Quisenberry (1968). A



Oliver (1989) a observé les bénéfices suivants: meilleur indice de conversion, taux d'humidité du fumier moins élevé; décompte bactérien moins élevé dans l'intestin.

**QUÉBEC BIODIVERSITÉ**  
**Société de valorisation**



## 2.1.5 Propriétés de l'argile dans l'industrie de la céramique

L'industrie de la céramique intègre la fabrication des poteries, de la porcelaine, des céramiques comme les briques, les tuiles et les grès. Les céramiques sont préparées à partir de produits facilement malléables comme l'argile qui deviennent rigides sous des températures élevées. La composition chimique de l'argile permet à la fois une forte cohésion et une grande plasticité. En effet, la silice est utilisée pour le glaçage des céramiques en combinaison avec d'autres agents de renfort en fonte. La production de céramiques nécessite la présence à des proportions adéquates de métaux lourds tels le chrome, le cobalt et le plomb. Lors de la vitrification, qui est une opération de transformation de l'argile en verre en appliquant des températures très élevées de l'ordre de 1300°C, les contaminants organiques, telles les dioxines, sont détruits et les métaux lourds sont soit encapsulés dans la matrice siliceuse soit séparés du produit par évaporation ou précipitation différentielle.

## 2.2 Caractéristiques de l'argile de l'entreprise

### 2.2.1 Considérations géomorphologiques

L'entreprise Argile eau mer extrait son produit dans la Baie Saint Luger située sur la Côte-Nord du Saint-Laurent dans la péninsule de Manicouagan. Les dépôts étudiés sont des argiles et des limons typiquement marins. Ces argiles limoneuses sont majoritairement constituées d'illite (biotite<sup>7</sup>) de feldspath<sup>8</sup> plagioclase (Tab.6). Elles regorgent en très petites quantités de feldspath potassique, du quartz et de l'amphibole. En revanche, la chlorite est présente à l'état de traces.

Tableau 6 : Composition minérale de l'argile en fonction de la localisation géographique

	Constituants minéraux							
	Quartz	Albite	Illite	Actinolite	Chlorite	Apatite	Montmorillonite	Kaolinite
Localisations								
St-Ludger	++	++	+++	+	traces	traces	-	-
Italie (Sardania)	+	-	traces	-	-	-	+++	traces

Abrév. : (+) présence à des quantités < 5% ; (++) présence > 5% ; (+++) présence > 20% ; (-) aucune présence détectée

<sup>7</sup> **Biotite**: minéral de la famille des phyllosilicates, espèce principale du mica noir, contenant du potassium, du magnésium et du fer. Formule :  $K(MgFeMn)_3Si_3AlO_{10}(OH)_2$ . Couleur brune à noire. Un des principaux composants des granites, du gneiss et des micaschistes. Se transforme par altération en chlorite.

<sup>8</sup> **Feldspath**: silicate anhydre d'aluminium, auxquels s'ajoutent du potassium, du calcium ou du sodium. Un des principaux constituants des roches éruptives (granites, pegmatites) ainsi que des schistes cristallins. On distingue les feldspaths **potassiques**, dont les principaux sont l'orthose et la microcline, et les feldspaths **calcosodiques**, dits plagioclases, dont les opposés sont l'albite (riche en sodium), l'anorthite (riche en calcium), en passant par l'oligoclase et la labradorite. On distingue également selon le mode de cristallisation : **monoclinique** (orthose) ou **triclinique** (microcline, plagioclase).



### **2.2.2 Production et Traitement de l'argile**

La quantité moyenne extraite par l'entreprise Argile eau mer est d'environ 40 tonnes par année. Cette production est stérilisée à la vapeur par un processus d'autoclavage avant d'être traitée pour l'obtention de trois formes différentes : argile liquide, la boue marine et la poudre d'argile. L'argile liquide et la boue marine se caractérisent par une forte richesse en sels minéraux qui leur confère une forte propriété de minéralisation. Cependant, elles sont très sensibles aux variations des facteurs externes et peuvent subir rapidement une dégradation par les bactéries. En revanche, la poudre d'argile traditionnellement utilisée pour raffermir l'épiderme, améliorer la circulation sanguine, reminéraliser les tissus et éliminer les toxines est plus résistante aux variations des facteurs externes.

### **2.2.3 Recommandations**

Les avantages de l'argile exploitée dans la baie de St-Luger résident dans sa richesse minérale et aussi dans sa teneur importante en certains éléments minéraux tels la silice, le fer, l'aluminium, le magnésium et le sodium. Cette composition naturelle favorise une utilisation qui demeure jusqu'ici très sommaire. En effet, cette argile est présente sous trois formes (liquide, poudre et gel) de couleur identique. La modification de cette argile par des traitements physico-chimiques pour simuler les phénomènes géologiques naturels conduirait à l'obtention d'une gamme plus large de produits aux fonctionnalités proportionnelles à la quantité de certains éléments chimiques présents. Il s'agit de procéder à des modifications pour l'obtention d'argile de teinte rouge, blanche, jaune, rose, bleue. Dans le domaine cosmétique, cette caractéristique liée à la couleur (et donc à la composition chimique minérale) oriente le type d'utilisation. C'est ainsi que :

