



# mémento roches et minéraux industriels

les pierres ornementales





# mémento roches et minéraux industriels

les pierres ornementales

B.E. Odent

novembre 1987  
87 SGN 763 GEO

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**  
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL  
Département Carte géologique et Géologie générale  
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - France - Tél.: (33) 38.64.34.34

## SOMMAIRE

Pages

### INTRODUCTION

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 - ECONOMIE ET MARCHE</b> .....  | <b>1</b>  |
| 1.1 - MARCHE FRANCAIS .....  | 2         |
| 1.1.1 - Localisation des zones de production .....   | 2         |
| 1.1.2 - Production nationale .....   | 6         |
| 1.1.3 - Exportations - Importations .....  | 10        |
| 1.1.4 - Prix - Mercuriales .....   | 17        |
| 1.1.5 - Structure professionnelle .....  | 21        |
| 1.2 - LE MARCHE MONDIAL .....  | 22        |
| 1.2.1 - Les pays producteurs .....   | 22        |
| 1.2.2 - Les échanges internationaux .....  | 26        |
| 1.2.3 - Pays consommateurs .....   | 26        |
| <b>2 - GEOLOGIE</b> .....  | <b>28</b> |
| 2.1 - TYPES ET ORIGINES DES PIERRES ORNEMENTALES .....   | 28        |
| 2.2 - MORPHOLOGIE DES GISEMENTS .....  | 28        |
| 2.2.1 - Les bassins sédimentaires .....  | 28        |
| 2.2.2 - Les massifs éruptifs .....   | 31        |
| 2.2.3 - Les massifs métamorphiques .....   | 32        |
| 2.3 - GUIDE DE PROSPECTION .....   | 32        |
| 2.3.1 - Phases préliminaires .....   | 32        |
| 2.3.2 - Etude du marché .....  | 33        |
| 2.3.3 - Etude de faisabilité d'un projet d'exploitation sur un ou deux sites<br>sélectionnés ..... | 33        |
| 2.4 - PRINCIPAUX GISEMENTS .....   | 36        |
| 2.4.1 - En France .....  | 36        |
| 2.4.2 - A l'étranger .....   | 39        |
| <b>3 - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES</b> .....  | <b>41</b> |
| 3.1 - CARACTERISTIQUES COMMUNES AUX PIERRES CALCAIRES .....  | 41        |
| 3.2 - CARACTERISTIQUES DES AUTRES PIERRES ORNEMENTALES .....                                       | 45        |
| 3.3 - CARACTERISTIQUES APORTEES PAR LE TRAVAIL EN SURFACE DE<br>LA PIERRE .....                    | 45        |

|   | Pages |
|---|-------|
| <b>4 - SECTEURS D'UTILISATION</b> .....   | 47    |
| 4.1 - BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS .....   | 47    |
| 4.1.1 - Pierre calcaire et marbrerie de bâtiment .....  | 47    |
| 4.1.2 - Grés de construction .....  | 47    |
| 4.1.3 - Granites et "roches similaires" .....   | 48    |
| 4.1.4 - Ardoiserie .....  | 48    |
| 4.1.5 - Lave .....  | 48    |
| 4.2 - LES MONUMENTS FUNERAIRES .....  | 48    |
| <b>5 - CRITERES DE SELECTION ET SPECIFICATIONS INDUSTRIELLES</b> .....  | 49    |
| 5.1 - CRITERES DE SELECTION ET D'EXPLOITABILITE DES GISEMENTS .....   | 49    |
| 5.1.1 - Critères liés aux qualités de la pierre .....   | 49    |
| 5.1.2 - Critères liés aux gisements .....   | 50    |
| 5.2 - SPECIFICATIONS INDUSTRIELLES .....  | 54    |
| 5.2.1 - En France .....   | 54    |
| 5.2.2 - Aux Etats-Unis .....  | 56    |
| <b>6 - TECHNIQUES D'EXTRACTION ET DE TRANSFORMATION</b> .....   | 57    |
| 6.1 - EXTRACTION EN CARRIERE .....  | 57    |
| 6.1.1 - Découverte .....  | 57    |
| 6.1.2 - Méthodes traditionnelles d'extraction .....   | 57    |
| 6.1.3 - Techniques moderne d'extraction .....   | 61    |
| 6.1.4 - Débitage secondaire .....   | 66    |
| 6.1.5 - Equarrissage des blocs .....  | 66    |
| 6.2 - LA TRANSFORMATION EN USINE .....  | 67    |
| 6.2.1 - Sciage industriel .....   | 67    |
| 6.2.2 - Polissage industriel .....  | 75    |
| 6.2.3 - Chaîne de transformation automatisée .....  | 80    |
| <b>7 - PRODUITS DE SUBSTITUTION</b> .....   | 80    |
| <b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....  | 83    |
| <b>Annexe 1 - Index alphabétique des carrières de Pierres ornementales et dimensionnelles en France</b> ..... | 84    |
| <b>Annexe 2 - Cartes de localisation des gisements mondiaux de Pierres Ornementales</b> ....                  | 92    |

## LISTE DES FIGURES

|  | Pages |
|--|-------|
| Fig. 1 - Les bassins de production dans le contexte géologique de la France .....                                      | 3     |
| Fig. 2 - Les carrières Rocamat en France (1985) .....  | 37    |
| Fig. 3 - Les usines Rocamat en France (1985) .....   | 38    |
| Fig. 4 - L'extraction en carrière .....  | 58    |
| Fig. 5 - Schéma d'installations en carrière de granites .....  | 59    |
| Fig. 6 - Plan d'équipement de carrière de marbre .....   | 60    |
| Fig. 7 - Contrôle hydraulique de transmission de puissance dans<br>une installation de sciage par câble diamanté. .... | 62    |
| Fig. 8 - Exemples de découpage de masses rocheuses au câble diamanté .....   | 63    |
| Fig. 9 - Chaîne de transformation sciage - polissage - débitage .....  | 68    |
| Fig. 10 - Schéma général d'un châssis à lames d'acier .....  | 70    |
| Fig. 11 - Polissoir à plat pour granit et marbre .....   | 76    |
| Fig. 12 - Polissoir à genouillère pour granit et marbre .....  | 77    |
| Fig. 13 - Machine combinée pour tous matériaux : Moulureuse - Fraiseuse -<br>Polisseuse - Perçeuse. ....               | 78    |
| Fig. 14 - Chaîne de transformation des Pierres Ornementales .....  | 82    |

## LISTE DES TABLEAUX

|  | Pages    |
|--|----------|
| Tableau 1 - Pétrographie et stratigraphie - Répartition régionale .....  | 4        |
| Tableau 2 - Echelle stratigraphique et matériaux .....   | 5        |
| Tableau 3 - Production de pierre calcaire et de marbre en France de 1980 à 1986 .....  | 9        |
| Tableau 4 - Production de "granit" en France de 1980 à 1986 .....  | 11       |
| Tableau 5 - Production de grés de construction en France de 1980 à 1986 .....  | 13       |
| Tableau 6 - Production de laves en France de 1980 à 1986 .....   | 14       |
| Tableau 7 - Exportations de pierres de construction et d'ornementation en France ...<br>de 1980 à 1986.  | 15       |
| Tableau 8 - Importations de pierres de construction et d'ornementation en France ...<br>de 1980 à 1986.  | 16       |
| Tableau 9 - Produits de carrière - Mercuriales des blocs de pierre de taille .....   | 18       |
| Tableau 10 - Produits de carrière - Mercuriales des blocs de granite et de .....   | 19       |
| marbres français.  |          |
| Tableau 11 - Produits de carrière - Mercuriales des tranches de marbres français - ...<br>Pierres marbrières, travertins, onyx et tranches de marbres étrangers. | 20       |
| Tableau 12 - Le marché mondial de la pierre ornementale en 1984 .....  | 23 24 25 |
| Tableau 13 - Classification des Pierres Ornementales .....   | 30       |
| Tableau 14 - Principaux producteurs mondiaux de pierres dimensionnelles .....  | 40       |
| Tableau 15 - Principales caractéristiques des roches consistantes .....  | 42       |
| Tableau 16 - Divers modes de taille de la pierre .....   | 46       |
| Tableau 17 - Principaux défauts des pierres limitant leur utilisation .....  | 51       |
| en ornementation.  |          |
| Tableau 18 - Normes AFNOR relatives aux Pierres Ornementales .....   | 55       |
| Tableau 19 - Normes ASTM .....   | 56       |
| Tableau 20 - Les principales caractéristiques physiques des matériaux .....  | 56       |
| de construction (normes ASTM)  |          |
| Tableau 21 - Coûts comparés de différentes méthodes de découpage du .....  | 65       |
| marbre en carrière.  |          |
| Tableau 22 - Découpage de bancs marbriers - Indice de production .....   | 65       |
| Tableau 23 - Coûts composés de méthodes de sciage du granite (multitraits) .....   | 71       |
| Tableau 24 - Caractéristiques des différents types de disques diamantés .....  | 73       |
| Tableau 25 - Coûts comparés des méthodes de sciage du granite (monotrait) .....  | 74       |
| Tableau 26 - Coût du polissage à plat du granite .....   | 79       |

## INTRODUCTION

L'Industrie de la Pierre en France occupe encore, en 1986, une place importante dans le secteur des matériaux de construction puisqu'elle réalise un chiffre d'affaires, tous matériaux confondus, de près de 3 milliards de francs pour un effectif de 9.500 salariés.

La seule industrie extractive du granit représente plus de la moitié de cette somme, fournissant 80 % de la matière première pour les monuments funéraires.

La pierre calcaire et le marbre constituent l'autre secteur important de cette industrie, réalisant 1,1 milliard de francs de chiffres d'affaires en 1986 (177.000 m<sup>3</sup> de blocs bruts).

## 1 - ECONOMIE ET MARCHE

### 1.1 - MARCHE FRANCAIS

#### *1.1.1 - Localisation des zones de production*

La production française est très diversifiée en nature et dispersée en localisation (fig. 1). Elle comprend essentiellement :

- des calcaires et des pierres marbrières,
- des marbres (calcaire métamorphisé, recristallisé),
- des granites,
- des grès,
- des laves.

Le tableau n° 1 résume la répartition régionale des points d'extraction en fonction de leur faciès pétrographique et de leur stratigraphie sommaire.

Les roches cristallophylliennes, représentées par les granites, affleurent dans les massifs anciens tels que le Massif Central, le Massif Armoricaïn et les Vosges.

Les roches sédimentaires sont localisées dans le Bassin Parisien, le Bassin Aquitain et quelques petits bassins de moindre importance.

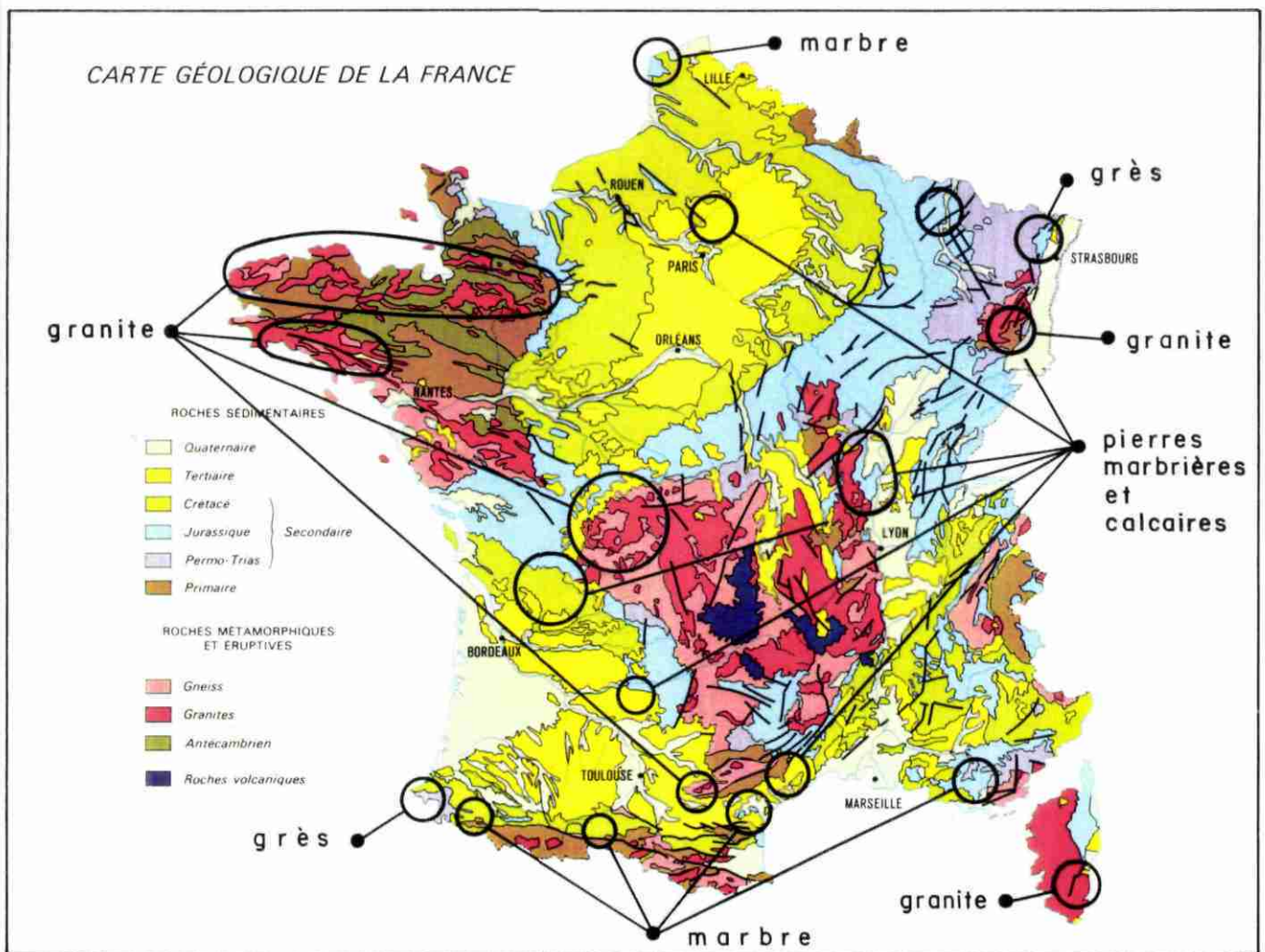
Les bassins de production de roches métamorphiques sont situés dans les régions fortement tectonisées telles que les bordures du Massif Central, des Vosges et des Pyrénées ou encore le Boulonnais.

Dans le tableau n° 2, les principaux bassins de production sont positionnées sur l'échelle stratigraphique. Les pierres calcaires et marbrières ont pour origine les Eres Secondaire et Tertiaire.

Par contre, les marbres, les grès et les granites appartiennent exclusivement aux terrains anciens de l'Ere Primaire.



Fig. 1 - Les bassins de production dans le contexte géologique de la France



**TABLEAU I**  
**Pétrographie et stratigraphie**  
**Répartition régionale**

| Régions  | Roches   |                                   |  |   |
|--|--|-----------------------------------|--|---|
|  | Cristallophylliennes   | Métamorphiques                    |  | Sédimentaires   |
|  |  | Granites                          | Grès   |   |
| Nord - Pas-de-Calais<br>Picardie<br>Normandie<br>Champagne-Ardenne<br>Lorraine<br>Alsace<br>Bretagne -<br>Pays-de-la-Loire<br>Centre | Cotentin (P)<br>Vosges comtoises (P)<br>Massif armoricain (P)      | Vosges gréseuses (S)<br>Maine (S) | Boulonnais (P)   | Valois/Soissonnais (T)<br>*<br>Côtes de Meuse (S)<br>*<br>( Côte-d'Or (S)<br>Châtillonnais (S)<br>Mâconnais (S)<br>Dombes (S)<br>Seuil du Poitou (S)<br>Comolentais (S) |
| Bourgogne  |  |                                   |  |   |
| Poitou-Charentes   |  |                                   |  |   |
| Limousin/Auvergne  | Monts du Limousin (P)<br>NW Massif central (P)<br>Millevalches (P) |                                   |  |   |
| Rhône-Alpes<br>Aquitaine   |  | Pays basque                       | Pyrénées-Atlantiques (S)<br>Pyrénées centrales (S)                             | Lyonnais (S)<br>Dordogne (T)  |
| Midi-Pyrénées  | Sidobre<br>Montagne noire (N)<br>(P)                               |                                   |  |   |
| Provence - Côte d'Azur   |  |                                   |  | Var (S)<br>Vaucluse (T)   |
| Corse  | *  |                                   |  |   |
| Languedoc-Roussillon   |  |                                   | Cévennes<br>Montagne noire (P)<br>Bas-Languedoc (S)<br>Pyrénées-Orientales (S) | Gard (T)  |

Ere géologique : (P) Primaire.  
(S) Secondaire.  
(T) Tertiaire.

\* Présence de carrières à production locale.

TABLEAU II  
Echelle stratigraphique et matériaux

| Age                     | Ere                     | Période   | Etage   | Pierres calcaires   | Pierres marbrières   | Granites   | Grès  |
|-------------------------|-------------------------|---|---|---|--|--|---|
| Millions An             | Tertiaire (Cénozoïque)  | Pliocène  | Villafranchien                                    | S.E.<br>Massif central  |  |  |   |
| 2                       |                         |   | Pontien<br>Tortonien<br>Helvétien<br>Burdigalien  | Pont du Gard<br>Vers. Brouzet.<br>Espail<br>Estailade<br>Rognes                           |  |  |   |
| 12                      |                         | Miocène   |   |   |  |  |   |
| 25                      |                         | Oligocène   |   | Aquitaniens<br>Stampien<br>Sannoisien<br>Bartonien<br>Lutétien                            |  |  |   |
| 37                      |                         | Eocène  |   | Yprésien<br>Sparnacien<br>Thanétien<br>Montien  | Bassin de l'Oise<br>(Noyant, St-Leu)   |  |   |
| 65                      |                         |   |   |   |  |  |   |
| 225                     | Secondaire (mésozoïque) | Crétacé   | Crétacé supérieur                                 | Danien<br>Sénonien<br>Turonien<br>Cénomaniens   | Bassin des Charentes<br>(Richemont, St-Même)   | Pyrénées occidentales<br>Arudy<br>Izeste   |   |
|                         |                         |   | * Jurassique supérieur - Malm -<br>* Dogger moyen | Albien<br>Aptien<br>Barrémien<br>Néocomien<br>Portlandien<br>Kimméridgien<br>Oxfordien    | Bassin lorrain<br>(Euville)  |  |   |
|                         |                         | Jurassique  |   | Callovien<br>Bathonien  | Bassins :<br>du Poitou<br>Chauvigny<br>Vilhonneur<br>Sireuil<br>du Châtillonnais<br>Chamesson<br>Ravières<br>Buffon<br>Massangis<br>Anstrude |  | Comblanchien<br>Corgolin<br>Chassagne<br>Premeaux |
|                         |                         |   | Lias inférieur                                    | Bajocien<br>Aalénien<br>Toarciens<br>Pliensbachien<br>Sinémurien<br>Bettangien<br>Rhétien | du Mâconnais<br>Montalieu<br>Farges  |  | St-Martin-Belleroche                              |
| 300<br>375<br>600       | Primaire (paléozoïque)  | Trias   | supérieur   | Keuper  |  | Marbres<br>Pyrénées<br>Boulonnais<br>Montagne noire<br>(Sud Massif central)<br>St-Laurent<br>Languedoc<br>Antique<br>Ste-Anne<br>Lunel | NW du Massif central et Massif armoricain         |
|                         |                         |   | moyen   | Muschelkalk   |  |  |   |
|                         |                         | inférieur   | Buntsandstein                                     |   |  |  |   |
| 1 000<br>2 500<br>4 100 | Précambrien             | Permien   | Stéphanien  |   |  |  | Grès à volzia des Vosges et du Pays basque        |
|                         |                         | Carbonifère<br>Dévonien<br>Silurien<br>Ordovicien<br>Cambrien | Westphalien<br>Namurien<br>Viséen<br>Tournaisien  |   |  |  |   |
|                         |                         | Infra-cambrien<br>Protéozoïque archéen                        | Briovérien  |   |  |  |   |

### 1.1.2 - Production nationale

Les statistiques de l'UNICEM (Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction) sont actuellement les seules à répertorier les productions françaises de pierres ornementales.

Les tableaux ci-après regroupent par type de roche de 1980 à 1985 :

- le cubage à l'extraction des blocs bruts "marchands" et des moellons,
- la surface de produits semi-ouvrés (2 cm < épaisseur < 25 cm),
- la surface de produits ouvrés, finis qu'ils soient sciés ou polis.

Les tableaux 3, 4, 5 et 6 présentent respectivement les productions de :

- pierre calcaire et de marbre,
- granites" (granites au sens géologique, gabbros, norites...),
- grès de construction,
- laves.

En annexe 1, un index alphabétique regroupe les carrières de pierres ornementales et de construction par département et par matériau. Il faut remarquer que l'activité d'extraction est fortement concentrée sur cinq régions : Bourgogne, Languedoc, Boulonnais, Charentes et Provence (cf. fig.1 et tabl.1)

### 1.1.2.1 - Les Pierres de construction

Ce sont des pierres qui ne prennent pas le poli et qui sont utilisées pour leurs aspects décoratifs. Traditionnellement utilisées comme pierres massives de construction, découpées à dimensions ("dimension stones" ou pierres de taille"), elles peuvent être utilisées comme pierres de revêtement en dalles épaisses lorsque leurs résistances mécaniques aux attaches le permettent.

Proches de 220 000 m<sup>3</sup> de 1968 à 1970, la production de pierres de construction a chuté à 166 000 m<sup>3</sup> en 1972, 150 000 m<sup>3</sup> en 1974, 135 000 m<sup>3</sup> en 1980 et 1981.

Elle paraît être stabilisée aux environs de 120.000 m<sup>3</sup> depuis 1982. Durant la période étudiée, il apparaît que l'extraction de pierres tendres a lentement diminué au profit de la pierre ferme.

### 1.1.2.2 - Les Pierres marbrières

Ce sont des pierres généralement à grains fins qui ont une bonne aptitude au polissage qui s'ajoutent à des qualités esthétiques. La densité est souvent élevée avec une porosité moyenne à faible. Elles sont parfois qualifiées de pierres "dures", de pierres "froides" et elles sont souvent sonores sous le marteau. Leurs emplois sont diversifiés, de la pierre massive "dimensionnelle" à la dalle traditionnelle de 2 centimètres, sans oublier les tranches épaisses de 5 à 10 cm pour la construction et le funéraire.

De 21.000 m<sup>3</sup> en 1980, la quantité extraite a progressé à 37.000 m<sup>3</sup> en 1982 pour se stabiliser ensuite aux environs de 35 000 m<sup>3</sup>.

### 1.1.2.3 - Les Marbres

Au sens géologique du terme, un marbre\* est un calcaire ayant subi un faible métamorphisme, ce qui a entraîné une recristallisation plus ou moins complète. Les cristaux de calcite sont alors visibles. Ils donnent un aspect chatoyant à la roche après le polissage qui est souvent de bonne qualité.

Cette pierre est souvent parcourue de veines et veinules de teinte très variable (du gris pâle au rouge vif) lui donnant un aspect "marbré" typique.

La production marbrière en France est faible par rapport à des pays comme l'Italie ou le Portugal. De plus, elle est en constante régression, passant de 7500 m<sup>3</sup> en 1980 à 4000 m<sup>3</sup> en 1985.

### 1.1.2.4 - Autres produits (non sciés)

Les produits non sciés tels que les moellons, les pavés, les balustres, les pierres de parement.... représentaient un volume très important, voisin de 220.000 m<sup>3</sup> en 1980. Depuis la quantité produite a constamment regressé jusqu'à 130.000 m<sup>3</sup> en 1985.

### 1.1.2.5 - Les "granites"

Sous cette rubrique sont généralement regroupés les granites au sens géologique du terme mais aussi des roches basiques telles que des gabbros, des granites gneissiques...

Ce sont toujours des roches grenues, à grains de taille variant de fins à grossiers. Elles prennent un très bon poli, généralement plus durable que celui des marbres et des pierres marbrières.

L'extraction se fait essentiellement dans trois régions : Bretagne/Normandie, Tarn et Vosges (cf. fig.1 et annexe I).

La production de "granits" en France a décréu progressivement de 106 000 m<sup>3</sup> de blocs en 1980 à 94 700 m<sup>3</sup> en 1986. La quantité de moellons a fortement chuté de 83 900 m<sup>3</sup>/1980 à 46 400 m<sup>3</sup>/1986. La production de tranches sciées est stabilisée à environ 440 000 m<sup>2</sup>/an. Les revêtements et les dallages ont nettement progressé, de 147 200 m<sup>2</sup>/1980 à 272 400 m<sup>2</sup>/1986.

