

SECTION I

L'OLIVINE SYNTHETIQUE: UN SUBSTITUT  
A LA SILICE - SABLAGE PAR JET

Conférence présentée au VIII<sup>e</sup> congrès de  
l'Association pour l'hygiène industrielle  
au Québec (QHIQ)  
Château Frontenac à Québec  
le 9 mai 1986

SECTION II

L'OLIVINE SYNTHETIQUE DANS LES  
FONDERIES ET SIDERURGIES

Conférence présentée à  
l'American Industrial Hygiene Conference  
Palais des Congrès, Montréal  
le 2 juin 1987

SECTION I

## PRESENTATION DES CONFERENCIERS

JEAN-YVES ANGERS : Bachelier en administration des affaires à l'Université de Sherbrooke et spécialisé en marketing, il a été chargé de projets pendant 4 ans au département de recherche en marketing de la Société nationale de l'amiante (SNA). Il a participé, en collaboration avec le Centre de recherche de la SNA à la mise au point et à la pénétration de marché de l'olivine synthétique. Depuis 2 ans, responsable du développement des marchés et des ventes de l'olivine, il planifie et structure la distribution de ce produit en Ontario et au Québec.

Il est accompagné de 2 intervenants en hygiène industrielle qui ont collaboré avec le Centre de recherche de la SNA, quant à l'aspect environnemental de leur olivine synthétique. Il s'agit de:

PIERRE PELLETIER : Hygiéniste industriel diplômé de l'Université du Québec à Trois-Rivières ayant 3 années d'expérience en milieu industriel.

JACQUES ANGERS : Technicien en hygiène industrielle, diplômé du Collège St-Laurent en hygiène industrielle et du CEGEP de Thetford-Mines en techniques minières, possédant 5 années d'expérience en milieu industriel et de construction.

## TABLE DES MATIERES

1. HISTORIQUE
  - 1.1 Olivine naturelle
  - 1.2 Olivine synthétique
  
2. CONSOMMATION-PRODUCTION
  - 2.1 Consommation mondiale d'olivine
  - 2.2 Pays producteurs
  - 2.3 L'Est du Canada
  
3. DESCRIPTION DE L'OLIVINE SYNTHETIQUE
  - 3.1 Procédé et préparation
  - 3.2 Point de frittage
  - 3.3 Produits
  
4. LE JETMAG: L'OLIVINE SYNTHETIQUE POUR LE SABLAGE PAR JET
  - 4.1 L'avantage de la céramisation
  - 4.2 Analyse de rendement
  
5. SALUBRITE DU JETMAG
  - 5.1 Composition minéralogique et chimique
  - 5.2 Teneur en silice libre
  - 5.3 Teneur en fibre chrysotile
  - 5.4 Etude toxicologique
  - 5.5 Etude environnementale - Echantillonnage effectué en milieu clos silice 24 VS Jetmag 16
  
6. CONCLUSION

## HISTORIQUE

### 1.1 Olivine naturelle

L'utilisation de l'olivine comme sable de moulage en fonderie a débuté en Norvège en 1927. En 1938, des tests de laboratoire norvégiens prouvent que l'olivine élimine les risques de silicose. (2)

Après la Seconde Guerre mondiale, l'olivine est devenue le sable généralement employé dans les fonderies d'acier non-ferreux de Norvège et la Suède emboîte le pas vers le début des années 50. (3)

Durant les années 1960-1963, d'autres études pathologiques pulmonaires sont réalisées avec de l'olivine contenant 2 à 3.5% de silice libre et enfin, de la silice sous forme de quartz. Plusieurs animaux succombent sous les injections pulmonaires de silice. Par contre, tous ceux sous les injections d'olivine ne sont pas affectés, malgré une présence mineure de 2 à 3.5% de silice libre dans l'olivine. (3)

Il a été démontré qu'aucune sorte d'olivine n'a présenté de risques de silicose ou d'autres sortes de maladie pulmonaire. (3)

Après la Suède, l'utilisation de l'olivine en fonderie s'est généralisée dans les pays de l'Europe de l'Ouest. La Suède et la Norvège ont banni l'utilisation de la silice pour le sablage au jet. (4)

Aux Etats-Unis et au Canada, en 1967, environ de 150 à 160 fonderies utilisaient de l'olivine pour le moulage et de 300 à 400 fonderies l'ont utilisée pour d'autres applications. (3)

En 1977, des chercheurs de l'Université de Pennsylvanie ont démontré que l'olivine est considérée non-nocive et élimine tout risque de silicose. Selon le Dr John M. Samuels, directeur du projet de recherche, la substitution de la silice par de l'olivine, dans les fonderies, sera l'amélioration majeure de cette industrie. Il affirme que la silicose affecte presque 10% des travailleurs dans les fonderies et ce genre d'industrie est sous surveillance de l'OSHA (Occupational Safety and Health Administration). De plus, dans le Guide Diagnostique des Maladies Professionnelles du Gouvernement fédéral canadien, il est dit que: "La durée du contact avec les poussières nécessaires à l'éclosion de la silicose est très variable selon les diverses occupations. Elle est en moyenne de 2 à 10 ans chez les sableurs au jet".

