

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél. (38) 63.80.01

MEMENTO SUBSTANCES UTILES

(MATÉRIAUX DE CARRIÈRES)

LES ABRASIFS

**DIAMANT - CORINDON - ÉMERI - GRENAT - STAUROTIDE
PONCE - TRIPOLI**

par

M. GRÈS



Département matériaux

B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél. (38) 63.80.01

79 SGN 168 MTX

Janvier 1979

LES ABRASIFS

GENERALITES

HISTORIQUE :

L'usage des abrasifs date de l'âge de pierre. Dans les temps récents, le papier abrasif a été produit et utilisé à Paris en 1760. L'émeri, déjà employé, a été broyé, criblé, classé à partir de 1828. Dès 1848, il a servi à la fabrication des meules à liant céramique.

La bauxite calcinée a été utilisée en 1868.

Le grenat n'est utilisé que depuis 1880, essentiellement aux Etats-Unis qui assurent 95 % de la production mondiale.

Le diamant synthétique, élaboré dès 1890, n'a été fabriqué industriellement qu'à partir de 1954.

Le carboendum Si C, obtenu en 1891 au four électrique, a été produit industriellement aussitôt.

Le corindon synthétique, obtenu dès 1893 par électrofusion, a été commercialisé dès 1901.

Le diamant utilisé, aggloméré en 1456, à Anvers, pour la taille des gemmes, n'a pris d'importance comme abrasif que depuis 1930 et surtout depuis la seconde guerre mondiale, lorsqu'il a fallu trouver une solution pour affuter les outils (tournage, fraisage...) en acier au carbure de tungstène qui ne pouvaient l'être, à l'époque, que par le diamant.

Borures et nitrures ont commencé à être synthétisés à partir des années 1930 (B₄ C en 1934 - BN en 1957 "Borazon").

En plus de ces abrasifs plus durs que le quartz et spécifiquement destinés à cet usage, toutes les substances sont relativement abrasives et

utilisées comme telles, qu'elles soient minérales, végétales, animales :

- silice sous de nombreuses formes
- olivine
- staurotide
- zircon
- calcaires
- craie
- chaux
- oxydes (Fe - Cr - Sn)
- noir de fumée
- scories
- copeaux et grenailles métalliques
- coquilles de noix broyées... (D 4).

CARACTERISATION : (F - M - N - D 1)

L'aptitude des abrasifs à couper, affuter, gratter, décaper, user, polir, résulte de plusieurs propriétés, dont une dizaine sont primordiales :

- Dureté, Résistance, Ténacité, Résistance au graissage - Inertie chimique - Réfractarité - Résistance au choc thermique - Granularité -
Forme - Résistance à l'émoissage -

Certaines ne sont pas chiffrables et ne peuvent qu'être estimées par des mesures empiriques.

- Dureté :

Il existe au moins six façons de la mesurer et on distingue les duretés Réaumur, Mohs, Brinell, Vickers, Rockwell, Rosival, Knoop. Industriellement, on se réfère aux duretés Vickers et Knoop, qui sont données par le rapport :

Charge (kg) appliquée sur la base d'un diamant pyramidal

Section mm² de l'empreinte laissée par la pointe du diamant
(M p. 121) pyramide à base carrée et angle de 136° pour la Vickers, pyramide à base losangique grande diagonale / petite diagonale = 7/1 avec des angles de 172°30 et 130°, (on utilise généralement une charge de 100 g.) pour la dureté Knoop.

Pour la dureté Brinell, la pyramide de diamant est remplacée par une bille d'acier $\varnothing = 10$ mm soumise à une charge de 3 000 kg.

La dureté Rosival, utilisée dans l'industrie de la pierre de taille et d'ornementation, mesure la résistance à l'abrasion sous eau (P).

- Résistance à la compression :

Le minéral se déforme de façon élastique, puis irréversible avant de se briser ; on la caractérise par une courbe donnant la déformation en fonction de la charge. Les matériaux cassants se brisent après une faible déformation élastique, tandis que les matériaux ductiles se déforment irréversiblement sans se briser.

- Ténacité - Friabilité :

Aptitude d'un minéral à ne pas se désagréger sous le choc (par exemple, le diamant très résistant se brise relativement facilement par impact ; le carboendium est plus dur et plus tranchant que le corindon impur brut, mais il s'use plus vite).

- Résistance au graissage :

Le graissage se traduit par le fait que la matière abrasée colle à l'abrasif et annihile l'abrasivité de celui-ci.

- Inertie chimique :

Abrasif et abrasé ne doivent pas réagir l'un sur l'autre ; les fortes pressions et températures engendrées lors de leurs contacts mutuels accélèrent les réactions chimiques.

- Réfractarité :

L'abrasif doit garder ses propriétés à haute température ; son point de fusion est une indication sur sa réfractarité. Toutefois, des tests effectués à plusieurs températures donnent une appréciation meilleure.

- Résistance au choc thermique :

Elle est fonction du module d'élasticité E, de la résistance à la traction T, de la conductivité thermique C et du coefficient de dilatation thermique D.

Elle peut s'exprimer par le rapport :

$$\frac{T \times C}{D \times E}$$

mais la forme, les dimensions et la réfractarité influent aussi sur ce paramètre.

- Formes et dimensions :

Un grain trapu aux formes plus ou moins émoussées abrase moins qu'un grain esquilleux ou aiguilleux et réclame une pression ou un temps de frottement plus grands. Le volume abrasé sera d'autant plus grand, pour un même poids d'abrasifs, que les grains seront plus petits.

Pour une même granulométrie (dimension), le même poids occupera d'autant plus de volume qu'il sera plus esquilleux et la densité apparente traduit assez bien la forme. La granularité est contrôlable par tamisage ou autres méthodes d'analyses granulométriques.

- Résistance à l'émoussage :

L'efficacité est considérablement réduite lorsque les tranchants s'émoussent. La pression d'application doit être alors plus forte et il en résulte un accroissement des chocs thermiques et des surfaces de friction qui nuisent à l'abrasivité.

Toutes ces caractéristiques, valables pour les abrasifs en grains (en vrac) sont modifiées lorsqu'ils sont "agglomérés" par des liants variés (silicates, résines, céramiques, caoutchouc, ébonite) sur meules, disques, outils ou "appliqués" sur toile, papier... Les tests effectués avec ces abrasifs agglomérés ou appliqués doivent être reproductibles.

Remarque :

La température joue un rôle considérable sur les propriétés décrites ci-dessus. Lorsqu'elle augmente, dureté et résistance diminuent, la ténacité augmente ; quant aux risques de chocs thermiques, ils augmentent considérablement, par exemple pour une meule de 20 cm de diamètre tournant

à 2 500 tours/minute pénétrant de 0,02 mm lors d'un polissage de précision , chaque grain est en contact 1/5 000e de seconde, chaque fois qu'il frotte la pièce et atteint 400° C. Ceci représente un gradient thermique de 2 000 000° C/s et se reproduit 40 fois/seconde.

Quelques caractéristiques des abrasifs usuels sont reportées dans le tableau ci-joint.

PRINCIPAUX ABRASIFS UTILISES EN FRANCE

Ce sont essentiellement diamant - Emeri - Corindon - grenat - quartz, et également Tripoli et Ponce moins durs.

Les abrasifs artificiels : Diamant - Alumines fondues - Carbures - Nitrures et oxydes sont très employés et en valeur représentent 20 fois celle des abrasifs naturels.

• La France ne produit pas d'abrasifs naturels en dehors du quartz et de la silice et de la ponce. Elle importe :

- 10 000 000 F en Ponce - Corindon - Emeri - Grenat dont les consommations approximatives sont (G) de 16 000 t - 150 t - 25 000 t et 1 000 t.
- 30 000 000 F en diamant brut industriel.
- 10 000 000 F en diamant poudre (naturel et artificiel).

La consommation de diamant industriel a été de 4 850 000 carat en 1976. Par contre, elle produit environ 80 000 t d'abrasifs artificiels :

Alumines fondues : capacité de production 50 000 t (D juillet 71)

balance excédentaire 24 000 000 F en 76 (G)

consommation approximative 35 000 t (18 000 t en appliqués et agglomérés⁺
400 t en réfractaire⁺⁺...).

Carbure Si capacité de production 20 000 t (D juillet 71)

Importations 43 000 000 F en 76 - Exportations inconnues.

Consommations : 3 600 t en appliqués et agglomérés⁺
3 700 t en réfractaires⁺⁺

+ St N ¹ des Fabricants de Produits Abrasifs.								
	grenat	Emeri	Corindon	Silex	Verre	Silice	Corindon artificiel	
							Blanc	Brun
1976	24t	256t	-	647t	3t	3548t	6386t	11057t
1977	23t	186t	-	470t	4t	3604t	6493t	11931t

++ St N1 des Fabricants de Produits réfractaires

. Prix moyens des différents abrasifs généralement bruts (D Avril 78 - C₁ - A)

Grenat : 110 \$/st (alluvionnaire US)
Emeri : 80 £/t
Corindon : 75 \$/t
Diamant : 4 \$/Carat
Alumine : 300 \$/t
Carbure Si : 500 \$/t

Les prix payés par les utilisateurs pour des produits classés sont beaucoup plus élevés.

Caractéristiques des Abrasifs naturels et artificiels

Minéral	Formule	Dureté				Température de fusion	Densité	Indices de Réfraction	Conductivité thermique Calo/cm/cm2. s. °C	Coef x 10 ⁶ /°C de Dilatation à 400° C
		Mohs	Brinell	Knoop (charge = 100 g)	Rosival					
Talc	H ₂ Mg ₃ (SiO ₃) ₄	1		21	0,33		2,6 - 2,8	1,54 - 1,6		
Gypse	CaSO ₄ , 2H ₂ O	2		54	1,25		2,3 - 2,4	1,52 - 1,53		
Calcite	CaCO ₃	3	105	132	4,5		2,7 - 2,9	1,49 - 1,74		
Fluorine	CaF ₂	4	143	188	5,0		3,2	1,43		
Apatite-Verres	Ca ₅ (PO ₄) ₃ (OH, F, Cl)	5	326	476-500	6,5		3,1 - 3,5	1,63 - 1,67		
Opale	SiO ₂ , nH ₂ O	6	517	680	37	1 600	1,7 - 2,2	1,41 - 1,46		
Ponce	~80 % SiO ₂	5,5 - 6,5								
Tripoli	~97 % SiO ₂	5,5 - 6,5								
Quartz	SiO ₂	7	670	958	120	1 610	2,65	1,55		
Staurotide	FeAl ₄ (SiO ₄) ₂ O ₂ (OH ₂)	7,4		800			3,7 - 3,8	1,74 - 1,76		
Olivine	Mg ₂ SiO ₄	7		750		1 910	3,2	1,65 - 1,67		
Zircon	ZrSiO ₄	7,5				2 550	4,6 - 4,7	1,92 - 2,01		
Spinnelle	MgAl ₂ O ₄	8		1 435	175	2 135	3,55	1,72		
Grenat	(Fe,X) ₃ Al ₂ Si ₃ O ₁₂	6 - 7,5		1 360		1 200	4,3 - 3,6 (pyrope)	1,83		
Emeri	~Al ₂ O ₃ , FeO, SiO ₂	7 - 9		1 800						
Carbure W	WC	8,5		1 880		2 870	15,6			
Carbure Ta	TaC			2 000		3 880	13,9			
Nitruure Ti	TiN	9		1 800		2 930	5,22	5,2		
Nitruure B	BN									
Corindon	Al ₂ O ₃	9		2 100	1 000	2 015	4	1,76		
Corindon synt.		9,3		2 260		2 015	3,5 - 3,9		0,06	5
Alumine Zir- cone	Al ₂ O ₃ , ZrO ₂ 42X					1 870				
Carbure Ti	TiC			2 500		3 140	4,9			
Carboendum - vert - gris	SiC	9,5		2 500 2 550		2 750	3,2		0,1	4,5
Borure W	W B ₂			2 600		2 900	10,8			
Carbure B	B ₄ C	9,7		2 760		2 350	2,5			
Carbure Nb	NbC					3 500	7,6			
Borure Ti	TiB ₂			3 400		2 900	4,5			
Diamant	C	10		8 200	140 000	> 3 550	3,5	2,4 - 2,5		

LE DIAMANT

Résumé

Le diamant à usage industriel n'est vraiment utilisé que depuis 1942 il se compose de 70 % de la production naturelle qui est environ de 45 000 000 carat/an et de 40 000 000 carats, synthétiques (en croissance).

L'Afrique australe, centrale et occidentale, la Sibérie sont les gros producteurs de diamant naturel tandis que USA, Afrique du Sud, URSS, Irlande et Suède produisent tout le diamant synthétique.

La France ne produit ni l'un ni l'autre, elle en consomme environ 5 000 000 de carats/an pour 60 000 000 F, cependant les exportations d'outils diamantés sont excédentaires de 65 000 000 F.

Le diamant est indispensable dans de nombreux secteurs industriels surtout en métallurgie et en sondages. Sa consommation mondiale croît de 10 %/an.

Les importations françaises viennent essentiellement des USA, Afrique du Sud, Islande, Belgique, Hollande, Angleterre.

Le prix du diamant synthétique (en poudre) (~ 10 F/carat) est en baisse tandis que le diamant naturel (pierres) augmente constamment (~ 100 F/carat).

LE DIAMANT

1 - GENERALITES

La consommation de diamant industriel n'est vraiment importante que depuis la seconde guerre mondiale : 200 000 carats en 1932, 800 000 en 1939, 40 000 000 entre juin 42 et fin 44, 100 000 000 en 1977.

Il a d'abord servi à la gravure sur verre et pierres dures (cf. Pline), à découper le verre au 15e siècle (la roulette de vitrier date de 1914), à meuler les pierres précieuses à Anvers au 16e siècle. La première couronne diamantée date de 1862 (U).

Le diamant synthétique^x produit depuis 1955 en Suède (U p. 218) et 1957 (B) aux USA fournit plus de la moitié du diamant industriel (C p. 127) utilisé en 1976 : 80 000 000 carats, cette même année la production de diamant industriel naturel était de 47 000 000 carats^{xx} (C p. 125) principalement en Afrique noire et en URSS.

Le diamant sert surtout à la fabrication d'outils diamantés.

Le tableau 1 donne les principaux producteurs.

Le tableau 1a donne les réserves (U p. 225).

2 - IMPORTANCE DANS L'ECONOMIE NATIONALE

Le diamant est un abrasif indispensable dont l'importance est considérable. La France n'en produit pas, en 1976, on en a importé 730 kg soit près de 4 000 000 carats pour 66 200 000 F contre 60 000 000 F en 1971 (2 700 000 carats) et 45 700 000 F en 1968 pour 457 kg. En 1976 elle en a réexporté pour 23 000 000 F (205 kg).^{xxx}

Dans le domaine des outils diamantés la France en a produit pour 262 864 879 F en 1976 :

- importé pour 45 000 000 F et exporté pour 121 000 000 F.

x Le diamant synthétique (<0,7 mm (Bp9) est d'excellente qualité, meilleur que le gris obtenu par pilage du bort naturel (U p. 219). Il est obtenu à partir de granite, de charbons sous une pression de l'ordre de 100 000 kg/cm² et des températures de l'ordre de 1500°C en cylindres réfractaires en pyrophyllite (AL₂(OH)₂Si₄O₁₁) (O₁₁) d'Afrique du Sud en présence de catalyseurs (Th, Rh, Ni, B...) (Bp. 9-U p. 27 à 33). La production de polycristaux et à fortiori de monocristaux plus gros est réalisable mais très coûteuse (B p. 9 et 13).

xx En 1970 sur une production totale de 51,900 000 carats de diamant naturel 40 500 000 était de qualité industrielle (D₂ p. 17).

xxx 1 kg = 5 000 carats

Si le prix de revient du naturel augmente (B p.8) celui du bort broyé et du synthétique diminue depuis 1959 (3,42 \$/carat en 59 - 2,07 \$/carat en 1974).