---

\* Les professionnels de la Pierre qualifient de "Marbre" une roche, calcaire ou non, pouvant prendre un beau poli.

**TABLEAU N° 3**  
**Production de pierre calcaire et de marbre en France de 1980 à 1986**  
(d'après UNICEM)

| PRODUIT  | UNITE          | 1980        | 1981      | 1982      | 1983      | 1984      | 1985      | 1986      |
|--|----------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1) EXTRACTION (blocs bruts équarris marchands) | .              |             |           |           |           |           |           |           |
| - Pierre tendre                                | m <sup>3</sup> | } 135 700   | 72 900    | 66 000    | 54 000    | 59 500    | 64 200    | 72 900    |
| - Pierre ferme                                 | m <sup>3</sup> |             | 63 500    | 57 200    | 63 500    | 62 700    | 63 000    | 64 200    |
| - Pierre marbrière                             | m <sup>3</sup> | 21 650      | 34 700    | 37 300    | 35 200    | 31 600    | 32 600    | 35 300    |
| - Marbre                                       | m <sup>3</sup> | 7 450       | 5 910     | 5 200     | 6 000     | 5 200     | 4 200     | 4 400     |
| - Autres produits (moellons, chutes...)        | m <sup>3</sup> | } 216 000   | 187 200   | 207 000   | 189 700   | 135 800   | 118 000   | 108 900   |
| - Produits non sciés                           | m <sup>3</sup> |             | 10 500    | 7 800     | 9 800     | 25 700    | 11 300    | 14 000    |
| 2) SCIAGE (tranches sciées marchandes)         |                |             |           |           |           |           |           |           |
| - épaisseur < 5 cm                             | m <sup>2</sup> | } 893 600   | 1 538 100 | 1 525 200 | 1 567 700 | 1 498 200 | 1 457 100 | 1 650 700 |
| - épaisseur ≥ 5 cm                             | m <sup>2</sup> |             | 294 000   | 221 800   | 211 000   | 210 000   | 172 000   | 190 800   |
| - autres produits sciés (opus)                 | m <sup>2</sup> | 907 800     | 951 500   | 968 900   | 695 800   | 738 500   | 628 800   | 671 800   |
| 3) TRANSFORMATION                              |                |             |           |           |           |           |           |           |
| - Produits minces < 5 cm                       | m <sup>2</sup> | } 1 932 800 | 1 110 300 | 1 088 500 | 929 900   | 1 094 300 | 1 077 600 | 1 230 000 |
| - Produits pré-sciés ≥ 5 cm                    | m <sup>2</sup> |             | 356 700   | 325 100   | 285 500   | 235 000   | 173 200   | 190 900   |
| - Moellons taillés ou éclatés                  | m <sup>2</sup> | 130 900     | 151 700   | 131 400   | 106 900   | 85 700    | 72 400    | 64 000    |
| - Granulés et éclats (granitos)                | t              |             | 162 100   | 176 900   | 166 700   | 142 200   | 74 000    | 74 700    |

### 1.1.2.6 - Les grés

La production de blocs marchands (tabl. 5) paraît être stabilisée autour de 14 000 m<sup>3</sup> par an de 1980 à 1985 auxquelles s'ajoute 3 000 m<sup>3</sup> de pierre taillée et 9000 m<sup>3</sup> de moellons sciés pour la construction. La distribution de moellons bruts et de dalles en "*opus incertum*" a nettement diminué de 1980 à 1986, peut être due à une diminution des chantiers des secteurs piétonniers.

Les centres d'extraction sont localisés dans les départements des Pyrénées Atlantiques, Meurthe-et-Moselle - Haut Rhin, Allier - Hte Saône - Saône-et-Loire, Ardèche - Aveyron - Corrèze et Loire-Atlantique (cf. annexe 1).

### 1.1.2.7 - Les laves

La production de ce type de roche (tabl. 6) reste modeste avec environ 1000 m<sup>3</sup> de blocs bruts par an.

La fabrication de produits ouvrés a constamment diminué de 1980 à 1983 et le volume de production est depuis couvert par le secret statistique.

Les centres d'extraction sont localisés dans le Cantal, le Puy-de-Dôme et l'Hérault (Agde).

### 1.1.3 - Exportations - Importations

Les exportations françaises de marbres, pierres marbrières et de granite ont progressé à partir de 1980 (cf. tabl. 7) pour atteindre un maximum en 1982-1983. 32.422 t de blocs de marbres et 38.065 tonnes de blocs de granites.

Les exportations 1986 avoisinaient 20.000 tonnes en blocs pour les marbres et 35.000 t pour les granites (sources : UNICEM).

D'après Minerals Yearbook, 1985, l'ensemble des exportations françaises de pierres ornementales se décomposaient ainsi : (chiffres 1984) :

|   |   |                 |          |
|---|---|-----------------|----------|
| *105 217 t de produits bruts vers :     | } | Benelux         | 41 082 t |
|   |   | RFA             | 26 316 t |
|   |   | Suisse          | 12 608 t |
| *56 867 t de produits travaillés vers : | } | Benelux         | 21 157 t |
|   |   | RFA             | 14 897 t |
|   |   | Arabie Saoudite | 5 767 t  |



**TABLEAU N° 4**  
**Production de "granit" en France de 1980 à 1986**  
**(d'après UNICEM)**

| PRODUIT                          | ANNEE                 | 1980    | 1981    | 1982    | 1983    | 1984    | 1985    | 1986    |        |
|----------------------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--------|
|                                  | UNITE                 |         |         |         |         |         |         |         |        |
| Blocs bruts extraits             | m <sup>3</sup>        | 106 000 | 106 700 | 107 600 | 102 600 | 96 500  | 90 700  | 94 700  |        |
| Moellons tout-venant             | m <sup>3</sup>        | 83 900  | 75 200  | 58 300  | 64 200  | 49 700  | 46 000  | 46 400  |        |
| Moellons équarris                | m <sup>2</sup>        | 34 800  | 23 000  | 21 200  | 17 000  | 13 700  | 10 000  | 12 600  |        |
| Tranches sciées                  | m <sup>2</sup>        | 427 900 | 425 400 | 444 100 | 461 300 | 462 500 | 476 300 | 443 600 |        |
| Revêtements et dallages          | m <sup>2</sup>        | 147 200 | 163 000 | 170 500 | 154 600 | 148 300 | 199 500 | 272 400 |        |
| Monuments funéraires             | t                     | 190 779 | 196 003 | 202 785 | 211 453 | 199 009 | ?       | ?       |        |
| Pavés d'échantillon et Boutisses | t                     | 7 290   | 4 620   | 5 680   | 4 900   | 4 100   | 4 700   | 5 500   |        |
| Pavés mosaïque                   | t                     | 12 340  | 14 700  | 11 300  | 15 100  | 11 400  | 11 400  | 13 500  |        |
| Bordures de trottoirs            | ébauchées ou éclatées | ml      | 97 700  | 86 900  | 71 500  | 98 900  | 93 400  | 61 600  | 62 400 |
|                                  | smilées               | ml      | 68 000  | 68 200  | 69 000  | 61 800  | 64 900  | 47 300  | 55 500 |
|                                  | bouchardées           | ml      | 30 150  | 31 200  | 28 500  | 31 500  | 29 700  | 38 700  | 37 500 |
| Dalles de trottoirs ou caniveaux | smilées               | ml      | *       | *       | *       | *       | *       | *       |        |
|                                  | bouchardées           | ml      | *       | *       | *       | 3 240   | 6 300   | 14 500  | 4 300  |
| Autres produits pour la voirie   | t                     | 800     | 1 700   | 1 560   | 1 450   | 1 800   | 3 300   | 3 100   |        |

\* Secret statistique

? inconnus

Les importations françaises de pierres ornementales représentent des quantités importantes, en particulier les granites avec 166.000 tonnes de blocs en 1985-1986, pour une valeur approchant 200 millions de F (cf. tabl. 8).

Les importations de blocs de marbre et de calcaire marbrier sont en diminution : 13 000 t en 1980 et 6 000 t en 1986 ; par contre les produits ouvrés ont nettement progressé en 1986 passant de 60.000 t en 1985 à 115.000 t en 1986 (valeur 400 millions de F).

Les importations françaises, citées dans "Minerals Yearbook, 1985", se décomposaient ainsi :

|   |   |                  |           |
|---|---|------------------|-----------|
| *266 799 tonnes de produits bruts provenant de :      | } | RFA :            | 59 041 t  |
|   |   | Afrique du Sud : | 50 755 t  |
|   |   | Italie :         | 41 400 t  |
| *286 837 tonnes de produits travaillés provenant de : | } | Espagne :        | 177 520 t |
|   |   | Italie :         | 74 387 t  |
|   |   | RFA :            | 21 748 t  |

(Il est probable que des importations provenant d'Espagne concernent les ardoises de couverture).

**TABLEAU N° 5**  
**Production de grés de construction en France de 1980 à 1986**  
 (Source UNICEM)

| PRODUIT                               | ANNEE          | 1980    | 1981    | 1982    | 1983    | 1984    | 1985    | 1986    |
|---------------------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                                       | UNITE          |         |         |         |         |         |         |         |
| Blocs bruts extraits                  | m <sup>3</sup> | 13 130  | 14 100  | 11 900  | 14 800  | 15 200  | 14 600  | 17 400  |
| Pierres taillées pour la construction | m <sup>3</sup> | 3 230   | 3 690   | 3 940   | 4 940   | 3 000   | 2 200   | 4 900   |
| Moellons taillés pour la construction | m <sup>3</sup> | 6 150   | 6 750   | 4 020   | 3 840   | 9 700   | 9 000   | 7 700   |
| Tranches sciées                       | m <sup>2</sup> | 87 000  | 91 600  | 89 700  | 90 100  | 78 500  | 87 300  | 97 200  |
| Moellons bruts de construction        | t              | 15 530  | 11 100  | 9 100   | 5 700   | 4 700   | 3 300   | 4 400   |
| Dalles brutes en <i>opus incertum</i> | m <sup>2</sup> | 341 100 | 305 300 | 184 700 | 173 000 | 125 900 | 141 800 | 110 700 |

**TABLEAU N° 6**  
**Production de laves en France de 1980 à 1986**  
 (Source UNICEM)

| PRODUIT                                    | ANNEE          | 1980 | 1981 | 1982 | 1983 | 1984 | 1985 | 1986 |
|--|----------------|------|------|------|------|------|------|------|
|  | UNITE          |      |      |      |      |      |      |      |
| Blocs bruts                                | m <sup>3</sup> | 860  | 800  | 790  | 770  | 1160 | 1010 | 990  |
| Morceaux ouvrés y compris moellons taillés | m <sup>3</sup> | 660  | 630  | 460  | 230  | *    | *    | *    |
| Moellons bruts pour la construction        | t              | *    | *    | 1210 | *    | *    | *    | *    |
| Divers                                     | t              | 920  | 1000 | 1580 | *    | *    | *    | *    |

\* Secret statistique

TABLEAU N° 7

Exportations de pierres de construction et d'ornementation  
en France de 1980 à 1986 (Source UNICEM "Le Mausolée")

| PRODUITS                              | 1980   |                   | 1981   |                   | 1982     |                   | 1983   |                   | 1984   |                   | 1985   |                   | 1986   |                  |
|---------------------------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|----------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|-------------------|--------|------------------|
|                                       | Tonnes | Valeurs en 1000 F | Tonnes | Valeurs en 1000 F | Tonnes   | Valeurs en 1000 F | Tonnes | Valeurs en 1000 F | Tonnes | Valeurs en 1000 F | Tonnes | Valeurs en 1000 F | Tonnes | Valeur en 1000 F |
| <b>1503 - Pierre de construction</b>  |        |                   |        |                   |          |                   |        |                   |        |                   |        |                   |        |                  |
| Marbres et pierres marbrières         |        |                   |        |                   |          |                   |        |                   |        |                   |        |                   |        |                  |
| Blocs et moellons                     | 10 448 | 5 754             | 9 469  | 10 173            | 22 984   | 13 509            | 32 422 | 20 830            | 15 499 | 22 877            | 19 350 | 23 629            | 19 961 | 26 074           |
| Sciés                                 | 3 918  | 4 972             | 3 726  | 6 127             | 4 001    | 7 254             | 4 242  | 9 034             | 3 867  | 6 263             | 5 275  | 9 344             | 7 510  | 12 534           |
| Ouvrés                                | 6 057  | 41 986            | 5 621  | 42 640            | 8 531    | 90 192            | 9 051  | 85 391            | 8 488  | 92 471            | 9281   | 116 989           | 29 441 | 179 770          |
| <b>Granit, lave, grés</b>             |        |                   |        |                   |          |                   |        |                   |        |                   |        |                   |        |                  |
| Blocs et moellons                     | 10 128 | 7 957             | 8 765  | 8 112             | 38 065 + | 22 283            | 36 220 | 18 428            | 33 228 | 23 420            | 27 462 | 23 114            | 35 338 | 24 968           |
| Sciés                                 | 1 504  | 2 329             | 1 725  | 3 136             | 2 819    | 6 126             | 2 394  | 5 254             | 2 871  | 6 652             | 4 520  | 9 352             | 22 052 | 22 435           |
| Pavés et bordures                     | 12 295 | 18 614            | 8 139  | 13 839            | 6 146    | 12 784            | 8 775  | 19 385            | 8 344  | 18 568            | 7 806  | 20 753            | 28 951 | 154 657          |
| <b>Autres pierres de construction</b> |        |                   |        |                   |          |                   |        |                   |        |                   |        |                   |        |                  |
| Blocs et moellons                     | 43 177 | 19 734            | 35 152 | 16 535            | +        |                   |        |                   |        |                   |        |                   |        |                  |
| Sciés                                 | 12 178 | 10 225            | 12 777 | 13 132            | 13 167   | 15 921            | 13 820 | 16 979            | 13 701 | 20 304            | 17 880 | 15 615            | NC     | NC               |
| Ouvrés                                | 30 138 | 119 723           | 30 725 | 137 158           | 26 979   | 136 079           | 32 885 | 173 083           | 36 557 | 211 711           | 40 562 | 236 371           | NC     | NC               |

+ A partir de 1982, blocs et moellons de diverses origines sont regroupés dans cette rubrique

\* Source "Le Mausolée" (02/1987)

TABLEAU N° 8

**Importations de pierres de construction et d'ornementation  
en France de 1980 à 1986 (Source UNICEM "Le Mausolée")**

| PRODUITS                              | 1980    |                         | 1981    |                         | 1982      |                         | 1983    |                         | 1984    |                         | 1985    |                         | 1986    |                         |
|---------------------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|-----------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|---------|-------------------------|
|                                       | Tonnes  | Valeurs<br>en<br>1000 F | Tonnes  | Valeurs<br>en<br>1000 F | Tonnes    | Valeurs<br>en<br>1000 F | Tonnes  | Valeurs<br>en<br>1000 F | Tonnes  | Valeurs<br>en<br>1000 F | Tonnes  | Valeurs<br>en<br>1000 F | Tonnes  | Valeurs<br>en<br>1000 F |
| <b>1503 - Pierre de construction</b>  |         |                         |         |                         |           |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |
| Marbres et pierres marbrières         |         |                         |         |                         |           |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |
| Blocs et moellons                     | 13 743  | 11 301                  | 11 281  | 9 773                   | 10 259    | 10 209                  | 9 572   | 10 391                  | 9 312   | 11 865                  | 9 104   | 12 290                  | 6 053   | 8 165                   |
| Sciés                                 | 80 433  | 74 608                  | 88 881  | 85 220                  | 86 480    | 83 485                  | 84 744  | 85 000                  | 73 725  | 77 002                  | 77 848  | 85 053                  | 70 807  | 86 807                  |
| Ouvrés                                | 92 376  | 192 996                 | 78 918  | 197 501                 | 69 283    | 203 821                 | 58 594  | 187 037                 | 59 381  | 211 587                 | 60 680  | 247 860                 | 115 231 | 402 232                 |
| <b>Granit, lave, grés</b>             |         |                         |         |                         |           |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |
| Blocs et moellons                     | 157 817 | 123 668                 | 161 353 | 155 083                 | 147 231 + | 162 004                 | 161 723 | 182 637                 | 157 855 | 189 249                 | 167 999 | 203 486                 | 166 352 | 191 822                 |
| Sciés                                 | 20 234  | 7 821                   | 24 960  | 8 707                   | 11 573    | 8 200                   | 8 035   | 8 035                   | 6 495   | 7 283                   | 4 693   | 7 786                   | 26 237  | 23 972                  |
| Pavés et bordures                     | 30 048  | 20 319                  | 28 648  | 21 176                  | 34 191    | 26 444                  | 33 024  | 33 024                  | 39 321  | 35 580                  | 36 027  | 33 341                  | 17 717  | 59 245                  |
| <b>Autres pierres de construction</b> |         |                         |         |                         |           |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |
| Blocs et moellons                     | 3 300   | 2 313                   | 2 902   | 2 334                   | +         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |         |                         |
| Sciés                                 | 13 788  | 7 433                   | 11 242  | 6 371                   | 17 472    | 10 755                  | 16 126  | 11 882                  | 18 084  | 13 675                  | 20 674  | 15 300                  | NC      | NC                      |
| Ouvrés                                | 11 818  | 42 506                  | 11 425  | 44 655                  | 13 665    | 53 063                  | 13 721  | 55 188                  | 14 001  | 63 987                  | 15 576  | 75 658                  | NC      | NC                      |

+ A partir de 1982, blocs et moellons de diverses origines sont regroupés dans cette rubrique

\* Source "Le Mausolée" (02/1987)

#### 1.1.4 - Prix - Mercuriales

Des mercuriales (tabl. 9, 10 et 11) sont régulièrement publiés par les Syndicats des Professionnels de la Pierre. Elles sont la base des transactions commerciales. Les prix indiqués pour les blocs s'entendent au m<sup>3</sup> pour blocs de 2 à 2,49 m de long, hors taxes, en francs, sur sol carrière.

L'épaisseur standard des tranches est de 20 mm. A titre indicatif, il est intéressant de noter les chiffres moyens suivants (1985).

|        | Prix à Exportation        |                                  | Prix à Importation        |                                     |
|--------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
|        | Blocs (F/m <sup>3</sup> ) | Tranches sciées/F/m <sup>3</sup> | Blocs (F/m <sup>3</sup> ) | Tranches sciées (F/m <sup>3</sup> ) |
| Marbre | 3 000                     | 4 400                            | 3 400                     | 2 700                               |
| Granit | 2 300                     | 5 600                            | 3 300                     | 4 500                               |

Tableau 9.

## Produits de carrière

LE MONITEUR-N°25-21 JUIN 1985

### MERCURIALE DES BLOCS DE PIERRE DE TAILLE (qualité construction)

Origine de la documentation :  
information syndicale.

Précédente référence :  
supplément n° 2 225 du 01-03-85.

Date d'application : 15 mars 1985.

Cette mercuriale constitue une mise à jour  
et remplace la précédente du 15 sep-  
tembre 1984.

Les prix indiqués ci-après s'entendent  
départ sur sol carrière, au m<sup>3</sup>, en blocs  
équarris à dimensions courantes et  
assorties, hors taxes, en francs.

|  |          |
|--|----------|
| Ampilly le sec jaune.....                  | 2 630    |
| Ancy le franc marbré.....                  | non coté |
| Anstrude roche claire.....                 | 1 920    |
| Anstrude roche jaune.....                  | 2 700    |
| Artiges roche franche.....                 | 2 200    |
| Beauval.....                               | 2 630    |
| Beauvillon rubané.....                     | 1 974    |
| Belfont banc franc.....                    | 300      |
| Belle-Roche.....                           | 504      |
| Billy banc royal.....                      | 465      |
| Billy banc franc.....                      | 530      |
| Bonnillet clair.....                       | 650      |
| * Brauvilliers doux demi fin.....          | non coté |
| * Brauvilliers doux demi fin choix.....    | non coté |
| Brauvilliers doux fin.....                 | 1 960    |
| * Brauvilliers liais.....                  | 2 240    |
| * Brauvilliers liais marbrier.....         | 2 390    |
| Brétignac doré.....                        | 1 300    |
| Brétignac crème.....                       | 1 380    |
| Brétigny roche perlée.....                 | 2 550    |
| Brétigny roche beige.....                  | 1 850    |
| Brouzet granité.....                       | non coté |
| Brouzet fin.....                           | non coté |
| Brouzet roche claire.....                  | 1 060    |
| * Bury.....                                | 3 200    |
| Bury rubané.....                           | 3 183    |
| Cabéran.....                               | non coté |
| Castillon du Gard.....                     | 1 200    |
| Chamesson roche.....                       | 3 060    |
| Chamesson demi roche.....                  | 2 310    |
| Champdoré.....                             | non coté |
| Chancelade.....                            |          |
| demi roche coquillée.....                  | 768      |
| Chancelade roche.....                      | 2 270    |
| * Chandolin.....                           | 3 729    |
| * Chanteuil jaune et bleu.....             | 3 540    |
| * Charenteny.....                          | 820      |
| * Chassagne gris.....                      | 2 265    |
| * Chassagne rose.....                      | 3 046    |
| Chassignelles roche.....                   | non coté |
| * Chassignelles liais.....                 | non coté |
| Château Gaillard.....                      | 504      |
| Château Landon.....                        | non coté |
| * Chauvigny roche.....                     | 2 050    |
| * Chauvigny marbrier.....                  | 2 350    |
| * Chomérac fleuri.....                     | 1 745    |
| Combe brune.....                           | 2 600    |
| * Comblanchien clair.....                  | 4 020    |
| * Comblanchien ramagé.....                 | 2 860    |
| * Comblanchien<br>légerement moucheté..... | 3 325    |
| Corton violet.....                         | 2 934    |
| Corton beige.....                          | 2 165    |
| Courville demi roche.....                  | 1 524    |
| Courville roche.....                       | 1 663    |
| Espeil roche.....                          | 704      |
| * Estailades.....                          | 491      |
| Etrochey jaune.....                        | 2 101    |
| Etrochey bleu.....                         | 2 101    |
| * Euville roche.....                       | 2 500    |
| * Euville marbrier.....                    | 2 380    |

|  |          |
|--|----------|
| * Farges.....                                | 2 220    |
| Fontvieille banc royal et doux.....          | non coté |
| Frontenac dure.....                          | 1 627    |
| Frontenac demi dure.....                     | 962      |
| Garchy.....                                  | 940      |
| * Gouliot uni.....                           | 2 513    |
| * Grand Corent.....                          | non coté |
| * Grand Corent clair.....                    | non coté |
| * Hauteville.....                            | 4 340    |
| * Hauteville perlé.....                      | 4 440    |
| Hydrequent clair.....                        | 3 092    |
| Jaumont.....                                 | 1 350    |
| La Bouloye banc franc.....                   | 550      |
| Lacoste.....                                 | non coté |
| * Ladoix.....                                | 2 165    |
| La Rochebeaucourt.....                       | non coté |
| Larrys roche blanche.....                    | 1 630    |
| Larrys liais blanc.....                      | 1 720    |
| Larrys sous-moucheté.....                    | 2 060    |
| Larrys moucheté.....                         | 2 400    |
| * Larrys liais moucheté.....                 | 2 450    |
| * Las Fons.....                              | 5 758    |
| La Turbie.....                               | 3 500    |
| Lavoux fin construction.....                 | non coté |
| Lavoux fin sculpture.....                    | non coté |
| Lavoux à grains.....                         | 2 200    |
| * Lens.....                                  | non coté |
| Le Puley Saint-Gengoux.....                  | 1 050    |
| Lérouville roche.....                        | non coté |
| Lérouville banc gris.....                    | non coté |
| * Lompnès.....                               | 3 060    |
| * Lompnès rubané.....                        | 3 880    |
| Magny roche.....                             | 2 630    |
| Magny doré, rosé.....                        | 3 060    |
| Malvaux.....                                 | 820      |
| Massangis liais blanc.....                   | non coté |
| Massangis liais jaune.....                   | non coté |
| * Massangis roche jaune.....                 | 2 710    |
| * Massangis roche jaune choix.....           | 2 810    |
| * Massangis marbrier.....                    | 3 050    |
| Ménerbes.....                                | 491      |
| Méry banc royal.....                         | 235      |
| Méry banc franc.....                         | 314      |
| Migné les Lourdines.....                     | 504      |
| Miremont.....                                | 1 150    |
| * Montcaume clair.....                       | 3 230    |
| Montcaume ramagé.....                        | 2 160    |
| Montmoyen.....                               | 1 974    |
| Noyant.....                                  | non coté |
| Noyant banc franc.....                       | 540      |
| Noyant banc royal.....                       | 465      |
| Pausac.....                                  | 613      |
| * Peuron roche franche.....                  | 2 100    |
| Pondres.....                                 | 945      |
| Pont du Gard.....                            | 1 200    |
| * Pouillenay rose, beige, gris.....          | 4 300    |
| * Prémieux rose.....                         | 4 200    |
| * Ravières.....                              | 1 850    |
| * Revermont.....                             | 3 687    |
| * Richemont.....                             | 1 530    |
| * Roc Argent.....                            | 5 153    |
| Rocheffollet.....                            | 613      |
| * Rocheret.....                              | 4 836    |
| * Rocherons.....                             | 4 050    |
| Rocheval.....                                | 3 200    |
| Rognes.....                                  | non coté |
| * Romanèche.....                             | non coté |
| * Roquemaiellère.....                        | non coté |
| * Rose de Bugy.....                          | 4 641    |
| Ruoms.....                                   | 1 745    |
| * Saint-Corneille.....                       | 2 670    |
| St-Leu banc royal.....                       | non coté |
| St-Leu banc franc.....                       | non coté |
| * St-Martin Belle Roche.....                 | 3 466    |
| * St-Maximin<br>demi roche construction..... | 780      |
| * St-Maximin demi roche fine.....            | 1 290    |

