

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

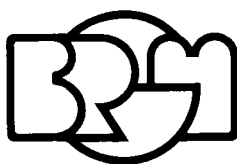
**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

**ABRASIFS DE SABLAGE**  
**POSSIBILITÉS DE VALORISATION DES MATÉRIAUX DE CARRIÈRE**

par

P. LE BERRE et M. GRES



**Département matériaux**

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

**80 SGN 571 MTX**

**Août 1980**

## S O M M A I R E

RESUME .....	1
I - GENERALITES CONCERNANT LES ABRASIFS DE SABLAGE .....	2
1. DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE DE SABLAGE .....	3
1.1. Le sablage à sec .....	3
1.2. Le sablage à l'eau .....	4
2. LE DECRET DE 1969 ET SES CONSEQUENCES .....	4
3. PRINCIPAUX RESULTATS DES RECHERCHES DE L'I.N.R.S. A PROPOS DES ABRASIFS DE REMPLACEMENT POUR LE SABLAGE A SEC .....	4
4. LES PRINCIPAUX ABRASIFS DE SABLAGE ACTUELLEMENT UTILISES EN FRANCE .....	6
4.1. Sablage à sec à l'air libre .....	6
4.2. Sablage à sec en cabine .....	10
4.3. Sablage à l'eau .....	10
4.4. RESUME DES PRINCIPALES DONNEES ECONOMIQUES FRANCAISES CONCERNANT LES ABRASIFS DE SABLAGE .....	11
5. AUTRES UTILISATIONS POTENTIELLES DES ROCHES DANS LE DOMAINE DES ABRASIFS .....	11
5.1. Abrasifs appliqués et pour meules .....	12
5.2. Sols industriels antiusure .....	12
5.3. Filtration des eaux .....	13
5.4. Aviculture .....	13
5.5. Utilisations diverses .....	13
II - ESSAIS D'UTILISATION DE QUELQUES ROCHES FRANCAISES COMME ABRASIFS DE SABLAGE .....	14
1. CARACTERISTIQUES MINERALOGIQUES ET MECANIQUES DES ROCHES UTILISEES .....	15
1.1. Composition minéralogique .....	15
1.2. Caractéristiques mécaniques .....	16
2. DESCRIPTION DU MODE DE PREPARATION DES ABRASIFS OBTENUS A PARTIR DES ROCHES .....	17

3. COMPARAISON DES ABRASIFS OBTENUS ET DES SCORIES ET LAITIERS UTILISES DANS L'INDUSTRIE .....	18
3.1. Couleur, forme et densité des grains .....	18
3.2. Granularité .....	18
3.3. Résistance mécanique .....	21
4. COMPTE RENDU DES ESSAIS INDUSTRIELS DE SABLAGE REALISES AVEC LES ABRASIFS OBTENUS A PARTIR DES ROCHES SELECTIONNEES .....	22
4.1. Essais réalisés à la société Sémanaz .....	22
4.1.1. TECHNIQUE DE SABLAGE .....	22
4.1.2. DESCRIPTION DES ESSAIS .....	24
4.1.3. RESULTATS ET INTERPRETATION .....	24
4.2. Essais réalisés à la société Coussin Technique Peinture ...	29
4.2.1. TECHNIQUE DE SABLAGE .....	29
4.2.2. DESCRIPTION DES ESSAIS .....	29
4.2.3. RESULTATS ET INTERPRETATION .....	32
4.3. Essais réalisés à la société Sisson-Lehmann .....	32
4.3.1. TECHNIQUE DE SABLAGE .....	32
4.3.2. DESCRIPTION DES ESSAIS .....	35
4.3.3. RESULTATS ET INTERPRETATION .....	35
5. CONCLUSIONS DES ESSAIS .....	38
5.1. Qualité des matériaux .....	38
5.2. Rapport qualité-prix des matériaux .....	39
5.3. Propositions pour la poursuite de l'étude .....	40

## R E S U M E

Les quantités d'abrasifs utilisées pour le sablage sont, en France, de l'ordre de :

- 160 000 t/an d'abrasifs perdus
- 20 000 t/an d'abrasifs recyclables

Ceci représente un chiffre d'affaire global de l'ordre de 80 000 000 F/an.

Jusqu'à la parution du décret n° 59-558 du 6 juin 1969 interdisant l'utilisation de matériaux contenant plus de 5 % de silice libre, le sablage était réalisé essentiellement avec des produits siliceux (sable de quartz, silex broyé). Mais, suite à ce décret, ces produits siliceux ont été progressivement remplacés par des produits artificiels (scories et laitiers de haut fourneau).

Cette étude, réalisée sur fonds propres du B.R.G.M., a essentiellement pour but de définir s'il existe sur le territoire français des roches non siliceuses en cours d'exploitation ou exploitables, dans l'avenir, comme granulats et susceptibles, après concassage-criblage, de se substituer à ces abrasifs de sablage artificiels. Afin de le savoir, nous avons sélectionné quatre roches de résistance mécanique élevée :

- la spillite de Lohuec (Côtes-du-Nord)
- le basalte de Raon l'Etape (Vosges)
- le basalte de Saint-Jean-le-Centenier (Ardèche)
- la microdiorite de la Meilleraie (Vendée)

Nous avons alors préparé par broyage et criblage des produits de granulométrie semblable à celle des abrasifs de sablage utilisés dans l'industrie.

Nous les avons testés successivement chez :

- un fabricant d'abrasifs (Société Sēmanaz)
- un utilisateur d'abrasifs (Société Coussin Technique Peinture)
- un fabricant de matériel de sablage (Société Sisson-Lehmann)

Les résultats de ces essais montrent que la qualité de ces abrasifs, issus de roches massives, comparée à celles des scories et laitiers, n'est pas sans intérêt :

- abrasifs perdus : qualité assez proche de celle des laitiers et scories habituellement utilisés pour un prix nettement moindre
- abrasifs recyclés : qualité inférieure à celle du corindon et des scories utilisées, mais rapport Qualité/Prix nettement plus avantageux de ces produits issus des roches massives (rapport de 1 pour le corindon à 4 pour les abrasifs de roches).

Mais ces essais que nous avons réalisés ne sont que des tests préliminaires qui demanderaient à être complétés (recherche d'autres types de roches, amélioration du mode de traitement). Des essais pilotes de fabrication et d'utilisation industrielle de ces produits réalisés sur des quantités importantes (de l'ordre de 5 tonnes) seraient également souhaitables.

I - GENERALITES CONCERNANT  
LES ABRASIFS DE SABLAGE

## 1. DESCRIPTION DE LA TECHNIQUE DE SABLAGE

Il existe deux méthodes principales de sablage : le sablage à sec réalisé en cabine ou à l'air libre et le sablage en présence d'eau.

### 1.1. Le sablage à sec

Le sablage à sec, qui consiste à projeter un jet de sable sec à l'aide d'un compresseur, est essentiellement utilisé pour le décapage ou le dépolissage des objets, des appareillages ou des ouvrages métalliques, principalement en métaux ferreux car ces métaux sont sensibles à la corrosion et leur protection demande souvent une préparation de surface préalable par décapage mécanique. Cette protection est le plus souvent une peinture, mais cela peut être également une métallisation, une plastification ou un émaillage.

L'action d'érosion est produite par le choc et le frottement de l'abrasif sur la surface à décaper généralement de dureté moindre. La surface subit une usure, il y a détachement de copeaux de matière qui s'éliminent avec les grains de l'abrasif. Ceux-ci peuvent :  
- rebondir sans dommage  
- rebondir en se fracturant  
- s'incruster dans la surface  
soit en entier, soit sous forme d'éclats.

La nature des inclusions peut avoir une importance sur l'aptitude à recevoir certains revêtements (ainsi les inclusions de silice sont très favorables à l'émaillage).

Il existe deux types de sablages à sec : le sablage à l'air libre et le sablage en cabine.

Le sablage à l'air libre est essentiellement utilisé pour le décapage de très gros éléments : ouvrages d'art, installations industrielles, hauts fourneaux, halles, réservoirs, navires (pétroliers), etc. ...

Le sablage de ces éléments essentiellement métalliques ne peut être effectué en présence d'eau à cause des problèmes de rouille.

Du fait de l'importance des surfaces à décaper, le travail est réalisé, sur place, à l'air libre et généralement à abrasif perdu.

Le sablage en cabine est réalisé en usine à l'aide d'abrasifs recyclables pour le décapage de pièces de dimension moyenne : le produit projeté tombe sur un caillebotis sous lequel se trouve une trémie de récupération, puis il est dépoussiéré avant réutilisation. Il est également à signaler un type de sablage en cabine particulier : le sablage en boîte à gants (chambre de projection de très petit volume) qui permet un travail soigné sur des pièces de petite dimension, l'opérateur étant à l'extérieur de la cabine n'est pas exposé à l'atmosphère de sablage.

Mais, ce sablage en cabine est fortement concurrencé par une autre technique de décapage appelée grenailage et qui consiste à projeter sur les pièces un jet de grenailles d'acier ou de fonte par turbine centrifuge. Cette technique est mieux adaptée aux impératifs de la mécanisation et est surtout utilisée lors de la fabrication de pièces en grande série.

## 1.2. Le sablage à l'eau

Ce sablage est réalisé à l'air libre avec projection simultanée d'eau et d'abrasifs. Ce type de sablage (abrasifs perdus) est essentiellement utilisé pour le ravalement des façades de bâtiment.

## 2. LE DECRET DE 1969 ET SES CONSEQUENCES (Cf. page suivante - Décret n° 69-558 du 6 juin 1969)

Jusqu'en 1969, l'essentiel du sablage était effectué à l'aide de sable siliceux : essentiellement du concassé de silex (60 000 t/an en provenance de la baie de Somme) mais aussi du sable concassé de grès, du sable quartzeux (sable de Loire ou de Fontainebleau).

Mais, le décret du 6 Juin 1969 relatif "aux mesures particulières de protection des travailleurs applicables aux travaux de décapage, de dépolissage ou de désablage au jet" indique que les abrasifs doivent avoir une teneur maximale en silice libre inférieure à 5 % pour les opérations effectuées à sec en appareil non clos, c'est-à-dire à l'air libre ou en cabine. Il a donc interdit l'utilisation de sable siliceux pour le sablage à sec (seul le sablage à l'eau peut être réalisé avec du sable siliceux).

Il a donc été nécessaire de rechercher des abrasifs de remplacement. Ces études ont été menées, en particulier par le Laboratoire National d'Essais (LNE) sous la direction de l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS) (cf. I.N.R.S. - Tiré à part des Cahiers de Notes Documentaires Janvier 1970).

## 3. PRINCIPAUX RESULTATS DES RECHERCHES DE L'I.N.R.S. A PROPOS DES ABRASIFS DE REMPLACEMENT POUR LE SABLAGE A SEC

Les principaux matériaux testés en comparaison de 5 produits siliceux à remplacer (silex broyés et sables de grès) ont été des laitiers de haut-fourneau, une scorie de cuivre (Projex), des corindons et des grenailles métalliques. Les principaux résultats de cette étude ont été les suivants :

### - Influence de la forme, de la dimension et de la masse volumique des grains

Le travail de décapage est fonction du débit des grains projetés. Ce débit est en relation avec les trois paramètres physiques suivants : la forme, la dimension et la masse volumique des particules.

Ainsi, à pression d'air comprimé et diamètre de buse d'alimentation fixés :

- les grains compacts à forme arrondie s'écoulent mieux que les grains anguleux ou aplatis
- les grains de petite dimension ont un débit plus élevé que les gros grains
- les grains de masse volumique réelle élevée s'écoulent mieux que les grains plus légers.

**MINISTÈRE D'ÉTAT  
CHARGE DES AFFAIRES SOCIALES**

Décret n° 69-558 du 6 juin 1969 portant règlement d'administration publique en ce qui concerne les mesures particulières de protection des travailleurs applicables aux travaux de décapage, de dépolissage ou de dessablage au jet.

Le Premier ministre,

Sur le rapport du ministre d'Etat chargé des affaires sociales,  
Vu le chapitre 1<sup>er</sup> du titre II du livre II du code du travail, et notamment l'article 67 (2<sup>o</sup>);

Vu le décret du 10 juillet 1913 modifié portant règlement d'administration publique pour l'exécution des dispositions du livre II du code du travail (titre II: Hygiène et sécurité des travailleurs) en ce qui concerne les mesures générales de protection et de salubrité applicables à tous les établissements assujettis;

Vu le décret n° 50-1289 du 16 octobre 1950 modifié portant règlement d'administration publique en ce qui concerne les mesures particulières de prévention médicale de la silicose professionnelle;

Vu l'article 21 du décret n° 63-766 du 30 juillet 1963;

Vu l'avis de la commission d'hygiène industrielle;

Le Conseil d'Etat (section sociale) entendu,

Décrète :

Art. 1<sup>er</sup>. — Indépendamment des mesures prescrites par le décret du 10 juillet 1913 modifié et par le décret n° 50-1289 du 16 octobre 1950 modifié, les dispositions du présent décret sont applicables dans les établissements, parties d'établissements ou chantiers soumis aux dispositions du chapitre 1<sup>er</sup> du titre II du livre II du code du travail où les travailleurs sont exposés aux poussières ou projections provenant d'opérations de décapage, de dépolissage ou de dessablage au jet.