L'argile verte est conseillée aux peaux normales et aux peaux grasses. Elle est très efficace pour absorber et régulariser les excès de sébum. Elle est aussi utilisée en masque capillaire pour réguler la production de sébum des cheveux à tendance grasse. Cette argile verte est la plus polyvalente et agit aussi comme agent absorbant d'impuretés. Enfin, elle est reminéralisante, régénérante des zones fragilisées et revitalisante. En revanche, l'argile blanche est plutôt destinée aux peaux sèches et fragiles. Elle est aussi utilisée en masque capillaire pour revitaliser les cheveux secs et dévitalisés. Souvent substituée au talc pour les bébés, cette argile est très riche en silice. Enfin, elle contribue activement à la reminéralisation des cellules et tissus et favorise l'élimination des toxines. L'argile rouge est indiquée aux peaux normales et aux peaux sèches et sensibles. Elle doit sa coloration à la prépondérance des oxydes de fer. Elle est également reconnue pour améliorer la circulation sanguine, équilibrer et redonner de la luminosité à la peau grâce à sa richesse en oligo-éléments. L'utilisation de l'argile jaune est très semblable à l'argile verte. Cependant, la seule particularité de l'argile jaune est son action bénéfique pour atténuer les douleurs. Elle est stimulante, réoxygénante des cellules et tonifiante. L'argile rose est conseillée aux peaux délicates, sensibles et réactives ayant tendance aux rougeurs. Riche en oligo-éléments, elle est adoucissante et redonne de l'éclat aux peaux fragiles. Enfin, l'argile bleue a des propriétés oxygénantes et de purification. Elle apporte éclat et luminosité au teint.

### 2.3 Particularités de l'argile de Saint Luger

Les analyses de la composition chimique, minéralogique et élémentaire de l'argile conjuguées à ses utilisations possibles ont permis de composer le tableau récapitulatif suivant (Tab.7). Il résume les forces et faiblesses de l'argile de la baie de Saint Luger et constitue un prélude à une meilleure définition des secteurs d'utilisation.

Tableau 7 : Spécificités de l'argile de Saint Luger

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Argile de couleur verte <sup>et/ou</sup> grise dont les gammes d'utilisation sont larges.</li> <li>* Abondance de la matière première (argile) située dans une zone propice à l'exploitation et surtout dans un écosystème non pollué.</li> <li>* Argile de type hybride possédant des quantités intéressantes en calcium et en sodium.</li> <li>* Qualité minéralogique similaire au Na-Montmorillonite(1) et au Ca-Montmorillonite(2) dont les utilisations sont : <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) Sodium Montmorillonite est appelée bentonite et ses utilisations sont très diverses : plâtre, boue de forage de puits d'huile, litière de chat, allumettes, tuiles en ciment, lubrificateur de graisse, additif pour la fabrication de peinture, agent de blanchissement, fabrication de béton...</li> <li>(2) Calcium Montmorillonite est appelée argile vivante et est surtout utilisée pour la fertilisation des sols, la croissance des plantes, pour traiter les maladies animales (constipation des vaches, soulagement des douleurs du cheval de courses, mastite bovine...).</li> </ul> </li> <li>* Qualité chimique meilleure que l'argile de la mer morte considérée comme une bonne référence avec la présence prépondérante de silice indispensable à la cicatrisation, à l'élimination du psoriasis, de l'acné et d'autres pathologies de la peau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Travaux de recherche très sommaires – Absence d'informations sur les propriétés physiques : <ul style="list-style-type: none"> <li>- caractérisation de la taille des particules pour déterminer celle propice à un secteur d'application bien précis,</li> <li>- aucune évaluation du pH ne favorise pas son usage dans des secteurs aussi sensibles que les soins de santé corporelle,</li> <li>- la viscosité effective et plastique de l'argile est une caractéristique déterminante pour des mélanges subséquents avec d'autres ingrédients.</li> <li>- propriétés de gonflement (tests)</li> </ul> </li> <li>* Définition des conditions de traitement, de stockage et de conservation de l'argile</li> <li>* Élaboration d'une fiche technique en précisant les teneurs des minéraux recherchés par chaque secteur.</li> <li>* Absence de traitement supplémentaire (par des solvants organiques acceptés) pour élargir la gamme de produits</li> </ul>

À la lumière des caractéristiques exprimées dans le tableau, l'argile de Saint Luger se trouve à la croisée des chemins du Na-Montmorillonite (bentonite) et du Ca-Montmorillonite. Les gammes d'utilisation couvrent des secteurs différents. Si le premier type d'argile est principalement destiné à une industrie à faible revenu (construction, poterie, céramique), le second en revanche est utilisé par les industries cosmétiques, agroalimentaires, pour le traitement des pathologies des chevaux de courses, l'augmentation de la productivité des poules pondeuses... et aussi dans le domaine pharmaceutique.

L'argile de Saint Luger possède, en première analyse, les propriétés des deux types d'argile sus mentionnées. Cette particularité lui confère un domaine d'application très large.

Cependant, l'absence de recherche<sup>9</sup> sur certaines propriétés physiques (pH, viscosité, taille des particules) risque fortement de compromettre son utilisation dans des secteurs très stricts tels la médecine vétérinaire (chevaux de courses) et le domaine cosméceutique (soin de la peau).

### III - Potentiels de l'argile de Saint Luger et les secteurs d'application

En dépit de l'absence de certaines propriétés physiques mentionnées précédemment, la première phase de l'étude effectuée sur l'argile verte (et/ou grise) a permis néanmoins d'identifier des secteurs d'application potentiels.