Terminons par le fait qu'une carrière d'olivine scandinave a démontré n'avoir eu aucun cas de silicose ou autres maladies pulmonaires parmi ses employés et ce après plus de 20 ans d'activité. (3)

## 1.2 Olivine synthétique SNA

En 1981, le Centre de recherche de la Société nationale de l'amiante entreprenait des recherches sur l'utilisation de serpentine (résidus miniers) en vue d'incorporer des résidus calcinés dans les papiers et les feutres. Une unité de calcination fut construite et porte le nom de "MINUTT", une contraction de "Mini Usine de Traitement Thermique". Venant à manquer de sable lors d'un sablage au jet, des employés d'une autre filiale utilisèrent des produits calcinés de la recherche dans le but de se dépanner temporairement. Ils découvrirent à leur grande surprise que les résidus calcinés (olivine synthétique) permettaient un sablage rapide et efficace. Ainsi l'olivine synthétique trouvait une nouvelle application dans les sables abrasifs.

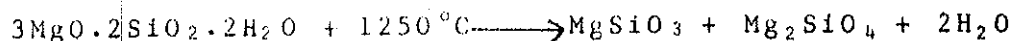
Par contre, l'olivine synthétique "Jetmag" a prouvé sa compétitivité au Québec et en Ontario pour cette application depuis 3 ans.

### 3. DESCRIPTION DE L'OLIVINE SYNTHETIQUE

#### 3.1 Procédé et préparation\*

Sable de serpentine	→	Calcination à 1250 deg. C. dans un four rotatif	→	Tamissage	→	Olivine synthé- tique
------------------------	---	-------------------------------------------------------------	---	-----------	---	-----------------------------

#### Transformation chimique



Dureté à l'échelle Moh.	Serpentine	+	°T	→	Enstatite + Forsté- rite (olivine)	+ Eau
	3 - 4				5.5 - 6	6.5 - 7

NOTE: Les amiantes qui sont des dérivés fibreux de la famille des serpentines perdent leur structure fibreuse à 800 deg. C et ils se transforment aussi en forstérite et enstatite.

\* Brevet américain # 4-519-811

### 3.2 Point de frittage (Sintering Point)

Suivant la source de résidu de serpentine, on obtient un point de frittage de 1150 à 1500 deg. C. Ce point de température est recherché, car à ce moment le grain de sable se "céramise", ce qui a pour effet de cimenter toutes les fissures dans le grain résultant de l'action mécanique de broyage.

### 3.3 Produits

A partir de ce procédé, 3 types de produits sont disponibles sur le marché:

- 1) Sable réfractaire : utilisé dans les bassins répartiteurs dans les aciéries.
- 2) Sable de fonderie : utilisé comme sable à moule et sable à noyau pour la coulée de la fonte.
- 3) Sable d'abrasion  
ou sable à jet : utilisé pour le nettoyage des surfaces métalliques, de béton ou de fibre de verre.

## 4. LE JETMAG\* : SABLAGE PAR JET

### 4.1 L'avantage de la "céramisation"

La "céramisation" des particules et la cimentation des fissures causées par le broyage, confèrent des avantages importants au Jetmag par rapport à l'olivine naturelle ou la silice. Lors du sablage au jet, les particules sont projetées par haute pression d'air et le Jetmag résiste mieux à l'impact. En perdant beaucoup moins d'énergie à l'éclatement, il nettoie plus rapidement, consomme moins de sable, occasionne moins de poussières totales et se recycle mieux.

La grande majorité des sableurs au jet ne sont pas équipés pour recycler leur sable et des avantages économiques doivent être démontrés sur la vitesse de travail et la consommation de sable.

\*Marque de commerce enregistrée du Centre de Recherche de la Société nationale de l'amiante.

4.2 Analyse de rendement (Sanivan à l'Alcan)

	ABRASIF	JETMAG 16-60	SILICE 24
	Poids	200 lbs	200 lbs
	Surface couverte (pi. <sup>2</sup> )	75,2	44,3
TEST	Temps	20 min.	20 min.
	Qualité du nettoyage	commerciale	commerciale
	Poussière	faible	forte
	Consommation de sable	2,7	4,5
RATIOS	(lb/pi. carré)		
	Vitesse de sablage	3,8	2,2
	(pi. carré/min)		
<u>Comparaisons des coûts</u>			
	Base : 8 hres de travail avec silice: 1056 pi.car/ jour	4,6 hres	8 hres
<u>Coût I</u>			
	Coût de main-d'oeuvre, car- burant, équipement de sablage (60\$/hre)	276\$	480\$
<u>Coût II</u>			
	lbs d'abrasif pour 1056 pi. carrés	2,851	4,752
	Coût du sable (FAB Montréal)		
	Silice : 70\$/t.m.	162\$	151\$
	JETMAG : 125\$/t.m.		
	Total des coûts	438\$	631\$
	Economie journalière/unité de sablage comparée à la silice	193\$	

ANALYSE DE RENDEMENT DE MANAC

Pression: 80 PSI  
 Nozzle : 1/2 po.  
 Acier : poutres d'acier neuves et laminées  
 Fini de surface: nettoyage commercial SA2

Abrasifs	Silice 24	JETMAG 30-60	JETMAG 16-60
Poids (lbs) Surface couverte (pi <sup>2</sup> ) Temps (min.)	176 lbs 94 8,25	220 lbs 202,8 10,66	165 lbs 145 7
Ratios Productivité (pi <sup>2</sup> /min) Consommation (lbs/pi <sup>2</sup> )	11,4 1,87	19 1,08	20,7 1,14
Comparaison des coûts. Base 8heures de tra- vail (480 min.) avec silice = 5472 pi <sup>2</sup>	8 hres	4,8 hres	4,4 hres
Coût I - main- d'oeuvre, car- burant, équipe- ments de sabla- ge (usure, amor- tissement, pro- tection) 60\$/h	480\$	288\$	264\$
Coût II - lbs d'abrasif pour 5472 pi <sup>2</sup>  Silice = 58\$ rendu à Manac  JETMAG = 120\$ rendu à Manac	10 233  269,30\$	6 382  348\$	6 238  340\$
Total des coûts/jour Économie/jr/uni- té de sablage	749,30\$ ---	636\$ 113,30\$	604\$ 145,30\$