Sont considérées comme opérations de décapage au jet toutes opérations de nettoyage ou de finissage d'une surface au moyen d'un abrasif projeté à grande vitesse.

Sont considérées comme opérations de dépolissage au jet, au sens du présent décret, toutes opérations de dépolissage effectuées à sec au moyen d'un abrasif projeté sous pression.

Sont considérées comme opérations de dessablage au jet les opérations consistant à débarrasser une pièce moulée du sable qui peut encore y adhérer au moyen d'eau ou d'un abrasif projeté à grande vitesse.

Art. 2. — Sauf impossibilité technique, les opérations de décapage ou de dessablage au jet doivent être effectuées soit en appareil clos dont l'étanchéité doit être maintenue, soit en cabine.

Toutefois, les opérations de dessablage au jet d'eau projeté sous très forte pression ne peuvent être effectuées que dans des installations hermétiquement closes.

Lorsque le travailleur opère en cabine, celle-ci doit être de dimensions telles qu'il puisse se déplacer librement autour de la pièce traitée.

Les poussières dégagées au cours des opérations doivent être captées et évacuées de telle manière qu'elles ne puissent polluer l'environnement. A cet effet, les appareils et cabines doivent être maintenus en légère dépression.

Art. 3. — Lorsque les opérations de décapage ou de dessablage au jet s'effectuent en cabine, ou pour des raisons d'ordre technique à l'air libre, le chef d'établissement doit fournir à chaque travailleur exposé une cagoule, des vêtements de travail ainsi que des gants et des chaussures.

Pendant l'exécution des travaux, la cagoule doit être alimentée en air pur et tempéré à raison de 165 litres au minimum par minute.

Art. 4. — Pour l'exécution des travaux visés au premier alinéa de l'article 3, l'abrasif utilisé ne doit pas contenir plus de 5 p. 100 en poids de silice libre.

Art. 5. — Les travaux exécutés à l'air libre par projection conjointe d'abrasif et d'eau, notamment les opérations de ravalement, ne sont pas assujettis aux dispositions des articles 3 et 4 précités.

Pour l'exécution de ces travaux, ainsi que ceux visés au deuxième alinéa de l'article 2, le chef d'établissement est tenu de fournir des équipements de protection individuelle qui doivent être imperméables et comprendre des coiffures, vêtements de travail, bottes et gants, ainsi que des lunettes.

Art. 6. — Les opérations de dépolissage au jet doivent être effectuées en appareil clos dont l'étanchéité doit être maintenue. Si, pour des raisons d'ordre technique, les dispositions de l'alinéa précédent ne peuvent être observées, l'abrasif utilisé pour l'exécution de ces opérations doit satisfaire aux conditions prescrites par l'article 4 précité.

Les poussières dégagées au cours des opérations visées au deuxième alinéa du présent article doivent être captées et évacuées de telle manière qu'elles ne puissent polluer l'environnement.

Pour l'exécution des opérations visées au deuxième alinéa, le chef d'établissement est tenu de fournir à chaque travailleur exposé des équipements de protection individuelle, tels que tablier ou suvêtement, gants et lunettes.

Art. 7. — Les dispositifs de protection individuelle prévus aux articles 3 (alinéa 1<sup>er</sup>), 5 (alinéa 2) et 6 (alinéa 4) doivent assurer une protection satisfaisante tout en permettant un travail aisé.

En dehors des périodes de travail, ces équipements doivent être entreposés dans un endroit sec, exempt de poussières, spécialement prévu à cet effet.

Le chef d'établissement est tenu d'entretenir ces équipements en bon état et de les faire désinfecter avant de les attribuer à un nouveau titulaire.

Les conditions auxquelles doivent répondre les dispositifs de protection individuelle peuvent être fixées par arrêté du ministre d'Etat chargé des affaires sociales. Cet arrêté peut rendre obligatoire l'utilisation de dispositifs ayant fait l'objet d'une norme homologuée.

Art. 8. — Le directeur régional du travail et de la main-d'œuvre peut accorder à titre révocable et pour une durée limitée à un an des dérogations individuelles éventuellement renouvelables aux dispositions de l'article 4 lorsque les chefs d'établissement justifient de l'impossibilité de s'y conformer.

Les dérogations précisent les mesures compensatrices de prévention à appliquer par leurs titulaires.

Art. 9. — Le ministre d'Etat chargé des affaires sociales approuve par arrêtés les méthodes d'analyse des produits visés par le décret.

Ces arrêtés se réfèrent s'il y a lieu aux normes françaises homologuées.

Art. 10. — Le ministre d'Etat chargé des affaires sociales est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera publié au *Journal officiel* de la République française et entrera en vigueur le 1<sup>er</sup> janvier 1970.

Fait à Paris, le 6 juin 1969.

MAURICE COUVE DE MURVILLE.

Par le Premier ministre :

Le ministre d'Etat chargé des affaires sociales,  
MAURICE SCHUMANN.



- Influence de la nature des abrasifs sur le rendement et le coût du décapage

Les ratios rassemblés dans le Tableau 1 montrent que, sur le plan économique, pour :

Le sablage à abrasifs perdus, les meilleurs abrasifs de remplacement des produits siliceux sont les laitiers.

Le sablage à abrasifs recyclés, la scorie de cuivre est la plus compétitive pour le sablage au jet en remplacement de la silice. Mais le grenailage est de loin le plus économique.

- Recherche du meilleur abrasif en fonction de la nature du revêtement à appliquer après décapage :

Les résultats rassemblés dans le Tableau 2 montrent que les sables de silice étaient parfaitement adaptés à tous les types de revêtements. Les meilleurs abrasifs de remplacement sont :

- . pour la peinture : les laitiers
- . pour la métallisation : le corindon
- . pour la plastification : la scorie de cuivre et le corindon
- . pour l'émaillage : les laitiers et la scorie de cuivre.

Il est à remarquer que le grenailage est la méthode la moins bien adaptée (mise à part pour la métallisation en ce qui concerne certaines grenailles hématites). Cette remarque va donc à l'opposé des conclusions concernant les rendements et coûts.

4. LES PRINCIPAUX ABRASIFS DE SABLAGE ACTUELLEMENT UTILISES EN FRANCE

4.1. Sablage à sec à l'air libre

Les caractéristiques des principaux produits actuellement commercialisés en France pour cette utilisation sont rassemblées dans le Tableau 3 : ce sont essentiellement des scories de cendres volantes, des scories de métallurgie et des laitiers de haut-fourneau.

Les produits bruts proviennent en grande partie, pour les deux tiers, de l'étranger (surtout d'Allemagne, mais aussi de Belgique et de Hollande).

Le traitement de ces produits consiste le plus généralement en un séchage vers 100°, un broyage (broyeur à marteaux) et un tamisage.

Les différentes fractions granulométriques commercialisées sont très serrées et le plus généralement comprises entre 0 et 2,5 mm :

Exemple : granularités commercialisées pour le Pennascor : 0,5 - 1 mm  
1 - 1,5 mm ; 1,5 - 2,5 mm.

Nature du Produit	Rendement horaire de décapage sur acier doux	SABLAGE PERDU		SABLAGE RECYCLE		
		Quantité d'abrasif consommée par m2 décapé	Coût relatif du sablage perdu	Résistance à l'usure *	Quantité d'abrasif consommée par m2 décapé	Coût relatif du sablage recyclé
Sables Siliceux	3 m2/h	100 Kg	1	3 cycles	40 Kg	1
Laitiers	} 2,5-3,5 m2/h	90 Kg	1	1-2 cycles	70 Kg	2
Scorie de cuivre		120 Kg	2,5	4-6 cycles	25 Kg	1,5
Corindons		150 Kg	19	5-12 cycles	16 Kg	5
Grenailles	6 m2/h	510 Kg	64	400-6300 cycles	0,1-1,7 Kg	0,3-0,05

\* Résistance à l'usure : Nombre de cycles d'utilisation correspondant à une perte maximale de 55 % de grains actifs

Tableau 1 : Rendements et Coûts relatifs des différents abrasifs testés par l'I.N.R.S.

	Peinture	Métallisation	Plastification	Emaillage
Sable de Silice	4	3	4	4
Laitiers	4	2	2	3
Scorie de cuivre	3	3	4	3
Corindons	2	4	4	1
Grenailles	1	4 (grenailles hématites) 1 (autres grenailles)	1	2

Tableau 2 : Adaptation des abrasifs au type de travail à réaliser après les opérations de décapage

4 : excellent

3 : bon

2 : moyen

1 : médiocre

SOCIETES	APPELLATION ET NATURE DU PRODUIT	Tonnage annuel 1979	Prix de vente en sac sur palette (H.T)
<u>SEMANAZ</u> Bonneuil s/ Marne Val de Marne	<u>RUGOS 2.000</u> : Scories de cendres volantes en provenance d'Allemagne.	70.000 t	220 F/t
<u>Société PENNAROYA</u> Noyelles Godault Pas-de-Calais	<u>PENNASCOR</u> : Scories de la métallurgie du Zinc	25.000 t	170 F/t
<u>Société SCOREX</u> Marseille Bouches-du-Rhône	<u>SCORIE</u> : Scories de la métallurgie du cuivre.	18.000 t	256 F/t
<u>Etablissements A. BARDE</u> Hesdin Pas-de-Calais	<u>BARDEX</u> : Laitier de haut-fourneau de cuivre	14.000 t	266 F/t
<u>Société SAKRET-LIBON</u> Creutzwald Moselle	<u>SAKRESIV</u> : Laitier de haut-fourneau de fonte en provenance d'Allemagne.	3.000 t	251 F/t
<u>Société pour l'Etude &amp; la Reconversion des déchets</u> La Garenne Colombes Hauts-de-Seine	<u>CMH BEERSE</u> : Laitier de la métallurgie du cuivre en provenance de Belgique	2.500 t	250 F/t
<u>Carrières DELALOY</u> Montguyon Charente-Maritime	<u>TELO &amp; LAITIER NOIR</u> : en provenance de Hollande.	(?)	300-350 F/t

Tableau 3 : Caractéristiques des principaux produits commercialisés pour le sablage à sec à l'air libre

La quantité d'abrasifs consommée pour ce type de sablage est, en France, de l'ordre de 150 000 t/an.

La moitié de ce tonnage est commercialisée par une seule société, la société Sémanaz.

Le prix de vente moyen hors taxe et départ usine est d'environ 250 F/t (en sac et sur palette).

#### 4.2. Sablage à sec en cabine

Les abrasifs essentiellement utilisés en cabine sont des produits artificiels et surtout du corindon. La quantité de corindon consommée en France pour cet usage est de l'ordre de 15 000 t/an. Son prix de vente est très élevé, il est de l'ordre de 2 500 F/t. Rappelons que ce corindon est recyclable une dizaine de fois.

D'autres produits moins onéreux sont également utilisés. Ainsi, le scorex fabriqué par les Etablissements Chatelet & Cie à partir des scories des fours à oxygène des aciéries d'Usinor Dunkerque est uniquement utilisé en sablage recyclé.

Cette société commercialise environ 6 000 t/an au prix de vente de 450 F/t (matériau brut arrivant à l'usine du Hourdel à un coût de 90 F/t). Ce produit est recyclable 7 fois environ et les fractions granulométriques commercialisées comprises entre 0 et 3 mm sont très serrées (exemples : 0,2/0,4 mm ; 1,3/1,6 mm).

A titre de comparaison, la consommation française de grenaille est d'environ 30 000 t/an et le prix de vente se situe entre 2 500 et 5 000 F/t.

#### 4.3. Sablage à l'eau

Ce type de sablage n'étant pas affecté par le décret de 1969, il est toujours réalisé avec du sable siliceux.

La consommation de sable siliceux pour cette utilisation est faible, de l'ordre de 5 000 t/an, et essentiellement concentrée dans la région parisienne (ravalement des édifices publics).

Le prix de vente de ces matériaux est voisin de celui des autres abrasifs de sablage : 200 - 250 F/t.

Exemple : sable de silex de la société Chatelet et Cie (Cayeux/Mer) vendu départ usine 270 F/t H.T. en sac, sur palette pour les granularités 0,5-0,7 mm ; 0,8-1 mm ; 1,3-1,6 mm ; 1,8-2,6 mm.

4.4. RESUME DES PRINCIPALES DONNEES ECONOMIQUES FRANCAISES CONCERNANT LES ABRASIFS DE SABLAGE

Ces données sont rassemblées dans le Tableau 4.

	Tonnage	Chiffre d'affaires
Scories et laitiers pour sablage à sec et à l'air libre	150 000 t/an	37 500 000 F/an
Corindon pour sablage en cabine	15 000 t/an	37 500 000 F/an
Scorie pour sablage en cabine	6 000 t/an	2 700 000 F/an
Sable siliceux pour sablage à l'eau	5 000 t/an	1 500 000 F/an
TOTAL	176 000 t/an	79 200 000 F/an

Tableau 4 : Principales données économiques concernant les abrasifs de sablage.