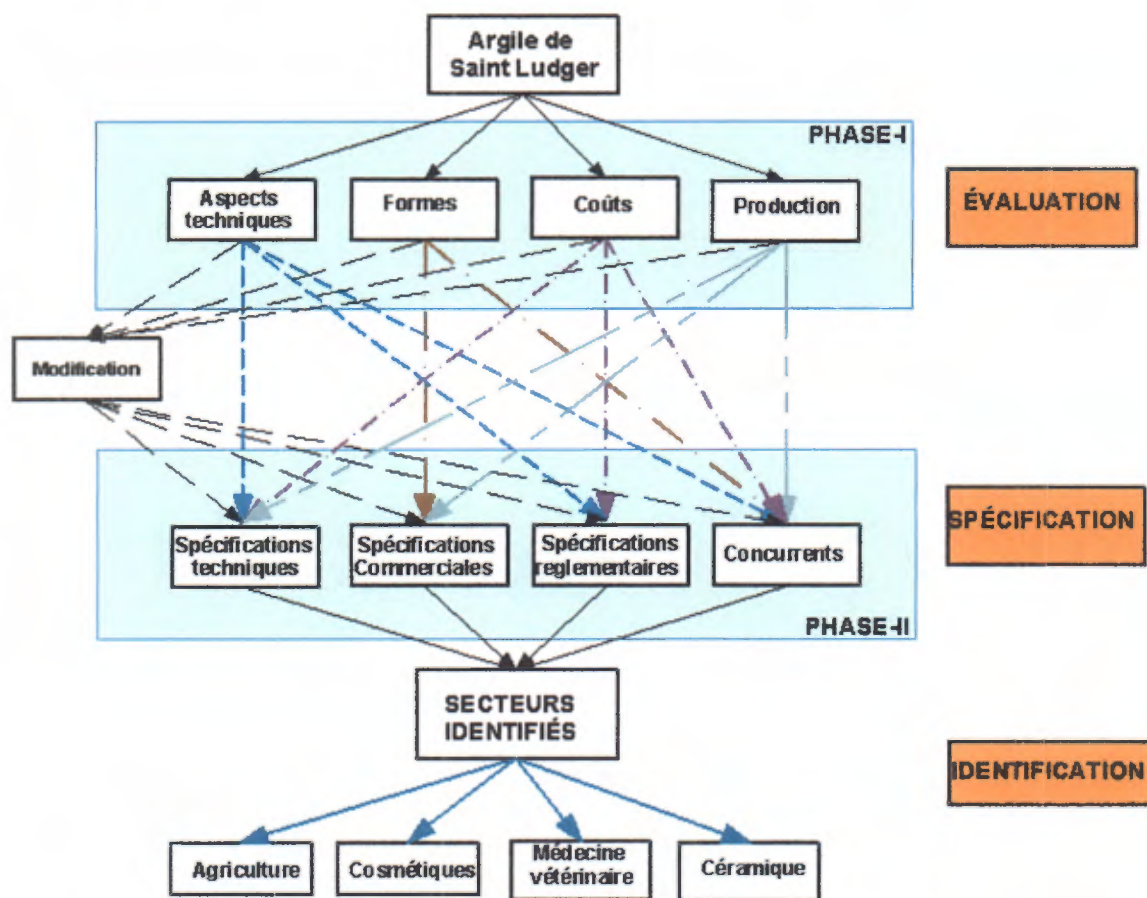


Fig.6 : Schéma stratégique élaboré par Québec Biodiversité pour l'étude de l'argile de Saint Luger - Mars 2004

<sup>9</sup> Description des processus analytiques effectués sur la bentonite blanche de la province de San Juan en Argentine – Wanda A. Allo and Haydn H Murray, Mineralogy, chemistry and potential applications of a white bentonite in San Juan province, Argentina ([www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)) Applied Clay science 2004.



Ce sont principalement les secteurs de :

- la cosmétologie qui regroupe à la fois la massothérapie, la thalassothérapie, la balnéothérapie, la fangothérapie et les soins de la peau,
- l'agriculture biologique et de l'horticulture qui comportent la culture dans les champs, dans les serres et le jardinage,
- la santé (médecine vétérinaire) et de la nutrition animales,
- la céramique et la poterie

Chaque secteur mentionné présente ses propres caractéristiques liées à ses exigences techniques et commerciales, à ses spécifications régies par une réglementation bien particulière et façonnées par le niveau de la concurrence. Le schéma stratégique (Fig. 6), ainsi proposé, tentera de démontrer les possibilités d'utilisation de l'argile de Saint Luger dans chacun de ces secteurs, de définir une priorité entre secteurs et surtout de proposer des modifications de la matière première de base pour rencontrer les spécifications des segments<sup>10</sup> les plus exigeants.

Comme l'indique le schéma stratégique, les aspects techniques de l'argile de Saint Luger représentent un des critères les plus importants et doivent obligatoirement satisfaire à la fois aux spécifications techniques, commerciales et réglementaires d'un secteur bien déterminé. Ce critère technique est tout aussi important pour permettre à l'argile de Saint Luger de se distinguer de la concurrence. Les modifications physico-chimiques appliquées à l'argile pourraient accroître ses potentialités et élargir la gamme de produits (formes).

Les formes proposées sont également un facteur important et doivent rencontrer les spécifications du secteur. Cette assertion est encore plus valable dans le secteur cosmétique qui exige pour certains produits des tailles de particules et des teintes précises. Les formes sont tributaires de la concurrence de plus en plus élevée et particulièrement dans les différents segments de la cosmétologie.

Enfin, la production et le traitement de l'argile (coûts afférents) requièrent un procédé qui puisse satisfaire les spécifications commerciales et se distinguer également des pratiques des concurrents. À cet égard, l'argile de Manicouagan posséderait, *a priori*, un avantage concurrentiel sur la mer morte, le sud de l'Italie ou l'Argentine qui sont des zones très prisées par les pétroliers susceptibles de provoquer une pollution aux hydrocarbures.

<sup>10</sup> Nous faisons la distinction entre secteur et segment. En effet, le secteur cosmétique regroupe plusieurs segments dont la thalassothérapie, la massothérapie etc. Certains segments peuvent présenter des mesures réglementaires moins contraignantes que d'autres ; surtout en ce qui a trait aux traitements des maladies de la peau.