D'après les statistiques des Douanes 77, le carat est payé de 67 F (naturel brut d'Angleterre) à 12 F (poudre des USA ou d'Afrique du Sud) voir tableau III).

3 - UTILISATIONS (Up. 24 à 26 - B p. 9-12)

Le diamant est utilisé dans de nombreuses industries travaillant métaux, verres, céramique, pierres sous forme de meules, disques, outils variés, filières, poudre, dans la prospection et travaux miniers et publics sous forme de couronnes de sondage.

Le tableau II. donne les fabrications d'outils diamantés en France, il a été consommé 4 850 000 carats de diamant industriel en 1976 contre 2 570 000 en 1971 xxx.

L'industrie du verre en consommerait près de la moitié (mémento CIAM 1977). En 1971, la métallurgie représentant la moitié de la consommation.

Aux Etats-Unis la consommation est en croissance constante, elle est passée de 8 000 000 carats/an entre 1955-1960 à 15 000 000 en 1964 (B), 18 000 000 en 1972, 27 000 000 en 1976, 33 000 000 en 1977 (A) dont 3 000 000 de récupération. Elle est prévue de 40 000 000 en 85.

- Les différents emplois (U) sont les suivants :

à pierre entière : outils pour rectifiage des meules au carbure et autres abrasifs,
outils de tour et rodoir
outils de travail du verre et des plastiques
scies à pierres et céramiques
couronnes de sondage
filière
en poudre ou grains
naturelle et syn- : meules et scies.
thétique

4 - IMPORTATIONS ET PRIX

Les statistiques douanières (G) comportent 2 rubriques :

71 02 11 0 ; diamants bruts à usages industriels
71 04 00 0 ; diamant poudre
sans y distinguer le synthétique du naturel.

* Communications du Syfodia (St des fabricants d'outillage et de produits à base de diamant)

** Ministère de l'Industrie. Rapport 1971 p. 305).

Le tableau III donne les importations depuis 1968.

Le tableau IIIa donne la ventilation du commerce des familles d'outils diamantés (à comparer avec la fabrication de ceux-ci tableau II). Les importations de diamant brut semblent stables ainsi que les exportations malgré de fortes variations en dents de scies, la consommation apparente de 1968 à 1976 est en moyenne de 70 kg/an. Toutefois en 1977 les importations atteignent un maximum 206 kg tandis que les exportations sont minimum 8,7 kg. Cette consommation coûte 25 000 000 F/an^x.

Les importations de diamant poudre ont fortement augmenté depuis 1973 et en 1977 (~ 400 kg/an avant 73, ~ 620 kg/an jusqu'en 76, 731 kg/an en 77) tandis que les exportations sont en moyenne de 40 kg/an ; la consommation revenait à 20 000 000 avant 73, 32 000 000 jusqu'en 76, 40 000 000 en 77.

Toutefois le commerce des familles d'outils diamantés est excédentaire de 65 000 000 en 76 et 80 000 000 en 1977.

5 - GISEMENTS - GITOLOGIE - GEOLOGIE - RECHERCHE

L'ouvrage de M.G. BARDET : géologie du diamant (U) donne tous les renseignements à leur sujet.

La seule et unique source primaire de diamants naturels prouvée est une roche ultrabasique (péridotite micacée) très singulière baptisée Kimberlite roche extrêmement rare apparaissant en corps très petits.

Elles sont localisées surtout en Sibérie, Afrique australe et centrale, dans une moindre mesure sur la côte de l'Afrique occidentale en face en Amérique du Sud (Brésil, Venezuela).

6 - SPECIFICATIONS (B p. 2-3, U p. 23-25)

Les principales catégories : pierres, borts, poudres sont classées en une centaine de groupes spécifiques aux divers emplois industriels du diamant.

x Dépense relativement faible par rapport à celle entraînée par l'achat de diamants de joaillerie généralement taillés : 550 000 000 F en 76 et 700 000 000 en 77.

TABLEAU 1 - PRINCIPAUX PRODUCTEURS DE DIAMANT INDUSTRIE EN MILLIONS DE CARATS (1 CARAT = 0,2 g)

A = D₂p. 20 et 24, F p. 30,
B p. 7, C₂, C (1970), K

Diamant naturel	1942 Ind+gemme	1959	1964	1967	1970	1974 (K)	1977 (K)	1977 (C ₂) Industriel et gemme
Congo + Zaïre	6,1	14,2	19,4	17	17,1	12,5	11,0	17
Afr. du Sud	0,1	1,7	2,7	3,8	5,6	4,1	3,4	7,9
Ghana	1,1	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,0	2,0
Sierra Leone	1,1	0,7	0,9	0,85	1,5	1		0,75
Angola	0,8	0,5	0,3	0,3	0,3	0,5		0,5
Botswana					2	2,2	2,1	2,7
Tanzanie	0,05	0,3	0,3	0,12	0,5	0,25		0,4
Centre Afrique	0,05	0,06	0,2	0,26	0,3	0,12		0,4
Liberia		0,5	0,3	0,18	0,3	0,26		0,5
S.W. Africain	0,05	0,1	0,15	0,17	0,2	0,1		1,9
Côte d'Ivoire	0,05		0,08	0,07	0,1	0,17		0,1
Guinée		0,4	0,05	0,05		0,06		
Brésil	0,3	0,2	0,2	0,6	0,17	0,13		0,5
Vénézuéla	0,03	0,08	0,06	0,03	0,06	0,1		0,8
Guyane	0,02	0,04	0,05	0,06		0,02		
URSS			3,2	5,6		7,6	7,9	12,6
Σ naturel	9,6		30,1	31,2		31,6	29,0	47,7
Diamant synthétique								
USA	0,1en1957	1,5	5,5	8	14	19	30,6	
URSS				6	12			
Afrique du Sud				2,5	8			
Irlande				1	7	8 (1973)		
Suède				0,3	2	2 "		
Reste				0,2	4			
Σ synthétique						77,1	100	

TABLEAU 1a - RECAPITULATION DES RESERVES (U)
 (Les chiffres entre parenthèses correspondent à une hypothèse optimiste)
 en millions de carats

	Réserves supposées	Réserves de gemmes	Réserves dans gisements à grosses pierres de plus de 1 ct
Congo (Zaïre)	500	10	25 ?
Afrique du Sud s.l.	210 (250)	70	50 ?
URSS	150 (200)	30 (40)	0 ?
Ghana	30	7	0 ?
Sierra Leone	25	10	5
Angola	20 (100)	15 (25)	4 ?
Tanzania	30 (50)	15 (20)	5
R.C.A.	5	1,5	1,5
Brésil	15	6 (10)	1 ?
Côte d'Ivoire	3	1,5	0,3 ?
Libéria	3	0,5	
Guinée	2	0,5	0,2 ?
Vénézuela	5 (10)	2,5 (3,5)	0,2
Guyana	2	1	0,1
Total général + hypothèse optimiste (-)	1 000 (1 245)	170,5 (190,5)	90,3 ?
sans Bakwanga (id.)	500 (745)	160,5 (180,5)	67 ?

TABLEAU 2 - FABRICATIONS PAR FAMILLES
D'OUTILS DIAMANTES - ANNEE 1976
(Syfodia)

1 - MEULES DIAMANT ET AGGLOMERES

a) Meules :		
- liant métalliques.....		33 384 569 F
- liant résinoïde.....		19 951 761 F
b) Scies :		
- disques à segments.....		62 677 272 F
- lames d'armures.....		4 871 112 F
c) TOUS PRODUITS DIAMANT AGGLOMERES non utilisés directement dans l'usinage des matériaux, ex. : dresse-meules, molettes "roller truer".....		10 746 668 F
d) TOUS PRODUITS A DEPOT ELECTROLYTIQUE.....		9 864 261 F
TOTAL DU POSTE I.....		= 141 495 643 F

2 - OUTILS BRUTS ET TAILLES

a) NEUF.....		13 551 220 F
b) REPARATIONS.....		5 267 118 F
TOTAL DU POSTE II.....		= 18 818 338 F

3 - COURONNES DE SONDAGE

a) Pétrole.....		67 091 977 F
b) Mines.....		13 894 522 F
c) Industrie.....		2 861 681 F
TOTAL DU POSTE III.....		= 83 848 180 F

4 - FILIERES DIAMANT

a) Neuves.....		18 702 718 F
TOTAL DU POSTE IV.....		= 18 702 718 F

TOTAL GENERAL..... 262 864 879 F

TABLEAU III - COMMERCE EXTERIEUR DU DIAMANT INDUSTRIEL
en kg (1ère colonne) et en 1000 F (2ème colonne)

	1968		1969		1972		1973		1974		1975		1976		1977		
	kg	1000 F	kg	1000 F	kg	1000 F	kg	1000 F	kg	1000 F	kg	1000 F	kg	1000 F	kg	1000 F	
7102110 Diamants bruts ind.* IMPORTATION															7202030 carats (milliers)	F/carat	
U.E.B.L.	29,5	4800	23,9	7300	17,4	7500	19,2	9000	24,7	13300	21,7	10900	25,3	11000	413,2	8478	20
Pays-Bas	24,0	3100	19,9	3300	12,2	2500	8,1	2400	16,0	3100	10,1	2000	7,9	1800	50,6	2084	41
Angleterre	20,2	3600	15,6	4100	15,0	3700	26,3	6300	22,6	7500	33,8	7200	13,9	4200	67,9	4559	67
Eire	91,3	14700	92,7	15500	90,4	12500	63,0	6900	81,3	10800	84,9	11700	80,1	11900	373,9	8443	23
Afrique du Sud					3,7	400	5,6	720	6,9	1100	1,2	260	1,3	370			
USA	0,7	250	1,0	200	19,7	123			3,5	230	6,1	610	14,5	1400	81,0	2657	33
Divers	26,7	7050	10,0	1800	2,2	900	3,5	370	1,8	350	1,4	644	10,7	500	43,5	581	
TOTAL IMPORT	192,4	28500	163,1	32200	160,7	27700	125,8	25700	156,9	33400	159,2	33200	153,7	31800	1030,1	26802	26
															(206kg)		
EXPORT	52,3	7200	35,7	6600	109,7	11600	112,9	5200	84,4	3700	179,9	5200	82,1	6800	8,7	1791	41
7104000 Diamants poudre gemme et synthétique IMPORTATION																	
Afrique du Sud							5,8	300	44,2	2009			56,4	3800	108,0	6170	11
USA	112	6600	169,9	9800	168,9	9700	249,9	13000	349,5	20700	312,2	16900	367,9	22700	460,6	28411	12
TOTAL IMPORT	257,5	17200	369,3	23500	445,9	26400	650,1	35600	66,0	39300	561,9	28900	575,7	35200	731,6	43420	12
EXPORT	32,0	1240	33,2	2000	38,3	1500	107,5	2000	7,1	260	60,6	2600	35,4	2200	37,4	2820	15

* En 1977 : les quantités sont données en milliers de carats. Il apparaît une rubrique diamants non triés (vraisemblablement industriels et de joaillerie : 8416 carats pour 7 877 000 F.

N.B. : diamants taillés à usage industriel (7102930) 2 à 3 kg/an, les exportations équilibrent les importations
 diamants bruts à autre usage (7102090) (sans doute pour joaillerie) } 5 à 10 kg/an : 6,2 kg en 76 pour 14 400 000 F
 } 21729 carat (4,3 kg) en 77 pour 7 900 000 F (exp. 284 000 F)
 } 62630 g en 76 pour 527 309 000 F
 diamants taillés à usage non industriel " " " " } imp. 1797506 carats en 77 (370 kg) pour 779 962 000 F
 } exp 92190 995 328 000 F

** Pour les 9 premiers mois de 1978 :

diamants bruts industriels : I = 511.151 carats pour 23.419.000 F E = 36.142 carats pour 2.143.000 F
 diamants poudre : I = 716,3 Kg pour 36.065.000 F E = 63,9 Kg pour 2.889.000 F
 diamants bruts autres usages : I = 16.327 carats pour 13.166.000 F E = 507 carats pour 334.000 F
 Diamants taillés non industriels : I = 439.565 carats pour 868.041.000 F E = 272.33 carats pour 80.497.000 F

TABLEAU IIIa - COMMERCE EXTERIEUR D'OUTILS DIAMANTES
en quantité (1ère colonne) en 1 000 F (2ème colonne)

				1976		1977	
<u>6804 Meules et articles similaires</u>							
6804	110	en diamant naturel	Importation	11	7085	43	8909
			Exportation	116	4754	56	5944
	111	en diamant synthétique	I	59	7294	78	10440
			E	123	17598	214	25564
	273	" " aggloméré	I	12	7865	8	7167
			E	40	10235	40	14850
Total			I		22244		26516
			E		32787		46358
<u>820580 outils interchangeables de machines</u>							
820580	0	couronnes diamantées pour forage et sondage	I	9	3383	3	2575
			E	28	31749	54	31615
820580	1	autres outils	I	4	2462	6	3314
			E	47	39646	55	35368
"	2	filières	I	1	2643	1	1572
			E	12	12967	1	13220
"	3	autres outils	I	49	14315	36	19077
			E	3	3582	8	5301
Total					22803		26538
					87944		85504
NB 820561 à 79 outils en carbures (Si-W,...)							
			I		130000		145000
			E		89000		106000

LE CORINDON ET L'EMERI

RESUME

Corindon et émeri sont utilisés depuis les temps les plus anciens.

La France n'en produit pas ; elle importe environ 500 tonnes de corindon broyé, et en réexporte beaucoup, et 25 000 tonnes d'émeri, dont 500 tonnes broyées.

La consommation de corindon est faible : environ 150 tonnes par an, de 1972 à 1976. Celle d'émeri est de 25 000 tonnes, elle semble avoir fortement diminué depuis 1974 ; les importations étaient en moyenne de 46 000 tonnes de 1972 à 1974. Cette baisse n'affecte que l'émeri turc, utilisé sans doute surtout dans le Bâtiment et les Travaux Publics, en crise depuis 1974.

Les exploitations de corindon sont localisées en Afrique Australe et en URSS. L'Uruguay et l'Inde en produisent environ 300 tonnes chacun sur un total de 10 000 à 12 000 tonnes. Les USA et le Canada ont arrêté leurs productions vers 1920.

Quant à l'émeri, la Turquie et la Grèce sont les principaux producteurs, le premier en quantité, le second en qualité. Les USA en produisent encore 2 000 à 3 000 tonnes.

Les consommations comme abrasifs proprement dits sont faibles, tandis que 18 000 tonnes de corindon artificiel ont été utilisées à ce titre en 1976, (le réfractaire utilise près de 400 tonnes de corindon par an). 3 000 à 4 000 tonnes d'émeri sont utilisées comme abrasif annuellement, le reste l'est sans doute dans le Bâtiment et les Travaux Publics comme antidérapant.

Le corindon sud-africain est vendu 900 francs la tonne (1 200 francs la tonne rendue en France). Broyé et classé, il coûte 3 200 francs la tonne.

L'émeri grec (de qualité), vendu 120 francs la tonne (220 francs la tonne rendue en France) coûte, une fois broyé et classé, 700 francs la tonne.

L'émeri turc, vendu 50 francs, arrive à 115 francs en France.* *

En Angleterre, l'émeri débarqué , broyé et classé en Grèce, coûte, en 1978, 75 à 90 £ la tonne, soit 750 à 900 francs.