Ce tableau montre que les scories et laitiers qui ont remplacé les produits siliceux naturels représentent l'essentiel du tonnage utilisé : 160 000 t/an pour le sablage et environ 50 % du Chiffre d'Affaires soit :  $40.10^6$  F/an.

Il serait donc souhaitable, étant donné l'importance de ces chiffres d'une part, et du fait que ces matériaux sont en grande partie importés de l'étranger, d'autre part, de savoir s'il n'existe pas de roches contenant moins de 5 % de silice libre et de qualité suffisante pour remplacer ces scories et laitiers actuellement utilisés (et éventuellement le corindon).

5. AUTRES UTILISATIONS POTENTIELLES DES ROCHES DANS LE DOMAINE DES ABRASIFS

Nous regrouperons dans ce chapitre, les produits véritablement utilisés comme abrasifs, mais aussi les produits devant résister à l'abrasion dont les qualités essentielles sont les mêmes.

### 5.1. Abrasifs appliqués et pour meules

Ce sont les abrasifs appliqués par collage sur un support en papier ou en toile : (exemples : papier de verre et toile émeri et pour la fabrication des meules) Les abrasifs utilisés sont essentiellements des produits artificiels (corindon - carbure de silicium) mais aussi des matériaux naturels tels que grenats, silex et émeris.

La consommation française en ce type d'abrasifs obtenue auprès du Syndicat National des Fabricants de Produits Abrasifs s'établissait en 1978 selon le Tableau 5.

		Abrasifs appliqués	Abrasifs pour meules	Total
Carbure de Silicium	} Produits Artificiels	775 t	2 500 t	3 300 t
Corindon		4 000 t	13 000 t	17 000 t
Grenat	} Produits Naturels	23 t	-	23 t
Silex		435 t	6 t	441 t
Emeri		205 t	1 t	206 t
Verre pilé			3 t	3 t

Tableau 5 : Consommation française d'abrasifs pour la fabrication des abrasifs appliqués et meules en 1978

Les produits naturels ont les origines suivantes :

- le grenat est importé des U.S.A.
- l'émeri est importé de Grèce - Turquie et la fabrication de toile émeri (concassage - broyage - collage sur support) est essentiellement effectué par la société l'Abrasienne (Le Mans)
- le silex est produit en France par les Etablissements Chatelet et Cie (Cayeux/Mer).

### 5.2. Sols industriels antiusure

Environ  $2.10^6$  m<sup>2</sup> de sols de ce type sont réalisés chaque année en France, ce qui représente une consommation annuelle de l'ordre de 20 000 t de produits abrasifs.

Les produits utilisés sont des abrasifs artificiels (corindon et carbure de silicium) mais aussi des abrasifs naturels (silex, quartz, émeri). Ainsi, environ 4 000 t/an de silex broyés commercialisés par les Etablissements Chatelet et Cie sont utilisés dans ce but (granularité comprise entre 1,8 et 2,6 mm) et environ 1 000 t/an d'émeri préparés par la Société l'Abrasienne (Le Mans).

### 5.3. Filtration des eaux

La filtration des eaux peut se faire de diverses manières et en particulier sur lit filtrant lorsque la quantité de matière à retenir est importante et les particules fines. Ce lit filtrant est constitué de une ou plusieurs couches de sables de granularité bien déterminée.

Pour que la filtration soit efficace, il faut que les matières à retenir soit piégées sur toute l'épaisseur du filtre. Lorsque le colmatage devient excessif, il est nécessaire de laver ce filtre à contre-courant. Mais il faut, tant au cours de la filtration qu'au cours du lavage, que le sable ne produise pas de fines, c'est-à-dire qu'il résiste à l'abrasion.

Les principaux produits utilisés pour la fabrication des lits filtrants sont le sable de Loire, le sable de la Drôme, le silex broyé (Cayeux/Mer). la consommation de ces sables serait d'environ 10 000 t/an (dont 2 000 t/an environ de silex). On utilise également un peu de grenat importé des U.S.A. en filtration.

### 5.4. Aviculture

Afin de leur permettre une bonne assimilation de la nourriture, les volailles possèdent un gésier contenant des particules minérales chargées de broyer les aliments. Dans les élevages industriels, ces grains minéraux qui jouent le rôle de broyeur sont apportés en supplément à la nourriture.

A titre d'exemple, les Etablissements Chatelet et Cie commercialisent 500 t/an en France des grains de silex (granularités 0,8/1 mm et 1,3/1,5 mm pour poussins, 1,8/2,2 mm et 2,8 mm pour poulets, 3/5 mm pour poules pondeuses) à un prix H.T. départ usine de 270 F/t. La consommation totale française peut être estimée à 2 000 t/an.

### 5.5. Utilisations diverses

- . Doucissage et polissage des verres, du cuir, des carrosseries automobiles
- . Charges abrasives pour lessives, savons, dentifrice
- . Fabrication de lits fluidisés à base de silex pour l'incinération des boues pétrolières (1 200 t silex/an)
- . Peintures pour revêtements antidérapants (bandes blanches pour signalisation routière)

Toutes ces utilisations représentent une consommation annuelle de matériaux rocheux de l'ordre de 15 000 t correspondant à un C.A. de  $5.10^6$  F.



II - ESSAIS D'UTILISATION  
DE QUELQUES ROCHES FRANCAISES  
COMME ABRASIFS DE SABLAGE

Le décret de 1969, interdisant l'utilisation pour la sablage à sec d'abrasifs contenant plus de 5 % de silice libre, a conduit au remplacement des sables siliceux (sable de quartz ou de silex) par des produits artificiels (scories et laitiers).

Le but de notre étude est de tenter de savoir s'il n'existe pas de roches naturelles contenant moins de 5 % de silice libre et de qualité suffisante pour convenir comme abrasif de sablage.

Afin d'effectuer des tests préliminaires en ce sens, nous avons choisi quatre roches en fonction de :

- leur teneur en quartz pratiquement nulle
- leur résistance mécanique élevée définie au travers des essais routiers classiques réalisés lors de l'inventaire de carrières de granulats
- leur position géographique judicieusement répartie par rapport aux centres de consommation qui sont situés en France en bordure de mer et dans les régions industrialisées : Nord et Est de la France, région parisienne, vallée du Rhône, région de Marseille, Bretagne et Pays de Loire.

Trois de ces roches font actuellement l'objet d'une exploitation en carrière pour l'obtention de granulats :

- le basalte de Raon l'Etape (Vosges)
- le basalte de Saint-Jean le Centenier (Ardèche)
- la microdiorite de la Meilleraie (Vendée).

La quatrième roche a été prélevée dans une carrière de spillite abandonnée située près de Lohuec (Côtes du Nord) en Bretagne et reconnue lors d'un inventaire de gisements de granulats dans la région de Morlaix (rapport B.R.G.M. N° 79 SGN 779 BPL par P. LE BERRE). Nous avons retenu cette roche car nous n'avons pas trouvé, dans cette région, de roche dépourvue de quartz et de résistance mécanique suffisante, actuellement en exploitation.

## 1. CARACTERISTIQUES MINERALOGIQUES ET MECANIQUES DES ROCHES ETUDIEES

### 1.1. Composition minéralogique

Les quatre roches que nous avons choisies sont des roches éruptives à grain très fin et non fissurées, dépourvues de quartz.

La spillite de Lohuec est une roche volcanique basique (composition basaltique) épanchée en milieu sous-marin (débit en pillow-lavas caractéristique) et composée de plagioclase, augite, chlorite et ilménite.

Le basalte de Raon l'Etape (encore appelé couramment Trapp) est une roche composée de plagioclase automorphe et de hornblende très altérée. Présence en faible quantité de biotite chloritisée, d'actinote, d'épidote et de verre.

Le basalte de Saint-Jean-le-Centenier est une roche à phénocristaux d'olivine craquelés et légèrement altérés baignant dans une mésostase composée de baguettes de plagioclase et d'augite (quelques cristaux développés). La chlorite est uniquement présente dans les fissures de la roche.

La microdiorite de la Meillerie est une roche à texture ophitique composée de plagioclases saussuritisés et de grandes plages xénomorphes d'augite. Présence de biotite chloritisée, de quelques cristaux de hornblende, d'actinote et d'épidote.

## 1.2. Caractéristiques mécaniques

Les essais les plus fréquemment réalisés sur les roches sont les deux essais classiques sur granulats (> 4 mm) :

- l'essai Los Angeles qui mesure la résistance aux chocs :

*Essai Los Angeles : La prise d'essai constituée par 5 kg de granulats est placée dans un tambour avec une charge de boulets de 47 mm de diamètre. Ce tambour effectue 500 rotations pendant lesquelles ces gros boulets tombent sur le matériau à tester. Le résultat de l'essai est exprimé par la perte en poids au tamis de 1,6 mm*

- l'essai microdeval en présence d'eau qui mesure la résistance à l'usure :

*Essai Microdeval en présence d'eau : la prise d'essai constituée par 500 g de granulats est placée avec une charge de billes de 10 mm de diamètre dans un récipient qui effectue 12 000 tours. Les frottements réciproques du matériau et des billes provoquent son usure exprimée par la perte en poids au tamis de 2 mm.*

Parmi les nombreuses roches testées et dépourvues de silice libre et dont les résultats sont répertoriés, nous avons pu sélectionner celles qui ont la meilleure résistance mécanique exprimée par ces deux essais (cf. Tableau 6).

	Los Angeles	Microdeval en présence d'eau
Spillite de Lohuec	10,8	6,9
Basalte de Raon l'Etape	11,2	4,3
Basalte de St-Jean-le-Centenier	12,5	9,2
Microdiorite de la Meilleraie	6,8	4,6

Tableau 6 : Résistance mécanique aux essais Los Angeles et microdeval des roches sélectionnées



### 3. COMPARAISON DES ABRASIFS OBTENUS ET DES SCORIES ET LAITIERS UTILISES DANS L'INDUSTRIE

La comparaison au laboratoire des caractéristiques des abrasifs obtenus à partir des roches sélectionnées et de celles des produits artificiels utilisés dans l'industrie a porté essentiellement sur :

- la couleur, la forme et la densité des grains
- la granularité
- la résistance mécanique

#### 3.1. Couleur, forme et densité des grains

Ces observations sont rassemblées dans le Tableau 7. D'après de tableau, la morphologie des scories et laitiers utilisés comme abrasifs perdus est nettement différente de celle des produits naturels obtenus à partir des roches :

- les grains des scories et laitiers sont plus trapus et présentent une cassure conchoïdale avec des arêtes courtes et de nombreuses pointes.
- les grains des roches naturelles sont plus plats avec des arêtes plus longues et moins de pointes.

Par contre le scorex recyclable a une morphologie assez voisine de celle des grains de roche naturelle.

La densité réelle des matériaux artificiels est supérieure à celle des roches naturelles (ceci est vrai en particulier pour le scorex).

#### 3.2. Granularité

La granularité des scories et laitiers utilisés comme abrasifs perdus est regroupée dans les Figures 1 et 2.

La comparaison de ces 2 figures montre que le produits grossiers ont une granularité plus serrée que les produits fins (cette granularité des produits grossiers étant d'ailleurs assez variable).

La comparaison de ces Figures 1 et 2 avec celles obtenues pour les abrasifs naturels (Figures 5 - 7 - 9 - 11) montre que :

- pour les abrasifs grossiers : les produits naturels semblent avoir une granularité plus étalée et globalement plus fine
- pour les abrasifs fins : les granularités des produits naturels et artificiels sont très étalées, mais la granularité des produits naturels semble également plus fine.