# QUÉBEC BIODIVERSITÉ Société de valorisation

## 3.1 Évaluation des critères de l'argile en fonction des applications

### 3.1.1 Aspects techniques versus les secteurs d'application

#### a. Potentiels de l'argile de Saint Luger dans l'industrie des céramiques (Québec Biodiversité, 2004)

Éléments	Industrie de la céramique			
	Ciment	Construction	Poterie	Verre
SiO <sub>2</sub>	Présence indispensable	Renforce la dureté du matériau	Présence indispensable	Glaçage
CaO	" "			addition indispensable
MgO	" "			
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	" "	présence indispensable	Renforce la résistance	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	" "	Renforce la dureté du matériau	Induction de la résistance aux températures élevées	
TiO <sub>2</sub>	" "		" "	" "
Na <sub>2</sub> O	" "	présence indispensable	" "	" "
K <sub>2</sub> O	" "	" "	" "	" "
Cl, Br	" "	" "	" "	" "
SO <sub>3</sub>	" "	" "	" "	" "
HCO <sub>3</sub>	" "	" "	" "	" "
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	" "	" "	" "	" "
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	" "	" "	" "	" "
Pb, Ni, Ba, Zn	" "	" "	" "	" "

L'analyse des caractéristiques techniques de l'argile de la baie Saint Luger a montré d'une part, l'importance relative de l'albite (silicate d'aluminium et de sodium; NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), du quartz (dioxyde de silice SiO<sub>2</sub>) et de l'illite ((K,H<sub>3</sub>O)(Al,Mg,Fe)<sub>2</sub>(Si,Al)<sub>4</sub>O<sub>10</sub>[(OH)<sub>2</sub>,H<sub>2</sub>O]) ;et d'autre part la présence non négligeable de l'actinolite (Ca<sub>2</sub>(Mg,Fe<sup>2+</sup>)<sub>5</sub>Si<sub>8</sub>O<sub>22</sub>(OH)<sub>2</sub>). La disponibilité de ces différents minéraux ouvre plusieurs possibilités d'utilisation dans les différents segments de l'industrie des céramiques que sont les matériaux de construction, la poterie, la fabrication de tuiles, et la vitrification.

La production de ciment nécessite le mélange de carbonate de calcium et d'ingrédients (argile de Saint Luger, cendres) renfermant de l'oxyde d'aluminium et de la silice. Ce mélange est porté à des températures de 1540-1600°C grâce à des fournaies pour produire du tricalcium / dicalcium de silice et du tricalcium d'aluminium accompagnés de magnésium et de fer. Ces constituants sont également recherchés pour la fabrication des tuiles.

Le matériel de base en poterie est constitué par de l'argile. Ce choix est particulièrement lié à la présence d'oxyde de fer dans cette matière première. La cuisson de l'argile de Saint Luger riche en oxyde de fer (environ 6.3%) pourrait conférer aux pièces de céramiques (vases, et cruches) une résistance au lave-vaisselle, aux acides (vinaigre) et au four à micro-ondes ainsi qu'une excellente étanchéité.

La vitrification est un processus par lequel l'argile est convertie en verre grâce à l'application de principes physiques telles l'action de températures élevées sur le quartz (silice) l'évaporation et la précipitation différentielle de la matrice siliceuse. Ce processus nécessite une forte teneur en silice dans l'argile. La proportion de silice dans l'argile de Saint Luger est de 58% et se prête bien à cette transformation physique pour la production de verres.



## QUÉBEC BIODIVERSITÉ

### *Société de valorisation*

#### b. Potentiels de l'argile de Saint Luger (ASL) en agriculture (Québec Biodiversité, 2004)

Éléments	Agriculture		
	Sol	Plante	Contamination bactérienne
SiO <sub>2</sub>		Résistance aux facteurs externes	Élimination des bactéries pathogènes
CaO	Neutralité des sols et pH adéquats	Renforcement de la structure racinaire	* par induction de la variation du pH
MgO	Fertilisation	Renforcement de la structure racinaire	* par induction de la variation du pH
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fixation des sols contre l'érosion		* Par blocage des fonctions vitales du pathogène
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Aucun impact sur l'environnement	Aucun effet délétère sur la plante	" "
TiO <sub>2</sub>		Résistance aux facteurs externes	" "
Na <sub>2</sub> O			" "
K <sub>2</sub> O	Fertilisation	Accélère la croissance	" "
Cl	Absence de toxicité due au chlore	Absence de toxicité due au chlore	" "
SO <sub>3</sub>		Aucun impact sur l'environnement	" "
HCO <sub>3</sub>		Contribue à la synthèse des oses	" "
Br	Fertilisation		" "
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		Accélère la croissance	" "
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>			" "
Pb			" "
Ni			" "
Ba			" "
Zn			" "

Dans ce domaine, l'utilisation de l'argile de Saint Luger pourrait être prépondérante du fait de la disponibilité en phosphore (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) et en potassium (K<sub>2</sub>O). Ces deux composés, favorisent la croissance accélérée des plantes et n'induisent aucune toxicité. La présence d'oxyde de calcium en des proportions significatives dans cette argile constitue un autre facteur déterminant dans la lutte pour la réduction de l'acidité des sols et des terres cultivables et l'obtention de pH adéquats. L'argile de Saint Luger se caractérise également par une teneur importante en oxyde de fer (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dont les propriétés de fixation des sols et de rétention des agrégats d'eau sont très prisées. Les microéléments (Br, Zn, Ba...) disponibles dans cette argile jouent un rôle important dans la réduction de la flore bactérienne pathogène et améliorent la productivité.





## QUÉBEC BIODIVERSITÉ

### *Société de valorisation*

#### c. Potentiels de l'argile de Saint Luger dans l'industrie dermocosmétique (Québec Biodiversité, 2004)

Éléments	Industrie Dermocosmétique			
	Thalassothérapie	Massothérapie	Balnéo / Fangothérapie	Soins de la peau
SiO <sub>2</sub>	Élimination des microbes responsables des maladies de la peau sans léser les tissus (agent antiseptique et astringent)			
CaO	Adoucissement et Raffermissement de la peau			Immunomodulateurs capables
MgO				De se fixer aux récepteurs
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				d'enzymes associées à
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				La régulation de la
TiO <sub>2</sub>				sécrétion des hormones
Na <sub>2</sub> O	Équilibre minéral au niveau dermique et épidermique			responsables de la production
K <sub>2</sub> O	Équilibre minéral au niveau dermique et épidermique			séborrhéique, du blocage d'
Cl				apparition d'infection cutanée
SO <sub>3</sub>				Co-enzymes : Agents
HCO <sub>3</sub>				activateurs de la synthèse
Br				des vitamines es
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>				Préviennent les avitaminoses
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>				au niveau cutané
Pb				
Ni				
Ba				
Zn				Combat les infections de l'acné

Ce sont les effets synergiques de ces différents minéraux et microéléments qui sont particulièrement recherchés pour adoucir la peau dans le cadre de soins préventifs et pour traiter la peau dans le cas d'infections graves. Toutefois, certains éléments ont des mécanismes d'action très précis pour traiter des pathologies particulières. C'est le cas du zinc utilisé en traitement non conventionnel (pas homologué par Santé Canada, FDA et l'Union Européenne) pour éliminer les boutons d'acné. Ce traitement s'avère très efficace sans effets secondaires délétères et l'argile constitue un mode de traitement très prisé.