|   |          |
|---|----------|
| * St-Maximin roche construction.....            | 1 310    |
| * St-Maximin roche fine.....                    | 2 080    |
| * St-Maximin<br>roche franche construction..... | 2 450    |
| * St-Maximin roche franche fine.....            | 2 900    |
| * St-Maximin liais.....                         | 3 150    |
| Saint-Même.....                                 | non coté |
| Saint-Même choix.....                           | 600      |
| St-Pierre Aigle roche demi dure.....            | 1 640    |
| St-Pierre Aigle<br>roche dure éveillée.....     | 2 430    |
| St-Pierre Aigle<br>roche dure coquillée.....    | 2 430    |
| St-Pierre Aigle roche dure fine.....            | 2 820    |
| St-Vaast<br>roche douce construction.....       | 630      |
| St-Vaast roche douce fine.....                  | 800      |
| St-Vaast demi roche fine.....                   | 950      |
| St-Vaast demi roche construction.....           | 770      |
| Saint-Vivien.....                               | 719      |
| * Savonnières demi fine.....                    | 1 540    |
| * Savonnières demi fine choix.....              | 1 740    |
| Sireuil.....                                    | 780      |
| Souppes.....                                    | non coté |
| Tavel blanc, bleu.....                          | 2 250    |
| Tavel ivoire.....                               | 2 480    |
| Tavel rosé.....                                 | 3 115    |
| Tercé construction.....                         | 885      |
| Tercé sculpture.....                            | 1 050    |
| Tercé jaune.....                                | 1 130    |
| Tercé à grains.....                             | 1 170    |
| Tervoux construction.....                       | 790      |
| Tervoux sculpture.....                          | 1 000    |
| Tuffeau de Touraine.....                        | 752      |
| * Val de Nod.....                               | 2 390    |
| * Valreuil.....                                 | 2 000    |
| Vassens banc franc.....                         | 500      |
| Vassens banc royal.....                         | 450      |
| Vaurion liais jaune.....                        | non coté |
| * Vaurion roche jaune.....                      | 2 710    |
| * Vaurion roche choix.....                      | 2 810    |
| * Vaurion marbrier.....                         | 3 050    |
| * Vauvois.....                                  | 2 000    |
| Verger non marbré.....                          | 1 240    |
| Vernon gros lien.....                           | non coté |
| Vernon banc franc.....                          | non coté |
| Vierzy.....                                     | non coté |
| Vilhonneur roche.....                           | 1 910    |
| Vilhonneur marbrier liais.....                  | 2 590    |
| * Villebois.....                                | 3 075    |
| Villiers-Adam.....                              | 745      |
| Grès ferme d'Alsace.....                        | 1 645    |
| Grès d'Alsace gros grains.....                  | 2 160    |
| Grès dur de Champenay<br>et Labaroché.....      | 2 782    |

- Les pierres et qualités qui ne sont pas mentionnées à cette mercuriale seront assimilées à celles qui y figurent par la Fédération de la Pierre et du Marbre.

- Les autres qualités non dénommées de marbrerie, monuments, etc... seront vendues avec leur écart habituel par rapport à la qualité construction.

- Plus-values de longueur (ces plus-values s'appliquent aux pierres marquées d'un astérisque \*).

- Les longueurs des blocs supérieurs à 1,49 m seront majorées de 20 % par tranches de 0,50 m.



Tableau 10.

LE MONITEUR-N°2-10 JANVIER 1985

## Produits de carrière

### BLOCS DE GRANITS FRANÇAIS

|   |                                |       |
|---|--------------------------------|-------|
| Origine de la documentation :   | Bleu de Vire .....             | 3 180 |
| Information syndicale.  | Bleu de Louvigné .....         | 2 105 |
| Précédente référence :  | Feuille morte des Vosges ..... | 2 700 |
| supplément n° 2 256 du 21-06-85.  | Gris bleu des Vosges .....     | 3 000 |
| Date d'application : 15 septembre 1985.   | Gris noir de Lorraine .....    | 2 900 |
|   | Lanhelin .....                 | 3 680 |
|   | Rose de la Clarté .....        | 2 790 |
| Cette mercuriale constitue une mise à jour et remplace la précédente du 15 mars 1985.   | Rose de Sénones .....          | 3 140 |
| Les prix indiqués ci-après s'entendent au m <sup>3</sup> pour blocs bruts de fente, départ sur sol carrière, hors taxes, en francs.   | Rouge corail des Vosges .....  | 3 635 |
| Ils sont applicables aux blocs d'une longueur au plus égale à 2 m et d'une largeur au plus égale à 1 m. Pour les dimensions supérieures, il est prévu des suppléments de 15 à 30 %. | Tarn petits éléments :         |       |
|   | - clair .....                  | 1 516 |
|   | - foncé .....                  | 1 696 |
|   | Tarn gros éléments :           |       |
|   | - clair .....                  | 1 577 |
|   | - foncé .....                  | 1 820 |

### BLOCS DE MABBRES FRANÇAIS

LE MONITEUR-N°26-28 JUIN 1985

Origine de la documentation :  
information syndicale.

Précédente référence :  
supplément n° 2 218 du 14-12-84.

Date d'application : 15 mars 1985.

Cette mercuriale constitue une mise à jour et remplace la précédente du 15 septembre 1984.

Les prix indiqués ci-après s'entendent au m<sup>3</sup> pour blocs de 2 à 2,49 m, sur camions ou wagons départ, hors taxes, en francs.

|  |        |
|--|--------|
| Balacet.....                           | 5 040  |
| Brèche nouvelle.....                   | 4 641  |
| Brocatelle jaune.....                  | 9 500  |
| Brocatelle mélangée.....               | 10 300 |
| Brocatelle violette.....               | 10 900 |
| Brun fleuri.....                       | 5 296  |
| Campan rose et vert.....               | 7 250  |
| Cevenol.....                           | 4 890  |
| Gris Cihigue.....                      | 3 000  |
| Incarnat Turquin.....                  | 4 631  |
| Languedoc A.....                       | 7 800  |
| Languedoc B.....                       | 6 500  |
| Languedoc C.....                       | 3 750  |
| Loupinnes clair.....                   | 7 120  |
| Lunel fleuri ou rubané véritable.....  | 6 380  |
| Lunel Notre-Dame A et B.....           | 4 180  |
| Napoléon grand mélange.....            | 11 650 |
| Napoléon tigré.....                    | 9 560  |
| Noir Cihigue.....                      | 6 200  |
| Noir fleuri.....                       | 3 840  |
| Noir d'Izeste.....                     | 5 697  |
| Noir Saint-Laurent.....                | 6 550  |
| Paloma.....                            | 4 950  |
| Payolle Jumbo Appolo.....              | 4 100  |
| Payolle irisé.....                     | 4 710  |
| Rose de Brignoles.....                 | 7 461  |
| Rouge antique.....                     | 7 200  |
| Rouge incarnat.....                    | 6 512  |
| Sainte-Anne Alpha A.....               | 6 500  |
| Sainte-Anne Basque.....                | 5 020  |
| Sainte-Anne granité.....               | 5 100  |
| Sainte-Anne petit mélange.....         | 4 850  |
| Saint-Jean fleuri ou mille fleurs..... | 5 290  |
| Vert d'Estours.....                    | 4 331  |

Tableau 11.

LE MONITEUR - N° 26-28 JUIN 1985

## Produits de carrière

### TRANCHES DE MARBRES FRANÇAIS

Origine de la documentation :  
information syndicale.

Précédente référence :  
supplément n° 2 218 du 14-12-84.

Date d'application : 15 mars 1985.

Cette mercuriale constitue une mise à jour  
et remplace la précédente du 15 sep-  
tembre 1984.

Les prix indiqués ci-après s'entendent au  
m<sup>2</sup> pour tranches de 2 à 2,49 m, en épaisseur  
de 20 mm sur sol carrière, hors taxes, en  
francs.

|  |     |
|--|-----|
| Balacet.....                           | 186 |
| Brèche nouvelle.....                   | 219 |
| Brocatelle jaune.....                  | 384 |
| Brocatelle mélangée.....               | 398 |
| Brocatelle violette.....               | 475 |
| Brun fleuri.....                       | 192 |
| Campan rose et vert.....               | 295 |
| Cevenol.....                           | 228 |
| Gris Cihigue.....                      | 145 |
| Incarnat Turquin.....                  | 228 |
| Languedoc A.....                       | 298 |
| Languedoc B.....                       | 250 |
| Languedoc C.....                       | 180 |
| Loupinnes clair.....                   | 240 |
| Lunel fleuri ou rubané véritable.....  | 231 |
| Lunel Notre-Dame A et B.....           | 172 |
| Napoléon grand mélange.....            | 366 |
| Napoléon tigré.....                    | 312 |
| Noir Cihigue.....                      | 220 |
| Noir fleuri.....                       | 165 |
| Noir d'Izeste.....                     | 244 |
| Noir Saint-Laurent.....                | 280 |
| Paloma.....                            | 220 |
| Payolle Jumbo Appolo.....              | 157 |
| Payolle irisé.....                     | 183 |
| Rouge antique.....                     | 322 |
| Rouge incarnat.....                    | 280 |
| Sainte-Anne Alpha A.....               | 262 |
| Sainte-Anne Basque.....                | 202 |
| Sainte-Anne granité.....               | 204 |
| Sainte-Anne petit mélange.....         | 203 |
| Saint-Jean fleuri ou mille fleurs..... | 234 |
| Vert d'Estours.....                    | 151 |

### PIERRES MARBRIERES, TRAVERTINS, ONYX ET TRANCHES DE MARBRES ETRANGERS

Origine de la documentation :  
information syndicale.

Précédente référence :  
supplément n° 2 218 du 14-12-84.

Date d'application : 15 mars 1985.

Cette mercuriale constitue une mise à jour  
et remplace la précédente du 15 sep-  
tembre 1984.

Les prix indiqués ci-après s'entendent au  
m<sup>2</sup> pour tranches de 2 à 2,49 m, en épaisseur  
de 20 mm rendus sur sol scierie française,  
hors taxes, en francs.

|   |          |
|---|----------|
| Arabescato (5).....                     | 406      |
| Bardiglio clair (5).....                | 390      |
| Bardiglio foncé (5).....                | 430      |
| Blanc Carrare C (5).....                | 430      |
| Blanc Carrare D (5).....                | 440      |
| Blanc Civec (10).....                   | 1 200    |
| Blanc Naxos (3).....                    | 690      |
| Blanc « P » (5).....                    | 1 400    |
| Blanc du Pentelique (3).....            | 560      |
| Boticino (5).....                       | 290      |
| Calascatta (5).....                     | 530      |
| Calascatta Vagli (5).....               | 950      |
| Crème Marfil (2).....                   | 215      |
| Ecaussine (petit granit belge) (1)..... | 215      |
| Imperator foncé (2).....                | 270      |
| Jaune de Siègne (5).....                | 485      |
| Lasa blanc veiné (5).....               | 1 450    |
| Noir belge grandes dimensions (1).....  | 1 280    |
| Noir Marquina (2).....                  | 245      |
| Onyx Pakistan (7).....                  | 1 380    |
| Onyx Persan (4).....                    | 1 050    |
| Perle de Sicile (5).....                | 485      |
| Portor Corrente (5).....                | 1 250    |
| Portor Extra (5).....                   | 1 380    |
| Rose Aurore Extra (8).....              | 430      |
| Rose Aurore A (8).....                  | 367      |
| Rose Aurore B (8).....                  | 317      |
| Rose de Norvège (6).....                | 842      |
| Rouge Alicante (2).....                 | 282      |
| Rouge antique (5).....                  | 396      |
| Rouge Belge (1).....                    | 424      |
| Rouge de Verone (5).....                | 305      |
| Serpeggiante (5).....                   | 490      |
| Serpentine (5).....                     | 554      |
| Trani clair (5).....                    | 198      |
| Travertin romain clair (5).....         | 162      |
| Travertin rouge (2).....                | 215      |
| Vert Accoglio (5).....                  | 412      |
| Vert Patricia (5).....                  | 460      |
| Vert de Suède (9).....                  | non coté |
| Vert Tinos (3).....                     | 582      |

Provenances : (1) Belgique — (2) Espagne —  
(3) Grèce — (4) Iran — (5) Italie — (6) Norvège  
— (7) Pakistan — (8) Portugal — (9) Suède —  
(10) Yougoslavie.

### *1.1.5 - Structure professionnelle*

Une grande partie des producteurs et transformateurs de pierres, marbres et granites sont regroupés au sein de l'UNICEM (Union Nationale des Industries de Carrières et Matériaux de construction, 3 rue Alfred Roll - 75 849 - Paris Cedex 17).

Deux groupes peuvent être distingués en fonction du type de roche :

- les entreprises granitières, travaillant essentiellement le granite et les roches similaires (gabbros, norite...). L'activité de ce secteur est répartie dans de multiples petites unités.
  
- Les catégories marbrières, travaillant essentiellement les pierres calcaires et les marbres. L'activité est dominé par trois grands groupes, accompagnés de nombreuses entreprises moins importantes.

#### **. Les granitiers**

En 1986, 504 entreprises granitières étaient affiliées à l'UNICEM (555 entreprises en 1977).

Les trois quarts de l'activité granitière sont regroupés dans trois régions :

- la Bretagne,
- Le Tarn,
- Les Vosges.

Il faut noter qu'environ 80 % de la production granitière est utilisée dans la Marbrerie Funéraire.

#### **. Les entreprises de marbres et de pierres marbrières**

Si en 1986, 293 Sociétés produisent ou transforment ces matériaux, une grande partie des activités de ce secteur est concentrée sur quelques grandes entreprises dont les principales sont :

- Le groupe ROCAMAT (cf. carrières et usines, fig. 2 et 3). ROCAMAT S.A., 58, quai de la Marine, 93450 - ILE-SAINT-DENIS.
- Le groupe des marbres du CONDADO France (120 millions de F de chiffre d'affaire en 1986) - 110, rue de la Louvière - BP 16 - 78511 - Rambouillet Cedex.

- La Société des Carrières du Boulonnais (18 millions de francs de C.A. en 1986) - SA des Carrières du Boulonnais. - Ferques - 62 250 MARQUISE.

## 1.2 - LE MARCHÉ MONDIAL

Dès l'Antiquité, un commerce des blocs de marbre et de granite s'est établi par bateaux, en particulier sur le pourtour de la Mer Méditerranée (Obélisques et Statues en granite d'Assouan, calcaire des pyramides d'Egypte, marbres grecs et romains sur l'étendue de leurs Empires...).

Depuis quelques années, le marché de la pierre ornementale se situe à une échelle internationale, en particulier par la venue de nouveaux pays producteurs tels que le Brésil, les Indes et la Chine... Les roches qu'ils exportent sont, soit des pierres aux teintes particulières qui n'existent pas sur le marché actuel, soit des roches communes mais proposées à des prix très compétitifs.

Le tableau n° 12 regroupe les données du marché mondial de la pierre ornementale en 1984 (d'après "Minerals Yearbook", 1985 - modifié). Les échanges se répartissent entre 68 pays, aux potentiels économiques très variables.

### 1.2.1 - Les pays producteurs

La production mondiale de pierre ornementale peut être estimée d'après les données du tableau n° 12 à 7,6 millions de tonnes en 1984 (incluant granites, marbres, calcaires marbriers, grès et laves parfois ardoises).

Le principal pays pays producteur est l'Italie avec 2,1 millions de tonnes, puis les USA avec 1,06 millions de tonnes, la France et le Portugal avec 330 000 tonnes environ puis la Grèce (270 000 t), l'Afrique du Sud (210 000 t), etc...

**TABLEAU N° 12**  
**Le marché mondial de la pierre ornementale en 1984 adapté d'après les données**  
**"Minerals Yearbook"**  
**(unité : tonne métrique)**

|                 | Production | Exportations | Importations |
|-----------------|------------|--------------|--------------|
| Albanie         | NC         | NC           | 125          |
| Argentine       | 101 450    | 4840         | 2910         |
| Australie       | 100        | -            | -            |
| Autriche        | 12 600     | 150 706      | 100 413      |
| Belgique        | 15 000*    | 463          | 367          |
| Brésil          | 210 000    | 155 844      | 15           |
| Bulgarie        | NC         | 11 599       | 3716         |
| Canada          | NC         | 220 691      | 89 000*      |
| Chili           | 1440       | -            | -            |
| Chine           | NC         | 115 973      | 5133         |
| Colombie        | -          | -            | 3362         |
| Chypre          | 87 500     | 1000*        | 6000*        |
| Tchécoslovaquie | 86 400     | 14 517       | 18 826       |
| Danemark        | NC         | 88 484       | 308 941      |
| Egypte          | 118 280    | NC           | NC           |
| Finlande        | NC         | 252 468      | 3622         |
| France          | 332 510    | 162 084      | 553 636      |
| Gabon           | -          | -            | 133          |
| RDA (Est)       | -          | 63           | 20 119       |
| RFA (Ouest)     | 254        | 1172         | 1493         |
| Grèce           | 270 000    | 132 848      | 1431         |
| Hongrie         | 6000*      | 16 804       | 18 361       |
| Indes           | NC         | NC           | NC           |
| Indonésie       | NC         | 1464         | 5152         |

|                           | <b>Production</b> | <b>Exportations</b> | <b>Importations</b> |
|---------------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Iran                      | NC                | NC                  | 959                 |
| Irlande                   | NC                | 8961                | 11 210              |
| Israël                    | 13 000*           | NC                  | NC                  |
| Italie                    | 2 100 000*        | 1 201 000           | 894 898             |
| Japon                     | NC                | 196 604             | 760 399             |
| Jordanie                  | 14 600*           | 120 615             | 15 603              |
| Corée                     | NC                | 196 604             | 29 658              |
| Libéria                   | -                 | -                   | 624                 |
| Malaisie                  | NC                | 627 071             | 2601                |
| Mexique                   | NC                | 2 081               | 59                  |
| Maroc                     | NC                | 1977                | 12                  |
| Netherlands<br>(Hollande) | -                 | 66 983              | 2216                |
| Nouvelle<br>Zélande       | 35 000*           | 180                 | 6400*               |
| Norvège                   | NC                | 111 987             | 23 213              |
| Pakistan                  | 60 000*           | 8823                | 11 981              |
| Pérou                     | 21 000*           | NC                  | NC                  |
| Philippines               | 4900*             | 9068                | 11 165              |
| Pologne                   | NC                | 23 347              | NC                  |
| Portugal                  | NC                | 367 621             | 606                 |
| Saudi Arabia              | NC                | NC                  | 669 157             |
| South Africa              | 210 582           | 662 000             | 7539                |
| Spain (Espagne)           | NC                | 601 377             | 132 932             |

|                                  | Production | Exportations | Importations |
|----------------------------------|------------|--------------|--------------|
| Sweden                           | 145 000*   | 203 000*     | 14 186       |
| Suisse                           | NC         | 37 125       | 256 000      |
| Taiwan                           | NC         | 54 226       | 52 168       |
| Thaïlande                        | NC         | 1 250        | 5 971        |
| Tunisie                          | NC         | 90           | 23 100       |
| Turquie                          | NC         | 55 963       | 376          |
| URSS                             | NC         | 12 532       | 10 415       |
| USA                              | 1 063 000* | 140 000*     | 451 500      |
| United Kingdom                   | NC         | 15 977       | 196 913      |
| Vénézuela                        | NC         | 1266         | 6678         |
| Yougoslavie                      | 87 000*    | 65 720       | 1050         |
| Zimbabwe                         | NC         | 255          | -            |
| <b>- Other African countries</b> |            |              |              |
| Mozambique                       | 575        | NC           | NC           |
| Kenya                            | NC         | 36           | 113          |
| <b>- Other countries</b>         |            |              |              |
| Hong Kong                        | NC         | 11 329       | 29 576       |
| Singapour                        | NC         | 5021         | 64 145       |
| Syrie                            | 71 000*    | NC           | NC           |
| Oman                             | 37 000*    | 30*          | 9863         |
| Qatar                            | -          | -            | 18 978       |
| Paraguay                         | 65 000*    | NC           | NC           |
| Equateur                         | 4000*      | NC           | NC           |
| Uruguay                          | 8000*      | NC           | NC           |

NC : non communiqué

\* : estimation

### *1.2.2 - Les échanges internationaux*

#### **. Les exportations**

Généralement les exportations proviennent des principaux pays producteurs. Elles étaient estimées à 6,9 millions de tonnes en 1984, en provenance d'Italie (supérieur à 1,2 millions de t), d'Afrique du Sud et d'Espagne (0,6 millions de t), du Portugal (0,3 Mt), de France (0,16 Mt), de Grèce (0,13 Mt), etc...

Ces chiffres doivent parfois être relativiser car, certains pays exportent des produits transformés issus de blocs importés tels que l'Italie, la Malaisie, la Hollande...

#### **. Les Importations**

Les importations de pierre ornementale étaient estimées à 4,7 millions de tonnes en 1984. Les pays importent soit des tranches polies pour leur propre consommation, soit des blocs bruts transformés pour l'exportation.

Par exemple, l'Italie leader mondial de la pierre ornementale, importait 900 000 t/1984 de blocs de roches non extraites sur le sol italien. Une partie des tranches polies était utilisée sur place mais la quantité la plus importante était exportée.

Le Japon (760 000 t/1984) importe surtout des blocs de granites qui sont transformés pour la consommation locale. Au contraire, l'Arabie Séoudite s'importe que des tranches polies et des carrelages pour les bâtiments (670 000 t).

La France (553 000 t/1984) et les USA (451 000 t/1984) importent à la fois des blocs et des produits ouvrés, à la fois pour leurs consommations et pour les ventes à l'export.

Il est important de noter que de nombreux pays ont une faible production suffisante pour leurs besoins propres. Parfois ils importent les quantités nécessaires.

### *1.2.3 - Pays consommateurs*

Dans la plupart des pays, les pierres ornementales continuent à être considérées comme des produits de luxe. Elles sont donc très utilisées dans les pays à haut niveau de vie tels que les pays européens (environ 2,8 millions de tonnes utilisés en 1984) et les USA (environ 1,25 millions de tonnes/1984).



Si une "hiérarchie" peut être établie dans l'utilisation des pierres ornementales de revêtement, il apparaît que le premier stade est celui de "granitos" (ou Terrazzo Tiles) ; puis avec un niveau de vie plus élevé, sont produits des marbres reconstitués, des marbres (au sens strict) et des calcaires marbriers. Le revêtement en dalles de "granits" (au sens large) est souvent considéré comme le "haut de la gamme".

Cette évolution a été significative aux USA, en particulier en Californie où le niveau de vie actuel est très élevé.

La consommation de granites y est grandissante (+ 42 % de l'importations de tranches polies de 1984 à 1985) au détriment des produits marbriers.

Ayant une faible production locale, l'Italie importe de plus en plus des blocs de granits de toute provenance pour les transformer et pour satisfaire la demande mondiale.

## 2 - GEOLOGIE

### 2.1 - TYPES ET ORIGINES DES PIERRES ORNEMENTALES

La nature des pierres pouvant être utilisées en décoration est très variable (cf. tableau n°13). Les trois groupes de roches sont concernées : sédimentaires, métamorphiques et ignées.