Par comparaison, le corindon artificiel coûte à Londres de 250 (brun) à 320 (blanc) £ la tonne, soit 2 500 à 3 000 francs la tonne et le carbure de silicium de 450 (noir) à 580 (vert) £ la tonne, soit 4 000 à 5 500 francs la tonne.

* dont 186,4 t. en 1977 et 256 t. en 1976 par le syndicat N¹ des fabricants de produits abrasifs

** Il coûte 300 F/t. vendu en morceaux (10cm³) chez l'utilisateur (3000 t/an)

Les utilisations ne varient guère : abrasifs, antidérapants et antiusures, ainsi que réfractaires, sont les seuls débouchés. Seuls, les USA (et l'URSS) semblent priser le corindon naturel.

Le corindon et l'émeri résultent de la transformation de bauxites, minéralisent les roches métamorphiques :

- les gisements d'émeri exploités (Turquie et Grèce) sont des lentilles contenues dans des marbres ;

- les gisements de corindon exploités en Afrique Australe sont des lentilles comprises dans des roches vertes et gneiss.

En France, aucun indice n'est signalé et aucune recherche n'est effectuée. Par contre, la fabrication de corindon artificiel est importante (60 000 tonnes environ).

LE CORINDON ET L'EMERI

1 - GENERALITES

Ces deux minéraux sont utilisés comme abrasifs depuis plus de 2 000 ans (0) et, depuis 1901, ils sont fortement concurrencés par les corindons artificiels de qualités très régulières, mais beaucoup plus onéreux.

Le corindon vrai (supérieur à 90 % Al_2O_3) n'est guère produit qu'en Afrique Australe, essentiellement en Rhodésie : 3 000 tonnes par an et en URSS : environ 7 000 tonnes (A et B p. 4) et, ensuite, en Inde, Afrique du Sud et Uruguay (environ 300 tonnes chacun). Jusqu'en 1945, il était supérieur à l'alumine fondue, car son "clivage basal" donnait de meilleures performances aux meules (N p. 40).

L'émeri titrant 55 à 72 % Al_2O_3 est exploité essentiellement en Turquie : 80 000 tonnes, Grèce : 7 000 tonnes et aux USA : 2 600 tonnes.

L'émeri prit son essor au XIXe siècle lorsque fut mise au point la fabrication des meules synthétiques (agglutination de grains abrasifs par des verres : céramiques, résines, bakélite, caoutchouc...) en 1860. (N p. 39-40). Il connut son apogée en 1914. Actuellement, il est uniquement employé comme abrasif appliqué, antidérapant et réfractaire.

Le tableau I donne les principaux producteurs depuis 1914.

Le tableau II donne quelques renseignements sur les gîtes exploités : les renseignements sur le corindon sont peu abondants, l'URSS et la Rhodésie étant les deux principaux producteurs ; les données, pour ce dernier pays, s'arrêtent à 1965 (H). En 1978, sa production est d'environ 4 000 tonnes (D Mars 1978).

2 - IMPORTANCE DANS L'ECONOMIE NATIONALE

La France, qui n'en produit pas, importe des concentrés bruts, broyés ou pulvérisés.

De 1972 à 1976, on a les chiffres suivants :

- Corindon : broyé ou pulvérisé : Importations : 2 500 tonnes
Exportations : 1 500 tonnes
Consommation apparente : 300 tonnes par an ;
- Emeri : en morceaux : Importations : 185 000 tonnes
Exportations : 220 tonnes
broyé ou pulvérisé : Importations : 4 100 tonnes
Exportations : 230 tonnes
Consommation apparente : 38 000 tonnes par an.

Le Syndicat National des Producteurs d'Abrasifs (ses adhérents) a utilisé, en 1976, 256 tonnes d'émeri :

- 253 tonnes appliquées sur toiles ou papier
- 3 tonnes agglomérées (meules, disques, rodoirs).

En fait de corindon, il n'utilise que du synthétique :

- 6 386 tonnes de corindon blanc
 - 11 057 tonnes de corindon brun
- } SOFREM (P.U.R.) en
fabrique 80 000 tonnes/an.

L'UNICEM n'a aucune idée des consommations de ses adhérents (carriers...). Une partie du corindon est utilisée dans le secteur des réfractaires (380 tonnes en 1976). Une partie est réexportée sous forme d'abrasifs appliqués (rubrique 6806 G) puisque nous en importons 5 920 tonnes et en exportons 9 507 tonnes.

3 - UTILISATIONS

En France, il est impossible de connaître les consommations des divers secteurs industriels (380 tonnes de corindon sont utilisées en réfractaire ; il est vraisemblablement artificiel) ; aussi, le tableau III donne les renseignements concernant les USA.

"L'Abrasiennne" a consommé 3 000 tonnes d'émeri

3 000 tonnes sont utilisées par une société aux fabrications suivantes :

- 1 500 tonnes : meules et antidérapants, grains supérieurs à 1 mm
- 1 000 tonnes : papiers et toiles abrasives : 0,1 à 1 mm
- 500 tonnes : poudre pour potées.

En Rhodésie (D Mars 1978), le corindon "Boulder" est surtout utilisé à la fabrication de briques réfractaires à haute teneur en alumine, après avoir été calciné à 1 200° pour le débarrasser de la fuchsite (mica chromifère) qui fond à cette température.

4 - IMPORTATIONS ET PRIX

Ils sont donnés par les statistiques douanières (G) et reportés dans le tableau IV. La rubrique 25 13 290 "Abrasifs naturels bruts ou en morceaux irréguliers" en provenance de Grèce et de Turquie ne concerne vraisemblablement que de l'émeri. Les deux autres rubriques concernent le corindon et l'émeri broyés.

Prix :

En 1975, les prix du concentré brut d'émeri (B p. 6) sont à la mine 100 à 120 francs la tonne aux USA et de 50 francs la tonne en Turquie. Dans les ports européens, l'émeri en grain revient à 850 francs la tonne et broyé à 1 000 francs la tonne.

Le prix du corindon importé aux USA revenait à 400 francs la tonne en 1973 et 380 francs la tonne en 1976.

Pour la France, en 1969, l'émeri brut, expédié de Grèce à 95 francs la tonne, y arrivait à 125 francs la tonne (D₆ - G). En 1975, il était expédié de Grèce à 110 francs la tonne et arrivait à 215 francs la tonne. L'émeri broyé (venant des Pays-Bas pour les trois-quarts) est passé de 410 à 500, puis 660 francs la tonne entre 1968, 1973 et 1976.

Le corindon broyé ou pulvérisé, venant de RFA (pour les deux-tiers), revenait à 830 francs la tonne en 1972 et 3 200 francs la tonne en 1976, celui provenant des autres pays : 850 francs la tonne en 1973 et 1 250 francs la tonne en 1976. La France réexportait du corindon à 1 400 francs la tonne en 1972 et 3 900 francs en 1976.

Il est à noter que le prix du transport d'émeri brut est passé de 30 francs la tonne en 1969 à 100 francs la tonne en 1975.

Il apparaît donc que le prix de l'émeri brut suit à peine l'inflation, tandis que celui du corindon broyé allemand a quadruplé entre 1972 et 1976.

Importations :

- celles de corindon (broyé), 100 tonnes par an jusqu'en 1970, sont d'environ 500 tonnes par an depuis 1972, avec des fluctuations assez importantes. Les exportations, 300 tonnes par an, sont moins irrégulières et, en valeur, équilibrent les importations. La RFA assure les deux-tiers des importations.

- celles d'émeri brut sont les plus importantes en volume et proviennent pour un cinquième ou moins de Grèce (3 000 tonnes par an) et quatre-cinquièmes de Turquie (30 000 tonnes par an). Les importations de Grèce sont à peu près constantes, tandis que celles de Turquie (52 000 tonnes en 1972) diminuent : 19 000 tonnes en 1976. Ces quantités représentent près de la moitié de la production grecque et le tiers de la production turque. Les importations turques, assez élevées de 1972 à 1974, et leur chute relative depuis 1975, peuvent être dues au souci de constituer des stocks avant une augmentation éventuelle (cf. pétrole) et à la récession du Bâtiment (anti-dérapants) depuis 1975.

5 - GITOLOGIE GISEMENTS

Le corindon est habituellement disséminé dans les marbres, gneiss, micaschistes, syénites néphéliniques, granites, péridotites et pegmatites.

L'émeri minéralise schistes et calcaires cristallins, péridotites et amphiboloschistes. Les gîtes les mieux connus sont au Transvaal, Rhodésie, Canada et aux USA, en Grèce et en Turquie.

- Rhodésie :

- 2 types de gisements : 1) granulite massive à boulders
cryptocristallins (grains de corindon
inférieurs à 0,1 mm)
2) minerai à cristaux isolés plus gros.

Les gîtes de corindon "Bouldér" sont dans des roches vertes de l'Archéen du craton rhodésien, à proximité de roches intrusives O' Briens est (figure 1) le gisement le plus productif : 36 000 tonnes de 1953 à 1965, le granite intruse les roches vertes au Nord et des métadolérites sont présentes.

Les lentilles de corindon résulteraient du métamorphisme de bauxite et sont dans les roches vertes incluant laves, épidiorites et sédiments. Ces roches vertes ne sont pas métamorphisées par le granite.

- Le gisement de Beitbridge (type 2) sur le Limpopo, à la frontière sud-africaine (figures 2 et 3) se trouve dans des roches métamorphiques du granulite faciès comprenant gneiss granitiques, serpentinites et amorthosites (H).

- Grèce :

L'île de Naxos est constituée aux deux-tiers de schistes cristallins et, pour le reste, de roches ignées massives vers l'Ouest (figure 4).

L'émeri en lits lenticulaires se trouve, en général, dans les marbres de la partie orientale, métamorphisée de l'île (I), essentiellement près du village de Bothris.

- Turquie :

Les lentilles d'émeri minéralisent les marbres de "Mente", d'âge permotriasique, disposés symétriquement autour des roches cristallines du massif de Menderes. La granitisation a provoqué un métamorphisme thermique paléo-mésozoïque, en particulier de la bauxite en émeri et diaspore (J).

Les possibilités françaises sont inconnues. Corindon et émeri n'ont, semble-t'il, jamais été recherchés. Cependant, un produit naturel à 80 % Al_2O_3 et 2 francs le kilogramme intéresserait les fabricants d'abrasifs.

6 - ANALYSES ET SPECIFICATIONS

- Corindon :

Les caractéristiques du corindon sont les suivantes (X) :

- . dureté : 9
- . poids spécifique : 3,9 à 4,1
- . température de fusion : supérieure à 1 950° C (voir sa position dans le tableau du chapitre "Abrasifs - Généralités").

Les corindons clairs à éclat vitreux ou adamantin, à cassure aiguilleuse et acérée, sans clivage, ni inclusions, sont appréciés, tandis que les corindons troubles, fissurés, clivés et à inclusions de mica, rutile, ilménite, sont peu recherchés.

Le corindon "boulder", qui est une roche simplement broyée et non enrichie par un traitement quelconque (L p. 159), est de qualité très inférieure au corindon cristal qui, seul, semble être exporté d'Afrique Australe. L'Afrique du Sud classe celui-ci en 3 groupes selon sa teneur et 4 variétés selon sa granulométrie (H) :

GROUPES	A	B	C
Teneur Al_2O_3	> 92 %	> 90 %	> 85 %

VARIETES	1 (grenu)	2 (moyen)	3 (fin)	4 (mêlé)
Granulométrie	> 12 mm	6 à 12 mm	3 à 6 mm	> 3 mm

Il doit contenir moins de 10 % de SiO_2 et moins de 5 % de Fe_2O_3 ; sa densité doit être supérieure à 4, tandis que le "boulder" peut contenir jusqu'à 16 % de SiO_2 et titrer plus de 70 % en Al_2O_3 .

Les corindons importés aux USA (L p. 156) sont classés selon leur teneur en Al_2O_3 , granulométrie, valeur abrasive, cohésion (aptitude à donner peu de fines) :

	Type A	Type B	Type C
Corindon Cristal	> 87,5 % Al_2O_3 5 % < 6,7 mm	> 85,5 % Al_2O_3 5 % < 2,8 mm	> 80 % Al_2O_3 5 % < 2,8 mm
Concentrés	> 85,5 % Al_2O_3 < 6 mm	> 83,5 % Al_2O_3 > 1,2 mm avec moins de 5 % < 84 μ	> 80 % Al_2O_3

Aux USA, les corindons broyés sont manufacturés selon leurs utilisations (L) :

- abrasifs : polissage lentilles : 13 granulométries de 50 à 250 μ
pour meules : 11 granulométries de 0,270 à 2,38 mm
- réfractaires pour creusets : < 74 μ , il doit contenir environ 90 % Al_2O_3 , moins de 3 % Fe_2O_3 et être sans Feldspath
- antidérapant ou antiusure (céramique, dalles de béton, carreaux de ciment), il doit contenir moins de 2 % Fe_2O_3 .

- Emeri :

- . densité : 2,7 à 4,3
- . dureté : 7 à 9

L'émeri grec est meilleur que l'émeri turc (meilleure résistance à la température et grains plus coupants).

L'émeri, mélange intime, dans le même grain, de corindon et d'autres minéraux, dont l'élimination est commercialement impossible, contient au moins 50 % d' Al_2O_3 . Selon le type de ces impuretés, on distingue 3 caté-

gories d'émeri :

- émeri vrai, brun rouge, mélange de corindon, magnétite, hématite (Grèce, Turquie)
- émeri "spinelle", gris noir, mélange de corindon et autres spinelles (USA)
- émeri "feldspathique, mélange de corindon et contenant de 30 à 50 % de Feldspaths plagioclases.

Analyse de quelques émeris (O₂) (J) :

	Al ₂ O ₃	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Ca O	Mg O	H ₂ O
Naxos	62,6	4,9	31,4	0,5	0,6	1
Nicaria	75,1	6,9	13	0,7		3,1
Kulah	63,5	1,6	32,3	0,9		1,9
Samos	70,1	4,0	22,2	0,6		2,1
New York	50,1	14,3	28,2	0,8		4,3
Turquie	57 à 76	0 à 13	10,6 à 25	0 à 3,6	0 à 0,7	0 à 10

Les émeris fabriqués aux USA pour les différents usages par broyage, élimination des micas par courant d'air (L p. 157) et criblage sont commercialisés en 30 granulométries :

- 12 grenues de 0,3 à 3,4 mm ;
- 12 fines de 65 à 280 μ
- et 4 farines.