## QUÉBEC BIODIVERSITÉ

### *Société de valorisation*

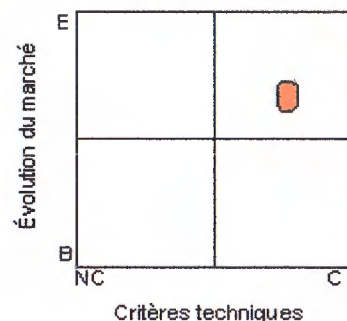
#### d. Potentiels de l'argile de Saint Luger en nutrition et santé animales (Québec Biodiversité, 2004)

Éléments	Médecine vétérinaire	
	Nutrition	Soins
SiO <sub>2</sub>		Cicatrisation accélérée des ulcères / Élimination microbienne
CaO	Nécessaire au processus de calcification des œufs (poules)	Traitement de l'empoisonnement dû à l'ingestion de plantes toxiques
MgO	Apport minéral pour les animaux déficitaires en magnésium	Meilleur indice de conversion pondérale
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Décompte bactérien moins élevé dans l'intestin.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		Blocage des fonctions vitales des bactéries pathogènes
TiO <sub>2</sub>		" " " "
Na <sub>2</sub> O	Réduction de la teneur en humidité du fumier	" " " "
K <sub>2</sub> O	Réduction de la teneur en humidité du fumier	" " " "
Cl		" " " "
SO <sub>3</sub>	Réduction de la teneur en humidité du fumier	" " " "
HCO <sub>3</sub>		" " " "
Br		" " " "
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Réduction de l'acidité du lait et augmentation de phosphore	" " " "
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>		" " " "
Pb		" " " "
Ni		" " " "
Ba		" " " "
Zn		" " " "

L'atténuation de la douleur musculaire et de l'engorgement dus aux entraînements est le résultat des effets synergiques des minéraux et éléments chimiques simples présents dans l'argile de Saint Luger. Cette diversité minérale a le double effet d'augmenter la production laitière et de combattre les infections de bactéries pathogènes responsables de la mastite bovine. La prévention de l'intoxication due au cuivre dans les élevages d'ovins est rendue possible grâce à cette richesse de minéraux capables de le complexer et de favoriser son élimination.

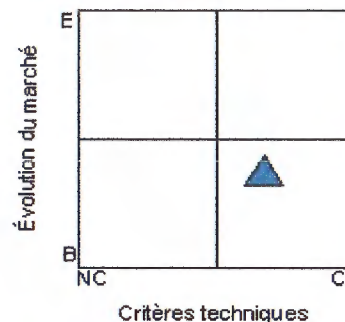
### 3.2.4 Industrie dermocosmétique

#### Soins corporels (Prévention)



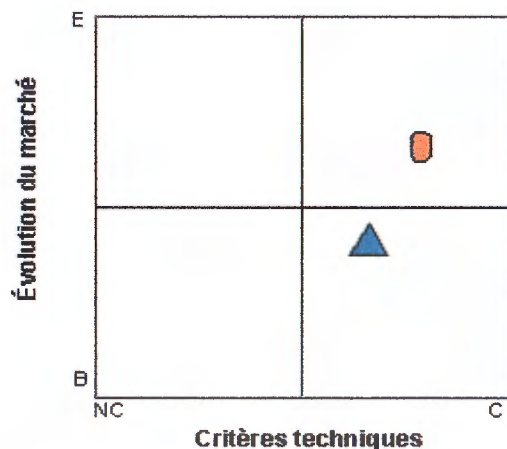
- a) - Marché en croissance continue  
 - Critères techniques de l'ASL conformes  
 - Concurrence très forte - ex: Bentonite, Kaolin  
 - Publicité auprès des utilisateurs doit être développée principalement les spas et autres centres

#### Traitements de la peau



- b) - Demande constante  
 - Critères techniques de l'ASL plus que conformes  
 - Présence d'un nombre pléthorique de produits pharmaceutiques  
 - Tests très précis requis sur les produits (*success story*)

#### Industrie dermocosmétique



#### Commentaires pertinents

- Investissements importants requis  
 - Recherche de marché pour le produit  
 - Recherche technique nécessaire  
 - tests de conformité aux exigences de la FDA  
 - publicité auprès des utilisateurs  
 - Plan de marketing avec des *success story* pouvant faciliter l'utilisation de l'ASL dans le domaine pharmaceutique

#### Légende

C: Conforme  
 NC: Non-conforme  
 E: Élevée  
 B: Basse  
 ASL : Argile de St Luger

Notes : Évolution du marché implique les aspects commerciaux, légaux et la compétition

© Copyright Québec Biodiversité enr. 2004

Tab. 24 : Classification des segments et des secteurs

Secteurs	Occupation par ordre de priorité
1 – Céramiques	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Production de Ciment</li> <li>✓ Production de briques</li> <li>✓ Fabrication de poteries</li> <li>✓ Vitrification</li> </ul>
2 – Agriculture	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Amendement des sols et fertilisation</li> </ul>
3 – Médecine vétérinaire	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Nutrition animale</li> <li>✓ Traitement des pathologies</li> </ul>
4 – Dermocosmétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Soins corporels</li> <li>✓ Traitement des maladies cutanées</li> </ul>



**V - Références :**

The Dead Sea - recent changes in the limnology of a hypersaline terminal desert lake *by Aharon Oren and Ittai Gavrieli* Societas Internationalis Limnologiae Theoreticae et Applicatae, SIL Volume 35 - January 2002 - [www.limnology.org](http://www.limnology.org).