PRIX D'EXCELLENCE À MANAC

- . Pour réalisation majeure en hygiène industrielle, santé et sécurité au travail.
- . Décerné par le CLSC La Guadeloupe (Beauce) pour la substitution de la silice par l'olivine synthétique "JETMAG"

Communiqué du CLSC La Guadeloupe

Dans les opérations de décapage au jet de sable, dans lesquelles on utilise le pouvoir abrasif de la silice projetée à très haute vitesse pour effectuer le sablage, le risque majeur pour la santé des travailleurs est l'exposition à la silice même qui peut entraîner, à moyen terme, une maladie pulmonaire de type pneumoconiose appelée SILICOSE, dont les conséquences sont dramatiques.

Après avoir été informé par les intervenants du CLSC La Guadeloupe de ces faits, de même que de la possibilité de remplacer la silice par de l'olivine synthétique JETMAG qui n'entraîne pas d'exposition à la silice pour les travailleurs, l'employeur décida de procéder à cette substitution.

En conséquence, les travailleurs affectés à ces postes ne sont plus exposés à la silice, ce qui constitue un exemple d'élimination d'un risque par substitution, exemple qui devrait être suivi par tous les employeurs utilisant un tel procédé.

Nos félicitations...

## 5. DONNEES RELATIVES A LA SALUBRITE

### 5.1 Composition minéralogique

L'analyse minéralogique a été effectuée au laboratoire des Sciences de la terre à l'Université du Québec à Chicoutimi, à l'aide d'un microscope à diffraction-X. (J. Carignan, juillet 1983).

Les résultats indiquent que l'olivine synthétique est essentiellement constituée de forstérite et d'enstatite (deux formes cristallines de silicate de magnésium) et d'hématite (un oxyde de fer). De par sa composition minéralogique, l'olivine synthétique est similaire à l'olivine naturelle, un silicate de magnésium.

### ANALYSE CHIMIQUE

Les analyses chimiques des deux olivines naturelles des U.S.A. et celles de l'olivine synthétique démontrent qu'elles sont similaires. A noter que ces trois olivines contiennent moins de 1% de silice libre, l'oxyde de silice étant lié chimiquement aux autres oxydes.

Analyse chimique	IMC (1) Caroline N.	National Olivine (2)	Olivine synthé- tique (3)
MgO	49,4	45-47%	45,6
SiO <sub>2</sub>	41,2	39-42%	43
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,1	7-9%	8,3
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,8	-----	1,6
CaO	,2	1-2,25%	,8
Autres	,3	,3-,5%	,7

- 1) Fiche technique de Northwest Olivine (IMC)
- 2) Fiche technique de National Olivine Co.
- 3) Fiche technique JETMAG (olivine synthétique)

## 5.2 Teneur en silice libre

Une analyse de teneur en silice libre a été effectuée par les laboratoires de la santé du Ministère du Travail de l'Ontario, (rapport no. 20246, émis le 29.07.83) et aucune silice libre n'a été détectée, la limite de détection étant de 1%.

Au Québec, l'analyse par microscope à diffraction-X a été réalisée par le docteur Dickson, ingénieur du département de génie métallurgique de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Montréal, le 11 avril 1985. La teneur en silice libre retrouvée a été de moins de 1%, soit de l'ordre de 0,2 à 0,3%

## 5.3 Teneur en fibre chrysotile

Une première analyse a porté sur l'olivine synthétique avant son utilisation. L'analyse a été effectuée par l'Ontario Research Foundation à l'aide d'un microscope à transmission électronique. (E. Chatfield, Rapport no. 82311 Transmission Electron Microscope Examination for the Presence of Asbestos in two samples of Calcined Tailings. Août 1982).

L'analyse de l'ensemble des structures fibreuses identifiées n'a pas permis de détecter la présence de fibre de type chrysotile (amiante).

Une seconde analyse a porté sur les poussières respirables recueillies au moment d'une opération de sablage. La prise d'échantillon et l'analyse des poussières respirables ont été effectuées par l'institut de Recherche et de Développement sur l'Amiante (IRDA). (J. Lebel, Analyse des résidus calcinés MINUTT-SNA, novembre 1983).

Le rapport conclut "qu'aucun amiante n'est détecté par microscopie électronique à transmission (couplée de l'analyse par rayon-X) sur les poussières obtenues du sablage avec ces mêmes résidus calcinés MINUTT".

#### 5.4 Etude toxicologique

Une étude effectuée en 1983 sur des animaux et des cellules en culture démontre le caractère non-cancérogène de résidus d'amiante calcinés à 1300 degrés C., tel que le JETMAG.

Institué "Influence d'un traitement thermique des fibres de chrysotile sur leur comportement dans le poumon", l'étude du Dr LeBouffant, des Charbonnages de France, conclut que la transformation cristallographique du chrysotile en forstérite et ses modifications morphologiques permettent au matériel transformé de n'avoir aucun pouvoir cancérogène, aucun animal ne présentant de tumeurs après exposition et les cellules en culture n'étant pas touchées toxicologiquement.