TABLEAU I
PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS D'EMERI ET DE CORINDON (TONNES/AN)

EMERI	1914 M p. 128	1949-53	1954	1958	1962	1967	1970	1973	1974	1975	1976	1977
Turquie	60 000	5 600	4 900	3 500	10 000	31 000 23 000	113 000 Exp. 66 000	64 000	151 000	72 000	68 000	
Grèce	15 000	7 500	8 200	7 500			7 000			Brut 6 500 Exp. 6 400	6 500 6 400	
USA	nX1 000 20 000 en 1917	8 000 5 400 en 1948	9 100	7 100	4 000		5 000	2 600	2 300			
Canada	500 en 1930	7 200 en 1945										
TOTAL (B)						40 000		90 000				
C O R I N D O N												
Canada	3 000 en 1907	1 200										
Rhodésie *			2 600	4 200	3 000	4 300	2 700 en 1971			2 700	2 700	
URSS				3 700	4 600	5 100		7 000	7 000	7 500	7 000	
Uruguay								300	330	420		
Inde		500	480	400	310		400	270	330	310		
Afrique du Sud		4 400	1 450	1 900	320		250	270	250	241	142	D Nov. 1977 p. 19
Afrique Equatoriale Française		140										
TOTAL			9 000	10 200	8 300	10 300	9 900			12 300	11 200	8 500(A)

* I.M. Mars 1978

TABLEAU II
PRINCIPAUX GISEMENTS DE CORINDON ET D'EMERI

C O R I N D O N -----	Géologie	Citologie	Minéralogie	Teneurs	Productions
RHODESIE : 9 occurrences "Boulder Corundum" et 24 "Cristal Corundum" répartis sur tout l'Est du pays entre le Mozambique et la rivière du Limpopo Les principales sont :					
Belingwé 120 km ESE de Bulawayo	Roche volcanique mafique et sédiments intercalaires + granite intrusif	Lentilles // structure dans schistes SiAl maxi 55 x 16 m	Corindon Andaloussite Sérécite	65 % à 70 % Al ₂ O ₃ < 150 μ	2 949 t jusqu'en 1965 Réserves 52 000 t
O'BRIENS 50 km N de Salisbury	} roche volcanique mafique avec sédiments intercalaires dont itabirites et phyllites Métadolérite et granite intrusif " "	Lentilles // structure avec roches à andalousite dans talcschistes serpentinites et schistes chloriteux	Corindon fin fuchsite (mica, chromifer) rutile andalousite	65 à 80-90 % Al ₂ O ₃	35 800 t jusqu'en 1965 Carte jointe
NDIRI 60 km N de Salisbury		Lentilles // structure dans itabirites, phyllites altérées en granulite, laves ultramafiques	Corindon fin Fuchsite Rutile Magnétite	65 à 75 % Al ₂ O ₃	641 t jusqu'en 1965
BARBARA		Craton : gisement elluvial dans schiste à biotite et amphibolites inclus dans le granite		Corindon Biotite	1 à 50 %
BEITHBRIDGE GROUP Drifwood (voir carte jointe)	Ceinture mobile du Limpopo : métasomatisme de roches mafiques et ultramafiques durant la granitisation régionale	Zone de cisaillement	Biotite Corindon Pyrope Almandin Sillimanite		
AFRIQUE DU SUD Transvaal N et E : Bandolierkop et Mara (Plateau) Mica Siding					
CANADA Ontario Central	Roches hôtes en 3 bandes de 160 - 12 et 18 km de 9 km de large maxi			1 à 75 %	Usine à Craigmont 3 000 t en 1907 arrêt en 1921
INDE					
MADAGASCAR Mevatanana Ambositra Betafo	Alluvions				
USA : Nouvelle Caroline à Corundum Hill (Macon Cty) Georgie - Montana					Production jusqu'en 1906 et de 1915 à 1918 (voir tableau I)
E M E R I					
TURQUIE : elle aurait les plus grosses réserves mondiales : 3 à 5 Mt, dans la région de Izmir, dans un rayon de 150 km et assure 80 % de la production mondiale : environ 100 000 t/an, par 17 mines (CI)					
15 mines	: Lütfullah E Kitapçı Madencilik Ltd Sti	Lentilles de bauxite métamorphisée (épi ou méso) dans des marbres Dévonien Métamorphisme paléozoïque et Boulders dans argile			
1 mine	: Zimpara Koll Sti				
1 mine	: Rasinand Ishan Ltd Sti				
GRECE Ile de Naxos N.O. District d'Amamaxi :	Hellenic Corundum Co Ltd	Lentilles d'éméri dans les marbres métamorphiques intercalés de schistes	Réserves 3 à 500 000 t 1 à 2.10 ⁶ t (D7)	Production 7 000 t Augmentation prévue D7	
USA 2 mines en activité Peekskill Westchester Cty New York	{ - de Luca Emery Mine Inc (antidérapants) - Batis Mine (Abrasifs) Peekskill Emery Co jusqu'en 1968	Association avec pluton basique	Réserves 60 000 t	ouverte en 1883 : 16 000 t en 1917 2 500 t en 1974	

TABLEAU III

Consommation en Tonnes et Répartition en % selon les Industries utilisatrices aux U.S.A.

			Verre et Céramique	Métaux	Bâtiment	T. P.	Mécanique	Mines	Transports	Reste
1965	Corindon	1 700	42	42						
	Emeri	11 000								
1968	Corindon	2 400	58	31						
	Emeri	10 000			42	27	5	5	14 (dont 5 en aviation)	6
1973	Corindon	700	45	40						
	Emeri	3 300			55		14		14	
1976	Corindon	3 700								
1977	Corindon	2 800	45 (optique)	40						

TABLEAU IV

Importations et Exportations annuelles d'EMERI et de CORINDON
(en tonnes 1ère colonne et coût en 1 000 F 2è colonne)

ABRASIFS NATURELS BRUTS OU EN MORCEAUX IRREGULIERS 25 13 290

PAYS	1961		1968		1969		1972		1973		1974		1975		1976		1977		1978 9 mois	
	GRECE	7 725	84	2 950	365	2 680	332	2 400	338			2 700	474	2 850	610	3 120	525	1 600	285	
TURQUIE					25 527	1 731	51 880	3 419	35 320	2 432	41 452	4 056	25 129	2 609	18 639	2 134	27 857	3 382	19 175	2 379
DIVERS			1	2	4	15	26	1 560	239	45	13	0	2	1	10					
TOTAL	7 725	84	2 950	366	28 200	2 050	54 300	3 800	36 900	2 700	44 200	4 550	28 000	3 250	21 800	2 700	29 457	3 684	19 177	2 398
Exportation	299	7				10	44	10	2 100	5	300	70	300	113	200	109	325	182	90	

CORINDON BROYE OU PULVERISE 25 13 990

RFA							650	538			127	349	515	991	179	573	89	404	89	257	
USA	105	59	20	124	16	103	16	113													
DIVERS	10	65	19	29	89	94			318	269	329	203	227	106	110	136	20	77			
TOTAL	125	124	40	160	105	200	670	660	320	270	460	560	740	1 100	290	710	109	481	90	277	
Exportation	291	25	46	454	115	153	183	250	368	717	393	613	228	711	309	1 184	237 dont 134 en Tunisie	619	89	185	

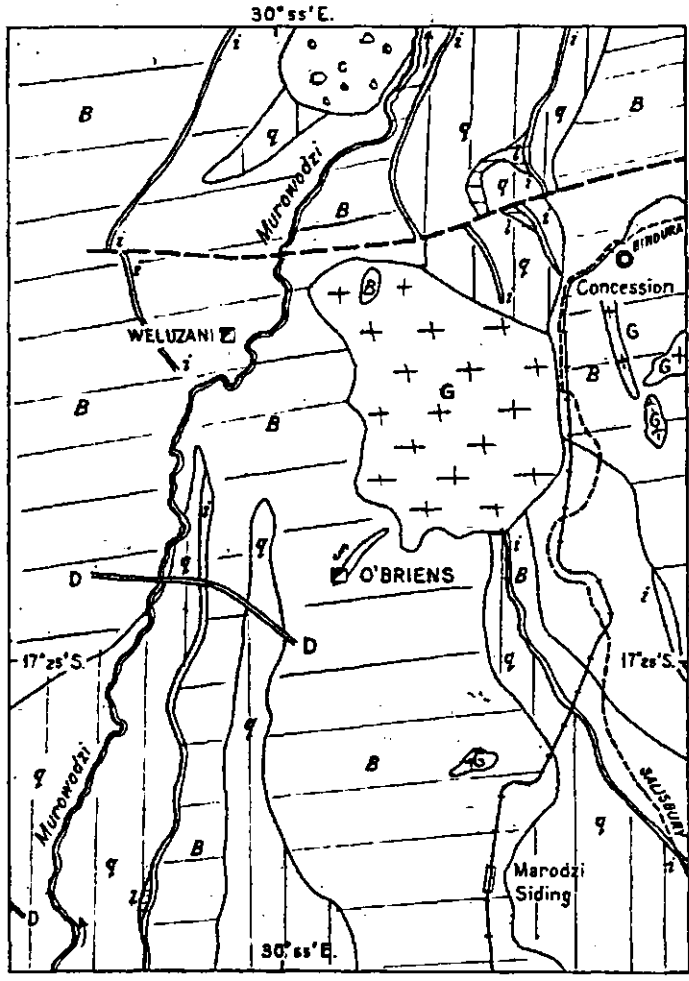
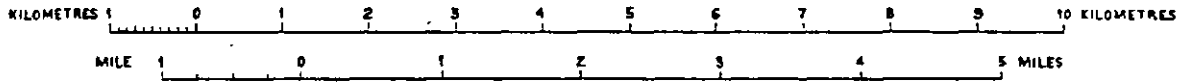
EMERI BROYE OU PULVERISE 25 13 991

PAYS-BAS (turc)	6 241	250	412	161	554	228	919	429	660	319	721	395	448	290	464	299			135	134
GRECE	4 490	152	214	90	288	126	187	92											68	58
DIVERS	266	49	20	16	27	24	26	55	276	151	281	240	66	77	68	54				
TOTAL	11 000	451	650	270	870	380	1 130	576	940	470	1 000	630	510	360	530	350	214	256	204	201
Exportation	427	28	63	38	24	40	96	114	44	132	40	196	28	160	25	483	244	355	334	401

REGIONAL GEOLOGY OF O'BRIENS CORUNDUM CLAIMS

Based on Geological Survey Bulletin No.33

Scale



EXPLANATION

- | | | |
|-----|---|-------------------|
| D | Dolerite dykes | Late Karroo: |
| | <u>Intrusive Contact</u> | |
| +G+ | Biotite granite | Precambrian |
| | <u>Intrusive Contact</u> | |
| GcO | Arkose and conglomerate | Shamvaian Gr. |
| | <u>Unconformity</u> | |
| B | Volcanic greenstones | |
| i | Banded ironstones | } Butawayan Group |
| z | Siliceous limestone | |
| q | Quartzite, quartz-schists, grits etc. | |
| f | Corundum granulite and associate fuchsite-andalusite rock | |
| | | |
| | Geological contact | |
| | Fault | |
| | Mine | |
| | Railway | |
| | Road | |

FIG. 1

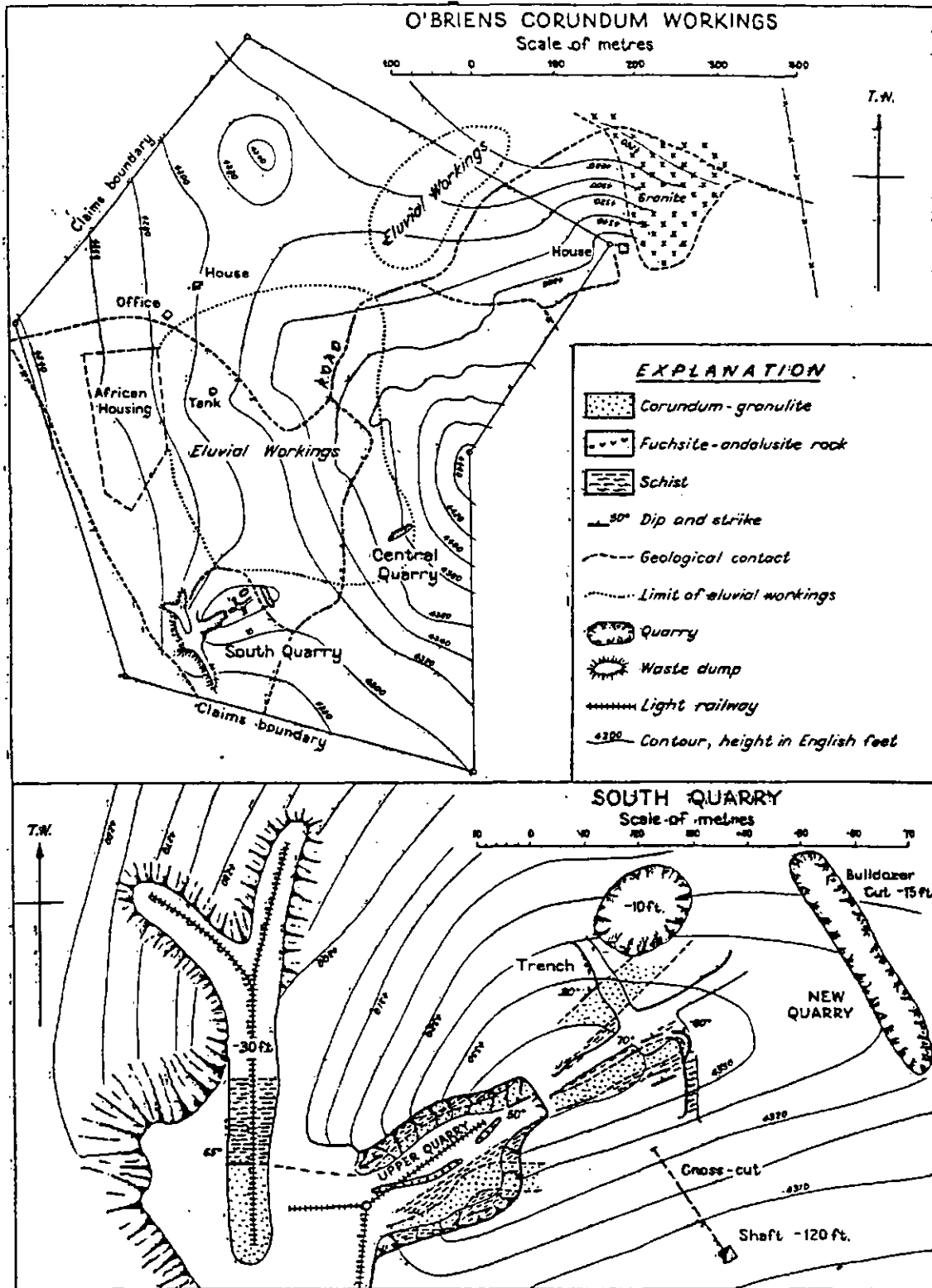
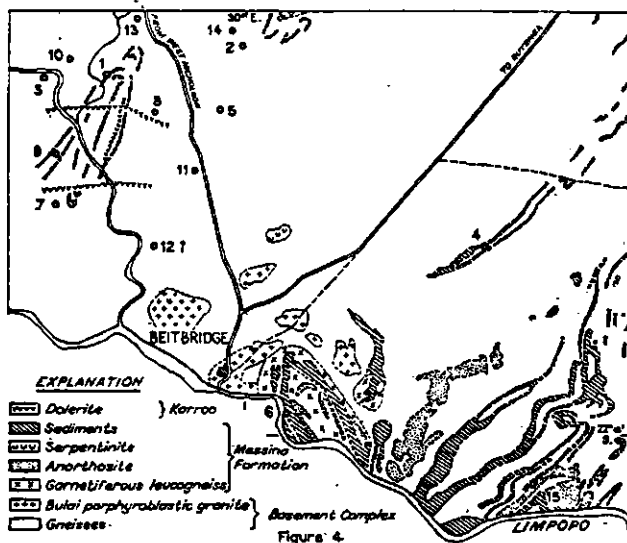
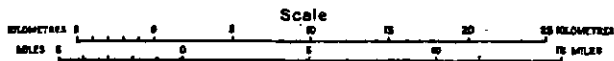