Elles doivent posséder plusieurs qualités permettant cette utilisation :

- avoir une valeur esthétique par la couleur, la texture, la dimension des grains, la présence des fossiles... Toutefois cette notion est suggestive et elle peut être appréciée différemment selon les coutumes de chaque pays utilisateur ;
- posséder une certaine homogénéité permettant de recouvrir de grandes surfaces sans que ses qualités esthétiques et mécaniques varient ;
- avoir des propriétés de résistance mécaniques et physico-chimiques appropriées à son usage. Par exemple, une roche tendre et très poreuse (comme des formations coralliaires) pour décorer un mur . Son utilisation en dalles de sol est à exclure.
- Si possible, posséder une bonne aptitude au sciage valorisant son aspect esthétique et permettant son usage dans la plupart des utilisations.

### 2.2 - MORPHOLOGIE DES GISEMENTS

Les gisements de pierres ornementales sont généralement de trois types différents, liés à l'origine géologique de la roche :

- bassins sédimentaires,
- massifs éruptifs,
- massifs métamorphiques.

Les caractéristiques des gisements français (décrites ci-après) sont extrapolables aux gisements étrangers de même type.

#### 2.2.1 - *Les bassins sédimentaires*

L'examen de la géologie du sous-sol français (cf. fig. 1) montre qu'il existe trois grands bassins sédimentaires (bassins de Paris, d'Aquitaine et du Rhône) où se sont déposés, en autres, des formations calcaires et gréseuses.

**Tableau 13 - Classification des pierres ornementales**

| ROCHE IGNEES<br>(au PLUTONIQUE)   |   |   | ROCHES SEDIMENTAIRES   | ROCHE METAMORPHIQUES  |  |   |  |
|---|---|---|--|---|--|---|--|
| Solidification des masses en fusions (magma) à l'intérieur ou à la surface de la croûte terrestre |   |   | Les sédiments se sont déposés dans les vallées, au fond des lacs ou de mers et, sur les côtes, entraînés par les courants. Ils résultent de la désagrégation et de l'érosion de roches préexistantes | Roches sédimentaires ou ignées enfouies en profondeur et qui se sont transformées sous l'effet de la pression de la température ou de circulations hydrothermales. Leur litage dû à la sédimentation subsistent mais elles recrystallisent avec un changement dans la nature des minéraux et l'apparition d'une foliation |  |   |  |
| Peu ou pas cristallisées<br>—<br>Roches volcaniques   | Cristallisations de forme particulière<br><br>Roches intrusives                     | Cristallisées à gros grains   | <b>CONGLOMERATS</b><br>Galets arrondis par les eaux et cimentés par des éléments fins  | Les Grès →  | <b>QUARTZITES</b><br>Les grains de quartz sont soudés très fermement donnant une roche très dure   |   |  |
| <b>OBSIDIENNE</b><br>Roche vitreuse sans cristallisation de minéraux, riche en silice             | <b>PORPHYRES</b><br>Roches cristallines<br>Cristaux de feldspath dans une pâte fine | <b>GRANITES</b><br>Quartz, feldspaths et minéraux foncés : micas, amphiboles pyroxènes etc... | <b>BRECHES</b><br>Même structure que les conglomérats mais les éléments sont anguleux. Elles peuvent résulter de mouvements de la croûte terrestre qui brisent les roches en fragments               | Les Argiles →   | <b>SCHISTES et ARDOISES</b><br>Les minéraux argileux sont orientés parallèlement à une direction ce qui donne à la roche un aspect feuilleté |   |  |
| <b>FELSITE</b><br>Roche à cristaux fins non discernables à l'œil nu                               |   | <b>DIORITES</b><br>Texture du granite, peu de quartz, roche sombre                            | <b>GRES</b><br>Sable de quartz sont les grains sont cimentés entre eux et souvent teintés par des oxydes de fer (bruns à rouges). Ils peuvent aussi être blancs, jaunes, gris.                       |   | ↓  | <b>MICASCHISTES</b><br>Métamorphisme plus important des schistes, apparition de paillettes de micas             |  |
| <b>BASALTES</b><br>Laves noires à grain fin   |   | <b>DOLERITES (1)</b><br>Cristaux allongés de feldspath dans une pâte sombre                   | <b>GABBROS (1)</b><br>Roche très sombre sans quartz  | <b>ARKOSES</b><br>Composées de grains de quartz et de feldspath cimentés entre eux  | Les Arkoses<br>Les Granites<br>et Diorites } →   | ↓   | <b>GNEISS</b><br>Ultime transformation de la roche avec apparition de cristaux orientés de feldspath |
|   |   |   | <b>PERIDOTITES PYROXENITES (1)</b><br>Roches très sombres pauvres en silice constituées surtout de péridotes, de pyroxènes   | <b>ARGILES</b><br>Dépôts de boue qui ont pu se déposer lentement  | Les Calcaires<br>et Dolomies } →   | <b>MARBRES</b><br>La calcite originelle a recrystallisée ; les impuretés conditionnent la couleur et le veinage |  |
|   |   |   |  | <b>CALCAIRES</b><br>Formés de carbonate de calcium (calcite) déposé au fond des lacs ou des mers. Comportent souvent des restes d'organismes : les fossiles. (Lorsqu'ils prennent le poli, on les désigne commercialement par le terme "pierres marbrières")  | Les Brèches calcaires ou dolomitiques } →  | <b>MARBRES BRECHIQUES</b>   |  |
|   |   |   |  | <b>DOLOMIES</b><br>Dépôts de carbonate double de calcium et de magnésium (dolomite)   | Les Basaltes<br>Les Gabbros } →  | <b>AMPHIBOLITES</b><br>Roches sombres constituées essentiellement de cristaux allongés d'amphiboles             |  |
|   |   |   | <b>TRAVERTINS</b><br>Carbonate de calcium déposé par les eaux "encroûtantes", dans le sol ou à la surface  | Les Pyroxénites<br>Les Péridotites } →  | <b>SERPENTINES</b><br>Roches de couleur vert sombre et souvent tachetées ce qui leur donne l'aspect d'une peau de serpent                    |   |  |
|   |   |   | <b>ONYX (Siliceux)</b><br>Variété de quartz très finement cristallin, en couches alternées de couleurs variées   |   |  |   |  |
|   |   |   | <b>ONYX (Calcaire) ou MARBRE-ONYX</b><br>Carcite colorée, rubannée ayant un aspect analogue à l'ONYX   |   |  |   |  |
|   |   |   | <b>ALBATRE</b><br>Forme massive et finement cristalline du gypse (sulfate de calcium)<br><b>EVAPORITES</b> : Sel gemme - Potasse - Gypse<br>Dépôts organiques : Tourbe - Charbon - Pétrole           |   |  |   |  |

(1) Terme commercial "granit noir"

Couvrant toutes les ères géologiques, ces dépôts ont une caractéristique constante : la formation de bancs stratiformes d'épaisseur métrique sur des surfaces pouvant dépasser les 100 km<sup>2</sup>.

Cette caractéristique géométrique présente un grand intérêt pour l'exploitation d'un gisement de ce type. Un banc déterminé présente une homogénéité latérale très grande permettant de commercialiser un produit aux propriétés constantes. De plus, un front de taille recoupe plusieurs bancs de faciès différents, ce qui élargit la "gamme" des pierres commercialisables.

Autre avantage, l'extraction de couches dont l'épaisseur est voisine du mètre est techniquement facile, permettant la découpe de blocs marchands directement sur le banc.

### *2.2.2 - Les massifs éruptifs*

Ce sont en général des roches éruptives des massifs anciens correspondant en France au cycle orogénique hercynien, essentiellement :

- le massif Armoricaïn,
- le massif Central,
- les Vosges,
- les massifs anciens de Corse (cf. fig. 1).

Ces granites forment des intrusions ayant traversées des roches sédimentaires et métamorphiques existantes. Ce sont des roches grenues contenant des proportions variables de quartz (silice), de feldspaths calciques (plagioclases), de feldspaths potassiques (orthose) et de minéraux accessoires : biotite, muscovite, cordiérite...

Les intrusions granitiques ont généralement la forme de dômes massifs ou batholites parfois recoupées par des filons de roches de nature différente (dykes).

La fracturation et l'altération peuvent fortement modifier un gisement granitique en surface en le transformant en un chaos de blocs arrondis (débit dit "en boules"). L'extraction dans ce type de gisement (région du Sidobre) est différente de celle d'un batholite massif peu fracturée.

L'homogénéité de teinte et de texture du granite est également recherchée, l'exploitant cherchant à localiser dans sa carrière les différents faciès de roche (granite "gros éléments" et petits éléments" du Tarn).

### 2.2.3 - Les massifs métamorphiques

Le métamorphisme peut avoir plusieurs origines qui modifient les roches encaissantes. La plus commune est la pression des terrains sur-incombants qui peut modifier fortement la texture d'origine de la roche. L'exemple le plus commun de cette transformation est le marbre au sens géologique strict, c'est-à-dire un calcaire ayant subi un métamorphisme qui a amené une recristallisation plus ou moins complète de la calcite (marbres carbonifères et dévoniens du Boulonnais).

## 2.3 - GUIDE DE PROSPECTION

Le but est de mettre en évidence dans une zone déterminée (région ou pays) des gisements de roches ornementales susceptibles d'être mis en exploitation.

### 2.3.1 - Phases préliminaires

- Examen de la documentation géologique : cartes, rapports... sur la région concernée.
- Etude sur photographies aériennes des zones "*a priori*" favorables : roches affleurantes, fracturation apparente...
- Examen des échantillons qui ont été déjà prélevés,
- Travaux sur le terrain :
  - . analyse systématique des affleurements de roches pouvant présenter un intérêt ; étude de la fracturation, de l'altération superficielle, du recouvrement éventuel, de l'extension et de la variabilité des faciès, de l'accès.
  - . prélèvement d'échantillons : 2 blocs cubiques de 25 cm de côté par point d'échantillonnage.
  - . examen éventuel d'anciennes carrières ou excavations.
- Préparation des échantillons - analyses et tests en laboratoires :
  - . sciage d'un bloc pour préparation de plaquettes et carottage de l'autre pour tests de compression,
  - . examen pétrographique en lame mince,
  - . mesure de la porosité, de la masse volumique et de l'absorption d'eau,
  - . mesure de la résistance à la compression,
  - . essai de polissage,
  - . essai d'attrition au disque métallique,
  - . mesure de la vitesse de propagation du son.

A l'issue de ces phases préliminaires, des éléments d'ordre techniques ont été déterminés :

- les qualités de la pierre : esthétique, aptitude au polissage, caractéristiques physico-chimiques,
- la taille et l'homogénéité du gisement.

### *2.3.2 - Etude du marché*

- Etude de la production existante dans le pays : matériaux concurrentiels, qualités et quantités produites,
- Echanges commerciaux :
  - . exportation : sous quelle forme (blocs, tranches sciées...) ? les clients ? les distances de transports ?
  - . importation : qualité et quantité ? Sociétés importatrices ? Clients ?
- La consommation locale : dans le passé : quels sont les monuments ou immeubles anciens bâtis en pierre ?  
Les utilisations actuelles ? Dans le futur : les grands projets prévus dans le Plan de Développement du pays ?
- De l'interprétation de ces données : déduction de la demande future. Place du produit proposé face à ce marché : vente locale sous forme de produits finis, place du produit sur le marché mondial : possibilité d'exporter des blocs ou des tranches polies - Pays destinataires.

### *2.3.3 - Etude de faisabilité d'un projet d'exploitation sur un ou deux sites sélectionnés*

Cette étude vise à évaluer les conditions d'ouverture d'une carrière et le profit que l'on peut tirer de son exploitation.

Différents points sont à aborder :

- \* Etude détaillée du gisement
- \* Essais de travail de la pierre
- \* Ingénierie de la carrière
- \* Ingénierie de l'usine de transformation
- \* Faisabilité économique et financière.

Seules les deux premiers points seront ici détaillés.

### 2.3.3.1 - Etude géologique détaillée du gisement

Elle comporte généralement :

- . un levé topographique à grande échelle (1/1000 par exemple)
- . un levé géologique à la même échelle avec un relevé précis de la fracturation de surface

Ces deux cartes permettent de focaliser les zones favorables et de positionner les sondages de reconnaissance :

- implantation des sondages,
- réalisation de sondages carottés (et si possible orientés) permettant un examen en profondeur de l'homogénéité de la roche et le recensement des fractures.

Selon le degré d'affleurement de la pierre, deux à dix sondages par hectare seront nécessaires :

- tests de laboratoire identiques à ceux réalisés sur les échantillons de surface, plus éventuellement :
  - . mesure de la dureté superficielle,
  - . essai de gélivité,
  - . mesure de dilatation thermique,
  - . mesure d'abrasivité.
  - . etc...

L'ensemble de ces travaux permet de connaître la géométrie du massif, la fréquence des fractures, les épaisseurs du recouvrement et de l'altération. Il est donc possible de calculer les réserves exploitables et d'estimer un rendement-carrière, c'est-à-dire le rapport du volume des blocs marchands extraits au volume de roche en place. Il est alors possible de définir une méthode d'exploitation et le matériel d'extraction à mettre en oeuvre.

La densité des travaux effectués sera directement proportionnelle à la complexité du gisement, c'est-à-dire la présence d'une épaisse couverture de stériles, une fracturation très aléatoire et une homogénéité toute relative.

### **2.3.3.2 - Essais de travail de la pierre**

Les essais de résistance mécanique effectués sur les échantillons et la comparaison avec des roches de composition analogue permettent d'ébaucher les conditions d'exploitation de la pierre considérée.

Néanmoins, il est toujours très utile de réaliser des essais en vraie grandeur. Pour cela un bloc de 1 à 3 m<sup>3</sup> doit être extrait. Sur celui-ci, sera réalisé, un essai de sciage en tranches, de polissage et de débitage secondaire.

Ce test permet de préciser le rendement-machine et le rendement-usine (rapport du volume des produits vendus sur le volume des blocs marchands entrés à l'usine). Il permet en outre d'obtenir des échantillons "commerciaux", représentatifs des produits qui seront introduits sur le marché. L'avis des professionnels de la pierre sur la qualité de ces dalles permettra de mieux cerner la valeur du produit obtenu.

### **2.3.3.3. - Ingénierie et faisabilité**

La synthèse d'une équipe comprenant un géologue, un producteur de matériel spécialisé et d'un économiste, permet de "monter un projet" réaliste en y incorporant toutes les données obtenues.

La conception de l'extraction et de la chaîne de transformation doit prévoir le matériel et le personnel nécessaire à chaque poste en s'efforçant de minimiser les temps-morts, les stocks-tampons et d'améliorer la productivité.

A partir de ces impératifs, sont déterminés les investissements nécessaires et les amortissements financiers adaptés. A partir du coût de revient calculé/mètre carré produit, il est possible d'évaluer le chiffre d'affaire prévisionnel, de calculer les frais fixes de structure et les coûts prévisionnels d'exploitation pour déterminer le seuil de rentabilité au-delà duquel l'entreprise devient bénéficiaire. Plusieurs solutions doivent être proposés afin de permettre aux investisseurs de choisir la mieux appropriées.



## 2.4 - PRINCIPAUX GISEMENTS

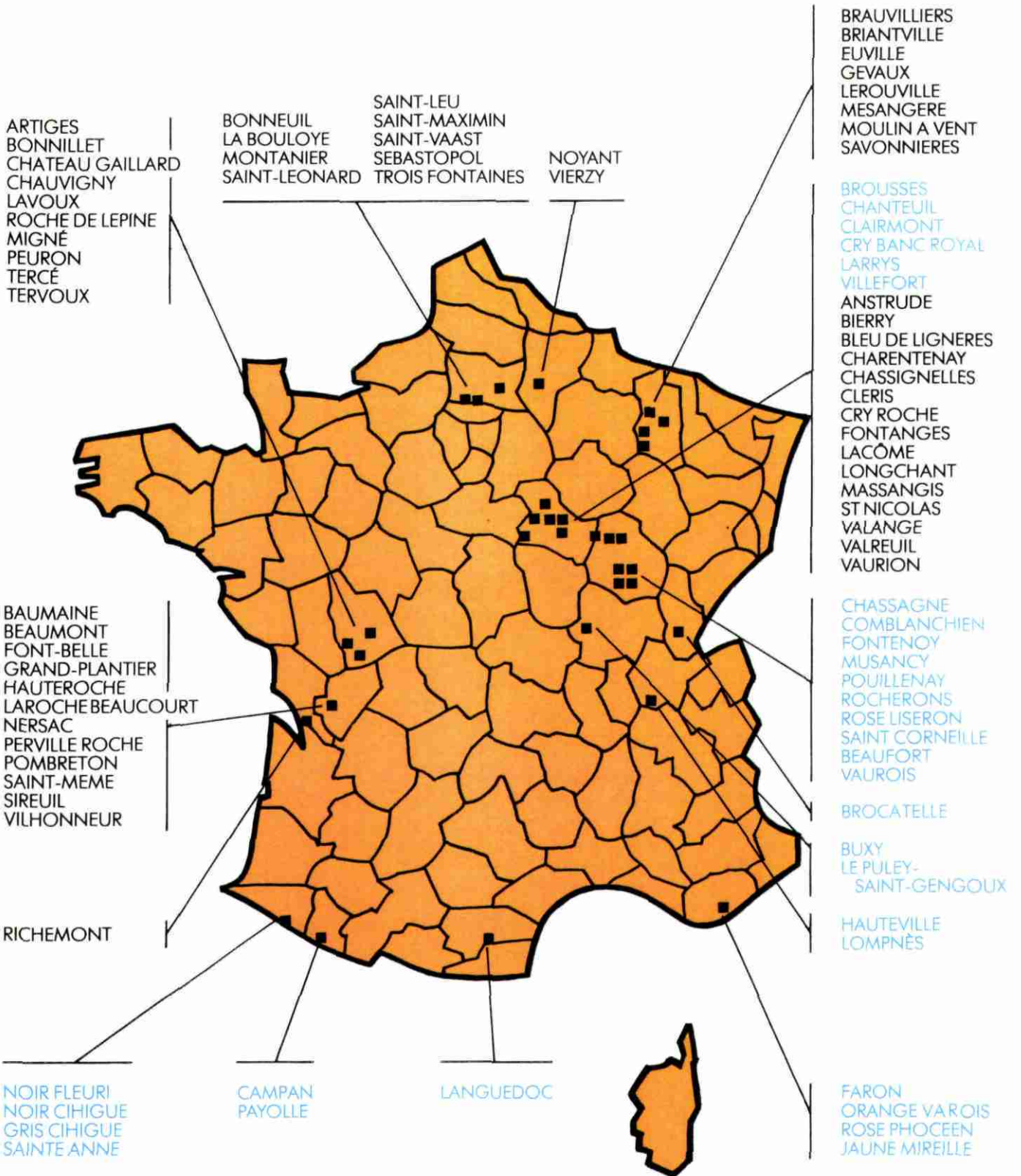
### 2.4.1 - *En France*

La fig. n° 2 regroupe les carrières appartenant à ROCAMAT, 1er groupe marbrier français. Cette société propose une gamme très diversifiée de pierre calcaire, de pierre marbrière et de marbre.

La fig. n° 3 localise les usines de la même société. Il faut remarquer que les unités de transformation se trouvent à proximité des lieux d'extraction et que certaines usines transforment des blocs de granites importés.

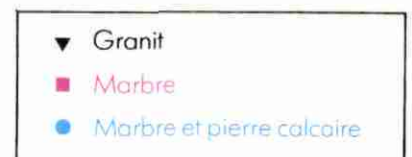
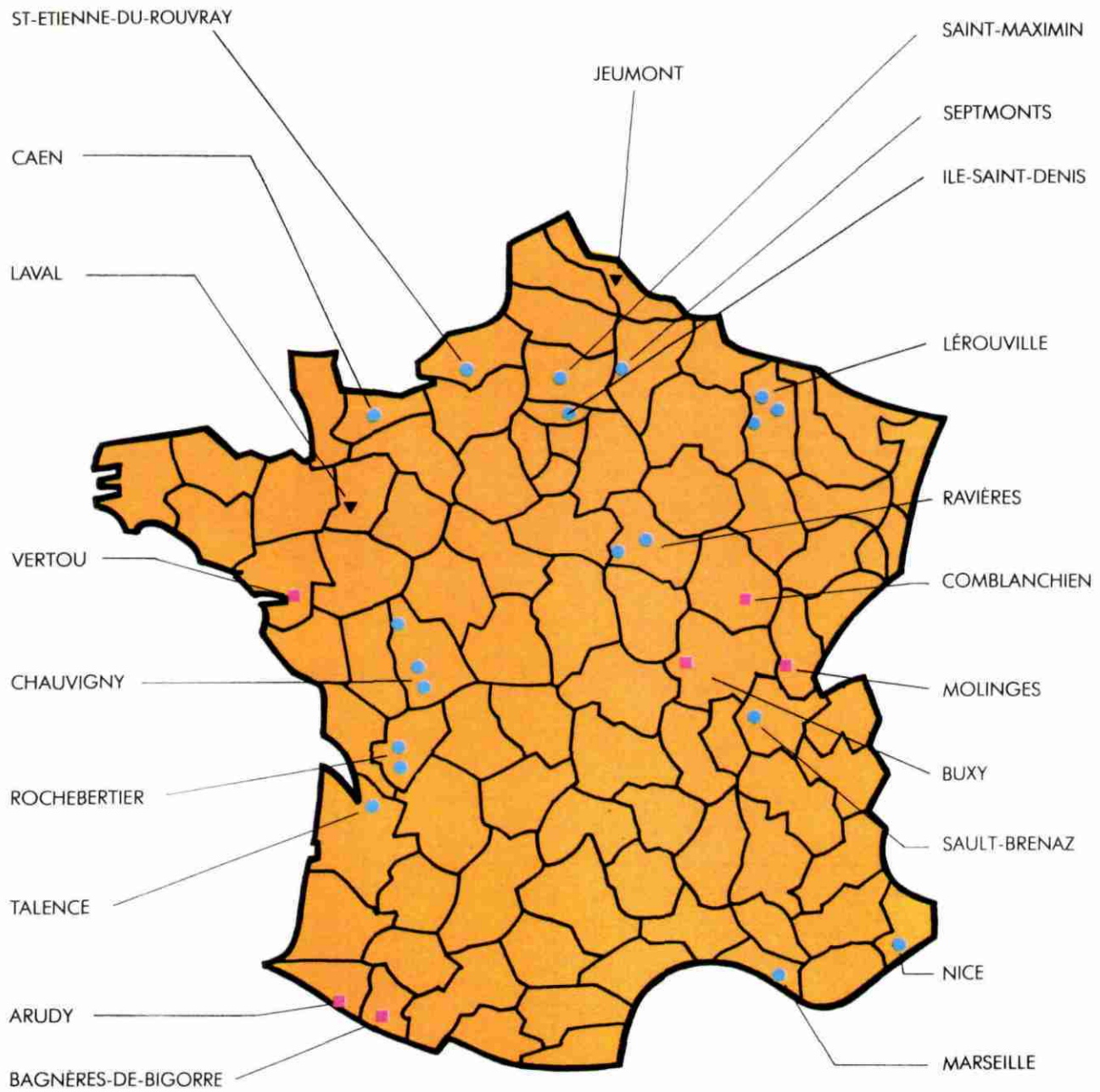
L'annexe n° 1 regroupe toutes les carrières principales du territoire français, qu'elles soient exploitées ou abandonnées (environ 800 points d'extraction).

# CARRIERES ROCAMAT



■ pierre calcaire  
■ marbre et pierre marbrière

# USINES ROCAMAT



#### *2.4.2 - A l'étranger*

Il existe de très nombreux gisements de pierre ornementale et dimensionnelle à travers le Monde, des carrières abandonnées de l'Antiquité aux centres d'extraction nouvellement ouverts.

Des cartes de localisation sont fournies en annexe 2 pour quelques pays producteurs.

Le tableau 14 ci-après indique quelques producteurs mondiaux de pierres de taille (dimensionnelles) répertoriés dans "Industrial Minerals Directory" (-1ère Edition, 1987). Il est facile de constater que cette liste est très limitée car les sociétés produisant de la Pierre Ornementale ou Dimensionnelle se comptent par dizaines en France et par centaines en Italie (cf. annexe 2 - région de Toscane).