# GRANULARITÉ DE SCORIES ET LAITIERS UTILISÉS COMME ABRASIFS PERDUS (en % de refus sur tamis)

Figure 1 - Produits > 1mm

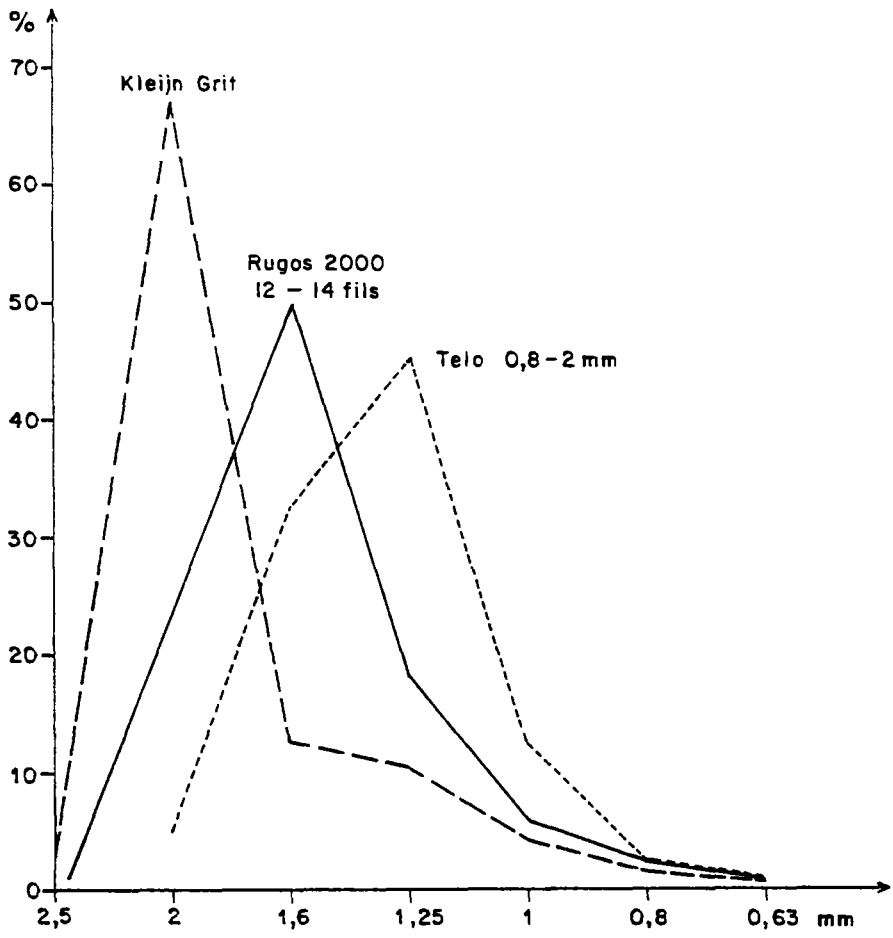
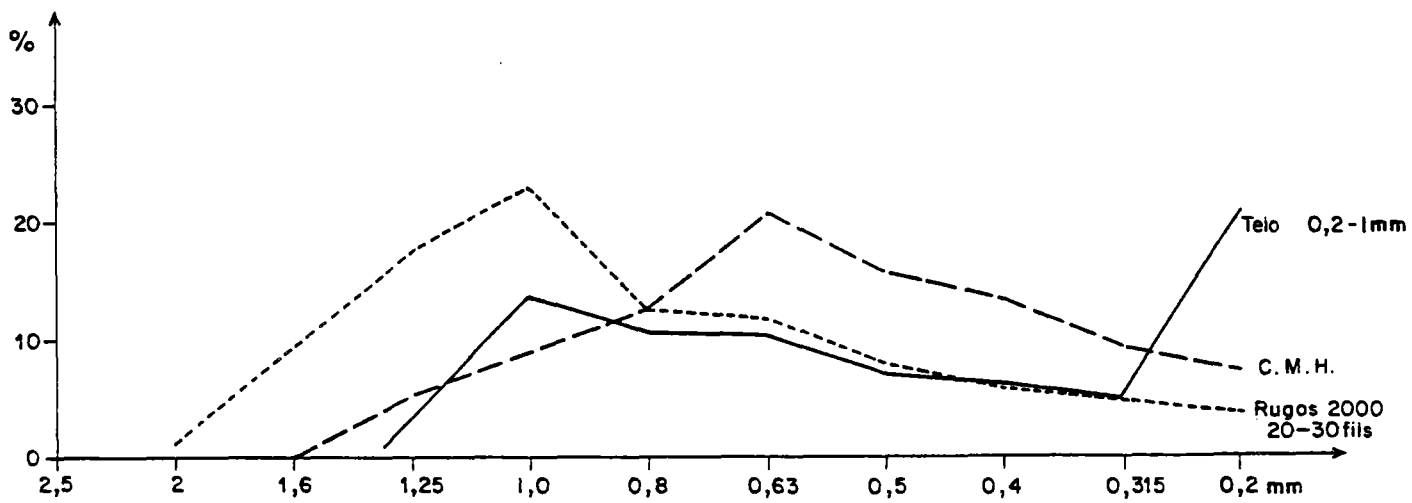


Figure 2 - Produits < 1mm



		Couleur	Forme	densité réelle	densité en vrac
Abrasifs Naturels	Spillite Lohuec	noir - vert uniforme quelques grains translucides verts ~2% quelques grains blancs (< 1%) dans les < 0,5mm	grains assez plats esquilleux anguleux arêtes vives dentelées surface ± grumeleuse	2,9	1,4
	Basalte Raon l'Étape	gris foncé à rose grains nettement mixtes rose-blanc-gris dans les > 0,5 mm au-dessous, minéraux isolés :  blanc laiteux : 10% roses : 30% rose-blanc, rose-gris, gris et blanc : 60%	grains allongés, plats ou trapus arêtes moyennement vives	2,9	1,4
	Basalte St Jean le Centenier	noir homogène ~ 2 % de grains translucides vert-blanc ~ 2 % de grains concrétionés plus gris dans les < 1 mm	grains relativement plats (plus allongés dans les > 1mm) anguleux arêtes vives	2,9	1,4
	Microdiorite La Meilleraie	gris vert pâle ~ 1/3 de grains + pâle (translucides si < 0,5mm) ~ 2/3 de grains + gris	grains assez trapus surtout dans les blancs, plus allongés dans les < 1 mm arêtes assez émoussées dans les > 1 mm	2,9	1,4
Scories et Laitiers pour abrasifs perdus Rugos (Semanaz), Scorie (société Scores), Telo (Delaloy) Kleijngrit (Hollande), C.M.H. (SERD)		noir vert ± transparent de + en + lorsque la granulométrie diminue bulles d'air	grains trapus, pseudocubiques cassure conchoïdale nombreuses arêtes très courtes ± courbes, très vives. surfaces lisses (sauf bulles)	3,1	1,3
Scorie recyclable : Scorex (Châtelet)		noir-gris à reflets bruns	grains trapus ± allongés ± plats cassures non conchoïdales arêtes rectilignes dentelées surface finement globuleuse	3,7	2,1

Tableau 7 : Couleur, forme et densité des abrasifs obtenus à partir des roches et des produits artificiels actuellement utilisés dans l'industrie

En ce qui concerne les abrasifs recyclables, les granularités commercialisées sont très serrées :

Exemple : . Scorex 20 / 26 fils compris entre 0,8 et 1 mm avec 10 % inférieur à 0,8 mm

. Corindon 0,5 - 1 mm avec 10 % inférieur à 0,5 mm

### 3.3. Résistance mécanique

Nous avons comparé la résistance mécanique des abrasifs à l'aide de deux essais sur granulats que nous avons tenté d'adapter aux abrasifs

#### - Résistance aux chocs

Elle a été mesurée à l'aide de l'essai de fragmentation dynamique modifié de la façon suivante : la prise d'essai d'un poids de 50 g et de granularité 1,25 - 2 mm a été placée dans le bol de la machine de fragmentation dynamique et a subi uniquement 5 coups de dame. La valeur de l'essai est donnée par la perte en poids au tamis de 500 microns (nous avons modifié l'essai pour éviter le compactage dans le bol lié à la granularité du produit et masquant sa résistance aux chocs).

#### - Résistance à l'usure

Elle a été mesurée à l'aide de l'essai microdeval à sec (l'essentiel du sablage se faisant à sec) modifié de la façon suivante : la prise d'essai de 500 g de 1,25 - 2 mm ajoutée d'une charge de 1 kg de billes de 10 mm de  $\varnothing$  a subi une rotation de 12 000 tours. La valeur de l'essai est donnée par la perte sur tamis de 500 microns.

Les résultats de ces essais sont regroupés dans le Tableau 8.

	Fragmentation dynamique modifiée	Microdeval sec modifié
Spillite de Lohuec	19,4	16,3
Basalte de Raon l'Etape	18,5	13,8
Basalte de St-Jean-le-Centenier	24,4	25,3
Microdiorite de la Meilleraie	18,6	17,6
Silex	19,6	14,5
Rugos	35,4	39,9
Scorex	18,8	8,0

Tableau 8 : Résistance mécanique comparée d'abrasifs naturels et artificiels



Ce tableau montre que les abrasifs obtenus à partir des quatre roches ont une résistance mécanique aussi bonne que celle du silex (seul le basalte de Saint-Jean-le-Centenier semble légèrement plus faible). Cette résistance est d'ailleurs très voisine de celle du scorex qui est une scorie recyclable. Par contre le rugos, qui est utilisé comme abrasif perdu est nettement moins résistant. Ces résultats sont confirmés par les mesures de résistance à l'écrasement effectuées par la société Sémanaz (résistance mesurée sur 100 grains compris entre 1 et 2 mm à l'aide d'un appareil particulier à cette société) :

Résistance à l'écrasement

. Spillite de Lohuec .....	1,77
. Basalte de Raon l'Etape .....	1,57
. Basalte de St-Jean-le-Centenier .....	1,47
. Microdiorite de la Meilleraie .....	1,38

Selon cette société, ces résistances correspondent à des produits de bonne dureté, comparables voire supérieures à celles des laitiers et scories utilisés en sablage perdu. Elles s'approchent également de celles des produits recyclables (c'est en particulier le cas de la métabasite de Lohuec).

#### 4. COMPTE RENDU DES ESSAIS INDUSTRIELS DE SABLAGE REALISES AVEC LES ABRASIFS OBTENUS A PARTIR DES ROCHES SELECTIONNEES

Ces essais industriels ont été effectués dans trois entreprises :

- Une société fabriquant et commercialisant des abrasifs de sablage : la société Sémanaz située à Bonneuil-sur-Marne (Val de Marne)
- une société de peinture industrielle utilisant des abrasifs de sablage pour le décapage : la société Coussin Technique Peinture située au Havre (Seine-Maritime)
- une société fabriquant des cabines de sablage : la société Sisson-Lehmann située à Charleville (Ardennes).

Nous remercions très vivement ces trois entreprises de nous avoir permis de réaliser ces essais de sablage.

##### 4.1. Essais réalisés à la société Sémanaz

###### 4.1.1. TECHNIQUE DE SABLAGE

Ces essais de sablage ont été réalisés dans une cabine constituée par une trémie de 4 m<sup>2</sup> de section environ et de 3 m de haut se présentant selon le schéma de la Figure 3. La sableuse, décrite dans la Figure 4, était alimentée par un compresseur Ingersoll Rand ayant un débit de 40 000 l/h et une pression d'air de 7 à 8 kg/cm<sup>2</sup>.

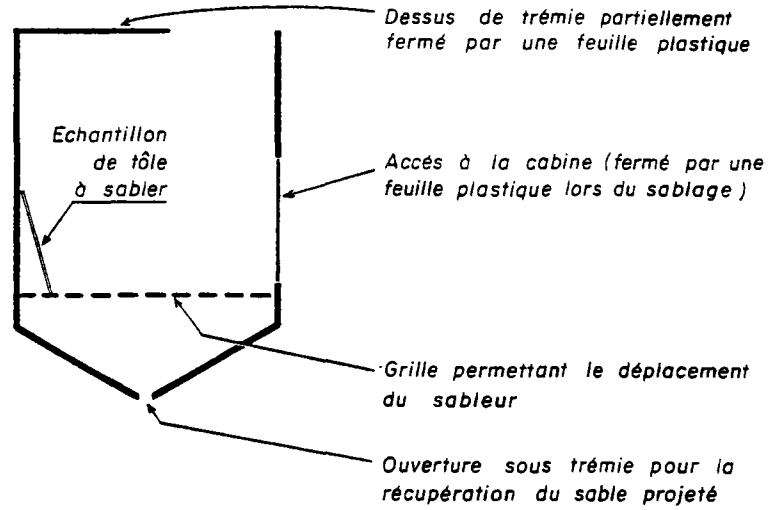


Figure 3 - Description de la cabine de sablage

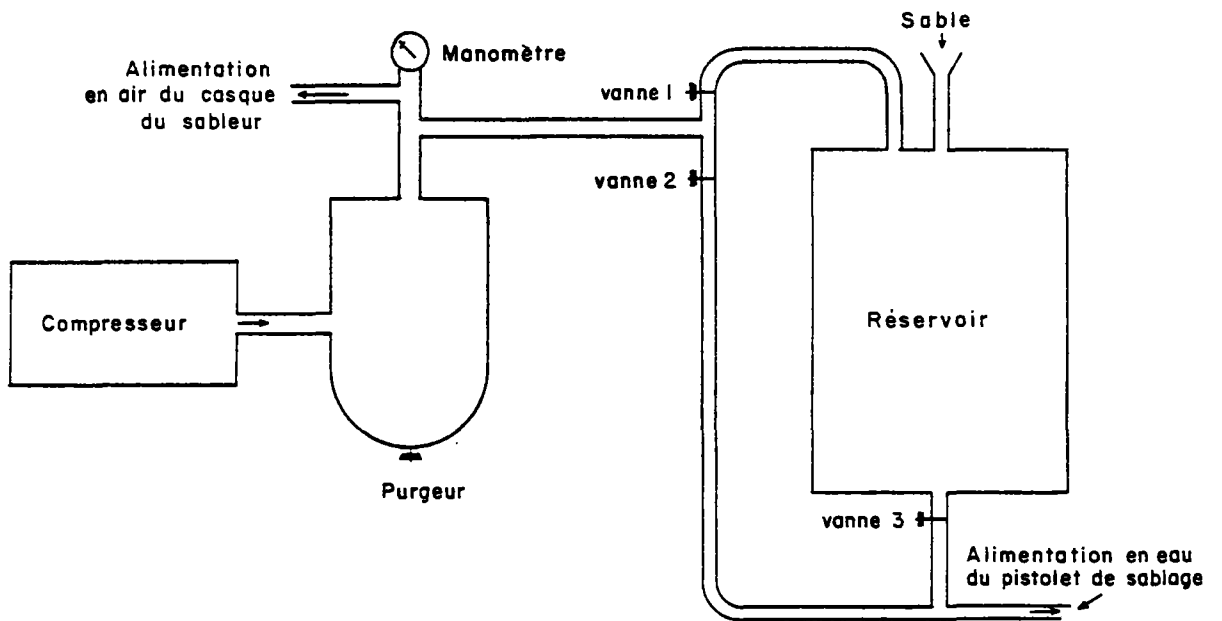


Figure 4 - Description de la sableuse

La sableuse ayant un réservoir de 100 l de capacité a fonctionné de la façon suivante : lors de la mise en service, l'air comprimé était envoyé dans le pistolet (ouverture vanne 2), pris dans le réservoir de la sableuse (ouverture vanne 1, puis vanne 3) pour éviter le bourrage du flexible (longueur : 6 m - diamètre intérieur : 4 cm - diamètre extérieur : 8 cm) d'alimentation du pistolet (muni d'une buse en carbure de tungstène de 8 mm de diamètre).