FIG. 1.A



Figures 4
**GEOLOGICAL SKETCH MAP OF THE
 BEITBRIDGE GROUP OF CORUNDUM CLAIMS**



After R.J. Linnell, 1970

Name	Production to end 1965 Metric tonnes	Name	Production to end 1965 Metric tonnes
1. ANDRE (Rainbow Mts)	Not available, post-1965	8. GARRY'S DEEP (Luvuvu)	50
2. BACBAB SOUTH	16	9. JOHNNY	Nil
3. BONUS	Not available, post-1965	10. MABIDI & MABIDI WEST	Not available, post-1965
4. BYERLEYS (Duv Dip)	Nil	11. MALALA	32
5. CHAG SOUTH	Nil	12. MOTEL (position uncertain)	Nil
6. DRIFTWOOD (Limpopo, Mijon, Soph 2 & Van der Westhuize)	124	13. MULE	10
7. EUROPE AND ORIENTAL (Boobab)	Nil	14. RED MITE	?
		15. SINYONI	Nil

FIG. 2

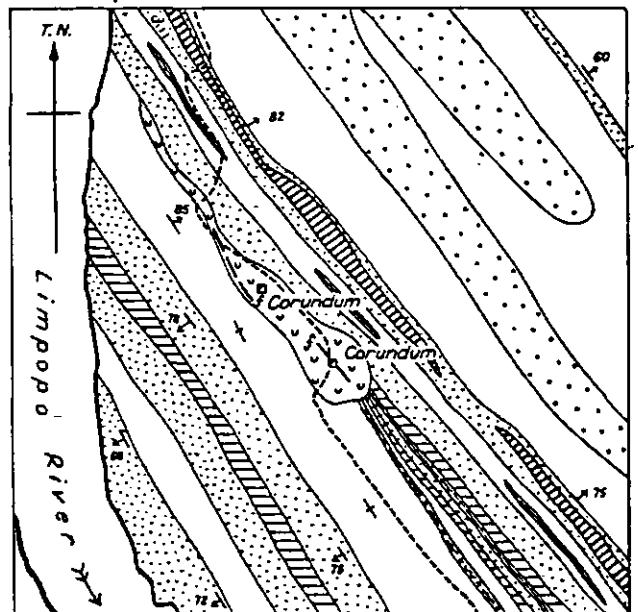
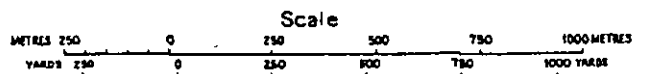


Figure 5
**GEOLOGICAL MAP OF THE
 DRIFTWOOD CLAIMS
 BEITBRIDGE**

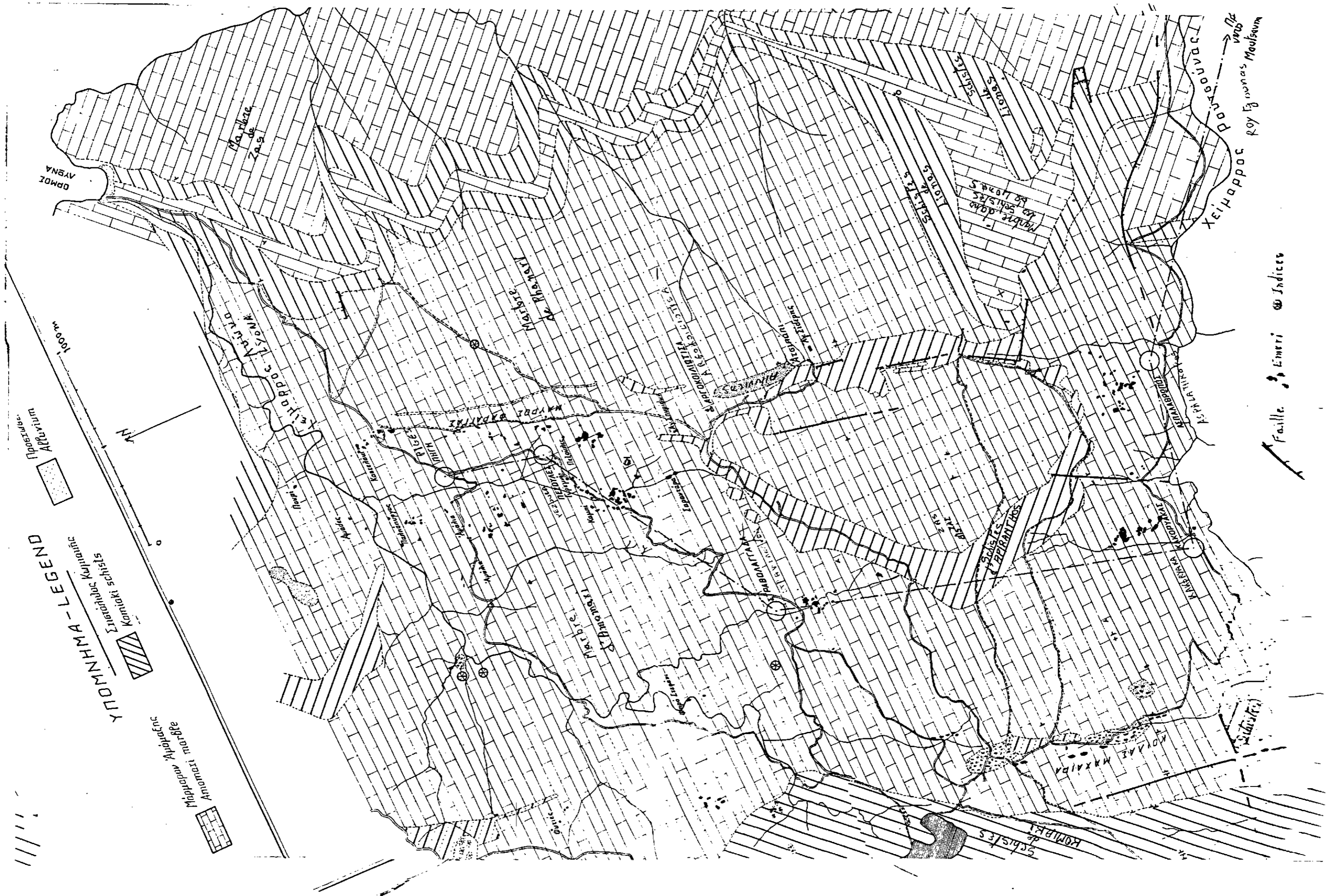


EXPLANATION

Serpentinite	Magnetite quartzite
Anorthosite	Quartz-garnet-sillimanite gneiss
Calc-silicate rock	Leucogneiss
Pyroxene granulite	Dip and strike of bedding
Quartzite	Vertical bedding

FIG. 3

FIG. 4 GISEMENTS d'EMERI de NAXOS (The Emery of Naxos - Athènes 1951)



LE GRENAT

RESUME

Le grenat n'est utilisé que depuis 1880 et ceci aux USA.

La France ne produit pas de grenat. L'emploi du grenat, en France, semble limité : 24 tonnes par an, par le Syndicat National des Fabricants de Produits abrasifs (papier et toile uniquement). Toutefois, il semble que 1 000 tonnes (2 300 000 F) de grenat très élaboré, importé des Etats-Unis, sont utilisées, en France, en dehors du syndicat.

Les exploitations de grenat sont rares ; il n'y en a que deux (Une alluvionnaire et une rocheuse) qui se trouvent aux USA. On le récupère accessoirement de l'exploitation de la Wolastonite, aux USA, et de l'ilménite, en Inde.

Le grenat alluvionnaire est généralement de moins bonne qualité. Celui de Madagascar ou de Guyane n'a pas beaucoup de valeur auprès des utilisateurs français. Son prix sortie laverie est de 400 à 450 francs la tonne ; calibré et conditionné, il vaut de 450 à 750 francs la tonne.

Le grenat rocheux américain vaut de 800 à 900 francs la tonne sortie laverie ; conditionné après broyages, sélections et calcination, il vaut de 1 700 à 3 400 francs la tonne.

Il semble que le grenat importé en France le soit sous forme conditionnée, avec lequel on fabrique uniquement des abrasifs appliqués (papier et toile).

LE GRENAT

1 - GENERALITES :

Le grenat n'est utilisé que depuis 1880, depuis la découverte du gisement de North Creek*, dans les Adirondacks de l'Etat de New York. Sa situation dans cette région industrielle et ses qualités lui ont permis, à l'époque, de supplanter l'émeri, le sable et la poudre de verre comme "abrasif appliqué" (meules, disques, papiers, toiles) (D₁ p. 25). Il y a très peu d'exploitations minières dans lesquelles le grenat est le minéral principal ; ceci est dû à l'essor des abrasifs artificiels, depuis le début du siècle (fabrication du carboendum, (Si C), depuis 1891 et du corindon artificiel en 1900 (Jacobs), du carbure de Bore (B₄ C) en 1934...). Il est généralement un sous-produit occasionnel des sables "de plage" à ilménite, zircon, rutile... sauf à Fernwood (Idaho). Les autres indices^{xx} ou gisements ont actuellement peu de chance d'être exploités, sauf peut-être les dépôts alluvionnaires, dont le grenat plus ou moins concentré peut remplacer les sables siliceux utilisés en projection, mis au ban par la Faculté dans la plupart des pays (risque de silicose) (D₄ p. 31).

Toutefois, le grenat a d'autres utilisations, en particulier en filtration (B p. 11). 65 % de la production du grenat alluvionnaire de l'Idaho est utilisé pour la filtration rapide sous pression, à une granulométrie voisine de 250 μ (D₂ p. 25 - D₃ p. 37).

Le tableau I donne les productions des divers pays, depuis 1948.

Le tableau II donne quelques renseignements sur les principaux gîtes exploités.

* 95 % du grenat abrasif mondial en provient actuellement (F p. 22) ; l'industrie américaine en utilise 80 %.

xx Pourtant, une nouvelle exploitation en roche est prévue aux USA (D Juin 1978 p. 14).

II - IMPORTANCE DANS L'ECONOMIE NATIONALE :

En 1963, la France en utilisait très peu, essentiellement pour la confection de toiles et papiers pour la finition du bois : 30-40 tonnes. Le grenat alluvionnaire ne convient pas, seuls les gisements primaires fournissent du grenat adéquat (O p. 13). Le grenat en vrac était fourni par Barton en produits classés et on prévoyait son remplacement par le corindon artificiel (O p. 14).

En 1976, d'après le Syndicat National des Fabricants de Produits abrasifs, ses adhérents n'en ont utilisé que 24 tonnes*. D'après les professionnels, il coûte trop cher et on lui préfère le corindon artificiel rose à l'oxyde de chrome pour le ponçage du bois.

Le grenat ne figure pas nominativement dans les statistiques douanières (G). Pourtant, la rubrique fourre-tout des Abrasifs naturels 25.13.992 mentionne 951 tonnes importées des Etats-Unis pour 2 268 000 F qui, vu le prix/tonne, pourrait en être. La consommation française de ces abrasifs, très faible jusqu'en 1970, est supérieure à 1 500 tonnes par an depuis 1972 et les Etats-Unis en fournissent plus des deux-tiers à des prix variant de 2 000 à 2 500 F la tonne (voir tableau IV).

Dans l'industrie optique, il s'en utilise encore une trentaine de tonnes par an contre 60 en 1965. Il sert au doucissage (et au polissage) des verres. Ceux-ci sont ébauchés à l'outil diamanté de poudre de diamant (10-15 μ) "agglomérés" au bronze (environ 1 carat/1 cm³), doucis au diamant, alumine ou grenat et polis à l'oxyde de Cérium (ou grenat). Le doucissage au grenat est long, mais plus fin qu'à l'alumine. Chaque verre d'optique, surtout lunettes, nécessite 8 à 17 g d'abrasifs. Dans le secteur, il s'utilise 150 tonnes d'oxyde de Cérium, 70 tonnes d'alumine (corindon artificiel) à 12,5 μ , 25 tonnes de grenat (à 5,30 μ surtout), sans compter les outils au diamant. Le grenat optique coûte de 5 à 9 francs le kilogramme à l'utilisateur.

En outre, un industriel en utilise jusqu'à 4 tonnes par jour.

En industrie automobile, il est remplacé par l'alumine, plus régulier.

* 23,2 tonnes en 1977

III - UTILISATIONS :

Malgré la concurrence des abrasifs artificiels, le grenat conserve ses utilisateurs dans les industries du bois, cuir, plastique... autres que celles des métaux, surtout lorsqu'il est d'excellente qualité comme celui de Barton (New York).

En effet, les spécifications pour les diverses utilisations sont très sévères, surtout au point de vue : granulométries et forme des grains. Et lors de la valorisation du minerai, il y a une grosse proportion de grenat qui ne convient plus aux usages nobles de l'industrie et ne peut être vendue qu'à bas prix, par exemple comme antidérapant ou abrasif de sablage pour le ravalement des façades ou monuments, en remplacement des sables siliceux bien moins chers, mais qui provoquent la silicose et nécessitent une pression d'air deux fois plus élevée.

Les Etats-Unis, le plus gros producteur, est également le plus gros utilisateur : environ 22 000 tonnes, 80 % de la consommation mondiale. Aussi, les renseignements reportés dans le tableau III, concernant les divers secteurs d'utilisations, ne concernent-ils que ce pays.

Presque toute la production de l'Idaho est utilisée par l'industrie aéronautique de l'Ouest, en vrac pour projection.

Appliqué sur papier ou toile, il constitue 10 % des papiers et toiles abrasifs.

Pour le surfaçage de verre plat non fabriqué par le procédé "float" (coulage du verre sur film d'étain fondu : 1 200 tonnes d'étain consommé à cet usage aux USA en 1974) il est préféré au corindon, car le polissage est plus rapide et ne raye pas.

Pour la filtration rapide sous pression des liquides, il est utilisé en vrac à une granulométrie voisine de 250 μ (eaux municipales, de champs pétroliers, des installations pétrolières) (D₂ p. 25 et 32). Il se tasse bien lors de la filtration à cause de sa densité et ne s'use pas surtout lors du lavage à contre-courant du filtre.

IV - IMPORTATIONS ET PRIX :

Elles ne sont pas classées séparément par les statistiques des Douanes. La rubrique "Abrasive naturels autres" 25 13 992* (voir tableau IV) comprend tripoli, Terres pourries et grenat^{xx}.

Les prix américains sont assez fluctuants. Ils se situent, en moyenne, autour de 140 \$ /st pour les qualités extra, depuis 1957, et de 75 \$ /st pour les qualités à projeter, en 1974 (B p. 6) (60 \$ en 1956, mais 18 \$ en 1958, 45 \$ en 1967).

Ils ont augmenté de 20 % entre 1975 et 1976 (D mars 1977 p. 34 - A) et de 30 % en moyenne entre 1976 et 1977.

Ces prix varient selon la provenance du grenat.

En 1970 (D₁ p. 25-26), celui de Willsboro était vendu 15 à 20 \$ /st, celui de l'Idaho : 45 et celui de North Creek : 140 \$ /st.

En 1978, celui de l'Idaho FOB Fernwood coûte de 88 à 136 \$ /tonne depuis plus de deux ans (D).

Ils varient, bien sûr, selon la granulométrie par exemple pour ce dernier (K p. 133). Celui utilisable pour la fabrication des toiles et papiers est vendu de 360 \$/sr (760 - 1 660 μ) à 500 \$/ (8 - 32 μ) et celui utilisable pour le meulage ou le rodage de 300 \$ (63 - 1 340 μ) à 680 \$ (2 à 4 μ).

Ces prix sont analogues à ceux indiqués dans la rubrique 25 13 992.

Selon le Syndicat des Fabricants d'Abrasifs, 24 tonnes ont été utilisées en 1976 uniquement appliquées sur toile ou papier. Norton n'en

* Dans cette rubrique, les achats en provenance des USA sont de 951 tonnes pour 2 228 000 francs en 1976, soit 2 400 francs la tonne, ce qui correspond aux prix donnés par (K). Dans cette rubrique, les USA sont notre plus gros fournisseur : environ 80 % . Ils nous ont fourni 180 tonnes en 1968, 252 en 1969, 1 000 en 1972, 1 500 en 1974, 700 en 1975.