**Tableau 14 - Principaux producteurs mondiaux de pierres dimensionnelles  
(d'après Industrial Minerals Directory - 1987)**

**AUSTRALIA**

Monier Ltd, Construction Materials  
Division  
The Readymix Group

**BELGIUM**

SA Carrières Gauthier & Wincqz  
SA Carrières du Hainaut  
Jos Vandebroucke-Detollenaere NV  
Carrières de Mont & van den  
Wieldenberg SA

**BRAZIL**

Marbrasa Mármore do Brasil SA

**CANADA**

Barmin Inc, William R. Barnes Co  
Division  
Kootenay Stone Centre, Division of  
Porcupine Mines Ltd

**DENMARK**

Farum Sten- & Gruskompagni A/S

**FRANCE**

SA Carrières du Boulonnais  
Carrières de Chancelade - Entreprise  
Marquet

**GREECE**

Hellenic Chemical Products &  
Fertilisers SA  
Apostolos C. Papatthanassiou  
Tsaimas Marble SA

**INDIA**

Evershine Granites  
Granites (India)  
Mysore Minerals Ltd

**INDONESIA**

PT Karimun Granite

**IRAN**

Iran Barite Co

**IRISH REPUBLIC**

Connemara Marble Products Ltd  
Stone Developments Ltd

**ITALY**

Luigi Antolini & C Sas  
Figaia SpA  
Industria dei Marmi Vicentini SpA  
Tomarmi Srl, Tomaselli Marmi

**KENYA**

Athi River Mining Ltd

**NORWAY**

Breivik Kalkverk A/S

**PERU**

Minera Baribent SA

**PORTUGAL**

J. Duarte & Filhos Lda  
Fabrimar Lda - Fabrimar Importação  
& Exportação Lda

**SOUTH AFRICA**

Keeley Granite (Pty) Ltd  
Lamei Stone

**SPAIN**

Marmoles Visemar SL  
Marsam SA

**SUDAN**

Pentco Engineering & Trading Co

**SWEDEN**

AB Bröderne Wallins Granitindustrier

**TURKEY**

Mayaş AŞ

**UNITED KINGDOM**

Baird & Stevenson (Quarrymasters)  
Ltd  
Carnon Consolidated Ltd  
John Fyfe Ltd  
J. & A. Gardner & Co Ltd  
The Gregory Quarries Ltd  
The Long Rake Spar Co Ltd  
(Derbyshire Spar)  
Natural Stone Products Ltd

**UNITED STATES**

Barretto Granite Corp  
Dakota Granite Co Inc  
Fletcher Granite Co Inc  
Hilltop Slate Inc  
B.G. Hoadley Quarries Inc  
LeSueur-Richmond Slate Corp  
The North Carolina Granite Corp  
Pennsylvania Granite Corp  
Rock of Ages Corp

### **3 - PRINCIPALES CARACTERISTIQUES**

#### **3.1 - CARACTERISTIQUES COMMUNES AUX PIERRES CALCAIRES**

Pour répondre à une utilisation comme pierre ornementale et pierre de taille, de nombreux tests permettent de juger la valeur d'un échantillon. Ils ont été établis pour des pierres calcaires et font l'objet de normes françaises AFNOR (cf. § 5.2). Les principales caractéristiques testées sont les suivants :

##### **. Densité apparente**

C'est un essai de base pour déterminer si la pierre étudiée est conforme ou non aux normes habituelles. Généralement, une densité apparente trop faible sera l'indice d'une porosité élevée, d'une vitesse de son faible, d'une gélivité élevée...

Le tableau n° 15 regroupe les caractéristiques de roches dont une grande partie peut être utilisée dans la décoration.

Les densités les plus faibles sont celles des matériaux tendres tels que les certains calcaires, tufs ou grés, les plus denses étant les roches d'origine basiques telles les basaltes ou les gabbros.

##### **. Porosité**

La porosité vraie est le rapport du volume des vides au volume total de l'éprouvette (cf. tableau 15).

TABLEAU N° 15 - Les propriétés des roches consistances

|                          | Densité en place d | Volume des vides d 100 (1 - D) | Foisonnement F | Module d'Young en 100 kg/mm² | Résistance à l'écrasement en kg/cm² | Résistance à la traction en kg/cm² | Compressibilité en 10³ β |                   | Résistance au cisaillement sous 50 000 atm. en 10³ kg/cm² | Friction interne 1 x 10³ Q | Usure à la machine de Los Angeles | Température de fusion degrés centigrades | Coefficient de dilatation linéaire x 10⁷ Δ : 1° entre 20 et 100° | Conductibilité thermique K x 103 cal/sec/cm | Chaleur spécifique en 1 000 cal/g |
|--------------------------|--------------------|--------------------------------|----------------|------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------|-------------------|---|----------------------------|-----------------------------------|--|--|---|-----------------------------------|
|                          |                    |                                |                |                              |                                     |                                    | Sous 1 kg/cm²            | Sous 4 000 kg/cm² |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Amphibolite              | 2,9-3              |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Andésite                 | 2-2,9              | 0-5                            |                | 6-45                         | 300-3 000                           |                                    |                          |                   |   |                            |                                   | 70                                       | 300-700  |   |                                   |
| Anthracite               | 1,4-1,7            |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Ardoise                  | 2,9-2,7            |                                |                | 10-112                       | 600-3 100                           |                                    | 15-47                    |                   |   | 380                        |                                   | 90                                       | 370-670  | 170   |                                   |
| Basalte                  | 2,8-3,2            | 0-10                           |                | 36-111                       | 1 000-5 000                         | 77                                 |                          |                   |   |                            | 10-16                             | 1 150                                    | 54   | 300-700                                     | 150-213                           |
| Calcaire                 | très dur           | 2,6-2,8                        | 0-4            | 1,65                         | 960-3 600                           | 60                                 | 44                       |                   |   |                            |                                   |  | 200  | 810   | 240                               |
|                          | dur                | 2,4-2,6                        | 4-11           |                              | 520-950                             | 32                                 | 23                       | 21                | 7,3   | 870                        | 17                                |  | 89   | 400   |                                   |
|                          | demi-dur           | 2,2-2,4                        | 11-19          |                              | 180-530                             | 28                                 | 13                       |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
|                          | tendre             | 1,7-2,2                        | 19-37          |                              | 90-190                              | 23                                 |                          |                   |   |                            |                                   |  | 50   |   | 160                               |
| très tendre              | 1,2-1,8            | 35-55                          |                | 20-100                       | 7                                   |                                    |                          |                   |   | 40                         |                                   | 25                                       | 200  | 150   |                                   |
| Calcaire oolithique      | 2,0-2,6            | 5-24                           |                |                              | 110                                 | 15                                 |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Chloritoschiste          | 2,7-2,9            |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Conglomérat              | 2-2,7              | 3-25                           |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  | 500  |   |                                   |
| Craie                    | 1,2-2,2            | 13-50                          | 1,5            |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  | 200-220  |   |                                   |
| Diabase                  | 2,8-3,1            | 0,2                            |                | 70-107                       | 1 800-2 500                         |                                    | 13-27                    | 12                | 5,1   | 170                        |                                   | 1200-1250                                | 54   | 504-560                                     | 167                               |
| Diatomite                | 0,45-2,3           | 30-73                          |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  | 20  |                                   |
| Diorite                  | 2,7-3              | 0,3                            |                |                              | 960-2 800                           |                                    |                          |                   |   |                            |                                   | 1200-1250                                | 70   | 550   | 160-193                           |
| Diorite quartzifère      | 2,68-3             |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Dolérite                 | 2,7-3              |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            | 10-16                             |  |  |   |                                   |
| Dolomie                  | 2,2-2,9            | 0-24                           |                | 71-93                        | 500-1 750                           |                                    | 12-37                    |                   |   | 280                        |                                   |  |  | 970-1200                                    | 174-220                           |
| Gabbro                   | 2,8-3,1            | 0,3                            |                | 58-95                        | 480-4 700                           |                                    | 35-59                    | 11-14             |   | 340-590                    |                                   |  | 54   | 475-720                                     | 172-187                           |
| Gneiss                   | 2,5-2,7            | 0-2                            |                | 13-35                        | 810-3 300                           |                                    |                          |                   |   | 1 800                      | 20-70                             |  |  | 400-820                                     | 176-195                           |
| Granite                  | 2,5-2,3            | 0-1                            | 1,5-2          | 15-70                        | 370-3 800                           | 30-50                              | 42-92                    | 18-19             |   | 500-1 000                  | 18-70                             | 800-1050                                 | 75-90  | 290-970                                     | 132-192                           |
| Grenatite                | 3,5-4,3            |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Grès dur                 | 2,1-2,9            | 0-21                           |                |                              | 350-2 520                           | 30                                 | 31-59                    | 24                |   |                            | 25                                |  |  | 1 100                                       | 222                               |
| - demi-dur               | 2,0-2,1            | 21-25                          |                | 1-40                         | 160-350                             |                                    |                          |                   |   |                            | 50                                |  | 100  | 800   |                                   |
| - tendre                 | 1,6-2,0            | 25-40                          |                |                              | 80-160                              | 10                                 |                          |                   |   |                            |                                   |  |  | 240   | 174                               |
| Gypse                    | 2,2-2,3            | 2                              |                |                              | 70                                  |                                    | 25                       |                   |   |                            |                                   |  | 140  | 310   | 245                               |
| Houille                  | 1,3-1,5            | 4                              | 1,3-177        |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  | 30-80                                       |                                   |
| Marbre                   | 2,6-2,8            | 0-2                            |                | 23-75                        | 300-2 600                           | 30-90                              | 15-100                   | 14                |   | 6 000                      |                                   |  | 54-70  | 120-890                                     | 190-210                           |
| Meulière caver. et chert | 0,9-2,4            | 10-87                          | 1,65           |                              | 200-300                             |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Micaschiste              | 2,4-3,2            |                                |                | 52-54                        |                                     |                                    | 34-56                    |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Microdiorite             | 2,7-3              |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Microgabbro              | 2,7-3,1            |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Microgranite             | 2,5-2,7            |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Microsyénite             | 2,7-2,9            |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            | 10-14                             |  |  |   |                                   |
| Obsidienne et tachylite  | 2,3-2,65           |                                |                | 65-72                        |                                     |                                    | 13-30                    |                   | 15,0  |                            |                                   |  |  | 192-890                                     |                                   |
| Pechstein                | 2,2-2,4            |                                |                |                              |                                     |                                    | 25                       |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Péridote                 | 3,1-3,45           |                                |                | 89-162                       |                                     |                                    | 4-41                     |                   |   |                            |                                   | 1600-1900                                |  | 400-1240                                    |                                   |
| Pétrole brut             | 0,7-0,97           |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  | 36  |                                   |
| Ponce                    | 0,4-1,1            |                                |                |                              | 20                                  |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  | 50-120                                      |                                   |
| Porphyre                 | 2,6-2,9            |                                |                | 76                           | 1 300-2 500                         |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  | 550-840                                     |                                   |
| Quartzite                | 2,3-2,7            | 0-15                           |                | 57-80                        | 260-3 200                           |                                    | 27-45                    |                   |   | 770                        | 60-80                             | 1 400-1 700                              | 110  | 700-1 920                                   | 167-225                           |
| Rhyolite                 | 2,3-2,5            |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  | 80   |   |                                   |
| Schiste                  | 1,6-3,2            | 0-41                           |                | 18-70                        | 800-3 130                           | 250                                |                          |                   | 3,0   |                            |                                   |  |  | 140-780                                     | 185                               |
| Scorie volcanique        | 1,1-2              |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Sel gemme                | 2,1-2,2            |                                |                |                              |                                     |                                    | 43                       |                   |   |                            | 800                               |  | 400  | 750-2000                                    | 205-215                           |
| Serpentine               | 2,5-2,8            | 0-2                            |                |                              | 630-2 500                           | 60-110                             |                          |                   |   |                            |                                   |  |  | 140-120                                     | 208                               |
| Silex compact            | 2,6-2,7            |                                |                | 74                           | 2 200                               |                                    | 34                       |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Spongolite               | 2-2,3              |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Syénite                  | 2,6-2,9            |                                | 0,3            | 80-86                        | 1 000-3 440                         |                                    | 24                       | 17                |   |                            |                                   |  |  | 440-525                                     | 180                               |
| Trachyte                 | 2,2-2,7            |                                | 3,7            |                              | 360-900                             |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Tuf calcaire             | 1,4-2,5            |                                | 20-50          |                              | 200-600                             |                                    |                          |                   |   |                            | 10-14                             |  |  | 410-600                                     |                                   |
| = traversin              |                    |                                |                |                              |                                     |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  |   |                                   |
| Tuf volcanique           | 1,8                |                                | 12-30          | 3-36                         | 100-520                             |                                    |                          |                   |   |                            |                                   |  |  | 170-380                                     |                                   |

Un classement a été établi par les Professionnels en conformités avec la norme AFNOR pour des roches calcaires dont la densité est comprise entre 1470 et 2730 kg/m<sup>3</sup>.

Pierre dite :

|             |        |                               |
|-------------|--------|-------------------------------|
| Très tendre | n° 1 - | Porosité de 46 % et au-dessus |
| Tendre      | n° 2   | moyenne de 43 % (40 à 46 %)   |
|             | n° 3   | moyenne de 36 % (32 à 40 %)   |
| Demi-ferme  | n° 4   | moyenne de 30 % (26 à 32 %)   |
|             | n° 5   | moyenne de 24 % (21 à 26 %)   |
| Ferme       | n° 6   | moyenne de 19 % (17 à 21 %)   |
|             | n° 7   | moyenne de 15 % (14 à 17 %)   |
| Dure        | n° 8   | moyenne de 12 % (11 à 14 %)   |
|             | n° 9   | moyenne de 9 % (8 à 11 %)     |
|             | n° 10  | moyenne de 6 % (5 à 8 %)      |
| Froide      | n° 11  | moyenne de 4 % (3 à 5 %)      |
|             | n° 12  | moyenne de 2 % (1,5 à 3 %)    |
|             | n° 13  | moyenne de 1 % (0 à 1,5 %)    |
|             | n° 14  | moyenne de 0 %                |

#### **. Résistance à l'écrasement**

Cette caractéristique revêt une importance capitale dans une utilisation Bâtiment & Travaux Publics.

Le tableau n° 15 regroupe les intervalles de résistance pour les pierres les plus communes. En sachant qu'un mortier de ciment à une résistance habituelle de 350 kg/cm<sup>2</sup> (environ 35 MPa), il est intéressant de la comparer à celle de la pierre auquel il est lié. La différence entre deux pierres de même nature peut parfois être considérable, comme par exemple un calcaire très tendre de 20 kg/cm<sup>2</sup> et un autre très dur de 3600 kg/cm<sup>2</sup> (360 MPa).

#### **Vitesse de propagation du son**

Cette caractéristique est directement liée à la compacité de la roche donc à sa densité, sa porosité, sa résistance à l'écrasement.



### **Dureté superficielle**

Un burin en acier traité trace une rayure à la surface d'une pierre calcaire. La largeur du sillon sera fonction de la dureté superficielle de la pierre.

### **Numéro d'identification**

Le numéro d'identification d'une pierre calcaire est calculée à partir d'une formule dans laquelle interviennent trois paramètres : la densité apparente, la vitesse de propagation de son et la dureté superficielle.

Les pierres calcaires sont identifiées en 14 numéros, le résultat du calcul étant arrondi à la demi-unité près.

### **Coefficient de taille**

La difficulté de taille est comparée entre diverses roches. Il a été déduit empiriquement une échelle comportant 10 numéros de taille s'échelonnant de 0 à 9, le chiffre 0 étant attribué aux pierres les plus dures à tailler et le chiffre 9 aux pierres se travaillant facilement.

### **Géivité**

Cet essai normalisé (cf. § 5.2) détermine la résistance d'une pierre à des alternances gel-dégel. Celle-ci est fonction de la porosité de la pierre et de sa capacité d'absorption d'eau qui est d'autant plus élevée que les pores sont petits et la surface spécifique interne élevée.

Il existe deux types de tests pour mesurer ce paramètre :

- un essai direct où la pierre est directement soumise à une alternance gel-dégel,
- un essai indirect basé sur les mesures de la porosité et du coefficient d'absorption. Un abaque permet de localiser quatre zones d'emploi selon la sensibilité au gel de la roche.

### **Abrasion au disque métallique**

Le chant d'un disque métallique rotatif frotte à pression constante sur une plaquette de pierre. L'abrasif est de sable quartzueux calibré. La longueur de l'empreinte est fonction de la dureté de la roche. Ce test est essentiel lorsqu'on envisage une utilisation dalles de sol pour trafic piétonnier intense.

Des spécifications imposent la dimension maximale des empreintes suivantes :

Trafic individuel :  $U \leq 47$  mm

Trafic collectif normal :  $U \leq 37$  mm

Trafic collectif intense :  $U \leq 32$  mm

### **3.2 - CARACTERISTIQUES DES AUTRES PIERRES ORNEMENTALES**

Il n'existe en France actuellement que des normes spécifiques aux pierres calcaires. Des projets de normes sont actuellement à l'étude pour les autres matériaux (cf. paragraphe 5.2).

Toutefois les normes existantes sont souvent adoptés pour les granites et les grés, permettant de positionner le matériau testé par rapport aux autres pierres de même nature.

### **3.3 - CARACTERISTIQUES APORTEES PAR LE TRAVAIL EN SURFACE DE LA PIERRE**

Le tableau 16 ci-après décrit les divers modes de taille de la pierre. En fonction des choix esthétiques, un ou plusieurs types peuvent alors être réalisés.

Tableau 16 - Divers modes de taille de la pierre

D'après la Norme B 10-101. - Après une description de chacun de ces modes de taille (classés par ordre de rugosité décroissante), est décrit leur procédé d'exécution.

**ÉCLATÉE.** - Gros éclats, bosses et creux de formes diverses.

- Frapper au marteau (à arêtes vives) le long des arêtes de la face, avec une force telle que chaque coup provoque un éclat important du côté de cette face.

Cette taille ne comporte pas de retouche sur les éclats.

**BOSSAGÉE.** - Gros éclats de formes et de saillies diverses semés irrégulièrement de quelques traces de percussion allongées. Profondeur des traces : quelconque. Espacement des points : 5 à 15 cm. L'aspect final est grossièrement bombé.

- Frapper au marteau le long des arêtes de la face, avec une force telle que chaque coup provoque un éclat important du côté de cette face. Frapper incliné à la broche ou à la pique sur les saillies les plus marquées afin d'y enlever quelques gros éclats. Les coups de broches ou de piques sont donnés isolés en petit nombre et en directions quelconques.

**BROCHÉE.** - Longs sillons parallèles séparés par des bandes en relief de cassures d'éclatement très grossières. Largeur des sillons : 5 à 10 mm ; longueur : indéfinie ; profondeur : entre creux et côtes : 15 à 20 mm ; espacement : 4 à 8 cm.

Chaque sillon est constitué de traces profondes pouvant être discontinues et dont le dessin général est droit ou légèrement courbe. Ces sillons sont grossièrement parallèles et vont d'un bord à l'autre de la face dans une direction sensiblement à 45° des arêtes.

- Frapper incliné à la broche ou à la pique, avec une force telle que les bords des éclats se rejoignent. Ces coups sont donnés à la suite l'un de l'autre à peu près en ligne droite (ou légèrement courbe) d'un bord vers l'autre de la face et dans une direction sensiblement à 45° des arêtes.

Après chaque ligne de coups, exécuter la suivante de même à 4 ou 8 cm de distance.

**POINTÉE.** - Gros creux de percussion, semés irrégulièrement parmi les cassures d'éclatement en relief et grossières. Ces creux de forme un peu allongée (par traits) ou ronde (par points) ont : largeur : 3 à 8 mm ; longueur : 3 à 30 mm ; profondeur entre creux et bosses : 2 à 20 mm ; espacement : 10 à 50 mm. Lorsque les creux sont allongés ils peuvent être de même direction ou de directions diverses.

- Frapper incliné (par traits) ou presque perpendiculaire (par points) à la broche ou à la pique, avec une force telle que les bords des creux obtenus se rejoignent. Ces coups sont espacés de 10 à 50 mm entre eux et sont donnés dans une direction déterminée ou quelconque.

**SMILLÉE.** - Traces courtes, nombreuses parallèles, séparées par de petites cassures d'éclatement. Largeur de ces traces : 1 à 5 mm ; longueur : 2 à 25 mm ; profondeur entre creux et bosses : 2 à 7 mm ; espacement : 5 à 20 mm.

Le dessin général de ces traces discontinues est droit ou légèrement courbe et va d'un bord vers l'autre de la face dans une direction sensiblement à 45° des arêtes.

**RAVALÉE.** - Surface unie couverte de petits creux et de rayures de direction quelconque et d'une profondeur de 0,5 à 1 mm. Si le rabot est à dents, la surface présente, de plus, des raies parallèles de longueur et direction quelconques espacées de 3 à 4 mm ; d'une profondeur d'environ 1 mm.

- Frotter au rabot à lames (avec ou sans dents), avec une force et pendant un temps tels que la surface soit généralement unie (sans cependant, dans le cas du rabot à dents, effacer les raies produites par celui-ci).

**ÉGRISÉE.** - Surface unie, couverte cependant de fines rayures de direction quelconque et d'une profondeur de 0,1 à 0,2 mm.

- Frotter au grès et à l'eau ou avec un abrasif équivalent, avec une force et pendant un temps tels qu'il ne reste plus d'autres traces que les rayures de cet abrasif.

- Frapper incliné à la smille ou petite pique, ou à la broche, avec une force telle que les bords des éclats se rejoignent. Ces coups sont donnés isolés à peu près en ligne droite (ou légèrement courbe), d'un bord vers l'autre de la face dans une direction sensiblement à 45° des arêtes.

**TALOTÉE.** - Groupes en nombres variés de gros points ronds de meurtrissures, diversement espacés entre cassures d'éclats. Largeur de ces points : 2 à 4 mm ; profondeur entre creux et bosses : 1 à 4 mm ; espacement : 3 à 20 mm.

- Frapper perpendiculairement au talot à 8 dents, avec une force telle que les éclats entre meurtrissures se rejoignent. Après chaque coup, donner le suivant de même à côté de la trace du précédent, ou mordant légèrement sur celui-ci.

**BOUCHARDÉE.** - Nombreux points ronds de meurtrissures disposés en quadrillage empiétant l'un sur l'autre. Largeur de ces points : 1 à 3 mm ; profondeur entre creux et bosses : 1 à 3 mm ; espacement : à 16 dents 3 à 12 mm ; à 25 dents, 2 à 9 mm ; à 64 dents, 2 à 5,5 mm ; à 100 dents, 1 à 4 mm.

Ils sont sommairement alignés en des directions approximativement parallèles aux arêtes ou légèrement en courbe.

- Frapper perpendiculairement à la boucharde (nombre de dents quelconque), avec une force telle que les meurtrissures de cette boucharde effacent les traces des tailles antérieures ou le cas échéant, les traces de sciage.

Chaque coup est donné en alignant les dents de la boucharde sur une direction approximativement parallèle aux arêtes. Après chaque coup, donner le suivant de même à côté de la trace du précédent, en mordant légèrement sur celle-ci.

**CISELÉE.** - Bande plus ou moins rugueuse, taillée au ciseau éventuellement pour former un bord de face. Les fonds des creux d'une ciselure sont sensiblement à la cote spécifiée pour la face dont elle fait partie.

Toutes les tailles précédentes peuvent être exécutées avec ciselure en complément.

- Frapper incliné à 45° au ciseau approprié (de la largeur de la ciselure).

**SCIÉE.** - Surface relativement plane couverte de très petits creux, et pouvant comporter de petites ondulations ou décrochements. Profondeur des creux : 0,5 à 1,5 mm.

Ondulations ou décrochements ne s'écartent pas du plan général du parement de plus de : sciée à lames, 2 mm ; sciée au fil : 5 mm ; sciée à dents : 5 mm ; sciée au disque : 2 mm.

La surface peut avoir un gauchissement allant jusqu'à 8 mm au moins, suivant ses dimensions plus ou moins grandes.

- Scier : à lames très tendues, à l'eau et à l'aide d'un abrasif abondant, ou au fil hélicoïdal avec une flèche de 1/6 au plus, à l'eau et avec un abrasif abondant, ou à la scie à dents, ou au disque.

Dérouiller, s'il y a lieu, la surface obtenue.

**ADOUCIE.** - Surface unie, avec nombreuses et très fines rayures de direction quelconque et d'une profondeur d'environ 0,05 mm.

- Frotter à la ponce et à l'eau ou avec un abrasif équivalent, avec une force et pendant un temps tels qu'il ne reste plus d'autres traces que les rayures de cet abrasif.

**POLIE MATE.** - Surface unie mate pratiquement sans rayure apparente, reflétant légèrement la lumière.

- Frotter à l'émeri et à l'eau ou avec un abrasif fin équivalent, avec une force et pendant un temps tels qu'il ne reste plus d'autres traces que les rayures difficilement visibles de cet abrasif.

**POLIE BRILLANTE.** - Surface unie brillante sans rayure apparente, formant miroir.

- Frotter à la potée d'étain et à l'eau ou avec un abrasif très fin équivalent, avec une force et pendant un temps tels qu'il ne reste aucune rayure visible.

## 4 - SECTEURS D'UTILISATION

Les pierres ornementales sont utilisées dans deux secteurs principaux :

- les pierres de construction regroupant toutes les utilisations dans le bâtiment et les travaux publics,
- la marbrerie funéraire.