La pression d'air arrivant au pistolet était d'environ 5 bars à vide et de 4 bars en charge.

#### 4.1.2. DESCRIPTION DES ESSAIS

Les essais de sablage ont été effectués avec les quatre types d'abrasifs obtenus par concassage et criblage des roches naturelles sélectionnées.

Ces essais ont été réalisés successivement sur des échantillons d'un poids moyen de l'ordre de 20 kg appartenant à deux fractions granulométriques : 1,25-2 mm et 0,63-1,25 mm

Chaque échantillon n'a été utilisé qu'une seule fois (il n'y a pas eu de recyclage). Au cours de chaque essai, on a effectué les mesures suivantes :

- analyse granulométrique détaillée de l'abrasif avant et après sablage
- mesure du poids d'abrasif avant et après sablage
- mesure de la surface décapée et du temps de décapage
- détermination de la rugosité et du degré de soin (normes suédoises).

Les éprouvettes soumises au sablage ont été des plaques de tôle rouillée (éprouvettes fortement rouillées entre C et D de la norme suédoise) de 1 m<sup>2</sup> de surface.

#### 4.1.3. RESULTATS ET INTERPRETATION

Les résultats de ces essais sont rassemblés dans les Tableaux 9 et 10 ainsi que dans les Figures 5, 6, 7 et 8.

Le pourcentage de produits recyclables est donné dans ces tableaux par :

- . le rapport entre les pourcentages d'éléments inférieurs à 1 mm après et avant essai pour les échantillons de granularité 1,25-2 mm
- . le rapport entre les pourcentages d'éléments supérieurs à 0,4 mm après et avant essai.

Ce pourcentage, en moyenne de l'ordre de 50, varie entre 38 et 61 pour les échantillons de granularité 1,25-2 mm.

- 25 -  
 GRANULARITÉ DU PRODUIT 1,25/2mm (en % de refus sur tamis)  
 Essais Semanz

<p>— Spillite de Lohuec</p> <p>- - - Basalte de Raon l'Etape</p>	<p>— Basalte de St Jean le Centenier</p> <p>- - - Microdiorite de la Meillerie</p>
--	--

Figure 5 - Produit neuf

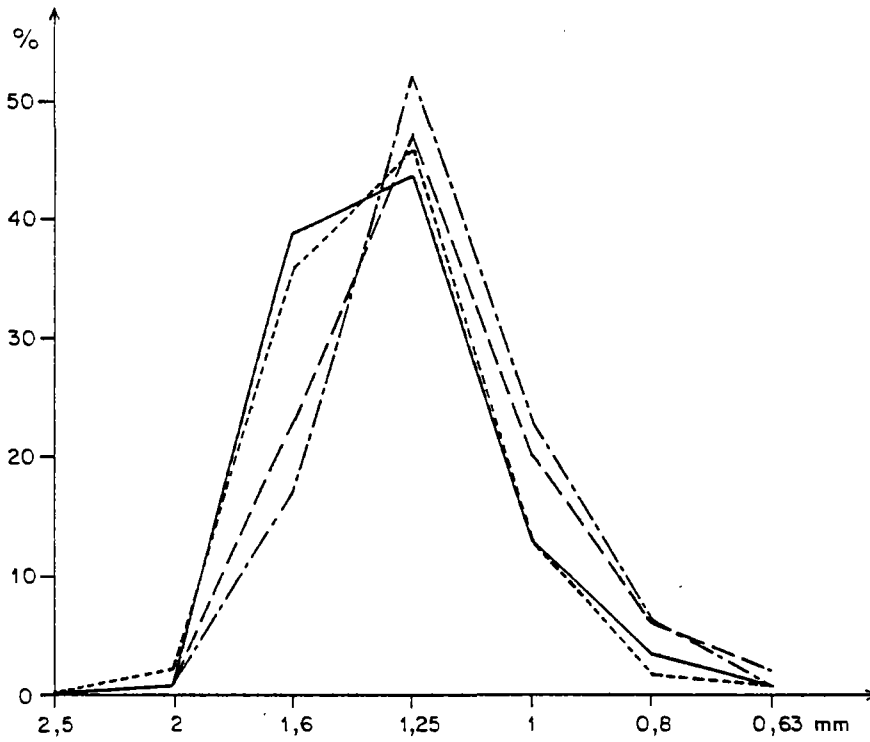
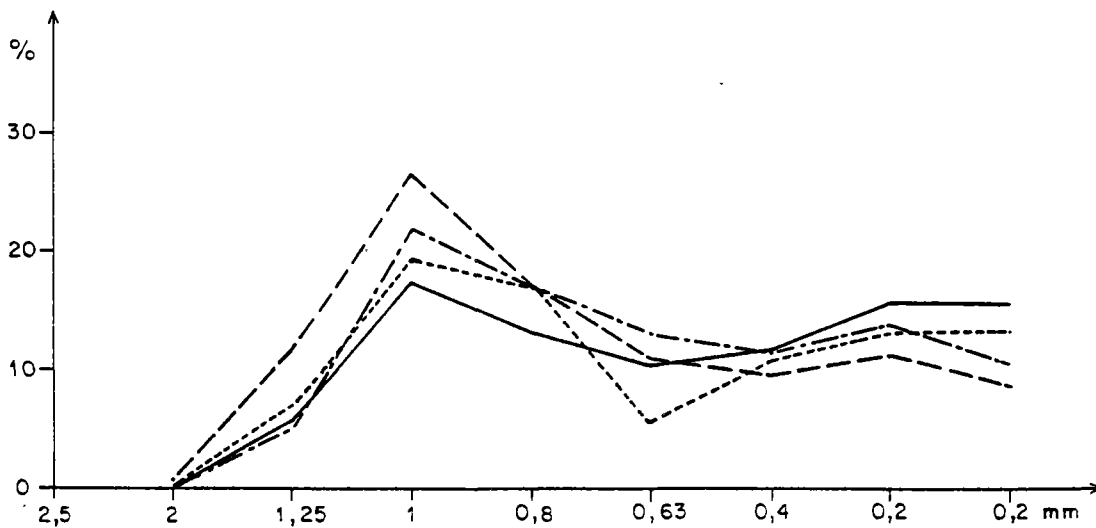


Figure 6 - Produit après une passe



GRANULARITÉ DU PRODUIT 0,63/1,25 mm (en % de refus sur tamis)  
Essais Semanz

— Spillite de Lohuec                      — Basalte de St Jean le Centenier  
- - - Basalte de Raon l'Etape              - - - Microdiorite de la Meillerie

Figure 7 - Produit neuf

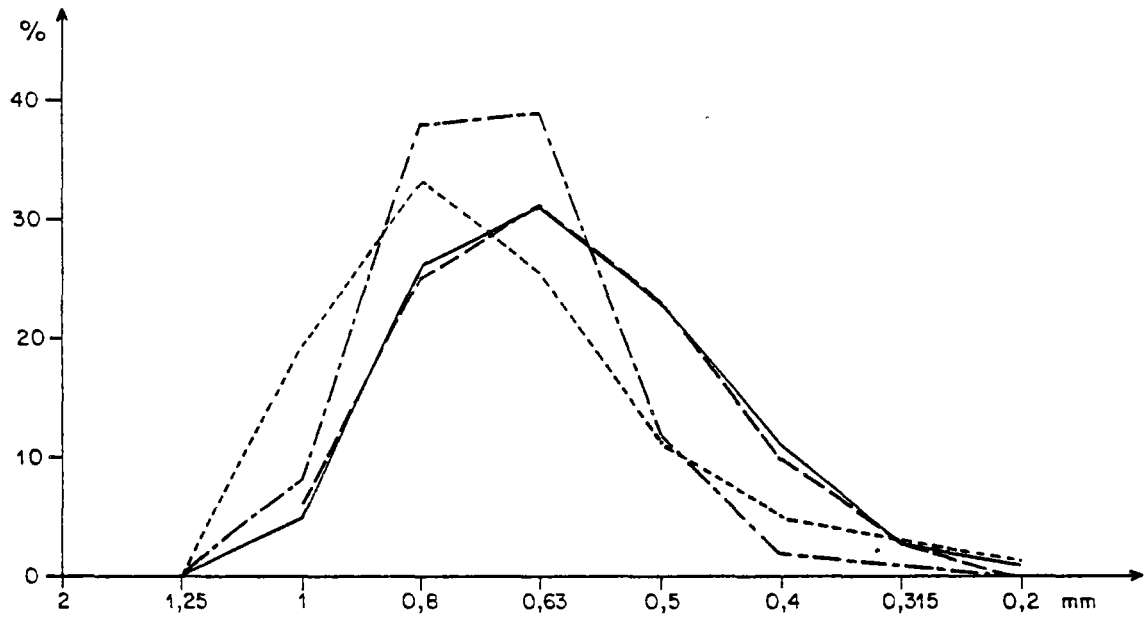
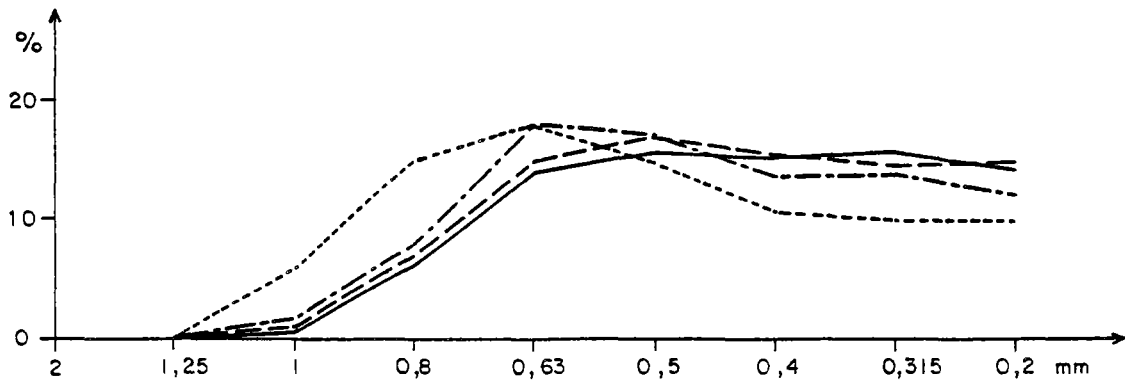


Figure 8 - Produit après une passe



	Spillite de Lohuec		Basalte de Raon l'Etape		Basalte de St-Jean-le-Centenier		Microdiorite de La Meilleraie	
	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe
<u>Granularité en % de refus :</u>								
2,00 mm	0,8	-	1	0,7	0,6	-	2	-
1,60 mm	38,6	5,4	23	11,7	16,4	5	36	7
1,25 mm	43,6	17,5	47	26,2	52	21,7	46	19,3
1,00 mm	12,6	13,1	20	16,8	23	17	13	17
0,80 mm	3,6	10,1	6	10,7	6	13	2	5,7
0,63 mm	0,8	11,7	2	9,4	1	11,3	1	10,7
0,40 mm	-	15,8	-	11,1	1	14	-	13
0,20 mm	-	15,4	-	8,4	-	10,7	-	13,3
(- 0,20 mm)	(-)	(11)	(1)	(5)	(-)	(7,3)	(-)	(14)
Pourcentage de produits recyclables > 1 mm	37,7		60,8		48,2		44,7	
Poids utilisé	22,4 kg		21,1 kg		16,5 kg		22,8 kg	
Poids récupéré	-		17,8 kg		15,1 kg		20,8 kg	
Perte	-		3,3 kg		1,4 kg		2,0 kg	
Surface décapée	0,174 m2		0,133 m2		0,085 m2		0,073 m2	
Temps	3' 30 "		2'		1' 50 "		3'	
Consommation au m2	129 kg		159 kg		194 kg		314 kg	
Temps au m2	20'		15'		21'		41'	
Degré de soin	Sa 2		Sa 2		Sa 2		Sa 2 1/2	
Rugosité	16 gros - 17 fin		16 gros - 17 fin		17 fin		17 fin	
Poussières	acceptable		forte		forte		forte	