5.5 ETUDE ENVIRONNEMENTALE - ECHANTILLONNAGE EFFECTUE EN MILIEU CLOS,  
SILICE 24 VS JETMAG 16-60

BUT DE L'EVALUATION

- 1) Comparer deux sables pour jet ayant des caractéristiques minéralogiques et chimiques différentes.
- 2) Quantifier la quantité de silice libre présente dans l'air lors des opérations de sablage par jet.
- 3) Quantifier le taux d'empoussièrément créé dans l'atmosphère de travail.

DESCRIPTION DES LIEUX

L'essai s'est effectué dans un local clos, non ventilé, aux dimensions de 60 pieds de long x 30 pieds de large x 25 pieds de haut, représentant un volume de 45,000 pieds cubes. L'absence de ventilation permettait un échantillonnage rigoureux et reproductible.

Le sablage s'est pratiqué sur des machineries lourdes, de type "loader" sur roues, situées au centre de la pièce, dans le but d'enlever les métaux oxydés et la peinture.

La pression d'air utilisée pour le sablage par jet était de 90 livres d'air à la sortie du compresseur pour les 2 sables utilisés, afin de retrouver des conditions similaires d'utilisation.

PROTECTION RESPIRATOIRE UTILISEE PAR LE TRAVAILLEUR

Pour ce travail, le sableur utilise une cagoule protectrice à adduction d'air positif alimentée par un compresseur situé à l'extérieur du lieu de travail.

## METHODES UTILISEES

Les méthodes d'échantillonnage et d'analyse qui ont été utilisées lors de l'intervention sont celles prescrites par l'Institut de recherche en santé-sécurité au travail du Québec (IRSST),

L'analyse du pourcentage de quartz par diffraction au rayon-X a été faite par le laboratoire du département de génie métallurgique de l'Ecole Polytechnique de Montréal et signée par l'ingénieur responsable, le Dr Yvan Dickson.

La calibration des appareils d'échantillonnage a été faite sur les lieux de travail, avant et après l'intervention.

## STRATEGIE D'ECHANTILLONNAGE RETENUE

Une stratégie a été élaborée afin de déterminer des temps d'échantillonnage équivalents dans des conditions normales répétées afin de pouvoir comparer les 2 sables:

- 1) Les échantillons prélevés ont été cueillis au début des quarts de travail, deux soirs consécutifs, afin de comparer les taux d'empoussièrement des deux sables.
- 2) Entre les deux essais, le nettoyage des lieux de travail a été fait, afin d'éviter un mélange entre les 2 types de sable.
- 3) Les pressions atmosphériques et les températures ont été stables tout au long des périodes d'échantillonnage.
- 4) L'échantillonnage s'est étalé sur deux journées consécutives. Pour chacune des journées, des échantillons ont été prélevés comme suit:

- Trois échantillons de poussière totale ont été prélevés en station fixe à proximité de la zone de travail du lieu de sablage.
  - Neuf échantillons de poussière respirable ont été prélevés, dont six furent prélevés en station fixe, à proximité de la zone de travail du lieu de sablage et trois à l'extérieur de la cagoule, sur le sableur.
- 5) Pour l'ensemble de ces échantillons, les temps de prélèvement ont été respectivement, de dix (10), quinze (15), et trente (30) minutes. Ces temps d'échantillonnage ont été choisis en tenant compte des quantités de poussière requise, permettant l'analyse par diffraction au rayon-X et des fortes concentrations de poussière présente dues à l'absence de ventilation.

De plus, pour chacune des journées d'échantillonnage, un échantillon de poussière respirable a été prélevé à l'intérieur de la cagoule du sableur. Les temps d'échantillonnage ont été d'environ 60 minutes pour chacune des journées.

POUSSIÈRES TOTALES - ESSAIS COMPARATIFS

	Sable Jetmag 16-60		Sable de silice 24	
	Temps (min)	Concentration (mg/m. cube)	Temps (min)	Concentration (mg/m. cube)
Résultats obtenus	35	313	30	466
	15	202	15	737
	10	253	10	564
Concentration moyenne pondérée	256 mg/mètre cube		589 mg/mètre cube	

ESSAIS COMPARATIFS

POURCENTAGE DE QUARTZ PRESENT

Poussières  
Respirables

3 analyses pour  
chacun des sables

Sable Jetmag 16-60	Sable de silice 24
1- < 1%	1- 96%
2- < 1%	2- 62%
3- Aucune présence détectée	3- 54%

CALCUL DE LA NORME ADMISSIBLE

$$\text{C.M.A.} \quad \frac{10 \text{ mg/m}^3}{\% \text{ quartz} + 2}$$

Sable Jetmag 16-60

3 échantillons = 5 mg/m<sup>3</sup>

parce que le Quartz < 1%

Sable de silice 24

0.1 mg/m<sup>3</sup>

0.16 mg/m<sup>3</sup>

0.18 mg/m<sup>3</sup>

POUSSIERES RESPIRABLES - ESSAIS COMPARATIFS

	Sable Jetmag 16-60		Sable de silice 24	
	Temps (min)	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temps (min)	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )
Résultats  obtenus	32	57	.30	56
	34	55	30	49
	.33	50	30	50
	15	47	15	55
	15	35	15	70
	.15	55	.15	75
	10	76	10	47
	10	47	.10	65
	.10	59	10	65
Concentration moyenne pondérée	53 mg/m <sup>3</sup>		59 mg/m <sup>3</sup>	

. Echantillons prélevés sur le travailleur à l'extérieur de sa cagoule à adduction