Philpot, W.N. and F.H. Dodd. 1978. Mastitis. Chapter 23 In Wilcox, C.J. et al.. 1978. Large dairy herd management. *University of Florida, Gainesville, Florida. 1046 pages.*

Griffin, R.C., Sacharow, S., Brody, A.L., Principles of package Development, 1985. Selke, S.E.M., Understanding Plastic Packing Technology, 1997.

Wanda A. Allo and Haydn H Murray, Mineralogy, chemistry and potential applications of a white bentonite in San Juan province, Argentina ([www. Sciencedirect.com](http://www.Sciencedirect.com)) Applied Clay science 2004.

Anne-Marie Ouellet, agronome, 2001 :<http://www.uqat.quebec.ca/download/mammite.pdf>

Veterinary Infectious Disease Organisation, 2001 <http://www.nabi.com/news/coraf105.htm>  
<http://www.usak.ca/events/news/articles/20010314-1.html>

Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation – Gouvernement de l'Ontario, 1996  
<http://www.gov.on.ca/OMAFRA/french/livestock/dairy/facts/87-067.htm>

CHI J, VANLEEUWEN JA, WEERSINK A, KEEFE GP Direct production losses and treatment costs from bovine viral diarrhea virus, bovine leukosis virus, *Mycobacterium avium* subspecies paratuberculosis and *Neospora caninum*. Preventive Veterinary Medicine. 2002;55:137-153

Japan Racing Association : <http://www.jair.jrao.ne.jp/journal/v10n5/j6000f.html>

USDA : United States Department of Agriculture  
[http://www.ars.usda.gov/research/projects/projects.htm?ACCN\\_NO=404621&showpars=true&fy=2003](http://www.ars.usda.gov/research/projects/projects.htm?ACCN_NO=404621&showpars=true&fy=2003)

K. Jewers, Tropical Development and Research Institute (TDRI), London (UK) -  
[http://www.engormix.com/e\\_articles\\_mycotoxins.asp?ID=96](http://www.engormix.com/e_articles_mycotoxins.asp?ID=96)

Murray MJ, Schusser GF, Pipers FS, Gross SJ. Factors associated with gastric lesions in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet.J.* 1996; 28:368-374.

Equineews/ Volume 4, Issue 3 - [http://www.saracen-horse-feeds.co.uk/pdfs/EN\\_4,3.pdf](http://www.saracen-horse-feeds.co.uk/pdfs/EN_4,3.pdf)

Theta Reports (PJB Medical Publications, Inc.), 2003 - Dermatologic & Skin Therapeutics: World Markets & Advances [http://www.the-infoshop.com/press/tv12672\\_en.shtml](http://www.the-infoshop.com/press/tv12672_en.shtml).

[http://www.appma.org/press/pr-fact\\_sheets.asp#reports](http://www.appma.org/press/pr-fact_sheets.asp#reports)  
<http://www.cheval-elevage.com/soins.htm>  
<http://www.poterie-graessel.com/Site%20Francais/Menu%20Principal/menu.html>  
<http://www.inspection.gc.ca/english/plaveg/fereng/tmemo/t-4-106e.shtml>

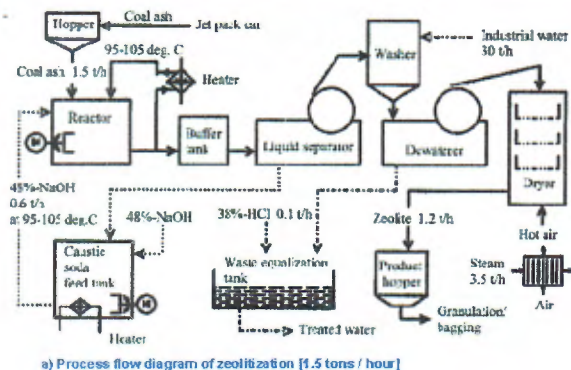
Ferreira C., A. Ribeiro, L. Ottosen 2003 – Possible applications for municipal solid waste fly ash – *J. of Hazardous Materials B96*, p.201-216.



## **Annexes**



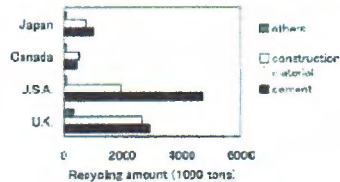
## Annexe 1 : Processus de fabrication de zéolite et ses applications en agriculture



a) Process flow diagram of zeolitization [1.5 tons / hour]

The principle elements of coal ash are  $\text{SiO}_2$  (40–65 wt%) and  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (25–40 wt%), with the proportion of such contents depending on the properties of the coal [7]. In addition, small quantities of  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , Mg, Ca, P, and Ti are contained in coal ash [7]. Coal ash can be considered to be an aluminum silicate compound containing some impurities. The properties of volcanic ash are similar to those of aluminosilicate, and it is known that volcanic ash is alkalized to zeolite [8], which is used as a drying agent, deodorant [9], freshness-holding agent, water-softening agent, soil conditioner, fertilizer additive, and feed additive.