Tableau 9 : Résultats des essais sur abrasifs naturels de granularité 1,25/2mm réalisés à la Société Sémanaz

Granularité en % de refus :	Spillite de Lohuec		Basalte de Raon l'Etape		Basalte de St-Jean-le-Centenier		Microdiorite de La Meilleraie	
	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe
1,25 mm	-	-	-	-	-	-	0,6	-
1,00 mm	5	0,7	6	1	8	1,7	19	6
0,80 mm	26	6,3	25	7	38	8	33	15
0,63 mm	31	14	31	14,7	39	18	25	18
0,50 mm	23	15,7	23	17	12	17,3	11	14,7
0,40 mm	11	15,3	10	15,7	2	13,7	5	10,7
0,315 mm	3	15,7	3	15,7	1	13,7	3	10
0,20 mm	1	14,3	-	14,3	-	12	1,4	9,7
(- 0,20 mm)	(-)	(18,0)	(2)	(14,6)	(-)	(15,6)	(2)	(15,9)
Pourcentage de produits recyclables > 0,4 mm	54,2		58,3		59,3		68,7	
Poids utilisé	21,2 kg		12 kg		17 kg		20,9 kg	
Poids récupéré	18,0 kg		10,5 kg		13,8 kg		17,5 kg	
Perte	3,2 kg		1,5 kg		3,2 kg		3,4 kg	
Surface décapée	0,127 m <sup>2</sup>		0,132 m <sup>2</sup>		0,246 m <sup>2</sup>		0,108 m <sup>2</sup>	
Temps	3'		1' 50''		3' 20''		2' 50''	
Consommation au m <sup>2</sup>	167 kg		91 kg		69 kg		194 kg	
Temps au m <sup>2</sup>	23'		14'		13'		26'	
Degré de soin	Sa 2,5		Sa 3		Sa 2,5		Sa 2	
Rugosité	17 fin		17 fin		17 fin		17 fin	
Poussières	acceptable		forte		forte		forte	

Tableau 10 : Résultats des essais sur abrasifs naturels de granularité 0,63/1,25 mm réalisés à la Société Sémanaz

Il est légèrement plus élevé, de l'ordre de 60 en moyenne, pour les échantillons de granularité 0,63-1,25 mm.

Ces roches naturelles pourraient donc éventuellement être utilisées comme abrasifs de recyclage de qualité moyenne, si l'on considère, d'après la société Sémanaz qu'un produit peut être recyclé jusqu'à un taux minimal de 45 %.

La consommation d'abrasifs au m<sup>2</sup> est en moyenne de : 150 kg pour la fraction 1,25-2 mm et 110 kg pour la fraction 0,63-1,25 mm, mise à part la microdiorite de la Meilleraie nettement plus médiocre.

Par conséquent, le pouvoir couvrant augmente lorsque la granularité diminue.

La quantité de poussières émises au cours de ces essais est forte et gêne le sablage. Il reste à savoir si cette poussière serait gênante en sablage à l'air libre et s'il n'est pas possible de diminuer sa production par une granularité plus appropriée.

#### 4.2. Essais réalisés à la société Coussin Technique Peinture

##### 4.2.1. TECHNIQUE DE SABLAGE

Cet entrepreneur utilise habituellement une scorie hollandaise (kleijn grit). Le décapage est effectué sous un hangar escamotable et il récupère grossièrement à la pelle, une partie des scories utilisées supérieures à 500 microns (recyclage manuel partiel).

Le matériel de sablage est identique à celui utilisé au cours des essais chez Sémanaz : l'abrasif étant projeté par une buse de 12 mm sous une pression d'air comprimé de 5,9 bars.

##### 4.2.2. DESCRIPTION DES ESSAIS

Les essais de sablage ont été effectués en une seule passe sur une tôle de l'ordre de 10 m<sup>2</sup> uniformément rouillée avec les abrasifs de granularité 1,25/2 mm et 0,63/1,25 mm obtenus à partir de la spillite de Lohuec et du basalte de Saint-Jean-le-Centenier.

Un test comparatif a été effectué dans les mêmes conditions avec le kleijn grit de Hollande habituellement utilisé (fraction 1,25/2,5 mm). Une toile plastique débordant de chaque côté de la tôle a permis de récupérer 1/4 à 1/3 de l'abrasif projeté.

Au cours de chaque essai, on a effectué les mesures suivantes :

- mesure du poids d'abrasif avant sablage
- analyse granulométrique avant et après sablage
- mesure de la surface décapée au cours de l'essai.



# GRANULARITÉ DU PRODUIT 1,25/2mm ( en % de refus sur tamis )

## Essais Coussin Technique Peinture

- Kleijn Grit
- - - Basalte de St Jean le Centenier
- · · Spillite de Lohuec

Figure 9 - Produit neuf

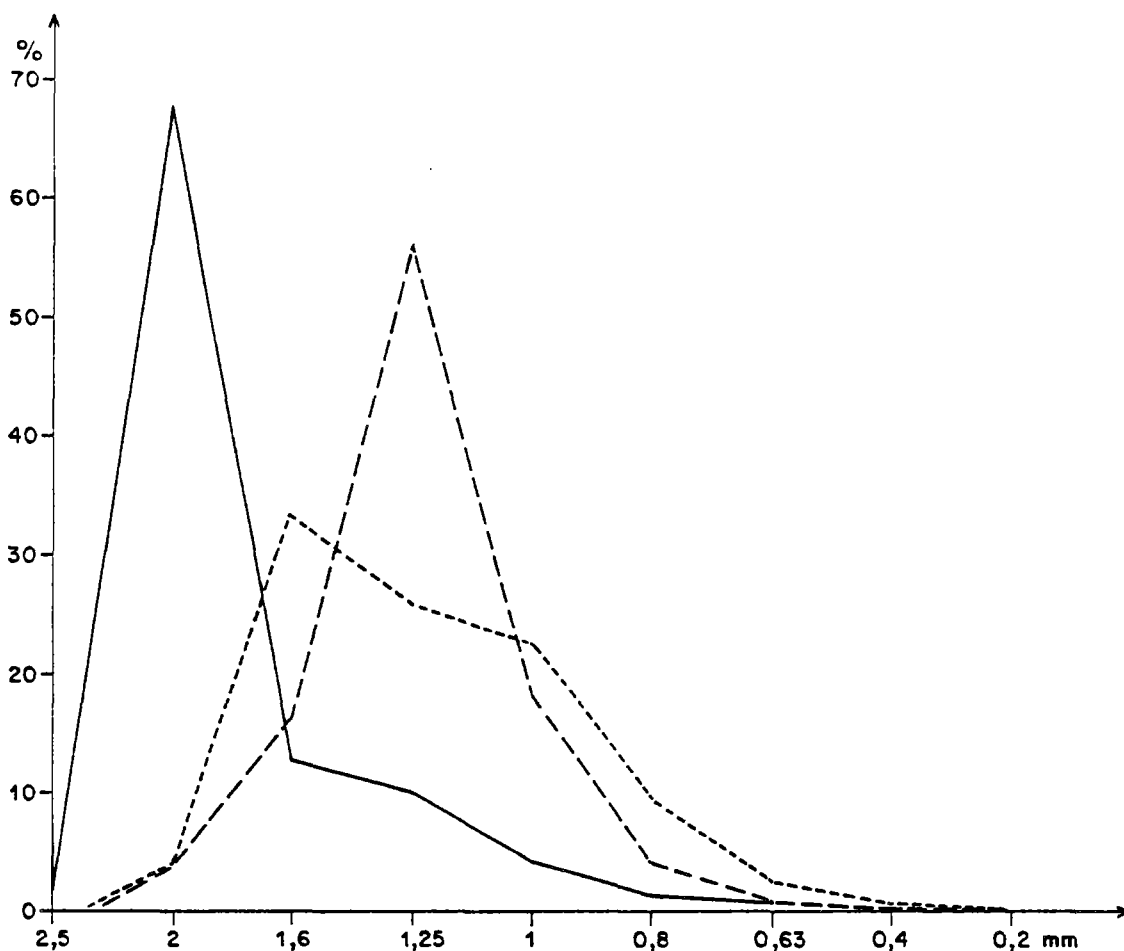
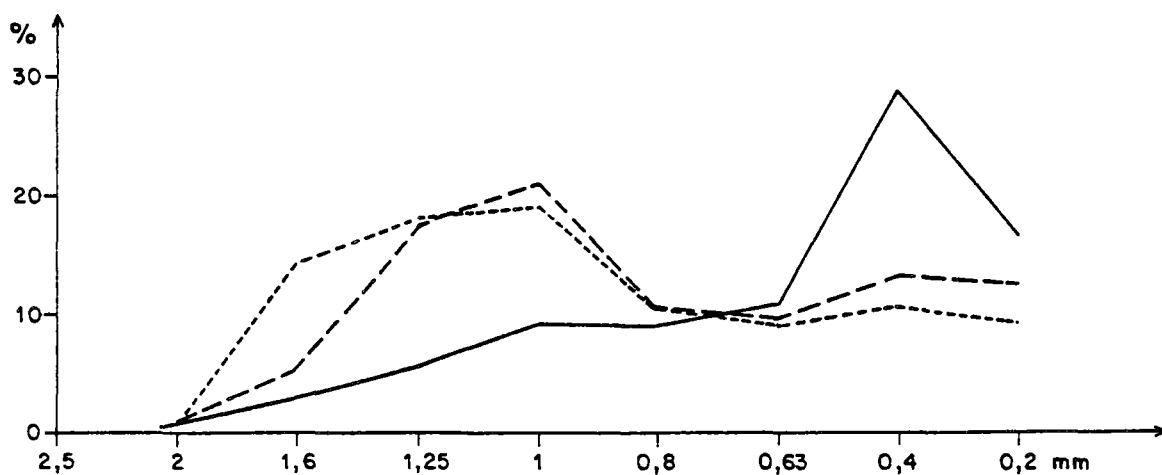


Figure 10 - Produit après une passe



GRANULARITÉ DU PRODUIT 0,63/1,25 mm ( en % de refus sur tamis )  
Essais Coussin Technique Peinture

— Basalte de St Jean le Centenier  
- - - Spillite de Lohuec

Figure 11 - Produit neuf

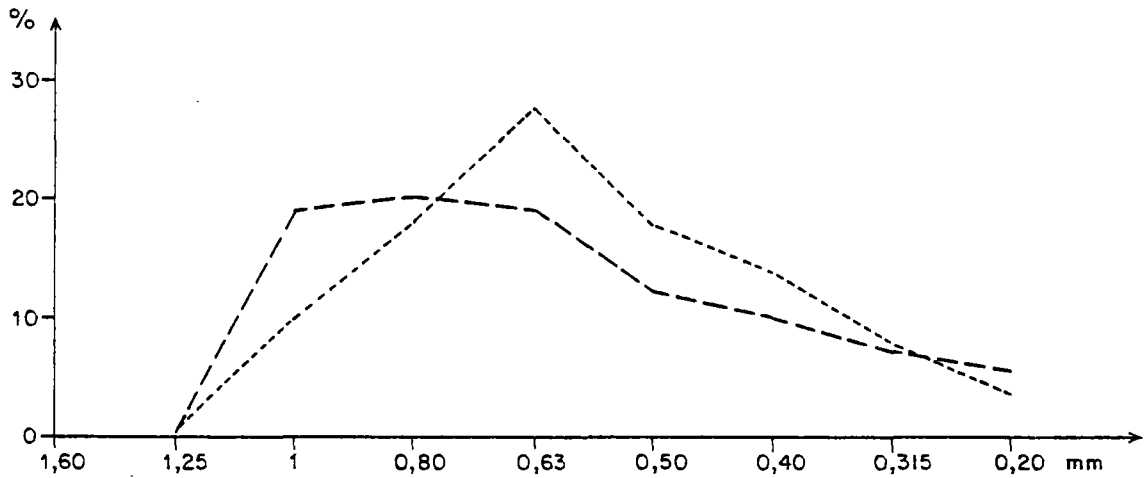
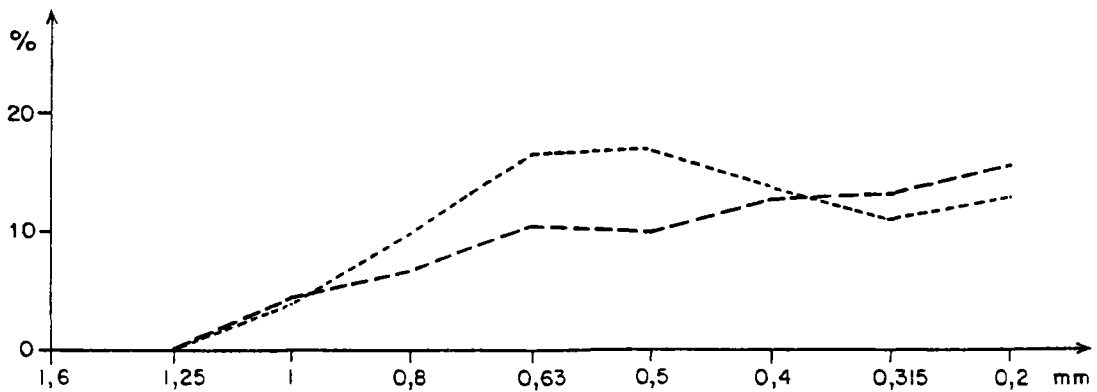


Figure 12 - Produit après une passe



#### 4.2.3. RESULTATS ET INTERPRETATION

Ces résultats sont rassemblés dans les Tableaux 11 et 12 et sur les Figures 9, 10, 11 et 12.