^{xx} Renseignement téléphonique du Bureau du Tarif (Direction Générale des Douanes) 8 rue de la Tour des Dames - PARIS 8e - Tél. 280 67 22 (poste 301)

utilise plus, Saint-Gobain non plus. Il est vraisemblable que ces très grosses consommations d' "Abrasis naturels autres" (1 500 à 2 000 tonnes, dont 1 000 des USA, contre 500 à 1 000 tonnes d'émeri et de corindon broyés ou pulvérisés et 2 millions de francs -dont, au moins, 1,5 million des USA- contre 0,5 million de francs) sont le fait d'industries important directement ces "Abrasis naturels autres" des USA principalement.

V - GISEMENTS :

Les gisements exploités uniquement pour grenat, ou dans lesquels celui-ci et la minéralisation principale sont rares, se situent à :

- Gore Mountain, près de North Creek - Warren Cy - New York - USA : Mine de Barton (Roche)
- Emerald Creek, près de Fernwood - Benewah Cy - IDAHO - USA (Alluvions)
- Emerald Creek, près de Geraldton - W - AUSTRALIE - (Alluvions)

. Gore Mountain : (F p. 22 - 23)

Ce gisement est exploité depuis 1878 dans une roche ignée métamorphique, d'origine incertaine affleurant largement.

La minéralisation s'étend sur 2 km et sur 20 à 100 m de large.

La roche dioritique est constituée de Hornblende et plagioclase à 40 - 80 % hypersthène, magnétite, biotite, apatite, pyrite, et contient de 5 à 20 % de grenat (combinaison d'almandin et de pyrope), en moyenne 10 % en cristaux individuels ou poches, inférieurs à 10 cm (parfois de 1 m de diamètre), de densité 3,95 (d. Hornblende = 3 à 3,4). Elle est exploitée en gradins de 12 m. La valorisation, qui comporte : broyage - liqueur dense - séparation magnétique - flottation - criblages - tablage, permet l'obtention d'un concentré à 98 % de grenat, valant 900 francs la tonne. Celui-ci est ensuite préparé en 10 variétés spécialisées, s'échelonnant de 760 - 1 660 μ à 2 - 4 μ , valant de 2 000 à 3 700 francs la tonne (K p. 133) (voir chapitre "Analyses et Spécifications").

. Région de Fernwood (D₃) :

Ce gisement est constitué par une couche de gravier de 0,5 à 2 mètres d'épaisseur, recouverte de 3 mètres d'argile et sol stériles,

résultant de l'érosion de micaschistes à quartz, Feldspath, disthène, staurodite, épidote, magnétite, mica et grenat. Ce gravier contient environ 20 % de grenat Almandin (B. 1965) dont l'analyse est la suivante :

SiO₂ : 39,6 % - Fe₂O₃ : 33 % - Al₂O₃ : 23,5 % - MnO₂ : 2,5 % -
MnO : 2,15 % - CaO : 2 % -

Après décapage du stérile, le gravier est exploité en couloirs de 12 mètres de large sur 800 mètres de long à la drague. Un passage au trommel rejette les + 5 mm, le - 5 mm à 25 - 40 % de grenat, passe dans un jig à liège de grenat de densité 4,2. Le concentré obtenu est pollué par le disthène ; après séchage en four rotatif, passage dans un broyeur à barres et criblages, on obtient plusieurs produits marchands compris entre 0,05 et 2,5 mm, vendus en sacs de 100 lb (45 kg). Le grenat d'Idaho est utilisé pour le sablage par projection, surtout en aéronautique, le doucissage du verre, le travail des instruments d'optique (lentilles...) et aussi pour la filtration : 65 % (D₃ p: 37).

. Conditions de gisements :

Les grenats sont des minéraux accessoires d'une grande variété de roches : granites, gneiss, schistes, marbres, serpentinites et péridotites, fréquents dans tous les pays. Cependant, les gisements intéressants sont rares, car le grenat est peu demandé. L'essor qu'il aurait pu prendre à la fin du siècle dernier (cf. celui de Gore Mountain) a été étouffé par celui des abrasifs artificiels, en particulier des corindons blancs et bruns. La France est grosse productrice de ceux-ci (environ 80 000 tonnes).

De ce fait, on n'a jamais prospecté le grenat et on s'est contenté d'essayer des grenats alluvionnaires de Madagascar, Guyane... qui n'ont pas satisfait les industriels.

Les possibilités françaises sont inconnues. En outre, il n'y a pas d'installations pour tester et préparer les produits, à partir d'un éventuel concentré, aux granulométries et autres spécifications réclamées par les utilisateurs, qui n'ont que la ressource de s'approvisionner en artificiels fiables, mais coûteux. Leur fabrication réclame beaucoup d'énergie : 11 à 13 kW h/kg SiC; Alumine fondue : 2 - 4 kW h/kg.

Plusieurs indices sont signalés, surtout en roche :

- Le massif de Péridotite serpentinisée à amas d'éclogite de Sem à Donges et ses annexes - 44

B. LASNIER - Bul Ste Sc Nat Ouest de la France - 1968 -
Tome CXV - p. 11 à 14 -

Eclogite de DORIEUX (zone de 400 m x 100 à 150 m) à très nombreux grenats : 45 %

Grenat : d = 3,845 - i = 1,767 (pyrope 33 % - Almandin 40 % - grossulaire 27 %) - Voir carte jointe -

- Exploitations de carrière pour granulats : Eclogite de Saint-Philbert de Bouaine - 85 - 600 000 tonnes par an (S)
Skarn et schistes cornés de Flamanville - 50 - (T)
Roches vertes et Migmatites de Laguépie - 82 - (S)

- les faluns (Loches 1/ 50000e - 515 - p. 3
Dépôt de plage détritique - du Vindobonien).

VI - ANALYSES ET SPECIFICATIONS::

Le grenat le plus utilisé est l'Almandin $Fe_3Al_2(SiO_4)_3$.

Le grenat espagnol est la spessartine $Mn_3Al_2(SiO_4)_3$, moins bon.

Les caractéristiques de l'Almandin sont :

- couleur : rouge foncé à brun rouge
- dureté Knoop : 1 360 - 7,5 à 8 (mohs) - 8,5 à Barton (B)
- densité : 4,25
- indice de réfraction : 1,801
- décomposition à 1 100°C avant fusion : 1 300°C (N p.36 - M p. 129).

Analyse du grenat de North Creek		Analyse du grenat d'Idaho
SiO ₂	35,92 %	39,6 %
Al ₂ O ₃	19,18 %	23,5 %
FeO	29,47 %	
Fe ₂ O ₃	4,92 %	33 %
MnO	4,80 %	2,15 %
MnO ₂		2,5 %
MgO	3,70 %	
CaO	2,38 %	2 %

Le grenat de North Creek est mis sur le marché en 10 variétés
(K p. 133)^x :

- Pour fabrication d'abrasifs appliqués (Tissus, papiers)

Grade 16 - 36 meshes	(760 - 1 660 μ)	18 cts/lb, soit 2 000 F/t
Grade 40 - 220 meshes	(65 - 600 μ)	20 cts/lb, soit 2 200 F/t
Grade 240 - 280 meshes	(44 - 63 μ)	28 cts/lb, soit 3 100 F/t**
Grade 320 - 600 meshes	(8 - 32 μ)	25 cts/lb, soit 2 800 F/t

- Pour meulage, affutage, rodage (agglomérés)

Mesh sizes	20 to 240 (63 - 1 340 μ)	15 cts/lb, soit 1 650 F/t
Mesh sizes	280 to 360 (28 - 44 μ)	20 cts/lb, soit 2 200 F/t
Micrometer	27 to 23 (23 - 25 μ)	22 cts/lb, soit 2 400 F/t
Micrometer	20 to 8 (8 - 20 μ)	25 cts/lb, soit 2 800 F/t**
Micrometer	6 to 5 (5 - 6 μ)	19 cts/lb, soit 2 100 F/t
Micrometer	4 to 2 (2 - 4 μ)	34 cts/lb, soit 3 700 F/t

Le grenat d'Idaho est conditionné en 3 sortes (D₃ p. 37) : son prix n'a pas changé depuis 1975 (D Mars 1978)^{***}

- 16 meshes	< 1 200 μ	82 \$ /t	450 F/t
- 25 meshes	< 710 μ	82 \$ /t	450 F/t
- 36 meshes	< 500 μ	82 \$ /t	450 F/t
- 250 meshes	< 60 μ	136 \$ /t	750 F/t

Le grenat conditionné, selon des normes serrées, coûte donc très cher, en moyenne environ 2 500 F/t, alors que le concentré de laverie vaut 800 à 900 F/t.

^x Voir fiche jointe des 16 "grains" et 26 "farines" commercialisés en 1977

^{**} A l'utilisateur français (30 t/an) il revient de 5000 à 8000 F/t. en 1977

^{***} A l'utilisateur français ce grenat utilisé en filtration (50 à 1000 t/an) coûte de 1700 à 2000 F/tonne..

TABLEAU I

PRINCIPAUX PAYS PRODUCTEURS DE GRENAT (TONNES/AN)

P A Y S	1923	1930	1940	1945	1948	1951	1953	1957	1968	1970	1972	1973	1974	1975	1976	1977
U.S.A.	le plus fort 8 100	4 500 1 800 en 1922	4 200	5 700	7 300	12 800	9 500	9 000	20 000	17 200	17 200	20 600	22 500	15 700	22 000	20 500
INDE									1 800	1 000	3 200	2 900	3 700	3 700	3 700	3 200
U.R.S.S.								1 800		450	450	450	450	450	450	450
AUSTRALIE									90	90	70	70	80			
ARGENTINE								500	60	80	55					
SRI LANKA												13	13			
ESPAGNE *								250	70							
MADAGASCAR								350								

Bibliographie : D₃ p. 36 - A p. 61 - K 1971 - B p. 2 et 8 - O p. 16 - C₁ p. 129 - R p. 535 -
B 1970 p. 1 004

Valeur de la production US en 1977 (R) : 2 530 000 \$, soit en moyenne 123 \$/tm (en 1976, en moyenne : 92 \$/tm)

* La production espagnole a atteint 2 000 tonnes par an avant 1940, tout était acheté par les U.S.A.

TABLEAU II

PRINCIPAUX GISEMENTS DE GRENAT

LOCALISATION	Exploitant	Géologie	Teneur %	Réserves 10 ⁶ t (Bp3)	Production 1976	
U.S.A.*				0,7 (+ 6)	22 000 (22 500 en 1974)	
New York North Creek	Barton Mines Corp.	Roche métamorphique : corps minéralisé de 30 à 120 m x 1 600 m sur 30 m d'épaisseur	de 12 % à 25 %	0,2	~ 11 000 (D ₁ p. 26) à 98 % (F p. 23)	Depuis 1876 : grenat excellent : 165 \$/st (B p. 6)
Willsboro	Interpace Corp.				Récupération arrêtée en 1973** (D ₂ p. 35) Capacité : 30 000 t	Sous-produit de Wollastonite (la seule mine de Wollastonite des USA)
Idaho Fernwood Emerald Creek	Idaho garnet Abrasive Co (Sunshine Mining Co) Emerald Creek Milling Co	Couche de gravier de 0,3 à 2 m sous 1 à 2 m de stérile	20 %	0,5	8 000 t en 1974 3 000 t en 1974 (D ₃ p. 37)	Depuis 1920 utilisé surtout en projection et filtra- tion 70 \$/st (B p. 6)
Maine à Rangely Wing Hill						
AUSTRALIE W Geraldton	Target Minéraux	Alluvions		(1)	12 000 prévues (D ₄ p. 31) à 95 %	
INDE				(1)	3 600 (A)	
SRI LANKA					20 (A)	
U.R.S.S.				0,5 (10)	500 (A)	
ARGENTINE				(1)		
AFRIQUE DU SUD				0,5 (5)		
RHODESIE				0,5 (5)		

* USA : la littérature américaine ne donne qu'une production globale pour l'ensemble du pays. Les chiffres de production par mines ou Etat ne sont pas indiqués. Il n'y a pas d'importation. Les exportations n'indiquent qu'un chiffre global : 4 500 tonnes en 1974, dont 1 277 vers le Japon (D Septembre 1976) ; la plus grande partie de la production d'Emerald Creek serait exportée (D₃ p. 37) tandis que celle de Idaho Garnet serait utilisée pour l'industrie de l'Aviation de l'Ouest des USA et la filtration (65 % dans ce seul secteur) (D₃ p. 37). Ils utilisent 80 % de leur production (B p. 6-7).

** En service en 1976 d'après C₁ p. 129.

TABLEAU III

INDUSTRIES UTILISATRICES DU GRENAT (% DU TONNAGE ANNUEL CONSOMME)

USA										
Année	Tonnes	Aéro- nautique	Autres Transports	Verre plat	Optique	Bois	Caoutchouc	Plastique	Electroni- que, semi- conducteurs	Reste
		%	%	%	%	%	%	%	%	%
^{xx} 1968 (B)	17 500	37	8	18,5	10,5	8	5	5	5	3
1973 (B)	17 000	24	8	21	16	11	5	6	6	3
1976 (A)	22 000	24		21	16	11				
^x 1977		24		21	16	11				
2000 (B) prévision 75	36 000	31	8	13	23	9	1	2	8	
FRANCE						Abrasifs appliqués				
		t	t	t	t	t			t	t
1965					~ 60	50				?
1977	~ 1 000				~ 30	25				800

x Prévisions faites en 1970 pour l'an 2000.

86 000

38

19

26

7

4

3

3

3

xx En 1968 : 10 % était utilisé appliqué sur toile ou papier et en meules.