POUSSIÈRES RESPIRABLES  
 A L'INTERIEUR DE LA  
CAGOLE DU TRAVAILLEUR

	Sable Jetmag 16-60	Sable de silice 24		
	Temps (min)	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )	Temps (min)	Concentration (mg/m <sup>3</sup> )
Résultats obtenus à l'intérieur de la cagoule	63	0.93	59	0.99
Norme	5 mg/m <sup>3</sup>		entre 0.10 et 0.18 mg/m <sup>3</sup>	
Concentration standardisée	<u>0.93</u> 5	0.18	<u>0.99</u> 0.10	9.9 5.5 0.18

EXEMPLES DE CALCUL

1) Concentration en mg/m<sup>3</sup>: (voir annexe II)

Echantillon 21 - pesée: 134.5 mg  
pré-pesée: 131.9 mg

$$\frac{\text{pesée (mg)} - \text{pré-pesée (mg)} \times 1000 \text{ litres}}{\text{débit (litre)/minute} \times \text{temps (min)} \times \text{m}^3} \quad \text{mg/m}^3$$

$$\frac{134.5 \text{ (mg)} - 131.9 \text{ (mg)} \times 1000 \text{ litres}}{1.7 \text{ litre/min} \times 30 \text{ (min)} \times \text{m}^3}$$

$$\frac{2.6 \text{ mg} \times 1000 \text{ litres}}{1.7 \times 30 \times \text{m}^3}$$

$$\frac{2600 \text{ mg}}{51 \text{ m}^3} \quad 50.9 \text{ mg/m}^3$$

2) Etablissement de la norme permmissible à partir du % de quartz:

A partir du règlement sur la qualité du milieu de travail, S2.1 r.15, page 52, la norme concernant la concentration moyenne en mg/m<sup>3</sup>, pour les poussières respirables, s'établit à partir de la formule de calcul suivante:

$$\frac{10 \text{ mg/m}^3}{\% \text{ quartz} + 2} \quad \text{concentration moyenne en mg/m}^3 \text{ poussière respirable.}$$

Exemple: % quartz 96%  $\frac{10 \text{ mg/m}^3}{96 + 2}$  0.1 mg/m<sup>3</sup>

et la concentration moyenne en mg/m<sup>3</sup> pour les poussières totales s'établit à partir de la formule de calcul suivante:

$$\frac{30 \text{ mg/m}^3}{\% \text{ quartz} + 3} \quad \text{concentration moyenne en mg/m}^3 \text{ poussière totale (respirable et non respirable).}$$

Exemple: % quartz 96%  $\frac{30 \text{ mg/m}^3}{96 + 3}$  0.3 mg/m<sup>3</sup>

Ce même règlement sur la qualité du milieu de travail, S2.1 r.15, page 53, définit qu'une poussière contenant moins de 1% de quartz est considérée comme étant une poussière nuisible. La norme est alors:

Concentration moyenne permise: 10 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières totales,

ou

5 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières respirables.

L'analyse par diffraction aux rayons-X permet d'observer que:

Le sable de silice 24 contient entre 54% et 96% de quartz. La concentration moyenne permise se situe entre 0.10 et 0.18 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières respirables, et entre 0.3 et 0.5 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières totales.

Le sable Jetmag 16-60 contient moins de 1% de quartz et serait de l'ordre de 0.1% à 0.3%. D'après l'estimation produite par l'analyse en laboratoire, ces poussières sont considérées comme étant des poussières "nuisibles". La concentration moyenne permise se situe à 5 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières respirables et à 10 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières totales.

### ANALYSE DES RESULTATS

1. On constate que le % de quartz contenu dans les deux sables est très différent; il est inférieur à 1% (de .1 à .3%) pour le Jetmag 16-60 et varie de 54 à 96% pour la silice 24. Du point de vue santé, le Jetmag 16-60 est donc supérieur, car les risques de silicose sont pratiquement inexistantes.
2. Pour les poussières totales émises lors du sablage, l'on a obtenu une concentration moyenne mesurée de 256 mg/m<sup>3</sup> pour le Jetmag 16-60, et de 589 mg/m<sup>3</sup> pour la silice 24. Les conditions d'utilisation et d'échantillonnage étant les mêmes pour les deux sables, on remarque que le Jetmag 16-60 produit 2 fois moins de poussières totales dans l'air.
3. Pour les poussières respirables émises avec le Jetmag 16-60, l'on a obtenu des concentrations mesurées variant entre 35 et 76 mg/m<sup>3</sup>, pour une moyenne de 52.9 mg/m<sup>3</sup>, tandis qu'avec la silice 24 les concentrations mesurées varient entre 47 et 75 mg/m<sup>3</sup>, pour une moyenne de 59.1 mg/m<sup>3</sup>. La différence entre les deux sables est plus petite en ce qui a trait à la quantité de poussières respirables émises dans l'air, mais le Jetmag 16-60 en produit légèrement moins, soit 10% de moins.
4. Les résultats obtenus (concentrations mesurées) sont assez élevés pour l'ensemble des échantillons, ce qui est normal, car le local est relativement petit et il n'y avait aucune ventilation. La présence d'une ventilation adéquate aurait diminué les concentrations mesurées, mais les proportions de quartz dans les échantillons seraient restées les mêmes.