Le pourcentage de produits recyclables (calculé comme pour les essais réalisés chez Sémanaz) est légèrement plus élevé pour la fraction fine des abrasifs naturels que pour la fraction grossière (les chiffres sont voisins de ceux trouvés chez Sémanaz). Mais le point le plus important à noter est le taux nettement plus élevé de ces produits issus de roches par rapport au kleijn grit (50 % au lieu de 20 %).

La consommation d'abrasifs au m<sup>2</sup> est aussi identique à celle trouvée chez Sémanaz (pouvoir couvrant plus grand des produits fins). La consommation d'abrasifs naturels est identique à celle du kleijn grit : de l'ordre de 150 kg/m<sup>2</sup> pour la fraction 1,25/2 mm.

La quantité de poussières émise par les abrasifs naturels reste toutefois assez gênante et plus élevée que pour le kleijn grit (mais beaucoup moins gênante que dans la cabine non ventilée de chez Sémanaz). L'aspect de surface obtenu avec ces abrasifs naturels est également légèrement moins bon.

#### 4.3. Essais réalisés à la société Sisson-Lehmann

En complément des tests sur tôle rouillée réalisés à l'air libre ou en cabine partiellement ouverte au cours desquels les produits utilisés ont été récupérés en partie seulement, il a été procédé à des essais automatiques en cabine close avec récupération totale et possibilité de recyclage aisé. Les trois principaux avantages de cette technique sont :

- l'élimination du facteur humain (opérateur qui dirige le jet)
- un bilan pondéral juste
- l'utilisation d'une tôle d'acier neuve non rouillée dont la surface est rigoureusement la même pour tester chacun des abrasifs.

Ces trois avantages permettent ainsi une comparaison plus objective de ceux-ci.

##### 4.3.1. TECHNIQUE DE SABLAGE

Les essais ont été effectués en cabine à manches ventilée dans les conditions suivantes :

- . buse de diamètre de 10 mm et injecteur de diamètre 4,5 mm
- . pression d'air : 4 kg/cm<sup>2</sup>
- . projection sur plaque d'acier neuve distante de 150 mm
- . nombre de cycles réalisés : 5

Granularité en % de refus :	Spillite de Lohuec		Basalte de St Jean le Centenier		Kleijn Grit	
	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe
2,00 mm	4,1	0,6	4,1	0,9	69,0	0,6
1,60 mm	33,4	14,1	16,0	5,2	12,8	3,1
1,25 mm	26,0	18,1	56,3	17,5	10,4	5,7
1,00 mm	22,6	19,3	18,2	21,1	4,3	9,2
0,80 mm	9,7	10,8	4,2	10,7	1,4	9,0
0,63 mm	2,6	9,0	0,9	9,5	0,8	10,9
0,40 mm	0,7	10,7	0,1	13,3	0,7	28,9
0,20 mm	0,5	9,3	0,1	12,6	0,3	16,8
(- 0,20 mm)	(0,4)	(8,1)	(0,1)	(9,2)	(0,3)	(15,8)
Pourcentage de produits recyclables > 1 mm	60,5		47,3		19,3	
Poids utilisé	40 kg		37 kg		40 kg	
Surface décapée	0,243 m2		0,307 m2		0,277 m2	
Consommation au m2	165 kg		120 kg		144 kg	
Aspect de surface	Moyen		Moyen		Bon	
Poussières	Génantes		Génantes		Non génantes	

Tableau 11 : Résultats des essais sur abrasifs naturels de projection de granularité 1,25/2 mm réalisés à la société Coussin Technique Peinture - Comparaison avec le Kleijn Grit (Hollande) -

Granularité en % de refus :	Spillite de Lohuec		Basalte de St Jean le Centenier	
	Neuf	après 1 passe	Neuf	après 1 passe
1,25 mm	0,3	0,2	0,4	0,2
1,00 mm	8,9	3,7	19,0	3,9
0,80 mm	17,7	9,9	20,1	6,9
0,63 mm	27,6	16,5	19,2	10,8
0,50 mm	18,1	17,5	12,2	10,0
0,40 mm	14,1	13,4	10,0	12,9
0,315 mm	8,1	11,1	7,2	13,1
0,20 mm	3,9	13,0	5,8	15,4
(- 0,20 mm)	(1,3)	(14,7)	(6,1)	(26,8)
Pourcentage de produits recyclables > 0,4 mm	70,6		55,3	
Poids utilisé	42 kg		40 kg	
Surface décapée	0,314 m <sup>2</sup>		0,427 m <sup>2</sup>	
Consommation au m <sup>2</sup>	134 kg		94 kg	
Aspect de surface	Moyen		Moyen	
Poussières	Génantes		Génantes	

Tableau 12 : Résultats des essais sur abrasifs naturels de projection de granularité 0,63/1,25 mm réalisés à la société Coussin Technique Peinture

#### 4.3.2. DESCRIPTION DES ESSAIS

Les essais ont été effectués sur trois abrasifs obtenus à partir de roches naturelles : - la spillite de Lohuec

- le basalte de Raon l'Etape
- le basalte de Saint-Jean-le-Centenier

A titre de comparaison, les mêmes essais ont été effectués sur deux abrasifs recyclables actuellement utilisés : le scorex et le corindon.

Tous les essais ont été effectués sur la fraction 0,5-1 mm (pour les produits naturels, il a été effectué un retamissage de la fraction 0,63 - 1,25 mm).

Au cours de chaque essai, il a été effectué les manipulations suivantes :

- . Pesée de l'échantillon initial
- . Analyse granulométrique d'un prélèvement de 100 g environ de produit neuf
- . Pesée de l'éprouvette acier avant essai
- . Chargement de l'échantillon dans la trémie à chaque cycle
- . Projection, récupération de l'échantillon et mesure du temps de vidage de la trémie
- . Après 1 passe, pesée du supérieur à 0,5 mm et remélange de l'ensemble de l'échantillon
- . Après 5 passes, analyse granulométrique d'un prélèvement de l'échantillon récupéré et pesée de l'éprouvette acier après essai

#### 4.3.3. RESULTATS ET INTERPRETATION

Les résultats de ces essais sont rassemblés dans le Tableau 13 et sur les Figures 13 et 14.

Le pourcentage de produits recyclables > 0,5 mm des abrasifs issus des roches est de 75 % après 1 cycle et de 35 % au bout de 5 cycles. Cette évolution est identique à celle du scorex. Par contre, ce pourcentage est encore de 76 % au bout de 5 cycles pour le corindon qui est donc bien plus résistant.

Le pourcentage moyen de poussières par cycle évolue de 8-9 % pour le 1er cycle à 4 % au bout de 5 cycles par conséquent, la production diminue au fur et à mesure des cycles. Ce pourcentage est nettement plus faible pour le corindon que pour les autres matériaux testés.

L'efficacité des produits mesurée par la perte en poids de la plaque d'acier par kg d'abrasif projeté montre que le scorex et le corindon sont 2 fois plus efficaces que les abrasifs obtenus à partir de roches.

GRANULARITÉ DU PRODUIT 0,5/1mm(% de refus sur tamis)  
Essais Sisson Lehmann

- Spillite de Lohuec
- Scorex
- - - Basalte de Raon l' Etape
- Corindon
- · - Basalte de St Jean le Centenier

Figure 13 - Produit neuf

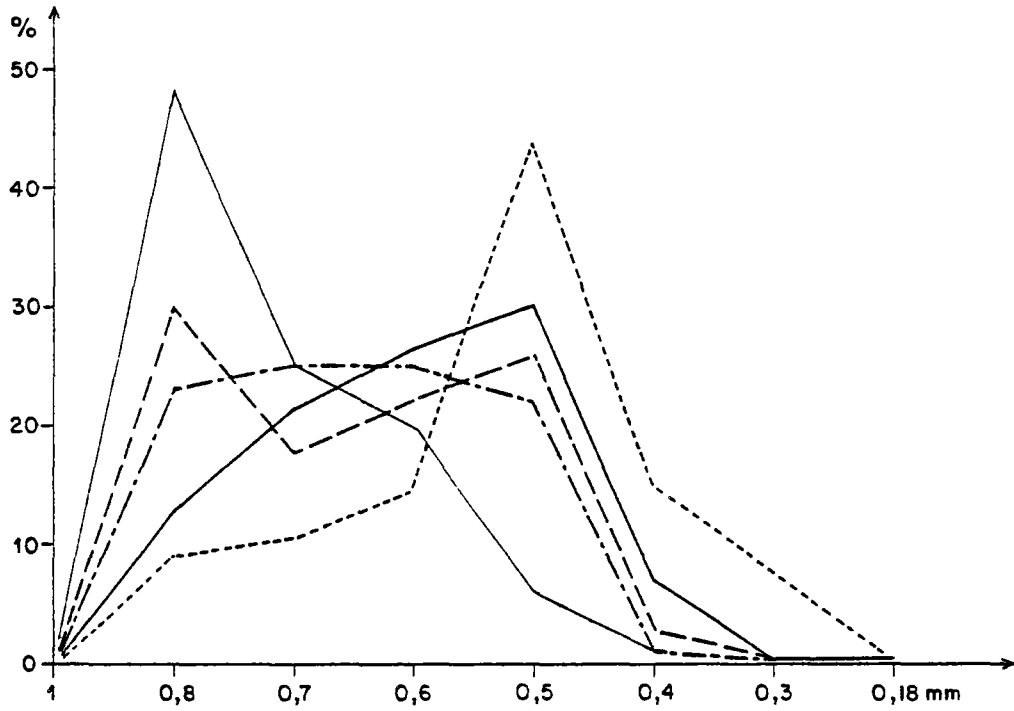
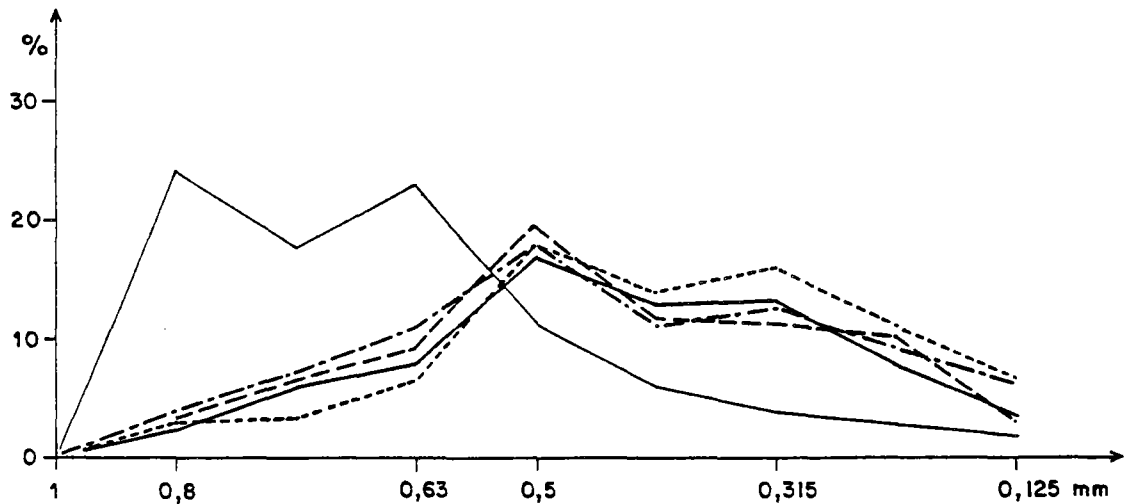