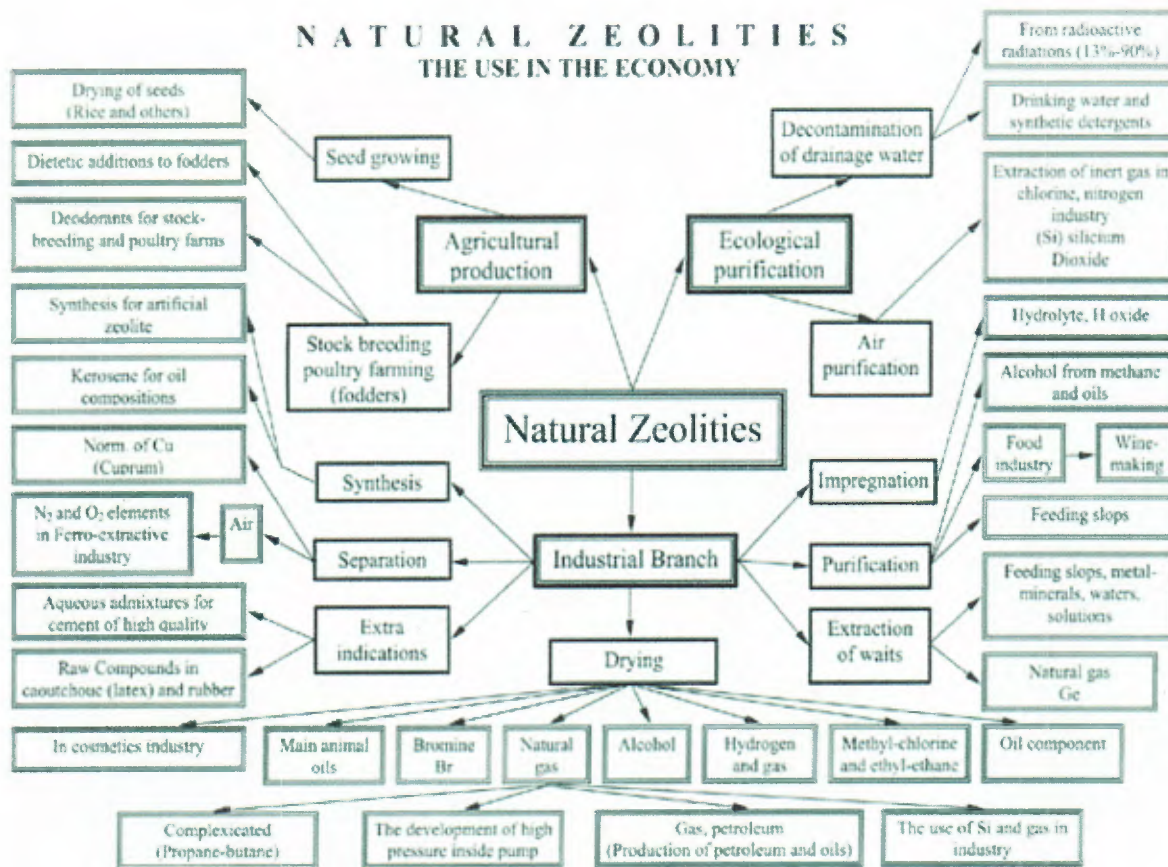
b) Substitution of coal ash by another type of raw materials



c) Amount of used fly ash by application

[8] Sudo T., Matsuo M., Crystallization of volcanic glass with alkaline solution. *Mineralogy* 1989;3:514-22

Source : Application of coal ash to environmental improvement- Kikuchi, R. 1999 - Transformation into zeolite, potassium fertilizer, and FGD absorbent, *Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 27, no 4, p. 333-346





**Annexe 2 : Dix règles de base pour assurer une bonne politique de marketing et ventes**

1. Ne pas se limiter seulement à identifier et rencontrer les besoins du consommateur, mais assurer au consommateur un réel bénéfice additionnel.
2. Commercialisation de produits de marques
  - qualité des emballages
  - qualité des produits
  - crédibilité
  - différenciation
3. Segmentation des marchés
  - Niches (précision du positionnement)
  - Valeur ajoutée
4. Balance Marketing Consommateur / Marketing Distributeur
5. Balance Marketing Opérationnel / Marketing Stratégique
6. Créer une **personnalité** pour chaque produit, chaque marque
7. Construire un « **Capital marque** »
  - Dynamisme des investissements Marketing : Pub, Promos, ...
8. Vente de l'**idée** (Usage du produit, image du produit, ...)
9. **Ouverture client** dans un respect mutuel, recherche d'une Distribution maximale
10. Gestion résolument orientée vers l'**action** !



### Annexe 3: Argiles dans l'industrie américaine des céramiques

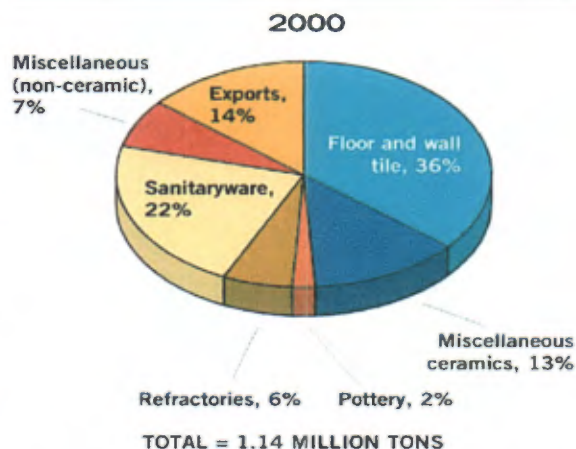
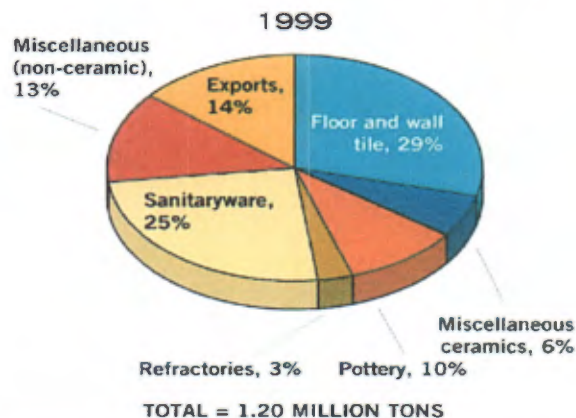
#### Clays

Overall production of clays in the U.S., including ball clay, bentonite, common clay and shale, fire clay, Fuller's earth and kaolin, decreased by 3% in 2000 to 40.8 million tons. Exports increased about 9% to 5.3 million tons, while imports increased about 6% to 96,000 tons.