## 6. CONCLUSION

Le Jetmag 16-60 contient un % de quartz inférieur à 1%. L'utilisation du sable d'olivine Jetmag 16-60 comporte moins de risques pour la santé. On remarque que les concentrations moyennes de poussière permises par réglementation sont plus élevées pour le Jetmag 16-60 comparativement à un sable à base de silice. Pour le Jetmag 16-60, les normes sont respectivement de 5 et 10 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières respirables et totales, tandis qu'avec la silice 24 elles ne sont que de 0.10 - 0.18 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières respirables et 0.3 - 0.5 mg/m<sup>3</sup> pour les poussières totales.

En regardant les résultats obtenus sous la cagoule du travailleur ( $\approx$  0.9 mg/m<sup>3</sup> de poussières respirables), avec le Jetmag 16-60, on constate que l'on respecte amplement les normes, tandis qu'avec la silice 24, les normes ne sont pas respectées et le travailleur s'expose à des risques importants pour sa santé.

Au point de vue environnemental, comme le Jetmag 16-60 produit 2 fois moins de poussières totales que la silice 24, il est donc moins polluant. Sa récupération par système de filtration de l'air sera plus facilement réalisable.

Etant spécifié chez plusieurs grandes industries tant au Québec qu'en Ontario, l'olivine synthétique "Jetmag" a prouvé sa compétitivité comme sable à jet par une réduction de consommation de sable et une augmentation de productivité.

De plus, les données relatives à la salubrité, tant au niveau des poussières totales que celles respirables, font de cette olivine un substitut idéal à la silice.

## REFERENCES

- 1) Richard Gwin, Bureau of Mines, Information Circular, mars 1943, page 2.
- 2) Industrial Minerals, Opportunities for Increasing Olivine Output, février 1970, page 13.
- 3) Tubish, George E., Michigan Department of Public Health Division of Occupational Health, Health Aspect of Olivine. Non-ferrous Foundry Applications, présenté à "The American Industrial Hygiene Association", conférence mai 1967, Chicago, Illinois.
- 4) Industrial Minerals, Mai 1977, Olivine and Dunite Blast Furnace Usage Adds New Dimension.
- 5) Industrial Minerals, Mai 1977, Olivine and Dunite Blast Furnace Usage Adds New Dimension.
- 6) Olivine: An Interesting Industrial Minerals, Halvdan Bjoerum, Industrial Mineral International Congress, London 1974.
- 7) Olivine as in Industrial Minerals, Kefton H. Teague, Senior Geologist, IMC, présenté à "AIMC Annual Meeting" en 1977.
- 8) World Olivine Usage, Kefton H. Teague, Senior Geologist, IMC.
- 9) Olivine and Dunite, Blast Furnace Usage Adds New Dimension, Industrial Minerals, Mai 1977.
- 10) American Metal Market, 25 juillet 77, "Researchers say olivine eliminates silicosis risk".

SECTION II

L'olivine synthétique  
dans les fonderies et sidérurgies

Conférence présentée à  
l'American Industrial Hygiene Conference  
au Palais des Congrès de Montréal  
le 2 juin 1987

par :

Marcel Cossette,  
Directeur,  
Recherche technologique, hygiène industrielle  
CERAM-SNA INC.

Pierre Pelletier,  
Consultant en

Jacques Angers,  
Consultant en  
hygiène industrielle

TABLE DES MATIERES

Introduction.....	page 2
Utilisation des sables olivine.....	2
Silicose.....	3
Cancer.....	6
Résultats industriels avec l'olivine....	8
Avantages de l'olivine synthétique.....	9
Conclusion.....	9
Remerciements.....	9
Références.....	10-11

## L'olivine synthétique dans les fonderies et sidérurgies

### INTRODUCTION

Les sables d'olivine, naturels et synthétiques, sont utilisés de plus en plus, dans les fonderies et sidérurgies en substitution des sables de silice pour éviter les graves problèmes d'hygiène industrielle résultant de l'inhalation de poussières des silices cristallines par les travailleurs. L'olivine est un orthosilicate de magnésium et de fer, d'origine naturelle ou synthétique. L'olivine synthétique est produite industriellement à partir de serpentine par un procédé thermique.

Le produit naturel est en usage industriel à grande échelle depuis 1927, et l'olivine synthétique fut introduite en 1982. En vue de l'usage croissant des sables d'olivine naturelle et synthétique dans les fonderies et sidérurgies, en substitution de la silice, il y a intérêt à rédiger un bilan des résultats hygiéniques obtenus dans ces industries.

### UTILISATION DES SABLES OLIVINE

Dans les fonderies, l'olivine est utilisée pour produire les moules qui reçoivent le métal fondu pour mouler les pièces désirées. L'olivine remplace le sable de silice pour obtenir des pièces avec un fini plus lisse n'exigeant pas, ou moins, d'usinage. Pour les fontes d'aluminium, la silice est inadéquate parce qu'elle réagit chimiquement avec le métal fondu alors que l'olivine la tolère. Pour les alliages à point de fusion élevé, tel que les alliages de chrome et de nickel, la silice ne supporte pas les températures exigées, lesquelles sont très bien acceptées par l'olivine parce que bien plus réfractaire. Les

sables d'olivine présentent donc plusieurs avantages technologiques sur la silice, mais c'est avant tout pour ses avantages hygiéniques que les olivines sont substituées à la silice cristalline.

L'olivine utilisée en sidérurgie sert aussi à diverses fonctions. Les sables d'olivine sont encore utilisés pour fabriquer des moules pour le coulage des lingots, afin d'obtenir les avantages suivants vis-à-vis la silice:

- faible réactivité avec les métaux fondus,
- coefficient d'expansion thermique réduit qui élimine les défauts d'expansion qui se produisent avec la silice;
- expansion thermique plus uniforme réduisant les teneurs en bentonite entre 3 et 5% et d'humidité aux environs de 3%;
- points de fusion de 1600°C pour l'olivine synthétique;
- résistance accrue aux chocs thermiques;
- plus facile à mouler;
- endure la compaction sans perte de perméabilité;
- ses grains sub-angulaires assurent une résistance verte (avant cuisson) plus élevée, et;
- les olivines sont disponibles avec la granulométrie désirée.