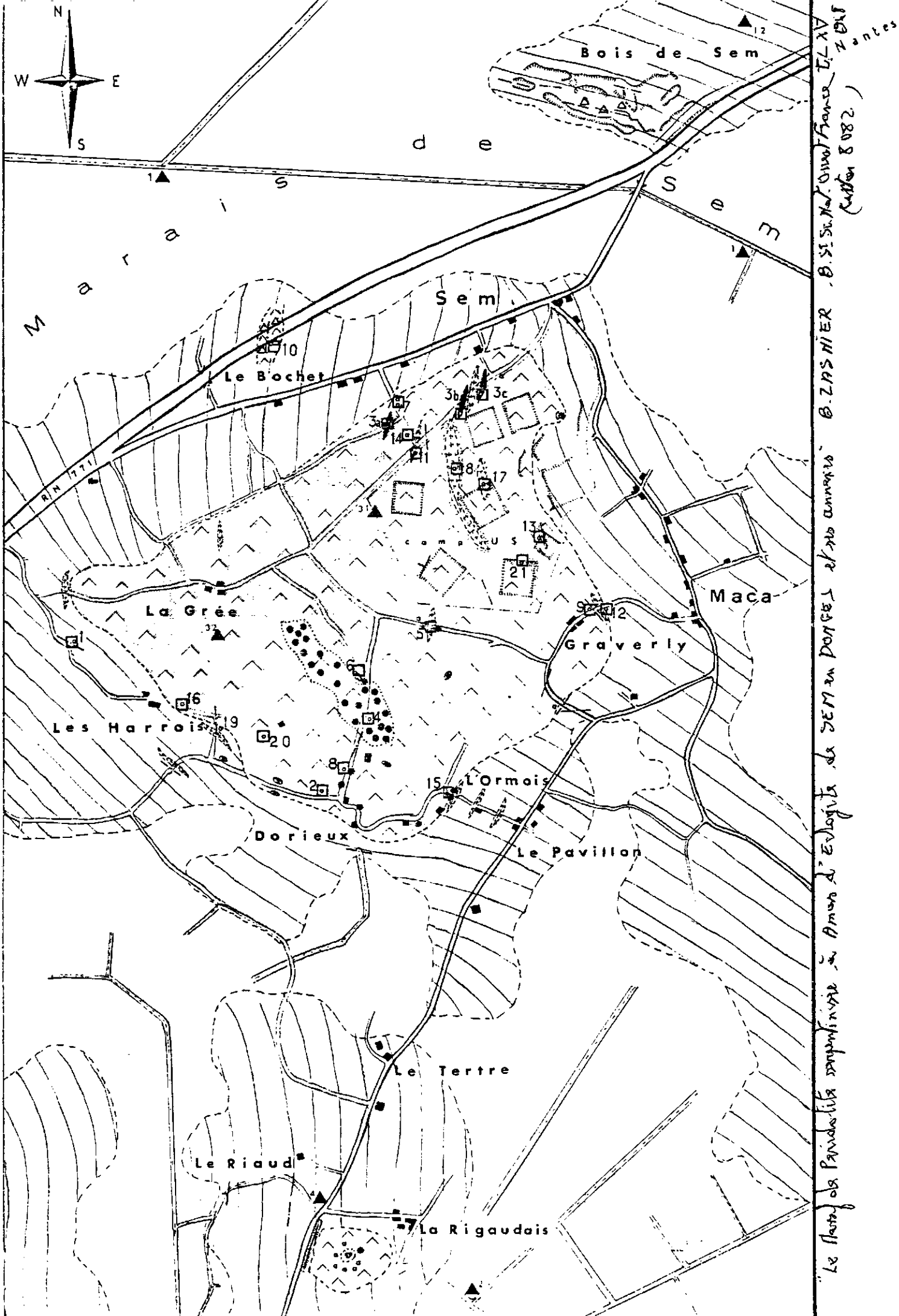
En 1973 : 20 % était utilisé appliqué sur toile ou papier et 45 % en projection (Aéronautique, Transports) d'origine alluvionnaire

TABLEAU IV

Commerce Extérieur des Abrasifs Naturels Autres N.D.A. (que Ponce - Corindon - Emeri - Diamant - Gemmes) 25 13 992 (G)

En tonnes (1ère colonne) et coût en 1000 F (2è colonne)

IMPORTATIONS DE	1968		1969		1972		1973		1974		1975		1976		1977 (12 mois)		1978 (9 mois)			
	R.F.A.					1 399	660	1 054	511	1 567	459	1 153	290	soit environ 250 à 400 F/t		42	(9 mois) 168	soit 4 000 F/t		
U.S.A.	183	502	252	795	1 057	1 768	903	1 605	1 497	3 005	690	1 767	951	2 268 soit 2 400 F/t		158	(9 mois) 2 337	710	1962 soit 2760 F/t.	
ITALIE					106	95									81	(3 mois) 261	Espèces 92		59 soit 660 F/t.	
GRANDE-BRETAGNE					165	279														
PAYS-BAS															48	(9 mois) } 395				
DIVERS	65	92	59	154	22	74	58	167	76	162	278	580	682	516 soit 2 100 F/t sauf en 76 : 750 F/t		183		33	208 soit 6300 F/t.	
TOTAL	248	594	311	949	2 749	2 876	2 015	2 281	3 140	3 626	2 121	2 637	1 633	2 784		1 522	3 161 soit 2 080 F/t		836	2244
Exportations	173	133	420	210	239	341	197	335	1 552	1 041	168	637	177	776 soit 4 400 F/t en 76 et 500 F/t en 69		338	774 soit 2 000 F/t		103	522 soit 5100 F/t
Consommation apparente	75	361	109	739	2 510	2 435	1 818	1 946	1 588	2 585	1 953	2 000	1 456	2 008						



Le Plan des Paredes de la Propriété de Sem en France L. XV
 B. ZINSNER et ses annexes
 (Carte 8082)

August 1977

ESTIMATED AVERAGE PARTICLE SIZE OF BARTON GARNET
TECHNICAL GRAINS AND POWDERS

GRADED SIZES

<u>Grade</u>	<u>Estimated Average Particle Size in Microns</u>	<u>Grade</u>	<u>Estimated Average Particle Size in Microns</u>
20W	1000	80W	250
24W	840	90W	210
30W	710	100W	177
36W	590	120W	149
40W	500	150W	105
50W	420	180W	74 <i>Optique (Refer to)</i>
60W	350	200W	62
70W	297	220W	53

FLOATED FLOURS

<u>Grade</u>	<u>Estimated Average Particle Size in Microns</u>	<u>Grade</u>	<u>Estimated Average Particle Size in Microns</u>
240W	56	W8	8
280W	44	W9	6.5
320W	38	W10	5
340W	33	W12	4
350W	31	W14	3
W0	27	W16	2
W1	25	W18	1.75
W2	23	W20	1.5
W3	20	W25	1.25
W4	17	W30	1
W5	14 <i>Optique Downsize</i>	W35	.75
W6	12	W40	.50
W7	10	W45	.25

SPECIAL NOTE: The average particle sizes for 20W to 220W have been estimated on the basis of screen analysis.

The average particle sizes for mesh 240W through grade W45 have been estimated on the basis of sedimentation tests.

The seeming discrepancy between the average particle sizes for 220W and 240W is due to different test methods. If the average particle size for 220W could have been measured through sedimentation methods, then our principals estimate that the average particle size for 220W would be 60 micron.

THE ABOVE SIZING INFORMATION IS INTENDED TO BE USED FOR COMPARISON PURPOSES ONLY AND AS GENERAL GUIDELINES.

BECAUSE OF THE SPECIAL CHARACTERISTICS OF NATURAL BARTON GARNET WE NORMALLY RECOMMEND THAT TESTS WITH GARNET BE CONDUCTED IN ONE OR TWO GRADE COARSER THAN THE CORRESPONDING CORUNDUM OR SYNTHETIC ABRASIVE.

LA STAURITIDE (F p. 1095 à 1097)

Silico aluminatate de fer $(\text{Fe, Mg, Zn})^2 \text{Al}_9\text{Si}_4\text{O}_{23}(\text{OH})$ qui contient 55,9 % Al_2O_3 peut être utilisé comme source d'alumine pour la fabrication du ciment mais ses 15,8 % de FeO l'empêche d'être un réfractaire. Il sert surtout comme abrasif, sable de fonderie, couche filtrante.

Il est généralement présent dans les "sables noirs" à zircon, ilménite, rutile, magnétite, andalousite d'où on l'élimine car il est non conducteur et relativement magnétique.

Il n'est guère exploité qu'à Trail Ridge à Starke (Floride)* où les sables noirs sont constitués de 3,5 % de matériaux lourds dont 55 % ilm (+ rutile) 15 % zircon - 15 % stauritide, on en récupère 100 000 t/an. Ses caractéristiques sont données dans le tableau 1.

Il est utilisé au sablage pour le décapage des métaux, des peintures et ravalement des bâtiments.

Son faible prix le fait préférer aux scories et minéraux abrasifs. Comme eux il ne sert qu'une fois et n'est pas récupéré. Dur, fin, propre, dense il réduit le temps de sablage, il nettoie à poids égal aussi vite que grenat et alumines plus coûteux.

Le taux d'éclatement (qui mesure l'aptitude au recyclage) est entre ceux de l'alumine et du grenat, les tableaux 3 montrent les performances comparées du sablage d'une tôle fraîchement laminée, de tuyaux neufs rouillés ou non. Un graphique donne une indication de la valeur du stauritide par rapport à celle de produits à base de silice compte tenu du coût de la main d'oeuvre et de l'énergie fournie au compresseur (10 et 15 \$/heure) pour un même travail réalisé avec 1 t de silex, l'économie réalisée par l'emploi de stauritides est respectivement de 34,32 et 12 \$ avec le Biasill, le Starblast et le grenu.

* Il est vraisemblable qu'on pourrait en récupérer en France à partir de sables et l'utiliser au moins comme source filtrante à la place de grenat d'importation

TABLEAU 1 - CARACTERISTIQUES DES CONCENTRES DE STAURITIDE DE TRAIL RIDGE USA

Propriétés				
Minéralogiques		Chimiques		Physiques
staurotide	77	Al ₂ O ₃	> 45	densité apparente 2,05
tourmaline	10	Fe ₂ O ₃	< 18	poids spécifique 3,6
minéraux I1	4	TiO ₂	< 5	dureté Mohs 7
andalousite	2			fusion à 1537° C
Zircon	3	ZrO ₂	< 3	coef. dilatation 7.8x10 ⁻⁶
quartz	4	SiO ₂ libre	< 5	

Granulométrie %											
~	+840	+590	+420	+297	+210	+149	+105	+74	+53	-53	Maille de criblage μ
Grenu	2	3	26	60	8	< 1	< 1	< 1	ε	0	270
Biasill			< 1	8	26	44	19	2	< 1	ε	165
Starblast	< 1	< 1	5	16	24	38	14	3	< 1	ε	177

Distributions obtenues après lavage chimique, débourage et criblage à 270, 165 et 77 μ (0.)

	m ² nettoyés/h	Débit kg/h	Rugosité em.
Starblast	2	270	26
Biasill	22	262	23
Grenu	18,5	242	39
Grenat RT 80	21	280	25
RT 60	18	238	25
Alumine 30 FDJ	16	301	39
54/70	21	261	34
80/100	23	245	26
Silex	18,5	316	44

Performances de sablage du staurotide

test du 7/1/70 avec tuyère de 9,5 mm à 6,5-6,7 kg/cm² sur plaque d'acier neuf amenée à la classe I "métal blanc"

	Mode d'utilisations	Taux de résistance
Starblast	1	0,77
	3	0,45
Grenat RT 60	1	0,61
	3	0,38
Alumine 30 FDT	1	0,80
	3	0,61
Silex	1	0,68
	3	0,36

Tests comparés de solidité (cohésion, résistance au choc - du staurotide et d'abrasifs classiques après 1 et 3 sablages)

test du 7/1/70 avec tuyère de 6,3 mm) 6,5-6,7 kg/cm²

LE TRIPOLI

Le Tripoli est de la silice plus ou moins friable à 98-99 % SiO_2 , microcristalline, très fine résultant du lessivage de calcaires siliceux ou de cherts calcaireux.

Les terres pourries⁺ (Rottenstone) et silices amorphes sont des produits industriels d'utilisations analogues à celles du Tripoli.

La diatomite peut être utilisée comme Tripoli, toutefois la proportion de cette dernière utilisée comme abrasif est très faible (F p. 25).

Le Tripoli est un abrasif "doux" très utilisé aux U.S.A. seul pays pour lequel les renseignements sont assez variés.

Le tableau I donne la production annuelle U.S. depuis 1930 et la ventilation de ses utilisations et les prix départ laverie en F.F./t.

Le tableau II donne quelques renseignements sur les gites exploités. Ces gites proviennent d'horizon sicilo-calcaires avec lesquels ils sont en conformité, ils sont du Primaire et plus spécialement Cambro-Pensylvaniens.

+ 60 % SiO_2 - 16 % Al_2O_3 - 10 % Fe_2O_3 - 5 % $(\text{Ca}, \text{Mg})\text{CO}_3$

II - IMPORTANCE DANS L'ECONOMIE NATIONALE

Elle n'est pas connue. Toutefois, beaucoup de produits d'entretien pour l'automobile en particulier et la carrosserie en général, contiennent vraisemblablement du Tripoli. Ces produits sont importés d'Allemagne ou des Etats Unis.

III - UTILISATIONS (voir tableau I)

Les tripolis sont utilisés surtout comme abrasifs doux et dans une moindre mesure comme charges.

- Abrasifs dans lessives - savons - poudre - dentifrice.
- Polissage et ponçage en liquides ou pâtes pour la carrosserie
- Charges :.Peintures extérieures au latex, le tripoli accroche bien les couleurs.
 - .Emaux, il accroît la résistance à l'abrasion et aux produits chimiques.
 - .Plastiques, il accroît la résistance à la compression, sa mouillabilité et sa dispersion facile et rapide permet la fabrication de produits très chargés en tripoli.
 - .Caoutchouc - Epoxy.
 - .Adhésifs-Insecticides-Réfractaires-Céramique-Cosmétiques.
 - .Revêtements asphaltes des tubes d'acier.

Il semble que l'utilisation du tripoli comme charge soit responsable de l'accroissement de la production d'abord depuis 1970-72 et surtout depuis 1976.

Spécifications et Prix (K 1975 - C)

<u>Tripoli :</u>	\$/st 1976
Eles blanc air floated <74 μ	56
Seneca rose-crème ground	106
air floated	106
<u>Silice amorphe :</u>	
Elco 90-95 % <74 μ	56
96 à 99 % <74 μ	58
96-98 % <40 μ	65
98-99,4 % <40 μ	68
99,5 % <40 μ	97
99,9 % <31 μ	142
99 % <15 μ	157
99 % <10 μ	200 Polissage des métaux
Dierks <74 μ	80
<40 μ	100

Les prix ont doublé entre 76 et 77 (C) et augmenté de 30 % de 77 à 78 (R) ceci étant dû vraisemblablement à l'essor de l'utilisation comme charge dans les plastiques des tripolis et silice amorphes (cf. tableau 1).

Année	Tonnes	Prix FF/T	Abrasif	charges	reste
1930	18 500		42	11	
1942	16 000				
1946	26 000	60	73 (60)	15	
1962	45 000	85	71 (85)	20	
1965	59 000		75	15	
1968	65 000		73	18	
1970	55 000		69	30	
1972	68 000	210	63 (225)	35(180)	(155) ⁺
1973	81 000		62	36	
1974	78 000		59	39	
1975	70 000		57	41	
1976	105 000	340			
1977	103 000	340	58	42	

TABLEAU I : Productions annuelles U.S. - Ventilation des utilisations
en % - Prix FF/T.

+ entre parenthèses prix FF/T.

TABLEAU II - Caractéristiques des gisements U.S.

Localisation	Exploitant	Gisement	Production	Réserves	Valorisation
Missouri-Oklahoma Seneca	Carbsendum Co.	1500 km ² autour de Wyandotte 6 m d'épaisseur sous 3 m de Tripoli pourri passant à des cherts et argiles en surface	ciel ouvert.		Triage à la main selon les couleurs contenant 20 à 35 % d'eau, il sèche à l'air li- bre 6 mois. broyage-classification-ensa- chage.
Illinois Sud Alexander Cty	Illinois Minerals Co Tammsco Inc. Olive Brands Minerals Co.	Dévonien Inf. (Chert et cal- caire gris siliceux) : cou- ches de Tripoli (3 à 12 m) peu inclinée sous loess et gravier tertiaire. Dévonien Moyen - Silice pou- dreuse blanche ou agglomérée poreuse à nodules de chert.	souterrain		Usine à ELCO Usine à Tamms Concassage séchage, broyage avec galets de silex (99 % <10 μ) ensachage.
Arkansas Centre Ouest : Garland Cty Pike Cty	Malvern Minerals Co. Ardyb Industrial Minerals Corp. Hercules Minerals Corp.	Mississipien : Novaculite massive calcaire lessivée silice blanche ou crème jusqu'à 30 m d'épaisseur			Usine à Hot Springs (15 km de la mine) broyage Usine à Dierks humide ou à sec
Tennessee Ouest (Ten.alab.Miss) Wayne Cty Waynesboro- Collinwood.		Mississipien : Chert 8 m horizontal-très bonne quali- té.	non exploitée	très grosse	
S.E. U.S.A. Alabama N.E. Georgie N.W.	Industrial Fillers Inc.	Cambro Ordovicien : Dolomi- tes.	faible		
Pensylvanie Lycoming Cty Northumberland Cty	Pen.Paintand Filler Co. Keystone Filler and Manufac- turing Co.	Ordovicien : Terres pourries Dévonien : terres pourries			

N.B. En France la "terre à carreaux" exploitées à PAULMY (cf. carte géol. 1/50.000^e Loches-515-ES p.4) semble être analogue à du Tripoli.