### 4.1 - BATIMENT ET TRAVAUX PUBLICS

En 1986, ce secteur avait un chiffre d'affaire global de 3014 millions de francs (1723 millions de F en 1977) et rassemblait 986 entreprises (1064 ent. en 1977) employant 9502 personnes.

#### 4.1.1 - Pierre calcaire et marbrerie de bâtiment

Certaines sociétés sont spécialisées dans l'extraction alors que d'autres réalisent toutes les étapes de la production jusqu'à la pose finale. Les utilisations sont très variées :

- mur en pierre massive
- revêtement vertical
- revêtement horizontal
- soubassement
- assise de rejaillissement
- appui, acrotère, corniche (massif)
- dallage et escalier intérieur
- dallage et escalier extérieur.

#### 4.1.2 - Grès de construction

Ils sont utilisés soit sous forme massive comme pierre taillée en moellons, soit sous forme de tranches sciées ou de dalles brutes en "*opus incertum*".

#### *4.1.3 - Granites et "roches similaires"*

Les granites et assimilés sont utilisés dans le bâtiment pour la fabrication de moellons et linteaux équarris, de tranches sciées, de dallages et de revêtements divers.

La réhabilitation des vieux quartiers dans les villes ainsi que l'élaboration de secteurs piétonniers a réanimé la production d'articles de voirie tels que pavés mosaïques, dalles et bordures de trottoirs, caniveaux et bouches d'égouts.

#### *4.1.4 - Ardoiserie*

Pour mémoire, citons l'utilisation des ardoises épaisses pour la réalisation de dallages, de parements et de murets décoratifs.

#### *4.1.5 - Lave*

Cette roche est utilisée comme moellons bruts ou ouvrés dans la construction, comme dalles, goulottes ou cuvelages dans l'édification des usines métallurgiques et chimiques.

### **4.2 - LES MONUMENTS FUNÉRAIRES**

En 1986, ce secteur d'activité réalisait un chiffre d'affaire global de 2499 millions de francs pour 928 entreprises qui employaient 6554 personnes.

Le granite et les roches assimilées dominent nettement ce marché avec environ 80 %. Puis viennent les marbres et calcaires marbriers, les grés et les laves.

Les façonniers-assembleurs des monuments funéraires s'approvisionnent en tranches sciées, polies sur une face, auprès des granitiers. Ils utilisent généralement un matériel restreint : scies diamantées de petits diamètres, polissoirs à genouillère, moulureuse-fraiseuse, sableuse à jet...

## 5 - CRITERES DE SELECTION ET SPECIFICATIONS INDUSTRIELLES

### 5.1 - CRITERES DE SELECTION ET D'EXPLOITABILITE DES GISEMENTS

C'est l'existence d'un marché qui, comme pour toute roche industrielle, motive la recherche et la mise en exploitation d'un gisement de pierres ornementales.

#### *5.1.1 - Critères liés aux qualités de la pierre*

A l'échelle décamétrique de l'affleurement, il est possible de juger si une pierre peut avoir une utilisation comme roche ornementale. Son intérêt est lié à plusieurs critères faciles à appréhender :

**\*Aspect esthétique** : bien que subjectif, il est un critère essentiel dans la sélection de sites exploitables. La teinte est la première caractéristique qui est remarquée. Ainsi des couleurs claires sont généralement recherchées dans le bâtiment alors que les teintes sombres sont appréciés dans le funéraire.

La présence de particularités pétrographiques ou fossilifères est souvent recherchée comme par exemple le granite orbiculaire, la labradorite, les calcaires coquilliers ou à entroques, etc...

Le travail de finition effectué sur la pierre permet de faire varier les aspects esthétiques, polissage, bouchardage, etc...

**\*Homogénéité** : La teinte et la texture de la roche doivent être homogènes pour permettre la commercialisation des produits aux caractéristiques constantes. Avec prudence, les producteurs de pierres ne peuvent s'engager à fournir "des produits rigoureusement identiques, étant donné les variations naturelles inévitables des roches extraites". Donc "a priori" un affleurement présentant des variations importantes de teintes et de texture offre peu d'intérêt.

L'existence de défauts dans la roche (voir tableau n° 17) et leur densité relative peut être une cause d'abandon pour un projet (présence de nombreux "crapauds", vacuoles, trous d'animaux fouisseurs, etc...).

**\*Caractéristiques physiques** : une roche massive, dure, sonore sous le marteau, bien cristallisée, peu poreuse laisse supposer une grande résistance mécanique et une bonne aptitude au polissage.

En contre-partie, elle est plus fragile et elle sera plus affectée par des déformations tectoniques.

En pratique, la présence de deux fractures au moins par mètre linéaire ne permet pas d'envisager une fabrication industrielle (blocs trop petits pour un sciage au chassis). Une utilisation pour le pavage n'est toutefois pas à exclure.

#### *5.1.2 - Critères liés aux gisements*

Si les premières observations sont favorables, l'examen détaillé à l'échelle du gisement s'avère nécessaire.

**\*Fracturation** : elle joue un rôle essentiel car elle détermine les dimensions des blocs "marchands". Pour obtenir des coûts minimaux de sciage dans l'utilisation des chassis à lames, des blocs de 2 m (L) x 2 m (l) x 1,5 m (H) sont recherchés.

L'examen de la fracturation sur le terrain est délicat sous les climats tempérés car la pierre est souvent recouverte d'un sol qui empêche toute observation de surface.

La réalisation de tranchées ou de sondages carottés est alors nécessaire. Sous climat désertique, la fracturation de surface est généralement visible sur la surface structurale des bancs et une simple photo aérienne permet de déterminer les "familles" de fractures, les couloirs de fracturation. Les zones épargnées par les déformations sont alors aisément identifiées. et elles feront l'objet d'examens approfondis.

Complémentaire de la fracturation sub-verticale, la fracturation sub-horizontale joue aussi un rôle important. Elle apparaît souvent dans les massifs granitiques, due à des phénomènes de décompression.

Dans les gisements de roches calcaires, la hauteur des blocs extraits est limitée par l'épaisseur des bancs. Une fracturation sub-horizontale peut parfois exister dans des assises particulièrement massives.

Deux méthodes sont généralement utilisées pour quantifier la fracturation :

- le PS (Paramètre structural) tient compte du nombre de diaclases par mètre et du nombre de familles de fractures ; par exemple un PS = [2.3] signifie 2 fractures par mètre et 3 familles d'orientation différente.
- le RQD (Rock Quality Designation) qui est le rapport, en pourcentage, de la somme des longueurs des portions de carottes de sondage supérieures à 10 centimètres, à la longueur totale de la passe carottée. Un RQD > à 75 % désigne un bon gisement.

**Tableau 17 - Principaux défauts des pierres limitant leur utilisation en ornementation**

- **Crapaud :**  
Rognon de pierre qui se trouve enrobé dans le marbre ou un calcaire dur.
- **Fil :**  
Fente souvent à peine perceptible qui coupe une masse et qui a une forme et une direction quelconques.
- **Flamme :**  
Trainée noirâtre.
- **Géode :**  
Cavité qui, fermée de toutes parts, dans une roche, est tapissée de cristaux ou de minéraux concrétionnés.
- **Moye :**  
Synonyme de moie ; couche tendre qui se trouve dans la pierre et qui peut lui permettre de se déliter.
- **Noeud :**  
Synonyme de rognon ; fraction de masse minérale irrégulièrement arrondie, englobée dans une substance minérale de nature différente.
- **Péture :**  
Nom donné à un défaut dans le marbre : c'est un fil ayant au maximum 15 à 20 cm de longueur.
- **Stylolite :**  
Joint irrégulier marquant la stratification ; il est indenté, des creux et des pointes accidentant un plan parallèle à celui du dépôt. On connaît aussi des stylolites obliques et même perpendiculaires à la stratification.
- **Trou de vers :**  
Petits trous ronds millimétriques qui existent dans certaines roches marbrières blanches.
- **Veine cristalline :**
  - 1 - Marque longue et étroite qui va en serpentant dans les roches marbrières capricieusement par rapport à la stratification, due à une variation de couleur ou à des filonnets de matières différentes.
  - 2 - Partie de calcite recoupant le banc de pierre ou de roche marbrière.
- **Verrier :**  
Filonnet de calcite.



**\*La découverte :** l'épaisseur et la nature de la découverte joue un rôle important dans l'exploitabilité d'un gisement.

Si une roche affleure, elle est en général altérée. Cet horizon d'altération devra donc être enlevé avant d'atteindre la roche saine.

Le rapport maximum des épaisseurs découverte/roche exploitable généralement admis est de 1/1. Il pourra être supérieur si la pierre ornementale a une grande valeur marchande ou si la découverte peut être valorisée.

Par exemple, dans le Sidobre, des boules de granite sont exploitées après un décapage au bulldozer de 10 à 20 mètres de terre et d'arènes granitiques meubles.

A Comblanchien, la découverte est voisine de 30 mètres pour 10 à 15 mètres de roches marbrières. Au sommet, 5 à 10 mètres de terre sont enlevées. Au dessous, de 15 à 20 mètres de calcaire altéré, fortement fracturé, sont pétardés pour une utilisation comme granulats.

**\*L'altération :** en général, l'altération est une cause de dépréciation des qualités mécaniques et esthétiques d'une roche. L'arénisation des granites et la karstification des massifs calcaires peuvent, lorsqu'elles sont trop avancées, faire rejeter un projet en raison de la proportion de "stériles" qu'il faudra éliminer.

Habituellement, l'altération de la roche peut être constatée à l'affleurement ou dans des sondages carottés. Toutefois la présence de cavités karstiques ou d'arènes est toujours possible entre deux points d'investigation.

**\*Les réserves :** les réserves **prouvées** (ou calculées) doivent au **minimum** pouvoir assurer 10 ans de fonctionnement d'une usine de transformation en fonction d'une quantité de production pré-établie. Elles ont été calculées en fonction de dimensions géométriques reconnues par observation visuelle directe ou par sondages carottés suffisamment rapprochés pour s'assurer de la continuité du gisement.

Les **réserves possibles** (ou probables) englobent les réserves pouvant exister latéralement ou verticalement par rapport au volume des réserves prouvées.

Le potentiel de ces réserves complémentaires devra être étudié plus en détail pour que l'exploitant puisse les considérer comme certaines.

La notion de réserves éventuelle est plus générale encore, puisqu'en outre des réserves possibles, des extensions sont espérées aux environs du gisement principal.

Ce sont les prolongements géologiques qui laissent envisager cette éventualité :

- bancs calcaires massifs d'origine marine, se prolongeant sur des dizaines de kilomètres (cuestas de calcaire bathonien du Comblanchien ou du Châtillonnais...),
- pointements granitiques issus du même batholite profond ("bassin granitier" breton regroupant diverses carrières exploitant le même faciès pétrographique).

**\*Les rendements** : pour juger de l'exploitabilité d'un gisement, deux rendements sont généralement utilisés :

- le rendement-carrière est, en temps donné, le rapport du volume de blocs équarris sortis de la carrière au volume de roches en place qu'il a fallu extraire pour les produire, y compris la découverte de même faciès que la roche exploitée (en excluant l'horizon terrigène ou de nature différente qui recouvre en général le gisement).  
Ce rendement-carrière peut varier de 10 % (cas de carrières de marbre parcourues de couloirs de fracturation) à 80 % (cas de certains gisements de pierre de taille tendre extraite par sciage direct sur les bancs).
- le rendement-usine est le rapport du volume de produits commercialisés au volume de blocs marchands dont ils sont issus, ceci en un temps donné.

A ce niveau de transformation, c'est la présence dans la pierre de défauts inacceptables à la commercialisation qui conditionne les rebuts (présence de petites cavités, "crapauds", variations de teinte...).

Ce ratio peut varier de 30 à 80 % des blocs marchands entrés dans l'usine.

Un net gain de productivité peut être obtenu en automatisant la détection des défauts et le découpage optimisé des dalles. La production des carrières du Boulonnais est ainsi passée de 7 m<sup>2</sup>/h en manuel à 21 m<sup>2</sup>/h en automatique.

Certains exploitants utilisent le terme de "rendement global" c'est-à-dire le rapport du volume de produits commercialisés au volume de roches en place, y compris la découverte. Celui-ci est en général très faible, voisin de quelques pourcents (3,5 % en moyenne à Comblanchien, 3 % dans le Sidobre).

## 5.2 - SPECIFICATIONS INDUSTRIELLES

Les règles de l'Art codifiées sont transcrites dans diverses catégories de documents servant de base aux bureaux de contrôle lors de l'exécution, et en cas de litige, aux experts pour vérifier la conformité des matériaux et des ouvrages.

### 5.2.1 - En France

Deux types de documents concernent les ouvrages en pierre :

- Les normes (AFNOR) donnent la définition des produits traditionnels d'usage courant et d'expérience éprouvée (cf. tableau 18).
- Les Documents Techniques Unifiés (DTU) décrivent la mise en oeuvre des produits normalisés suivant une méthode traditionnelle ; ils donnent une définition complémentaire des produits.

|                                    |   |
|------------------------------------|---|
| DTU 20 (avant 1967)                | - Maçonnerie, béton armé, plâtrerie                           |
| DTU 20-1 (Projet en cours d'étude) | - Ouvrages de maçonnerie en petits éléments ( murs et parois) |
| DTU 20-12 (octobre 1981)           | - additif N° 2 au Mémento                                     |
| DTU 23-1 (janvier 1976)            | - Parois et murs en béton banché                              |
| DTU 52-1 (avril 1961)              | - Revêtements de sols scellés                                 |
| DTU 55 (avril 1961)                | - Revêtements muraux scellés                                  |
| DTU 55-2 (décembre 1979)           | - Revêtements muraux attachés en pierres minces.              |

**TABLEAU 18**  
**Normes AFNOR relatives aux Pierres ornementales (1987)**

|  | Désignation des Normes   | Pierres calcaires   | Roches marbrières                    | Granites                               | Grès                                    |
|--|--|---|--------------------------------------|--|---|
| <b>Normes générales</b>  | Terminologie<br>Vocabulaire<br>Transactions<br>Identifications<br>Caractéristiques géométriques  | B 10 001<br>B 10 101<br><br>B 10 301<br>B 10 401  | B 10 102<br>B 10 202<br><br>B 10 402 | B 10 103<br>B 10 203*<br><br>B 10 403* | B 10 104*<br>B 10 204*<br><br>B 10 404* |
| <b>Normes d'essais</b>   | Absorption d'eau par capillarité<br>Porosité - Masse volumique réelle<br>Coefficient d'absorption d'eau<br>Vitesse de propagation du son<br>Dureté superficielle<br>Dureté vickers<br>Usure au disque métallique<br>Essai de compression<br>Essai de flexion<br>Module d'élasticité dynamique<br>Teneur en eau critique<br>Essai de gélivité<br>Résistance aux attaches<br><br>Mesure du poli<br>Tachabilité | B 10 502<br>B 10 503<br>B 10 504<br>B 10 505<br>B 10 506<br>B 10 507<br>B 10 508<br>B 10 509<br>B 10 510<br>B 10 511<br>B 10 512<br>B 10 513<br>B 10 514<br><br>- | -                                    | -                                      | -                                       |
| <b>Normes d'exigences (aptitude d'une pierre à l'emploi donné)</b> | Prescriptions générales relatives à l'emploi   | B 10 601*   | B 10 602*                            | B 10 603*                              | B 10 604*                               |

\*Normes en projet

- Absence de Normes

5.2.2 - Aux Etats-Unis

"American Society for Testing and Materials" (ASTM) a défini les spécifications suivantes, relatives aux pierres du bâtiment et à leurs utilisations :

|   |
|---|
| <p><b>Specifications for:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*C 616-68(1977) Building Sandstone</li> <li>*C 568-67(1977) Dimension Limestone</li> <li>*C 503-67(1977) Exterior Marble</li> <li>*C406-58(1976) Roofing Slate</li> <li>*C543-67(1977) Slate Blackboards</li> <li>*C615-68(1977) Structural Granite</li> <li>*C629-68(1977) Structural Slate</li> </ul>  |
| <p><b>Test Methods for:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>*C 241-51(1976) Abrasion Resistance of Stone Subjected to Foot Traffic</li> <li>*C 97-47(1977) Absorption and Bulk Specific Gravity of Natural Building Stone</li> <li>*C 170-50(1976) Compressive Strength of Natural Building Stone</li> <li>*C 880-78 Flexural Strength of Natural Building Stone</li> <li>*C120-52(1976) Flexure Testing of Slate (Modulus of Rupture, Modulus of Elasticity)</li> <li>*C 99-52(1976) Modulus of Rupture of Natural Building Stone</li> <li>*C121-48(1976) Water Absorption of Slate</li> <li>*C217-58(1976) Weather Resistance of Natural Slate.</li> </ul> |
| <p><b>Definitions of Terms Relating to:</b></p> <p>C119-74 Natural Building Stones</p>  |

Tableau 19 - Normes ASTM.

Le tableau 20 ci-après regroupe les principales caractéristiques physiques des pierres pour le bâtiment.

Tableau 20 - Les principales caractéristiques physiques des matériaux de construction (Normes ASTM)

| Matériau   | Densité (C 97-47)                    | Coefficient d'absorption % (C 97-47) | Résistance à la compression traduite en kg/cm <sup>2</sup> (C 170-50) | Module de rupture traduit en kg/cm <sup>2</sup> (C 99-52) |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
| <i>Marbre</i> (usage extérieur) (C 503-67) <ul style="list-style-type: none"> <li>calcaïque</li> <li>dolomitique</li> <li>travertin</li> <li>serpentine</li> </ul>   | > 2,6<br>> 2,8<br>> 2,3<br>> 2,7     | < 0,75                               | > 1 335   | > 70  |
| <i>Pierre calcaire</i> (C 568-67) <ul style="list-style-type: none"> <li>tendre (demi-ferme)</li> <li>ferme</li> <li>dure (froide)</li> </ul>  | 1,76 à 2,16<br>2,16 à 2,56<br>> 2,56 | < 12<br>< 7,5<br>< 3                 | > 126,5<br>> 281<br>> 562   | > 28<br>> 35<br>> 70                                      |
| <i>Granite</i> pour construction (C 615-68)  | > 2,56                               | < 0,4                                | > 1 335   | > 105   |
| <i>Grès</i> pour construction (C 616-68) <ul style="list-style-type: none"> <li>grès (SiO<sub>2</sub> &gt; 60 %)</li> <li>grès-quartzite (SiO<sub>2</sub> &gt; 90 %)</li> <li>quartzite (SiO<sub>2</sub> &gt; 95 %)</li> </ul> |                                      | < 20<br>< 3<br>< 1                   | > 140 (1)<br>> 703 (1)<br>> 1 406 (1)                                 | > 21<br>> 70<br>> 140                                     |

(1) Suivant la direction de moindre résistance.

## 6 - TECHNIQUES D'EXTRACTION ET DE TRANSFORMATION

### 6.1 - L'EXTRACTION EN CARRIERE

#### 6.1.1 - *La découverte*

Les formations meubles telles que terre végétale, dépôts sablo-graveleux, roches très fragmentées sont mises en tas par un bull-dozer puis reprises sur camion pour être stockées en dehors de l'aire d'extraction. Elles serviront au réaménagement ultérieur de la carrière.

Les formations massives au sommet de la masse exploitable nécessitent l'emploi des explosifs non-brisants pour éviter d'endommager les bancs sous-jacents. Le matériau tout-venant de bonne qualité est souvent transporté, pour la production de granulats, vers une unité de concassage-criblage qui se situe généralement à proximité de la carrière.

#### 6.1.2 - *Les méthodes d'extraction traditionnelles*

Dans les carrières de roches ornementales, deux méthodes principales d'extraction sont encore utilisées :

**\*La poudre noire** : explosif non brisant, permet d'éviter la fissuration du matériau, ce qui le rendrait impropre à toute utilisation.

Bien adapté aux gisements bouliiformes du Sidobre, sa mise en oeuvre est délicate dans les gisements massifs. Pour ceux-ci, l'objectif est de désenclaver de grandes masses (débitage primaire de plusieurs centaines de tonnes) en employant une méthode de tir qui évite un couplage socle-explosif, générateur de fissures.

EXTRACTION EN CARRIERE

(Figure 4)

Ce schéma d'exploitation montre les équipements utilisés pour découper, extraire et transporter des blocs de pierre ornementale.

Des coins à fendre, placés dans une rangée de trous percés verticalement, sont à la masse jusqu'à ce que la roche se fende.

Une foreuse à deux perforateurs est utilisée pour percer une rangée horizontale de trous verticaux.

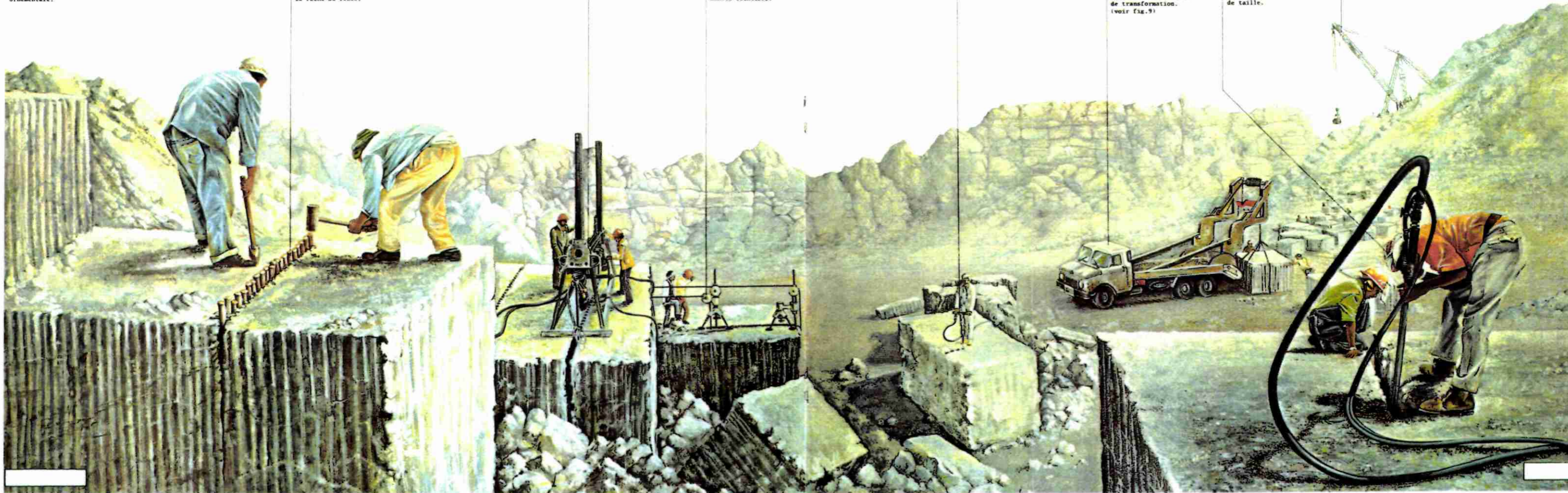
Un câble d'acier à concrétions diamantées, guidé par des poulies, permet de découper des masses rocheuses.

Une masse roche est percée au marteau pneumatique avant d'être découpée en blocs marchands plus petits.

Un camion, spécialement équipé d'un système de levage, est utilisé pour transporter les blocs équarris vers l'usine de transformation. (voir fig. 9)

Un jet de gaz brûlant, produit par une lance thermique, permet de découper une profonde entaille dans le front de taille.

Un derrick est utilisé pour transporter les blocs, récemment extraits des parties inaccessibles de front de taille, d'où ils seront chargés sur des camions.