En plus de servir à la fabrication des moules, l'olivine est utilisée dans les sidérurgies comme abrasif de jet, réfractaire d'appoint pour les creusets, pour la trempe à sec et comme réactif (fondant) pour former la brasque dans les hauts fourneaux avec économie de carburant.

#### SILICOSE

La silicose, résultant de l'inhalation des poussières de silice cristalline par les travailleurs, est le pire problème d'hygiène

industrielle auquel les fonderies et sidérurgies ont à faire face. La silicose est la fibrose pulmonaire la plus grave parmi les pneumoconioses industrielles en termes de morbidité et de mortalité. Il s'agit des plus anciennes maladies occupationnelles car Pline l'Ancien (1) mentionne au début de l'époque chrétienne que les travailleurs des mines des Carpates mouraient précocement de difficultés respiratoires et que leurs veuves se remariaient plusieurs fois.

C'est en 1945 que les premières recherches sur l'innocuité de l'olivine furent publiées par King et ses collaborateurs (2). Ils exposèrent des rats par insufflation d'olivine et purent établir que les seuls effets pulmonaires produits étaient de minimes réactions identiques à celles produites par n'importe quels corps étrangers ou poussières nuisibles.

En 1962, Ahlmark et Glomme (3) publiaient une étude sur les pneumoconioses, en Scandinavie, dans laquelle ils affirmaient que les résultats rapportés au sujet du potentiel fibrogène de l'olivine utilisée en Norvège étaient tous négatifs, alors qu'en Suède son utilisation était encore trop récente pour permettre des conclusions.

Glomme, en 1967, publiait une étude (4) sur le potentiel fibrogène de substances autres que le quartz (incluant l'olivine), dans laquelle il affirme qu'après 20 ans d'utilisation industrielle en Norvège, aucun cas de pneumoconiose soupçonnée due à l'exposition à ce minéral n'avait été rapporté.

Tubich (1967), dans une publication sur les aspects santé dans les fonderies non-ferreuses (5), a rapporté que des essais in vivo par inhalation et injection intratrachéale démontrent que la réaction provoquée par l'olivine en est une de simple réaction à un corps étranger. Il exprimait l'opinion que l'olivine pour la fabrication des

moules pourrait jouer un rôle important dans la réduction de l'incidence de la silicose.

En 1979, Governa et ses collègues publiaient une étude (6) sur les changements pulmonaires des rats exposés intensivement à l'olivine par inhalation. Dans cette étude, les mêmes techniques qui avaient produit des fibroses sévères, après cinq mois d'exposition aux poussières de silice, furent utilisées. Aucune activité hémolytique ne fut observée avec l'olivine et les auteurs concluent que les résultats de l'étude démontrent que l'inhalation d'olivine ne produit aucune fibrose.

Dans le livre "Occupational Lung Disorders" (7), publié en 1982, au chapitre sur les maladies causées par la silice libre, Parkes mentionne que l'olivine ne cause pas de pneumoconiose à l'homme ou aux rats.

En 1984, Jorgen Johr, dans une communication personnelle (8) à l'IRSST (Institut de recherche en santé et en sécurité au travail) présente une évaluation du sable d'olivine utilisé dans les fonderies Norvégiennes. Des résultats analytiques sur les comptes de fibres et sur la microscopie électronique sont inclus, ainsi qu'une liste de plusieurs publications qui corroborent ces résultats publiés aux Etats-Unis, en Norvège et en Suède. Ce document ne confirme aucun cas de maladies pulmonaires reliées à l'exposition des travailleurs (Norvégiens) exposés aux poussières d'olivine.

En vue des références citées, il devient évident que les conclusions de l'IRSST (9) (qui suivent) au sujet des fibroses sont bien partagées par les experts:

"bien que l'on utilise l'olivine depuis 1927 en Norvège,

aucun cas de pneumoconiose ou de maladie pulmonaire professionnelle n'a été décrit"

"les études chez l'animal révèlent que l'olivine n'engendre pas de fibrose pulmonaire ou à tout le moins, qu'elle est considérablement moins dommageable que la silice à cet égard."

#### CANCER

En plus des dangers de fibrose associés à l'inhalation de la silice cristalline, les plus récentes découvertes publiées par les chercheurs dressent le spectre du cancer pulmonaire chez les travailleurs exposés.

Dès 1967, Bryson et Bischoff publiaient un article (10) sur les néoplasmes induits par la silice.

De 1972 à 1980, les chercheurs du Medical Research Council Pneumoconiosis Unit d'Angleterre publiaient une série d'articles sur les cancers provoqués par la silice. En 1972, MMF Wagner et JC Wagner (11) annonçaient que des rats injectés d'une seule injection intrapleurale de silice cristalline présentaient des lymphomes malins du type histiocytique. De telles tumeurs furent encore produites sur des rats après inoculation de silice et rapportées (12) par MMF Wagner en 1976. Plus récemment, MMF Wagner et ses collègues publièrent une autre étude (13) sur les lymphomes histiocytiques malins causés à 35% des rats exposés à la silice cristalline finement divisée.