Between 1996-1999, the ball clay industry sustained an exceptional growth rate of 7.6% per year. The robust economy and associated booming construction industry prior to the latter half of 2000 resulted in healthy sales of sanitaryware and other ceramic products that use ball clay. In 2000, domestic consumption increased compared to 1999 for floor and wall tile, 12%; refractories (including firebrick, blocks, shapes, high-alumina brick and specialties, and kiln furniture), 38%; and miscellaneous ceramics (including catalysts, electrical porcelain, fiberglass, fine china/dinnerware, glazes and mineral wool), 52%. However, declines in consumption were recorded for pottery (81%) and sanitaryware (12%).

The recession that began in March 2001 resulted in declining consumption of industrial products in many sectors. Construction was one of the last business segments to be affected, but it is expected that construction projects will continue to gradually tail off in 2002. Ball clay sales are expected to decline slightly over the next year, at least until the economy improves.

Major business consolidations have occurred over the past several years, resulting in five major competitors—Imerys (based in France with locations worldwide), Unimin (based in Belgium with locations worldwide), WBB Minerals Ltd. (based in the U.K.), H.C. Spinks (based in the U.S.) and Old Hickory Clay (based in the U.S.)—dominating the U.S. ball clay market. Only one new company, Alchemy Ventures Ltd., located in Deary, Idaho, is planning to bring a new ball clay deposit into production in 2002. Pilot plant testing is under way. Competition coupled with the slowing economy appears sufficient to minimize any significant price increases over the next several years.







## QUÉBEC BIODIVERSITÉ

### *Société de valorisation*

The production of common clay and shale declined slightly (4%) to 23,700 tons in 2000. Of this amount, the majority was supplied from North Carolina (10%), Texas (9%), Alabama (9%), Georgia (6%) and Ohio (6%). Use of common clay and shale increased 23% in ceramic floor and wall tile while declining nearly 40% in refractory applications. Demand for common clay and shale in heavy clay products (including extruded brick, drain tile and sewer pipe, flue linings, and miscellaneous clay products) declined about 2% compared to 1999 levels. Production of fire clay increased about 16% in 2000 to 476,000 tons, with the largest increase (53%) in heavy clay products. Production of Fuller's earth also increased by about 12% to 2.9 million tons, but it was uncertain how much of that amount was used in ceramic applications. Data were also unavailable for the use of bentonite in ceramics in 2000.

The kaolin industry has been mostly stagnant over the last several years. Production in 2000 slipped 4% to 8.8 million tons. Of this amount, 18% (1.5 million tons) was used in ceramic applications (see Figure 3). This was 3% lower than the share held by ceramics in 1999 (1.9 million tons), and the overall quantity of kaolin used in ceramics also decreased by about 18%. Segments posting the biggest declines were electrical porcelain (down 38% compared to 1999) and miscellaneous refractories (down 56%). Other applications for kaolin included fillers, extenders and binders (primarily for paper and paper coatings), 53%; chemical manufacture, 0.4%; portland cement, 1%; and miscellaneous, 6%. Exports comprised 31% of overall production at 2.7 million tons, an 11% increase over 1999 levels. Import information was unavailable.

As with ball clay, kaolin consumption in sanitaryware and other ceramic products used in construction is expected to decline as the construction industry slows. Kaolin consumption in fine china and dinnerware is expected to remain relatively steady.



**Sites intéressants à consulter pour être en conformité avec les lois promulguées en matière de vitamines et minéraux.**

**- Aspects réglementaires**

[http://europa.eu.int/comm/food/food/labellingnutrition/vitamins/df\\_ff\\_reg1\\_en.pdf](http://europa.eu.int/comm/food/food/labellingnutrition/vitamins/df_ff_reg1_en.pdf)

[http://www.fda.gov/cvm/index/dioxin/dioxin\\_domestic.html](http://www.fda.gov/cvm/index/dioxin/dioxin_domestic.html)

[http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2001/com2001\\_0593en01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/pdf/2001/com2001_0593en01.pdf)

<http://www.efma.org/Publications/EUBook/Section12.asp>



Ste Foy, le 25 Mars 2004

Monsieur Philippe Jolin  
Conseiller Analyste  
Desjardins Marketing Stratégies  
1265, Blvd Charest O. - Bur. 1180  
(Québec) G1N 2C9

**Objet : Argile marine de Manicouagan**

---

Monsieur,

Nous vous faisons parvenir le rapport concernant l'étude sur les voies possibles de valorisation de l'argile. Ce rapport couvre les aspects techniques, et les potentiels de l'argile de Manicouagan basé sur les composants chimiques, minéralogiques, granulométriques fourni par la fiche technique et les analyses de laboratoires.

Les aspects techniques intègrent l'étude comparative de la composition chimique, minérale élémentaire et microbiologique de l'argile de Saint Luger et celles exploitées dans d'autres écosystèmes comme la mer morte, l'île de Noirmoutier, le sud de l'Italie et la province de San Juan en Argentine. Ils ont également concerné les propriétés thérapeutiques de l'argile chez l'humain et les animaux, les effets bénéfiques en agriculture et dans le domaine de l'art.

Par ailleurs, l'analyse de ces différentes thématiques a permis l'ébauche d'identification de secteurs potentiellement intéressants pour la commercialisation de ce type d'argile. Le choix et la priorité accordés à chaque secteur se feront en fonction des exigences technico-commerciales, des spécifications réglementaires et du niveau de la concurrence. Ce sont ces aspects que vous aurez à définir dans votre étude de faisabilité commerciale.

Espérant le tout conforme à vos attentes, nous vous prions d'agréer l'expression de nos sentiments les meilleurs.

**Chérif Aïdara**