LA PONCE

Résumé : la ponce* proprement dits, matériau volcanique acide à structure vésiculaire, contient plus de 70 % de silice et 12 à 14 % d'alumine et peu de fer (moins de 2 %). Sa densité en vrac varie de 0,5 à 0,7.

Elle est essentiellement utilisée en granulats pour la fabrication de bétons légers isolants, en charges (peinture antidérapante, agriculture, chimie, cosmétique) et pour 5 % environ comme abrasifs (à cet usage sa granulométrie est inférieure à 3 mm et très souvent 70 μ pour le polissage et les charges).

La ponce granulat vaut \sim 80 F/t rendue chez l'utilisateur, il s'en utilise environ 5 000 000 t/an dans le monde.

La ponce industrielle < 70 μ pour charges et abrasifs vaut de 900 à 1700 F/t, il s'en utilise environ 200 000 t/an dont 100 000 comme abrasifs. Les plus gros producteurs sont Italie (Lipari), Grèce, USA, Allemagne et Japon.

En France, 1 000 t sont produites dans le Puy-de-Dôme pour abrasifs. Martinique, Guadeloupe (et Réunion) en produisent à plus de 600 F/t ainsi que de la pouzzolane.

La France en importe 4 à 6000 t/an pour 3 à 4 000 000 F à des prix variant de 80 à 1100 F/t.

* cendres, scories volcaniques, pouzzolane, terre de Santorin sont de même origine mais leur structure est irrégulière ainsi que leur composition chimique, elles sont plus riches en fer 6 à 12 % (elles sont noires) et en alcalino-terreux (5 à 20 %). Elles servent à des usages moins nobles ajout au clinker, ballast. Elle coûte \sim 10 F/t.

LA PONCE

1 - GENERALITES

La ponce est un verre volcanique vésiculaire faiblement coloré résultant de la solidification dans l'air d'un magma acide produit du volcanisme explosif : la lave éjectée sous pression, refroidie brutalement à la pression atmosphérique, libère ses gaz et se transforme en un verre poreux.

Cendres volcaniques et pouzzolanes sont des matériaux mafiques, plus ferrugineux et colorés à structure irrégulière (leur refroidissement est moins brutal que celui de la ponce et leur solidification se termine au sol.

Les américains regroupent ces variétés (B) dont une très faible partie (25 000 t) est utilisée comme abrasifs puisque plus de 95 % est utilisée en T.P. et dans la construction. De cette production globale se distingue celle de ponce proprement dite qui sert surtout dans la construction (parpaings légers isolants). En Angleterre 2 à 3 000 t sur les 130 000 consommées annuellement sont utilisées comme abrasifs dont 80 % pour le nettoyage au tonneau.

En France, la consommation de ponce abrasive serait de 5 à 7000 t importées (G) et de 800 t produites dans le Puy-de-Dôme (O).

Le tableau I donne les principaux producteurs de ponce + cendres + pouzzolane ainsi que la production de ponce proprement dite.

La production mondiale de l'ensemble de ces matériaux varie peu et tourne autour de 15 000 000 t/an (B-K-D_g) dont 5 000 000 t pour bétons et peut-être 100 000 t comme abrasifs dont 25 000 aux USA - 6000 en France - 3000 en Angleterre (B-D_g-G).

2 - IMPORTANCE DANS L'ECONOMIE NATIONALE

D'après la rubrique abrasifs des statistiques des Douanes (G), la France en moyenne importe annuellement environ 5 000 t de ponce (en fait 3 à 10 000 t selon les années).

Les principaux fournisseurs sont l'Allemagne et l'Italie.

Par ailleurs, la France importe ainsi de la ponce à usage non abrasifs vraisemblablement comme agrégat léger en particulier de Grèce : 15 000 t en 1973 (O sept 77 p. 25) 26 000 t en 1975 (mineral trade notes - Juillet 77).

3 - UTILISATIONS

Hormis son utilisation comme agrégats, la ponce industrielle sert en chimie peinture, poterie, agriculture et comme abrasifs. Ses principaux usages et les types granulométriques utilisés sont les suivants : (D₈)

Secteurs industrie	Utilisation	Type
- Métaux et plastiques	nettoyage et polissage sablage	extra fine intermédiaire
- Caoutchouc	ébarbage nettoyage des moules	intermédiaire extra fine
- Verre	confection tube TV doucissage et polissage finition des biseaux	fine extra fine
- Cuir	doucissage	intermédiaire
- objets divers	nettoyage (touches de piano, peintures, mains, circuits électroniques)	extra fine
- Dentifrice, cosmétiques	polissage des dents doucissage des ongles, de la peau	fine morceaux
- Chimie	filtres pour eaux chargées en fer supports de produits chimiques allumettes et frottoirs	grenue grenue intermédiaire
- Peinture	revêtements antidérapants isolation acoustique charges (peintures épaisses) peinture mates	grenue grenue intermédiaire extra fine
- Poterie	charge	extra fine et fine
- Agriculture	sols artificiels et ajouts	grosse

4 - IMPORTATIONS ET PRIX

Les statistiques des Douanes (G) dans le chapitre abrasifs font l'état de deux rubriques concernant la ponce 2513210 (ponce brute) et 2513910 (ponce autre). Ces chiffres sont reportés dans le tableau II.

Les importations portent sur des tonnages modestes, les fortes variations sinusoïdales d'une année sur l'autre laissent entrevoir une consommation annuelle moyenne de 1000 t de ponce brute à 100-150 F/t et de 4000 t de ponce autre à 550-1100 F/t.

Selon d'autres sources (D₈ - K 1976 - B) :

- la ponce industrielle de Lipari (Lapillo pumice < 70 μ) coûte de 900 à 1300 F/t à Londres
- la ponce industrielle de Lipari (Peerless pumice < 40 μ) coûte 1300 à 1700 F/t

aux USA les variétés italiennes reviennent de 700 à 1400 F/t.

Les ponces US coûtent (K 1976) abrasif : 135 F/t, agrégats : 15 F/t, ballast 8 F/t. La ponce agrégat italienne coûte de 60 à 80 F/t à Londres tandis que la ponce agrégat grecque revient à 15 % moins cher pour les agrégats, au départ Santorin ou Yali elle vaut 150 Dr (\sim 29 F/t) (C p. 529) en 1976.

Le transport peut s'élever jusqu'à 60 % du CIF. Les prix varient peu d'une année à l'autre et suivent à peine l'inflation et si aux USA ils ont augmenté entre 73 et 74 de 10 % (K 1975) ils ont diminué de 25 % entre 1975 et 1976 (K 1977).

5 - GISEMENTS DE PONCE INDUSTRIELLE (AGREGATS LEGERS ET ABRASIFS)

Ils se situent essentiellement (D₈) en Italie, en Grèce, aux USA et au Japon et sont tous exploités à ciel ouvert :

- Pumex SpA à Lipari dont 130 t j d'abrasifs
- Ital pomice SpA à Lipari
- Chiotopoulos Pumice SA à Misiras (Grèce) (D₁₀ p. 32-33).
- X... à Ténériffe.
- Axtel Mining Corp. à Gate (Oklahoma) : 1100 t/an pour pâtes et nettoyants
- James H. Rhodes and Co à Santa Fe (N. Mexique), ponce très pure (voir analyse tableau III), usine de traitement à Rhodes produisant 20 qualités
- Hess Pumice products à Wrights Creek mine (Idaho), usine à Malad
- Oneida Perlite Corp., région de Malad, usine à Oneida
- Kyoritsu Ceramic Materials Co, Ltd, dans la préfecture de Miyasaki (Kyushu Sud), ponce abrasive pour tubes TV et métaux tendres (Ag, Au) 3000 t/an à 99,85-99,95 % de pureté (-350 et -75 μ).

En France, on extrait environ 800 t de ponce dans le Puy-de-Dôme la Bourboule, St-Nectaire (D) utilisée comme abrasif** (cf. analyses tableau III). Par ailleurs 800 000 t de pouzzolane extraite en Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Hérault, Ardèche servent de granulats. Martinique et Guadeloupe produisent chacune 150 000 t (ponce pour la première).

6 - ANALYSES ET SPECIFICATIONS

L'analyse de quelques ponces (D_g) est reportée dans le tableau III celle de pouzzolane y est donnée à titre indicatif.

La ponce abrasive pour nettoyage, surtout au tonneau doit avoir une granulométrie inférieure à 3 mm et celle pour polissage et ponçage inférieure à 50 µ (B). Les grains doivent être cubiques, vésiculaires et sans impuretés.

La dureté de la ponce est de 5 à 6 dans l'échelle de Mohs.

La ponce pour granulats est plus grosse :

- < 12,5 mm avec 29 % < 150 µ pour la ponce italienne (D_g) < 20 mm avec 60 % < 15 mm est le mélange le plus utilisé en Angleterre (D_g) et la densité apparente est comprise entre 0,5 et 0,8.

** Rapport annuel 1971, Ministère de l'Industrie, Commerce, Artisanat, 437-1 et 439).

TABLEAU I - PRINCIPAUX PRODUCTEURS DE MATERIAUX VOLCANIQUES DE TYPE PONCE (s.l.)

(K - A -D₈) en 1000 t

	Italie	Grèce	Allemagne	Etats-Unis	Chili	Rép. Dominicaine	Argentine	Espagne	France	Martinique	Guadeloupe
1973 total	4500	1400	3800	3450	150	110	35	170	800	150	160
dont ponce	800	750		750					1	150	
1976 total	7000	1200	2400	3800	100	110	70	140	720	85	200
dont ponce	1000	360	2300	820	0	0				85	

autres producteurs : Açores, Nouvelle Zélande, Islande, Guatemala (cendre), Cap Vert (pouzzolane), Autriche (pouzzolane)
Costa Rica

TABLEAU II - COMMERCE EXTERIEUR DE 1968 A 1977
en tonnes (1ère colonne) et milliers de francs (2ème colonne)

	1968	1969	1972	1973	1974	1975	1976	1977**	1978 9 lrs mois
2513210									
Ponce brute									
Importation									2998 241 (pour RFA)
Italie	591	90	689	81	1264	117			
Divers	236	13			32	18			
Total import	827	103	689	81	1296	135	2946	247	1100
Exportation	244	61	32	22	13	22		156	442
								63	211
								8	11
									52
									3298
									257
									3000
									247
									630
									36
									131
									27
2513910									
Ponce autre									
Importation									
R.F.A.							885	568	1575
Italie	2228	596	2114	679	8234	670	2813	665	3252
Divers	10	5	5	2	22	26	185	151	10
Total import		601	2819	681	8256	696	2998	816	4147
Exportation	32	30	28	22	67	56	60	106	21
								73	35
								66	11
									130
									109
									4264
									4413
									3808
									463
									19
									52

** Prix moyen en F/t : ponce brute import : 80 - Ponce autre : Allemagne 550 - Italie 1090 - Export 4200
la ponce brute est importée de CEE.

TABLEAU III - ANALYSES DE QUELQUES PONCES

	Lipari**	N. Mexique**	Kyushu sud**	Cantal et Mt Dore***	Pouzzolanes**** Puy-de-Dôme	Terre de Santorin Grèce
SiO ₂	71,75	74,20	73,08	55 à 75	44 à 52	64
Al ₂ O ₃	12,33	12,52	13,84	10 à 22	21 à 25	13
Fe ₂ O ₃	2,0	1,62	1,16	1 à 11	7 à 12	5,5
CaO	0,70	0,44	1,34	0,5 à 4	6 à 12	3,5
MgO	0,12	0,17	0,28	0 à 1	3 à 9	2
K ₂ O	4,47		2,61	3 à 6,5	0,5 à 2,5	
Na ₂ O	3,59	11,05	2,78	1 à 7,7	1 à 5,5	6,5
P.F.	3,71(H ₂ O)		4,77		0,2 à 1	4
MnO	0,07			0 à 0,2		
P ₂ O ₅	0,01			0 à 0,1		
SO ₃	0,18				2	
CO ₂	0,10					
TiO ₂	0,11			0 à 0,8		1

** D sept 77 p. 15

*** Nappes de ponces du Cantal et du Mt-Dore, BSGF (7), T. VIII, n° 2, 1966, p. 223-245

**** Archives MTX 67

Bibliographie - ABRASIFS

- A - Commodity data Summaries - 1978 -
- B - Mineral Facts and Problems - 1975 - 1965
- C - Mining Annual Review - C1 : 1977 : Abrasives - C2 : 1978
- D - Industrial Minerals - D : Juin 1971 pages 9 à 28 et Juillet 1971 pages 9 à 28
D1 Juillet 1971
D2 Juin 1971
D3 Septembre 1975 pages 35-37
D4 Octobre 1977 pages 19-31
D5 Juillet 1971 pages 27-28
D6 Mai 1977 pages 39-49
D7 Mai 1978 page 10
D8 Septembre 1977
D9 Juillet 1970
D10 Décembre 1973
D11 Juin 1978 page 27
- E - U.S. Mineral Resources 1973 : Abrasives pages 27-33
- F - Industrial Minerals and Rocks - 4ème Ed. 1975 : Abrasives pages 11 à 31 -
Tripoli pages 1209-1217
Staurotide pages 1095-1097
- G - Statistiques du Commerce Extérieur : 1973 à 1977
- H - Rhodésia Géol. Survey - Mineral Ressources Series N° 16 - CORUNDUM in
RHODESIA (E.R. MORRISON) - 1972 - 24 pages
- I - Geol. and Geoph. Surveys - Athènes - L'EMERI de NAXOS - 1951 (I. PAPASTAMATIOU)
69 pages
- J - Min. Res. and Exploration Inst^t Turkey - N° 122 - Ankara - 1965 : EMERY,
DIASPORITE et BAUXITE de TURQUIE
- K - Mineral Yearbook 1935 à 1976
- L - Minerals for the Chemical and Allied Industries - 1954 - par S.J. JOHNSTONE
(J. WILEY et S. N-Y)
- M - Materials et Technology - 2ème Partie : Non Metallic Minerals and Rocks :
Abrasives pages 115 à 184
- N - ABRASIVES - L. Coes J^r 1971 (Ed. Springer - Verlag) 174 pages
- O - B.R.G.M. - 1965 - Grenat - 6 pages - Corindon Emeri 6 pages
O2 : VDM 1969 N° 397
- P - Pierre et Marbre - Septembre-Octobre 1977 pages 6 à 8 : Pierres et Minéraux :
== échelle de dureté
- Q - 3ème Congrès International des M^x I^{ls} - PARIS 1978 : Mineral Sands Markets.
the Impact of Richards Bay
- R - Mining Eng. - Revue 1977 (Mai 1978)
- S - L'Equipement Mécanique - Mai 1978
- X - Non Metallic Minerals (LADOO et MYERS) 2ème Ed. 1951 à GMX : GM 81
- T - MANCHE ressources du sous-sol (Conseil général - B.R.G.M. - Septembre 1976)
- U - Géologie du Diamant - P. BARDET - Mémoire B.R.G.M. N° 83 - 1973 -
Tome I (230 pages)