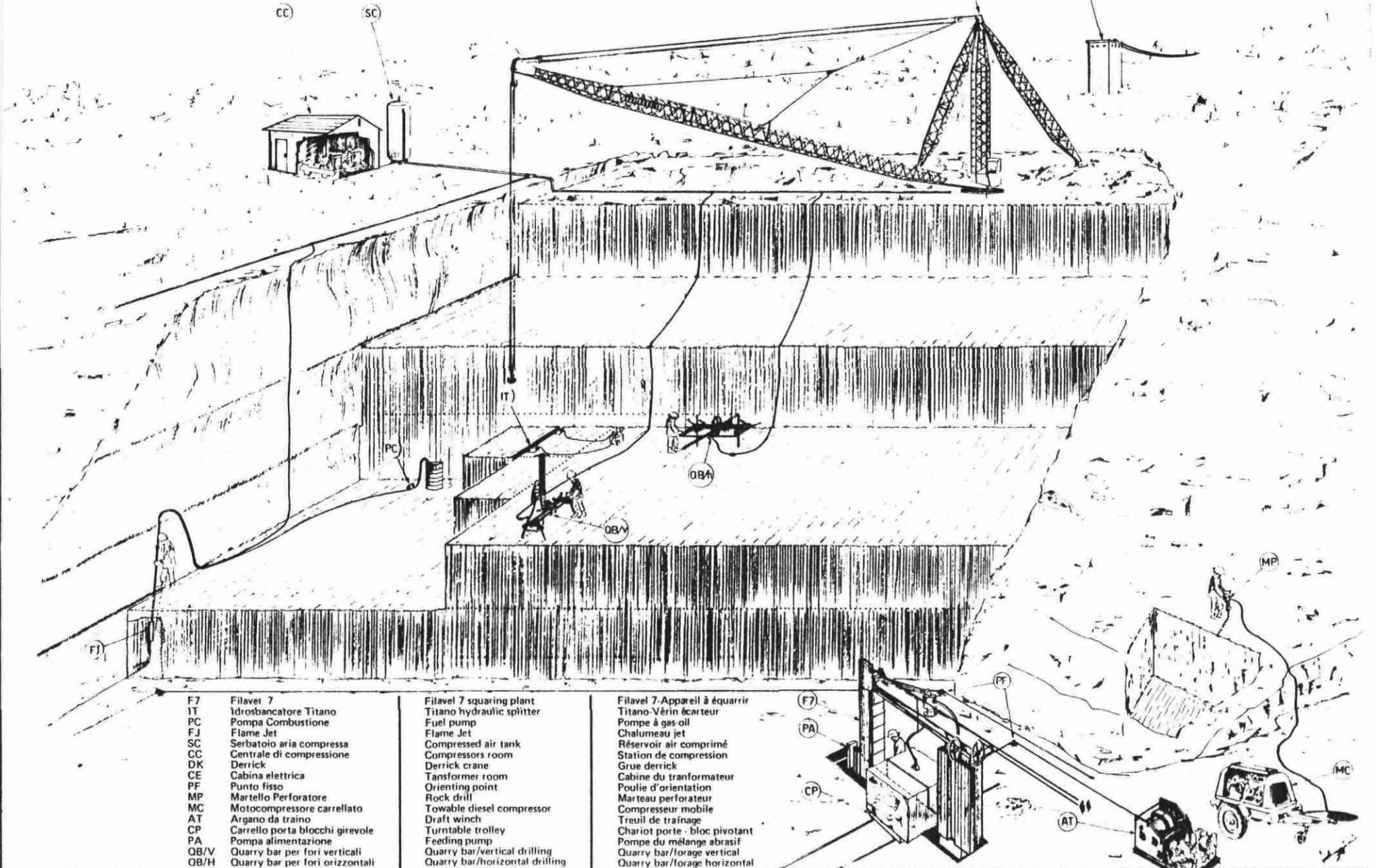
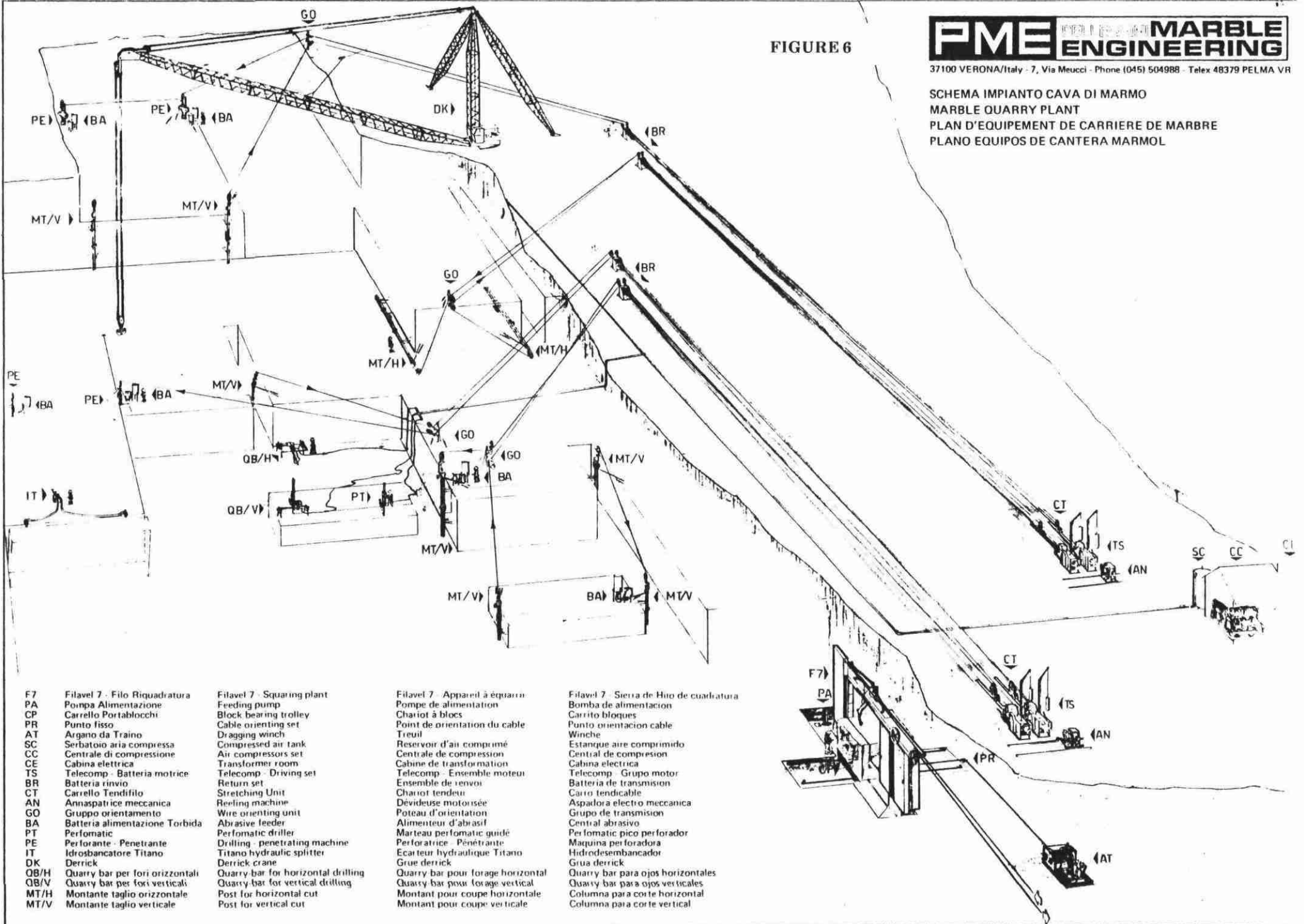




FIGURE 6

SCHEMA IMPIANTO CAVA DI MARMO  
 MARBLE QUARRY PLANT  
 PLAN D'EQUIPEMENT DE CARRIERE DE MARBRE  
 PLANO EQUIPOS DE CANTERA MARMOL



F7 Filavel 7 - Filo Riquadratura  
 PA Pompa Alimentazione  
 CP Carrello Portablocchi  
 PR Punto fisso  
 AT Argano da Traino  
 SC Serbatoio aria compressa  
 CC Centrale di compressione  
 CE Cabina elettrica  
 TS Telecomp - Batteria motrice  
 BR Batteria rinvio  
 CT Carrello tendifilo  
 AN Annaspaltatrice meccanica  
 GO Gruppo orientamento  
 BA Batteria alimentazione Torbida  
 PT Perforante  
 PE Perforante - Penetrante  
 IT Idrosbancatore Titano  
 DK Derrick  
 QB/H Quarry bar per fori orizzontali  
 QB/V Quarry bar per fori verticali  
 MT/H Montante taglio orizzontale  
 MT/V Montante taglio verticale

Filavel 7 - Squaring plant  
 Pompe de alimentation  
 Block bearing trolley  
 Cable orienting set  
 Draging winch  
 Compressed air tank  
 Air compressors set  
 Transforming room  
 Telecomp - Driving set  
 Return set  
 Stretching Unit  
 Reeling machine  
 Wire orienting unit  
 Abrasive feeder  
 Perforatic drilller  
 Drilling - penetrating machine  
 Titano hydraulic splitter  
 Derrick crane  
 Quarry bar for horizontal drilling  
 Quarry bar for vertical drilling  
 Post for horizontal cut  
 Post for vertical cut

Filavel 7 - Appareil à équarrir  
 Pompe de alimentation  
 Chariot à blocs  
 Point de orientation du cable  
 Treuil  
 Reservoir d'air comprimé  
 Centrale de compression  
 Cabine de transformation  
 Telecomp - Ensemble moteur  
 Ensemble de renvoi  
 Chariot tendeur  
 Dévideuse motorisée  
 Poteau d'orientation  
 Alimenteur d'abrasif  
 Marteau perforatic guidé  
 Perforatrice - Pénétrante  
 Ecarteur hydraulique Titano  
 Grue derrick  
 Quarry bar pour forage horizontal  
 Quarry bar pour forage vertical  
 Montant pour coupe horizontal  
 Montant pour coupe verticale

Filavel 7 - Sierra de Hilo de cuadratura  
 Bomba de alimentacion  
 Carrito bloques  
 Punto orientacion cable  
 Winche  
 Estanque aire comprimido  
 Central de compression  
 Cabina electrica  
 Telecomp - Grupo motor  
 Baterria de transmision  
 Carro tendicable  
 Aspadora electro meccanica  
 Grupo de transmision  
 Central abrasivo  
 Perforatic pico perforador  
 Maquina perforadora  
 Hidrosbancador  
 Grua derrick  
 Quarry bar para ojos horizontales  
 Quarry bar para ojos verticales  
 Columna para corte horizontal  
 Columna para corte vertical

\*Le fil hélicoïdal est utilisé dans les carrières de marbres depuis plusieurs décennies. Cette méthode permet de découper des surfaces considérables (plusieurs centaines de m<sup>2</sup>) selon des plans parfaits. Il s'agit d'un fil d'acier hélicoïdal qui pénètre dans le matériau par l'érosion provoquée par un abrasif (grenaille d'acier, de fonte...). Un courant d'eau continu refroidit l'outil et évacue les débris de roche.

### 6.1.3 - Les techniques d'extraction moderne

Actuellement, trois techniques modernes, dérivés des procédés plus anciens, sont opérationnelles sur les chantiers d'extraction :

- le tir à charges découplées dit "Smooth Blasting",
- le fil diamanté,
- les laveuses - rouilleuses.

\*Le tir à charges découplées : Elle s'appuie sur la théorie de la technique du prédécoupage mise au point aux Etats-Unis et en Suède dans les années 50. Les explosifs utilisés doivent être faiblement brisants. Ils sont conditionnés en cartouches de petits diamètres et, positionnés par des centreurs en plastique qui permettent d'obtenir un découplage suffisant.

Cette technique, si elle est correctement réalisée, permet d'orienter la poussée des gaz produits et de détacher des masses très importantes en suivant les fissures naturelles pré-existantes.

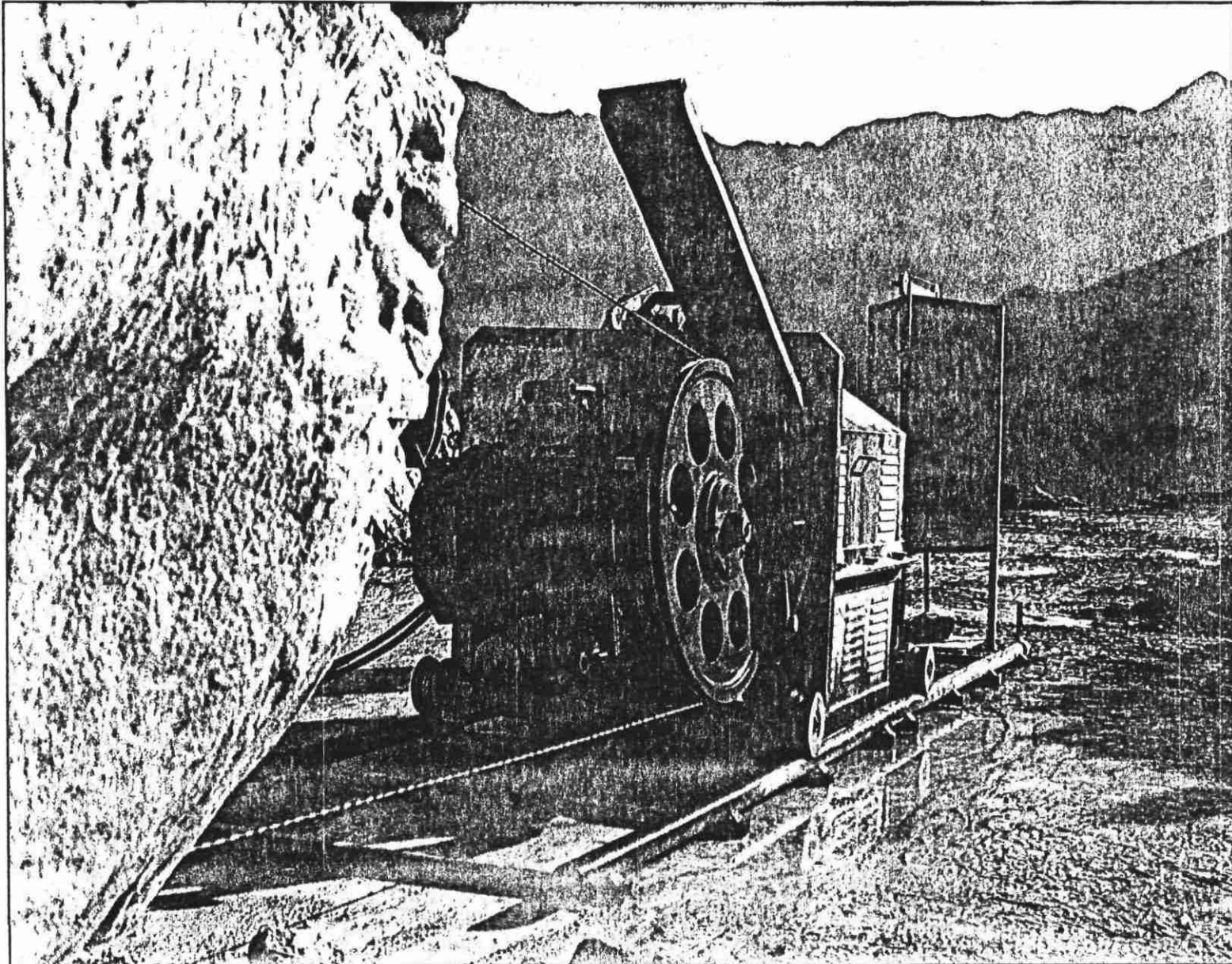
Cette méthode est actuellement en phase d'optimisation en utilisant, entre autres, un logiciel d'assistance à l'exploitation.

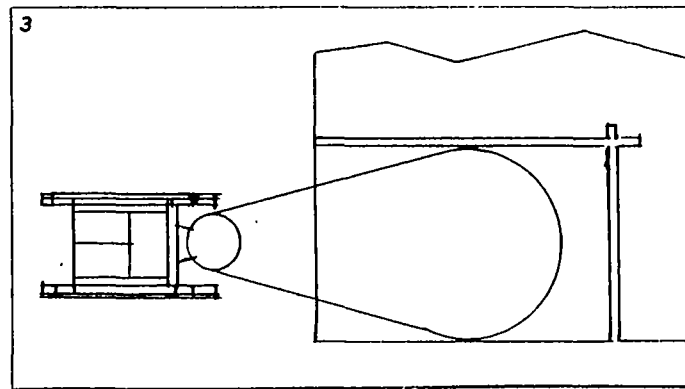
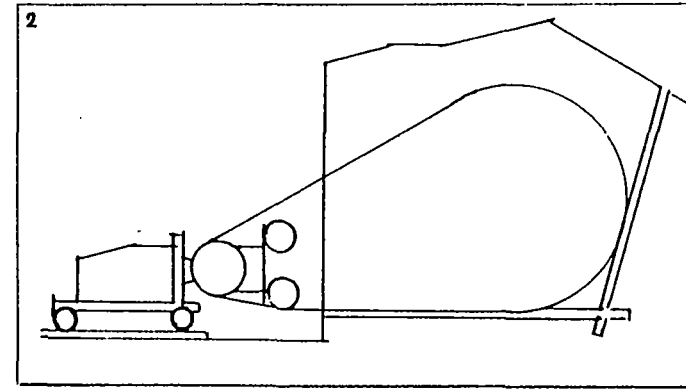
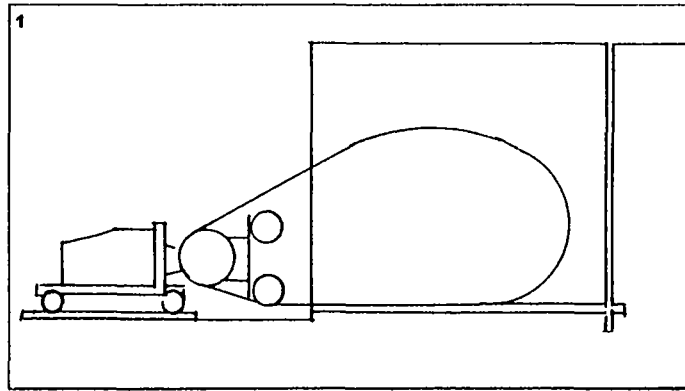
\*Le fil diamanté : cette méthode est maintenant courante dans les carrières de marbres et de pierres marbrières (Boulonnais, Poitou, Châtillonnais, Maconnais...). Elle est expérimentée depuis 2 ans dans les carrières de granite (essais Diamant-Boart à Ploumanach-granite de La Clarté)..

Cette méthode de découpage a vu son utilisation s'étendre vers les années 1980 grâce à l'amélioration du matériel et du câble.

**FIGURE 7**

**Centrale hydraulique de transmission de puissance dans une installation  
de sciage par câble diamanté**





**FIGURE 8**

**Exemples de découpage de masses rocheuses au câble diamanté**

Le matériel nécessaire comprend un châssis tubulaire monté en rails avec une poulie d'entraînement, une centrale hydraulique de transmission de puissance et un câble diamanté. Deux forages communicants, un vertical, l'autre horizontal, sont réalisés pour le passage du câble (cf. fig. 7 et 8).

Celui-ci comporte un filin central en acier sur lequel sont enfilées des perles de concrétion diamantée. Celles-ci sont séparées entre elles par des ressorts ou des anneaux de caoutchouc dur qui permettent leur rotation et assurent leur maintien en cas d'allongement du câble.

La durée de vie du fil dépend directement de la nature du marbre. Un tronçon de 70 m de fil diamanté peut scier :

- pour un marbre dur ( $R_c = 160 \text{ MPa}$ ) :  $1000 \text{ m}^2$
- pour un marbre tendre (type Carrare,  $R_c = 100 \text{ MPa}$ ) :  $1500 \text{ m}^2$

**\*La haveuse-rouilleuse à chaîne diamantée :**

C'est une machine portant un bras plat de 1 à 3 m de long entraînant à la manière d'une tronçonneuse une chaîne munie de pastilles diamantées. Ce bras, pivotant dans un plan, permet des coupes verticales (rouillage) et des coupes horizontales (havage).

La mise au point de chaînes à plaquettes diamantées a permis de supprimer les opérations fastidieuses du réaffutage des plaquettes en carbure.

Ainsi, dans la pierre de Soignie (Belgique) dont la résistance à la compression est de  $R_c = 170 \text{ MPa}$ , les outils aux carbure avaient une durée de vie de  $100 \text{ m}^2$  avec affutage tous les  $10 \text{ m}^2$ . Dans les mêmes conditions, la chaîne diamantée peut scier  $2000 \text{ m}^2$  (matériel Ets Perrier) et pastilles diamantées Stratapax de Diamant-Boart) sans affutage, par simple rotation d'un quart de tour et blocage des pastilles.

**\*Autres techniques :**

- le chalumeau coupe-pierre ("rock-cutting jet") : la découpe de saignées dans la masse granitique par fusion de la roche peut atteindre 5 mètres de profondeur. Il est alimenté en gasoil et en air comprimé. La flamme produite se propage à la vitesse de  $1300 \text{ m/seconde}$  ce qui permet une coupe rapide et l'élimination des déchets du sillon.

**- le jet d'eau haute-pression :**

La mise au point récente de matériels (pompes, tuyauteries, buses...) capables de produire des jets continus à très hautes pressions (jusqu'à 400 MPa) devrait permettre d'utiliser cette technique pour découper les roches.

**\*Coûts comparés des techniques d'extraction :** Dans les tableaux 21 et 22 ci-après sont reportés les coûts comparés des différentes méthodes utilisées dans l'extraction du marbre et les indices de production (B. Rozes, 1984).

**Tableau 21**

**Coût comparés des différentes méthodes de découpage du marbre en carrière - 1984**

|                            | Fil d'acier         |     | Fil diamant         |     | Haveuse diamant     |     | Découpage explosif  |     |
|----------------------------|---------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|---------------------|-----|
|                            | en F/m <sup>2</sup> | %   | en F/m <sup>2</sup> | %   | en F/m <sup>2</sup> | %   | en F/m <sup>2</sup> | %   |
| Foration                   | 6                   | 5   | 12                  | 11  | —                   | —   | 70                  | 79  |
| Personnel                  | 76                  | 64  | 20                  | 19  | 12                  | 10  | 1,6                 | 2   |
| Consommables               | 19                  | 16  | 64                  | 60  | 84,5                | 73  | 17                  | 19  |
| Energie                    | 12                  | 10  | 4                   | 4   | 3                   | 3   | —                   | —   |
| Amortissement et entretien | 6                   | 5   | 7                   | 6   | 15,5                | 14  | —                   | —   |
| Total .....                | 119                 | 100 | 107                 | 100 | 115                 | 100 | 98,6                | 100 |

**Tableau 22**

**Découpage de bancs marbriers - Indices de production - 1984**

|  | Fil d'acier            | Fil diamant           | Haveuse diamant      | Découpage explosif  |
|--|------------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| Coût d'utilisation                         | 119 F/m <sup>2</sup>   | 107 F/m <sup>2</sup>  | 115 F/m <sup>2</sup> | 99 F/m <sup>2</sup> |
| Rendement instantané                       | 0,6 m <sup>2</sup> /h  | 5,5 m <sup>2</sup> /h | 6 m <sup>2</sup> /h  |                     |
| Taux d'activité                            | 0,95                   | 0,60                  | 0,50                 |                     |
| Rendement réel                             | 0,57 m <sup>2</sup> /h | 3,3 m <sup>2</sup> /h | 3 m <sup>2</sup> /h  | 5 m <sup>2</sup> /h |
| Indice de production horaire               | 100                    | 579                   | 526                  | 877                 |
| Indice de coût par unité de volume produit | 100                    | 15                    | 18                   | 9                   |

Ces différents paramètres sont donnés à titre indicatif, car seule une étude de faisabilité détaillée prenant en compte les caractéristiques du gisement et du matériau à extraire, permet, dans la plupart des cas, d'optimiser le choix de la méthode à mettre en oeuvre.

#### *6.1.4 - Le débitage secondaire*

La masse importante de roche, après avoir été détachée du front de taille, doit être découpée en blocs transportables. Les mêmes techniques que celles du débitage primaire sont employées.

Le découpage s'effectue dans la mesure du possible en suivant les directions privilégiées de moindre résistance : sens du "fil" pour le granite, interbancs ou fissures pour les marbres.

Deux méthodes nécessitent la foration de trous alignés qui sont effectués par des marteaux pneumatiques ou des "wagon-drills" :

- enfoncement de coins métalliques à la masse métallique,
- découpage à la poudre noire ("pétardage").

La méthode de sciage au fil est surtout employée dans les carrières de marbre. Dans certaines carrières où l'accès par camion est difficile, les blocs sont sortis de l'excavation par un derrick géant ou par téléphérique.

#### *6.1.5 - L'équarrissage des blocs*

Afin d'éviter le transport de matière rocheuse inutilisable (paroi altérée d'une fracture, excroissance rocheuse...) et améliorer le rendement du sciage à l'usine, le bloc brut issue du débitage secondaire est équarri\* ("mis au carré") dans un atelier qui se trouve généralement à la sortie de la carrière. Cette opération est obligatoire pour les sociétés commercialisant des blocs car elle permet de présenter une masse "mise d'équerre" avec un minimum de défauts apparents.

---

\*équarri : du latin populaire "exquadrare" = rendre carré. Même origine pour le terme anglais "quarry".

L'appareil le plus commun est la monolame, diamanté ou non, de longueur moyenne 3 mètres, qui permet d'équarrir de gros blocs. Pour la pierre tendre, la rouilleuse montée sur châssis permet de bons rendements.