En 1984, "The Bureau of National Affairs" publiait un rapport (14) affirmant que le sable de silice et presque tous ses substituts, incluant des silicates d'alumine utilisés pour les moules de

plus élevé que prévu, lequel ne peut être expliqué par le tabagisme.

Donc, il y a de plus en plus raison de craindre les effets cancérigènes ou co-cancérigènes de la silice cristalline. Qu'en est-il de l'olivine? En ce qui concerne l'olivine naturelle, les références déjà citées, au sujet de l'absence de maladies occupationnelles en Scandinavie où l'olivine est utilisée depuis 1927, s'avèrent fort éloquentes. (2,3,4,7,8)

En ce qui concerne l'olivine synthétique, Le Bouffant et collaborateurs, au CHERCHAR en France, ont fait une étude d'injection intrapleurale chez le rat (19) et n'ont pu observer aucun cancer.

#### RESULTATS INDUSTRIELS AVEC L'OLIVINE

Même si l'olivine coûte environ deux fois plus cher que la silice alpha, les avantages obtenus avec des moules plus lisses, une réfractarité plus élevée et une durée fortement accrue par la possibilité de recyclage et réutilisation, font que l'usage de l'olivine est une bonne affaire indépendamment de ses avantages hygiéniques.

Dès 1979, Davis (20) concluait que même une substitution partielle de la silice par l'olivine dans les fonderies américaines permettait de réduire la teneur en silice alpha des poussières aéroportées en deça des limites permises par OSHA.

Dans une publication parue en 1980 sur le contrôle des risques pour la santé dans les fonderies (21), Heine recommandait le remplacement du sable de silice par l'olivine.

Au cours de la même année, Guillickson et Donniger (22) présentaient des données sur les teneurs en silice libre dans les

poussières aéroportées dans cinq fonderies américaines ayant effectué une substitution partielle ou totale de la silice par l'olivine. Ils concluent que les normes de silice sont dépassées seulement aux endroits où la silice est manipulée, et que dans les fonderies où la substitution totale de la silice était de rigueur les normes de silice libre n'étaient jamais dépassées.

#### AVANTAGES DE L'OLIVINE SYNTHETIQUE

Un des avantages de l'olivine synthétique est sa réfractarité accrue qui s'avère indispensable en sidérurgie.

Au plan hygiénique, l'olivine synthétique a l'avantage d'être libre d'amiante chrysotile. Stettler et collaborateurs (23) ont publié des analyses d'olivine naturelle qui révèlent la présence de traces d'amiante chrysotile. Cependant, les analyses de Chatfield (24), de l'Ontario Research Foundation, ont démontré aucun amiante chrysotile et pas plus de 0.012% de trémolite.

#### CONCLUSION

En vue des nombreuses références présentées qui démontrent les risques majeurs de silicose et de cancer pulmonaire, ainsi que les avantages au plan technologique, il devient évident que la substitution de la silice cristalline par l'olivine est un choix qui s'impose et qui devient des plus urgent pour nos sidérurgies et fonderies.

#### REMERCIEMENTS

Les contributions indispensables de J.-V. Gagnon, A. Sokov et M. Trudeau (dont un rapport non publié à ce sujet fut extensivement utilisé) sont grandement appréciées. Ce texte fut produit par P. Gingras.

---

13. Wagner MMF, JC Wagner, R Davies and DM Griffiths "Silica-induced malignant histocytic lymphoma: Incidence linked with strain of rat and type of silica" British Journal of Cancer vol 41 p 908-917 (1980)
  14. The Bureau of National Affairs Inc Occupational Safety and Health Reporter vol 13 no. 43 ( 29 Mar 1984)
  15. Heppleston AG "Silica and asbestos: Contrast in tissue response" Annals of the New York Academy of Sciences vol 330 p 725-743 (1974)
  16. Westerholm P, A Ahlmark, R Massing et I Segelberg "Silicosis and risk of lung cancer or lung tuberculosis: A cohort study" Environmental Research vol 41 no. 1 p 339-350 Oct 1986
  17. Finkelstein MM et GM Liss "Mortality among workers with silicosis in Ontario" Third International Conference on Environmental Lung Disease (abstracts) Montreal Canada 15-18 oct 1986 (publié par American College of Chest Physicians)
  18. Finkelstein MM et R Kusiak and G Suranyi "Mortality among miners receiving workers' compensation for silicosis in Ontario: 1940-1970" Journal of Occupational Medicine vol 24 No. 9 p 663-667 Sep 1982
  19. Le Bouffant L, S Bruyère, H Daniel, JC Martin, JP Henin, G Tichoux et P Nattier "Influence d'un traitement thermique des fibres de chrysotile sur leur comportement dans le poumon" Pollution Atmosphérique p 44-49 jan-mar 1983
  20. Davis JW "The use of sand substitution to solve the free silica problem in foundry atmospheres" Journal of the American Industrial Hygiene Association vol 40 no. 7 p 609-618 juil 1979
  21. Heine HJ "Health hazard control in the foundry" Foundry M & T p 197-207 avril 1980
  22. Gullickson R et JE Doninger "Industrial hygiene aspects of olivine sand use in foundries" AFS Transaction vol 88 p 623-630 (1980)
  23. Stettler LE, CH Gorsky, F Platek, M Stoll et RW Niemeir" Physical and chemical analyses of foundry sands" AFS Transactions vol 89 p 141-156 (1981)
  24. Chatfield EJ "Transmission electron microscope examination for the presence of asbestos in two samples of calcined tailings" Ontario Research Foundation 12 août 1982
-