Figure 14 - Après 5 passes



Granularité en % de refus :	Spillite de Lohuec		Basalte de Raoy 1'Etape		Basalte de St Jean le Centenier		Scorex		Corindon	
	Neuf	après 5 passes	Neuf	après 5 passes	Neuf	après 5 passes	Neuf	après 5 passes	Neuf	après 6 passes
0,80 mm	13	2,5	30	3	23	4	9	3	48	24
0,70 mm	22	6	18	7	25	7,5	11	3	25	18
0,63 mm	27	8	22	9	25	11	14	6,5	20	23
0,50 mm	30	17	26	19,5	23	18	44	18	6	11
0,40 mm	7	13	3	12,5	3	11	15	14	1	6
0,315 mm	1	13,5	1	11,5	1	12	7	16	-	4
0,180 mm	-	8,5	-	10	-	9	-	11	-	3
0,125 mm	-	6	-	3,5	-	6	-	7	-	2
(- 0,125 mm)	(-)	(25,5)	(-)	(24)	(-)	(21,5)	(-)	(21,5)	(-)	(9)
Poids avant épreuve	3 516 g		3 669 g		3 882 g		1 827 g		2 945 g	
Après 1 passage :										
Pourcentage de produits recyclables > 0,5 mm	82,5		71,4		78,1		79,2			
Pourcentage de poussières < 0,1 mm éliminées par cycle	6,2		11,2		8,3		9,0		Pas de Contrôle	
Temps de sablage	1' 27"		1' 19"		1' 24"		45"			
Débit moyen (kg/mn)	2,4		2,8		2,8		2,4			
Après 5 passages :										
Pourcentage de produits recyclables > 0,5 mm	23,4		40,1		42,2		39,1		76	
Pourcentage de poussières < 0,1 mm éliminées par cycle	4,6		4,6		3,6		3,7		1,3	
Temps de sablage	6' 52"		6' 02"		7' 03"		3' 32"		-	
Poids en fin d'essai	2 785 g		2 973 g		3 237 g		1 520 g		2 730 g	
Quantité projetée	15 751 g		16 457 g		17 796 g		8 368 g		17 025 g	
Débit moyen (kg/mn)	2,3		2,7		2,5		2,4		2,1	
Usure tôle	0,75 g		1,05 g		1,05 g		1,2 g		2,1 g	
Efficacité du produit (usure au kg projeté)	4,7.10 <sup>-5</sup> g		6,4.10 <sup>-5</sup> g		5,9.10 <sup>-5</sup> g		14,3.10 <sup>-5</sup> g		12,5.10 <sup>-5</sup> g	
Qualité du produit (efficacité/taux de poussières)	9,5		6,9		5,9		2,5		1	

Tableau 13 : Résultats des essais sur abrasifs naturels de projection de granularité 0,50/1,00 mm réalisés à la Société Sisso-Lehmann  
- Comparaison avec le Corindon et le Scorex -



Afin de comparer globalement la qualité des différents produits testés en tant que matériaux recyclables, nous avons divisé l'efficacité de ces produits par le taux de poussières éliminées par cycle (rendant compte de l'évolution granulométrique du produit) et ramené à la valeur 1 pour le corindon. Les résultats sont les suivants :

- le scorex est 2,5 fois moins bon que le corindon
- les abrasifs de roches sont en moyenne 7 fois moins bons que le corindon et 3 fois moins bons que le scorex.

## 5. CONCLUSIONS DES ESSAIS

### 5.1. Qualité des matériaux

Parmi les différents types d'abrasifs obtenus à partir du concassage et du criblage des roches, trois semblent présenter une qualité comparable, tant au point de vue consommation que possibilité de recyclage :

- la spillite de Lohuec
- le basalte de Raon l'Etape
- le basalte de St-Jean-le-Centenier

Par contre, la microdiorite de la Meilleraie semble de qualité légèrement inférieure (taux de consommation au m<sup>2</sup> de tôle décapée 2 fois plus élevée, cf. essais Sémanaz).

Ces trois types d'abrasifs issus de roches semblent être également de qualité assez voisine de celle des scories et laitiers utilisés habituellement comme abrasifs perdus (comparaison entre le kleijn grit hollandais et les produits issus de roche, au cours des essais Coussin Technique Peinture).

La quantité de poussières émises, plus importante pour les produits rocheux est probablement liée, au moins partiellement, à la granularité inadaptée des produits utilisés (produit nettement plus fins que les scories et laitiers).

La comparaison de ces abrasifs de roches et des produits recyclables utilisés en cabine (corindon et scorex) montrent que ces matériaux rocheux ont une qualité :

- 7 fois inférieure à celle du corindon
- 3 fois inférieure à celle du scorex



(Il faut toutefois noter que, dans ce calcul, on ne tient pas compte du temps de sablage qui augmente lorsque la qualité diminue).

### 5.3. Propositions pour la poursuite de l'étude

Compte tenu des résultats de cette étude préliminaire montrant l'intérêt des abrasifs de sablage fabriqués à partir de fractions généralement excédentaires de granulats, nous pensons qu'il faudrait prolonger l'étude selon deux orientations :

#### 1. Poursuite des essais préliminaires sur échantillon de 25 kg :

- . en recherchant d'autres roches de caractéristiques pétrographiques différentes. Nous avons testé uniquement des roches volcaniques à grain fin. Il faudrait également étudier d'autres roches dépourvues de quartz comme :
  - des roches éruptives basiques à gros grains :  
Exemple : gabbros
  - des roches métamorphiques  
Exemple : éclogite
  - des roches microfissurées ayant subi une tectonisation intense
- . en modifiant les conditions de préparation des abrasifs, en particulier la granularité :
  - préparation de granularités plus serrées et conformes aux produits industriels
  - dépoussiérage plus intense (ceci permettrait peut-être de diminuer les poussières lors du décapage).

#### 2. Réalisation d'un essai pilote de sablage sur une roche sélectionnée en préparant et en utilisant un lot de l'ordre de 5 à 10 t d'abrasifs dans les conditions industrielles.

## LEGENDE DES PHOTOGRAPHIES

### Essais réalisés à la société Sémanaz

PHOTO 1 : Vue d'ensemble de l'installation de sablage (sableuse et cabine)

PHOTO 2 : Intérieur de la cabine de sablage

PHOTO 3 : Comparaison des états de surface de la tôle rouillée avant et après décapage avec le basalte de Raon l'Etape (fraction 0,63/1,25 mm)

PHOTO 4 : Aspect de surface de la tôle après sablage avec le basalte de Saint-Jean-le-Centenier (fraction 0,63/1,25 mm)

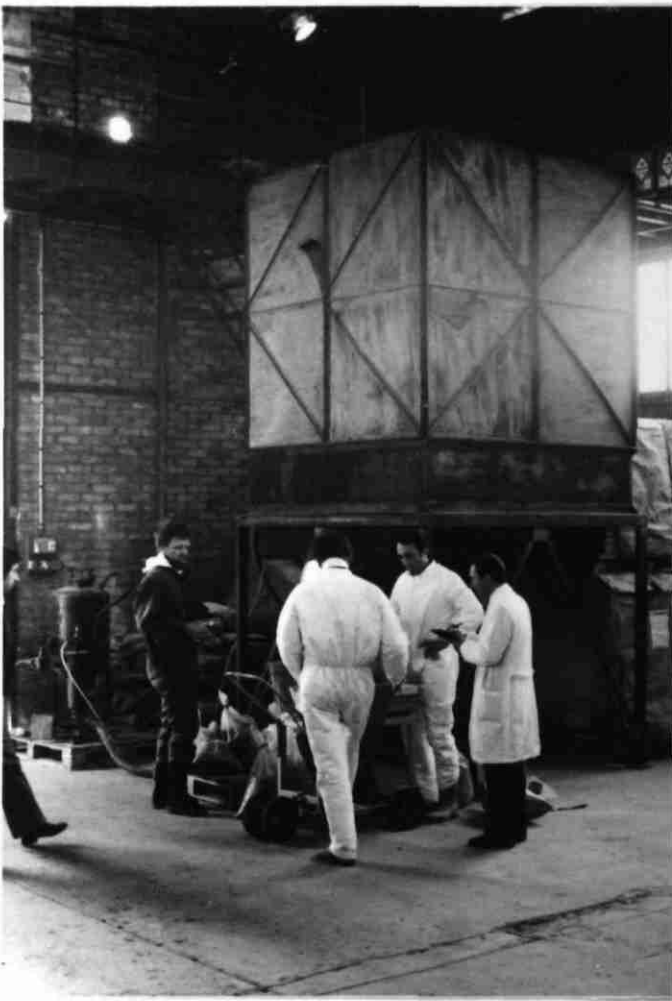
### Essais réalisés à la société Coussin Technique Peinture

PHOTO 5 : Dispositif de sablage employé au cours des essais

PHOTO 6 : Résultats comparés des essais de sablage avec les abrasifs testés :

- |  |   |                           |
|--|---|---------------------------|
| - Scorie : Kleijngrit                      | } |                           |
| - A 4 : Basalte de Saint-Jean-le-Centenier |   | G : fraction 1,25/2 mm    |
| - A 1 : Spillite de Lohuec                 |   | F : fraction 0,63/1,25 mm |
| - A 2 : Abrasif siliceux                   |   |                           |

PHOTO 7 et 8 : Vues détaillées des surfaces obtenues lors du sablage avec le basalte de Saint-Jean-le-Centenier (fraction 1,25/2 mm) et la scorie kleijngrit. Consommations respectives de 120 et 144 kg/m<sup>2</sup>.



1



2



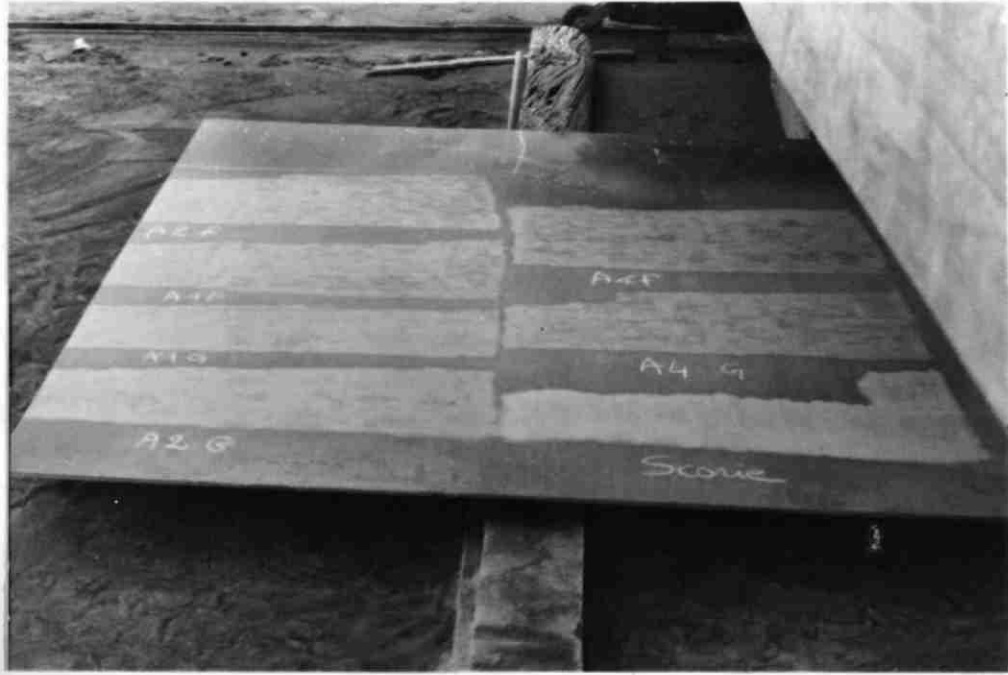
3



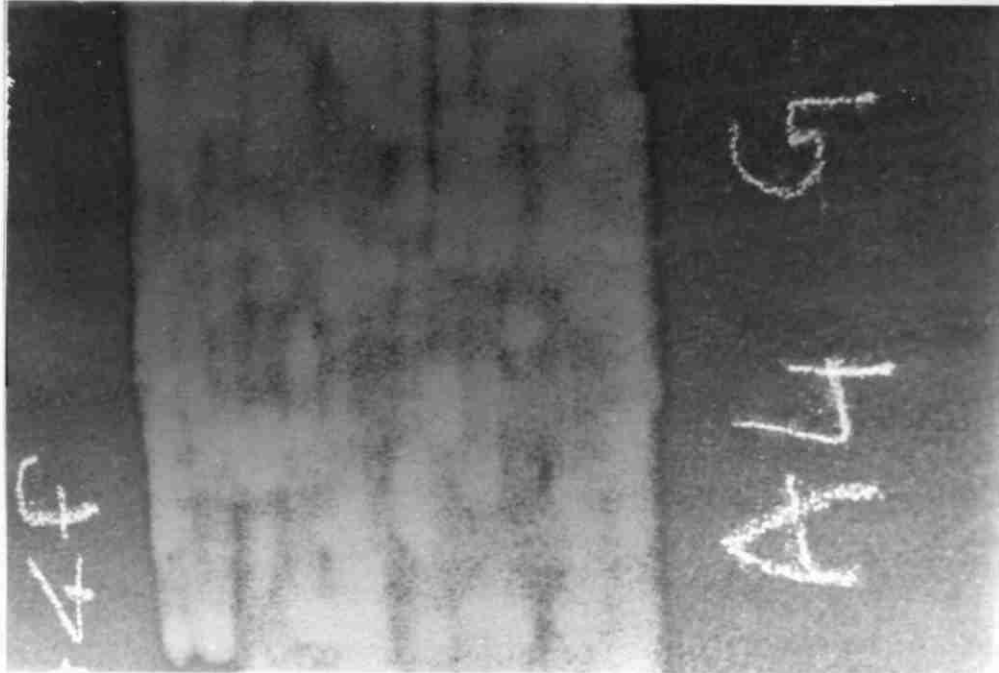
4



5



6



7



8