Le disque diamanté de grand diamètre et le fil hélicoïdal (ou diamanté) sont utilisés dans certaines carrières. Les blocs équarris sont chargés sur le plateau d'une semi-remorque pour être commercialisés ou transformés dans une usine qui est généralement située à quelques kilomètres de la carrière.

## 6.2 - LA TRANSFORMATION EN USINE

En France, le volume de production de tranches sciées est nettement supérieur à celui des produits massifs et non sciés, en particulier pour le granite où le rapport est proche de 10.

Certaines usines se sont spécialisées dans cette production comme par exemple les pavés, les bordures de trottoir et les moellons en granite en Bretagne, en Normandie dans les Vosges et dans le Tarn.

Pour les pierres de taille (moellons appareillés), certaines grandes entreprises françaises ont conservé, à proximité de l'usine principale de produits sciés-polis, des ateliers où des Compagnons du Devoir peuvent restaurer la rosace ou l'ogive gothique d'une cathédrale en utilisant la pierre d'origine. Ils emploient soit des outils anciens soit des techniques modernes (burins-graveurs, meuleuses électro-portatives...).

Les trois principales étapes pour la fabrication des tranches polies sont : le sciage, le polissage et le débitage à dimensions. (cf. fig. 9).

### 6.2.1 - Le sciage industriel

L'épaisseur des tranches sciées varie de 2 cm (la plus courante) à 40 cm dans de rares cas.

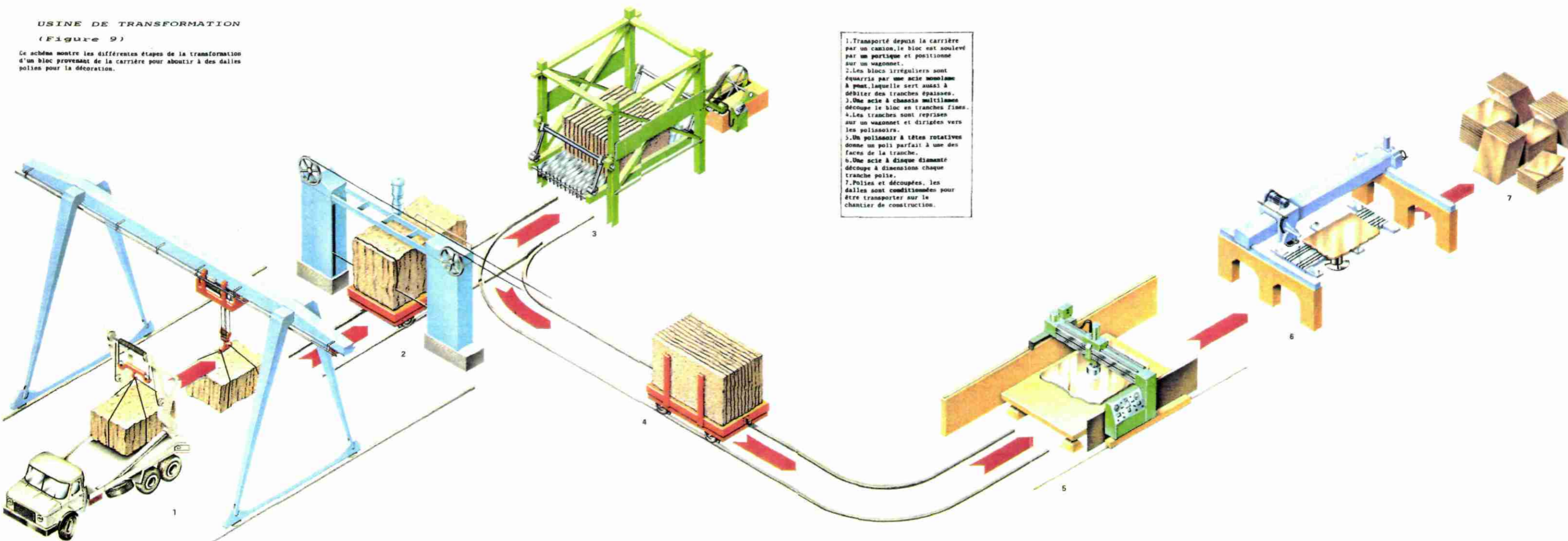
Pour des tranches inférieures à 4 cm, l'intérêt du châssis multilames n'est plus à démontrer alors que les procédés "monotrait" sont plus performants à partir de 10 cm.



# USINE DE TRANSFORMATION

(Figure 9)

Ce schéma montre les différentes étapes de la transformation d'un bloc provenant de la carrière pour aboutir à des dalles polies pour la décoration.



1. Transporté depuis la carrière par un camion, le bloc est soulevé par un pontique et positionné sur un wagonnet.
2. Les blocs irréguliers sont équarris par une scie monolame à pont, laquelle sert aussi à débiter des tranches épaisses.
3. Une scie à chapeaux multilames découpe le bloc en tranches fines.
4. Les tranches sont reprises sur un wagonnet et dirigées vers les polissoirs.
5. Un polissoir à têtes rotatives donne un poli parfait à une des faces de la tranche.
6. Une scie à disque diamant découpe à dimensions chaque tranche polie.
7. Polies et découpées, les dalles sont conditionnées pour être transportées sur le chantier de construction.

**\*Le chassis-multilames ("multiblades gangsaw")**

Le principe de fonctionnement de la machine est simple : un moteur électrique de forte puissance transmet, par l'intermédiaire d'un pivot excentré et d'une longue bielle, un mouvement linéaire alternatif à un cadre métallique horizontal (cf. fig. 10). Celui-ci a une longueur de 3 à 5 mètres et une largeur de 2 à 3 mètres. Dans l'axe de la machine est fixée une "armure", c'est-à-dire un ensemble de lames qui peuvent être de deux types :

- lames avec ou sans dents utilisant du sable quartzé ou de la grenaille d'acier comme abrasif,
- lames comportant des " inserts" de concrétions diamantées.

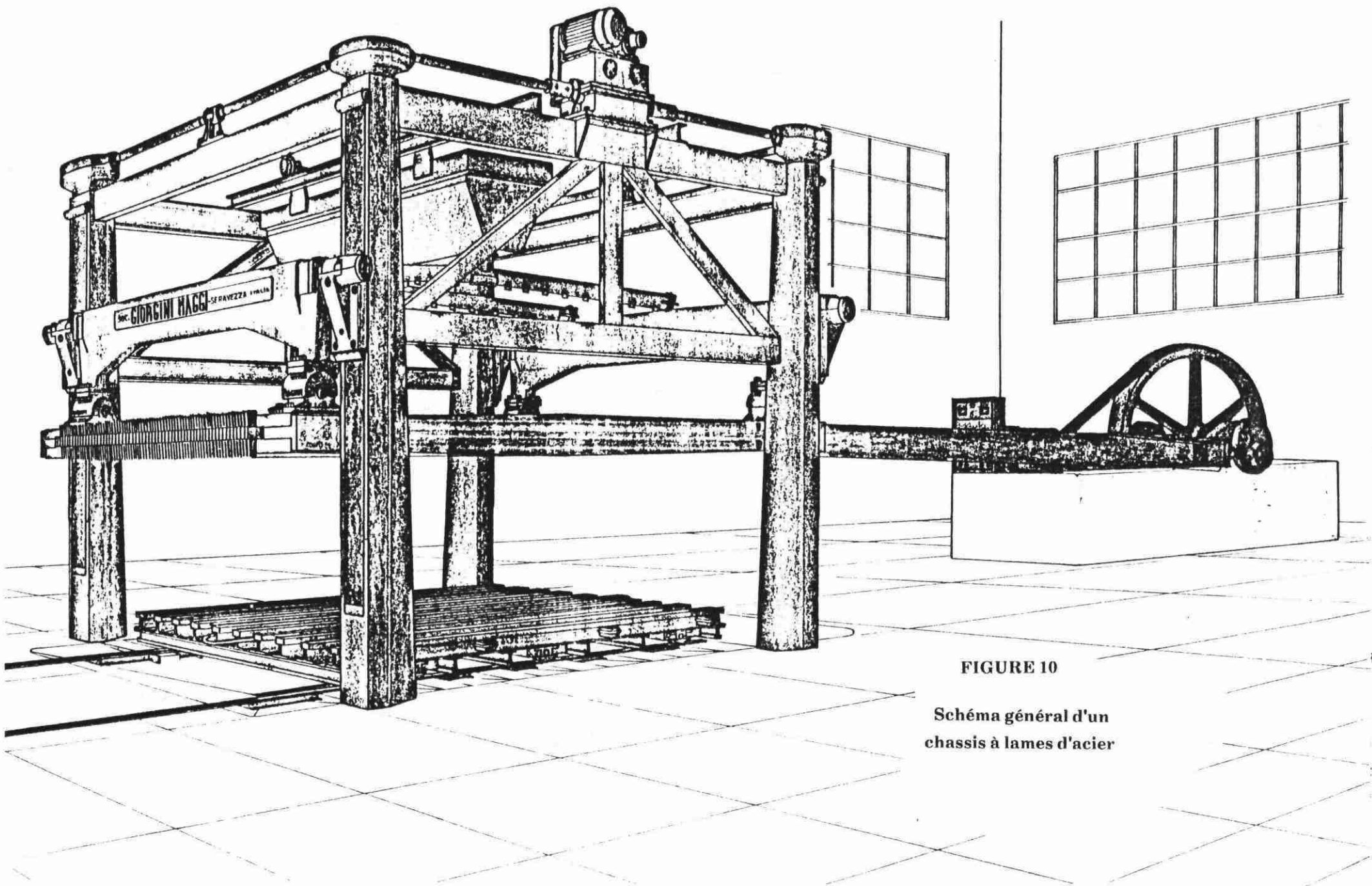
Une "armure" moyenne comprend 100 lames simples ou 50 lames diamantées et elle peut débiter toutes les pierres ornementales, du granite au marbre.

Chaque lame est maintenue sous tension par des tirants ou des clavettes, et l'écartement est réglé par des cales multiples (ou "cahiers"). L'"armure" est généralement positionnée pour produire des tranches de deux centimètres d'épaisseur.

L'utilisation de lames diamantées et l'automatisation des chassis a fortement augmenté la productivité : descente de l'armature de 35 centimètres/heure au lieu de 2 cm/h dans le calcaire de Comblanchien.

Le tableau 23 ci-après regroupe les coûts comparés des méthodes de sciage multitraits dans du granite (d'après Rozès, 1980).

Bien que la perte de matière soit importante (52 % au lieu de 12 % en moyenne, la production mensuelle est quatre fois plus élevée, ce qui conduit à des coûts sans concurrence actuelle.



ING. GIORGINI MAGGI - SESTO CAZZANO (MI)

FIGURE 10

Schéma général d'un  
chassis à lames d'acier

TABLEAU 23

Coûts comparés des méthodes de sciage multitraits du granite

| VALEURS 1980  | CHASSIS LAMES D'ACIER                            |                    | " GRADIAX " ou " MULTIDIAX "                           |                      |                      |                      |
|---|--|--------------------|--|----------------------|----------------------|----------------------|
|   | *Ratios physiques                                | Coût unitaire      | Ratios physiques                                       | Coût unitaire        |                      |                      |
| Vitesse de coupe .....  | 0,7 à 1 cm à l'heure                             |                    | 13 lames : 45 ch/h                                     |                      |                      |                      |
| Durée de vie (lame ou diamant) .....  | 2,2 kg/m <sup>2</sup> ou 1 lame/6 m <sup>2</sup> | 3 F/kg             | 20 lames : 32 cm/h                                     |                      |                      |                      |
| Abrasifs (grenaille d'acier).....   | 5,5 kg/m <sup>2</sup>                            | 2,8 F/kg           | 1 jeu de segments<br>(18)/50 m <sup>2</sup> (par lame) | 1 880 F              |                      |                      |
| Eau d'arrosage des lames .....  | 100 l/min  | 2 F/m <sup>3</sup> | 30 l/lame/min  | 2 F/m <sup>3</sup>   |                      |                      |
| Puissance.....  | 75 ch soit 55 kW                                 | 0,25 F/kWh         | 150 cv soit 110 kW                                     | 0,25 F/kWh           |                      |                      |
| Personnel : de 0 à 3 chassis .....  | 1/2 ouvrier/poste/chassis                        |                    |  |                      |                      |                      |
| nombre de chassis > 3 .....   | 1/3 ouvrier/poste/chassis....                    | 38 F/h             | 1 ouvrier/poste  | 38 F/h               |                      |                      |
| Dimensions utiles de coupe .....  | L = 3 m (2 blocs par chassis)                    |                    | L = 3,20 m   |                      |                      |                      |
|   | l = 3 m  |                    | l = 1,65 m   |                      |                      |                      |
|   | h = 1,90 m                                       |                    | h = 1,40 m   |                      |                      |                      |
| Epaisseur trait de coupe .....  | 3,5 mm   |                    | 7 mm   |                      |                      |                      |
|   | Coût au m <sup>2</sup> pour des tranches         |                    | Coût au m <sup>2</sup> pour des tranches               |                      |                      |                      |
| Epaisseur des tranches .....  | 4 cm   | 6 cm               | 8 cm   | 4 cm                 | 6 cm                 | 8 cm                 |
| Production brute mensuelle moyenne .....  | 420 m <sup>2</sup>                               | 290 m <sup>2</sup> | 220 m <sup>2</sup>                                     | 1 640 m <sup>2</sup> | 1 400 m <sup>2</sup> | 1 250 m <sup>2</sup> |
| Perte matière.....  | 14 %   | 11 %               | 10 %   | 55 %                 | 54 %                 | 50 %                 |
| Consommation taillants (lame ou diamant) .....  | 6,6 F  | 6,6 F              | 6,6 F  | 37,6 F               | 37,6 F               | 37,6 F               |
| Consommation abrasif (grenaille) .....  | 15,4 F   | 15,4 F             | 15,4 F   | —                    | —                    | —                    |
| Consommation eau (perte au recyclage : 10 %) .  | 1,2 F  | 1,7 F              | 2,2 F  | 1,7 F                | 1,3 F                | 1,2 F                |
| Force motrice .....   | 17,7 F   | 19,8 F             | 25,8 F   | 4 F                  | 4,7 F                | 5,3 F                |
| Main-d'œuvre .....  | 18,9 F   | 27,8 F             | 36,2 F   | 10,1 F               | 11,9 F               | 13,3 F               |
| Amortissement machine .....   | 17,2 F   | 25,2 F             | 32,8 F   | 9 F                  | 10,6 F               | 11,9 F               |
| (y compris accessoires, installation, montage) sur<br>7 ans (prévoir 3 chariots pour 2 chassis) |  |                    |  |                      |                      |                      |
| Total .....   | 77 F   | 96,5 F             | 119 F  | 62,4 F               | 66,1 F               | 69,3 F               |

Gradiax et MultidiAx sont des chassis multilames diamantés.

**\*Le disque diamanté :**

L'emploi de ce type de scie s'est fortement accru depuis une décennie, dû, en particulier, aux progrès technologiques et à l'automatisation complète des cycles de sciage.

Un disque diamanté est constitué d'une "tôle", partie circulaire en acier spécial dont la périphérie, ou "jante", est généralement constituée de "segments" de concrétions diamantés.

Le tableau 24 regroupe les caractéristiques des différents types de disques diamantés.

Les disques de grands diamètre (jusqu'à 3000 mm) sont employés pour le sciage des tranches épaisses directement dans les blocs équarris.

Les disques de petit diamètre servent au débitage secondaire des dalles selon les dimensions requises.

**\*Autres techniques de sciage :** Outre le disque diamanté, le débitage primaire des tranches épaisses peut se faire selon deux techniques :

- sciage au fil en atelier : utilisé depuis de nombreuses années, l'évolution technique a surtout porté sur l'emploi de l'abrasif. Après la grenaille d'acier, le carbure de silicium fut employé. Actuellement, le câble diamanté est testé pour le débitage des blocs et des boules granitiques.

- sciage monotrait : pour équarrir en atelier les blocs ou scier des tranches épaisses, les chassis monolames à pont sont couramment utilisés.

Dans le passé, la lame était lisse et de la grenaille était employée. Actuellement, la lame à segments diamantés se généralise.

Pour scier la pierre tendre, les rouilleuses installées à porte fixe sont utilisées. Le bras de ces machines peut atteindre 2 mètres de long. Les pastilles d'usure de la chaîne sont au carbure de silicium ou en concrétions diamantées.

Le tableau 25 ci-après permet de comparer les coûts respectifs des méthodes de sciage monotrait dans le granite.

Tableau 24 - Caractéristiques des différents types de disques diamantés (Documents Diamant Boart).




| TYPES   | DESCRIPTION  | DIMENSIONS  | DESTINATION GENERALE   | MATERIAUX  | AVANTAGES   | RECOMMANDATIONS  |
|---|--|---|--|--|---|--|
|   | <p><b>TYPE J.C.</b></p> <p><b>DISQUE A JANTE CONTINUE</b></p> <p>La partie active consiste en un anneau en concrétion diamantée d'une hauteur standard de 5 mm.</p> <p>Cet anneau est monté sur un support en acier spécial à haute résistance et d'épaisseur plus faible que la concrétion afin de donner de la voie au sciage.</p> | <p>Diamètres : de 200 à 400 mm.</p> <p>Épaisseur diamantée de 1,8 à 3,2 mm suivant diamètre.</p>  | <p>Prévu spécialement pour tous les sciages précis et délicats, les pièces de faible épaisseur ou de petite dimension, et lorsque l'on cherche un fini de coupe exceptionnel ou une faible perte de matière.</p>   | <p>Tous les matériaux, sous la réserve des dimensions.</p> <p>Spécialement : laence émaillée, verre, matériaux fragiles ou recouverts d'une couche fragile, etc...</p> <p>Dans certains cas : marbre poli.</p> | <p>Fin de coupe exceptionnel et spécialement absence de petites ébréchures.</p> <p>Possibilité de débitage de petites pièces fragiles.</p> <p>Perte de sciage faible grâce à l'épaisseur réduite de l'outil.</p>  | <p>Montage très soigné, car les tolérances de fabrication sont très strictes.</p> <p>Arrosage abondant par fourche.</p> <p>Vitesses de rotation comprises entre 20 et 30 m/sec.</p> <p>Avance manuelle sensitive de préférence. Ne pas forcer le disque et veiller à son bon avivage (saillie des diamants).</p>   |
|  | <p><b>TYPE B</b></p> <p><b>DISQUE A ENCOCHES REDUITES</b></p> <p>Les segments de concrétion diamantée sont rapportés à la périphérie d'une tôle encochée. La distance entre les dents est réduite par rapport à celle du type normal. Le nombre de dents est supérieur à celui du type D.</p>  | <p>Diamètres : de 200 à 700 mm.</p> <p>Épaisseur des segments de 1,8 à 5 mm suivant diamètre.</p>   | <p>Convient à tous les sciages pour lesquels on recherche un bon fini plutôt qu'une grande vitesse de coupe.</p> <p>Utilise pour le débitage de plaques d'épaisseur moyenne, spécialement les plaques polies (granit, marbre, etc.).</p> <p>Bien utilisé, il évite les ébréchures.</p> | <p>En particulier, tranches polies.</p> <p>Tous les matériaux pour lesquels le fini est plus important que la vitesse de coupe.</p>  | <p>La proximité des segments leur nombre, les tolérances serrées de fabrication en font un disque idéal pour les sciages où l'on demande un bon fini de coupe et peu d'ébréchures.</p> <p>Il peut être considéré comme l'intermédiaire entre le type J.C. et le type D.</p> | <p>Montage très soigné, respect du sens de rotation marqué sur l'outil.</p> <p>Arrosage abondant par fourche.</p> <p>Sciage par passes pour les fortes épaisseurs dans les matériaux durs.</p> <p>Utilisation manuelle ou automatique.</p> <p>Vitesses de rotation : de 20 à 60 m/sec.</p> <p>Les vitesses les plus basses pour les matériaux durs très compacts, les plus élevées pour les matériaux abrasifs et tendres.</p> |
|  | <p><b>TYPE D</b></p> <p><b>DISQUE A ENCOCHES NORMALES</b></p> <p>La partie active est constituée de segments en concrétion diamantée rapportés à la périphérie d'une tôle encochée.</p>  | <p>Diamètres : de 200 à 3000 mm.</p> <p>Épaisseur des segments identique à celle des types B de 1,8 à 11,5 mm, suivant diamètre.</p> <p>Segments d'épaisseur renforcée sur demande.</p> | <p>Destiné au sciage rapide mais de bonne qualité, il permet de couper de fortes épaisseurs en cas de nécessité.</p> <p>Le disque de production idéal en raison d'un vaste choix de liants et de diamants.</p>   | <p>Disque d'usage normal.</p> <p>Tous matériaux pierreux tels que : ardoise, béton, granit, marbre, pierre bleue, briques, carreaux, réfractaires, asbeste-ciment, etc...</p>                                  | <p>Grande vitesse de coupe et fini très satisfaisant.</p> <p>Permet de scier en forte passe.</p> <p>Prix de revient des coupes très bas.</p> <p>Grand choix de liants pour coupes rapides ou rendements très élevés.</p>  | <p>Montage soigné, respect du sens de rotation, arrosage abondant.</p> <p>Sciage en une ou plusieurs passes.</p> <p>Utilisation manuelle ou automatique.</p> <p>Vitesses de rotation : de 20 à 60 m/sec. suivant qu'il s'agit de matériaux durs et compacts ou de matériaux abrasifs.</p>  |

TABLEAU 25

Coûts comparés des méthodes de sciage monotrait du granite

| Valeurs 1980   | FIL  |                    |                        | DISQUE Ø 2 500 mm  |                    |                        | NORDIAX   |                    |                            |
|--|--|--------------------|------------------------|--|--------------------|------------------------|---|--------------------|----------------------------|
|  | Ratios physiques   | Coût unitaire      | Coût au m <sup>2</sup> | Ratios physiques   | Coût unitaire      | Coût au m <sup>2</sup> | Ratios physiques  | Coût unitaire      | Coût au m <sup>2</sup>     |
| Vitesse d'avancement .....   | 1 m <sup>2</sup> /h                                      |                    |                        | 1,8 m <sup>2</sup> /h<br>(granite tendre)  |                    |                        | 0,5 m <sup>2</sup> /h                                   |                    |                            |
| Consommation taillants .....   | fil : 30 m/m <sup>2</sup><br>à 1,6 kg/m <sup>2</sup>     | 8,5 F/kg           | 13,6 F                 | 0,9 m <sup>2</sup> /h (dur)<br>1 jeu de<br>segments (140)<br>pour 800 m <sup>2</sup> | 27 840             | 34,8 F(a)              | 1 jeu de<br>segments (18)<br>pour 50 m <sup>2</sup>     | 1 880              | 37,6 F                     |
| Consommation abrasifs .....  | carbure de 7 à<br>silicium 12 kg<br>par m <sup>2</sup>   | 5,8 F/kg           | 60 F                   | —  |                    |                        | —   |                    |                            |
| Consommation eau (perte au<br>recyclage 10 %) .....  | 50 l/h   | 2 F/m <sup>3</sup> | 0,1 F                  | 310 l/h  | 2 F/m <sup>3</sup> | 0,6 F                  | 90 l/h  | 2 F/m <sup>3</sup> | 0,4 F                      |
| Force motrice consommée (y<br>compris moteurs accessoires)                                   | 10 ch<br>soit 7,4 kW                                     | 0,25 F/<br>kWh     | 1,9 F                  | 75 ch<br>soit 55 kW  | 0,25 F/<br>kWh     | 13,8 F                 | 16 ch<br>soit 12 kW                                     | 0,25 F/<br>kWh     | 6 F                        |
| Personnel .....  | 1 ouvrier/fil soit<br>1,8 h/m <sup>2</sup>               | 38 F/h             | 68 F                   | 0,5 ouvrier/<br>disque soit<br>0,9 h/m <sup>2</sup>                                  | 38 F/h             | 34 F                   | 0,5 ouvrier/<br>machine soit<br>1,8 h/m <sup>2</sup>    | 38 F/h             | 68 F                       |
| Amortissement machine<br>(y compris accessoires : outil,<br>installations, chariots montage) | 10 ans soit<br>35 200 h<br>(2 postes de<br>8 h par jour) |                    | 3,2 F                  | 7 ans soit<br>24 640 h<br>(2 postes de<br>8 h par jour)                              |                    | 14,8 F                 | 7 ans soit<br>24 640 h<br>(2 postes de<br>8 h par jour) |                    | 20,3 F                     |
| Epaisseur trait de coupe .....   | 4 mm   |                    |                        | 12 mm  |                    |                        | 7 mm  |                    |                            |
| Perte matière .....  | 7 à 10 %   |                    |                        | 15 à 18 %  |                    |                        | 10 à 12 %   |                    |                            |
| Hauteur de bloc admissible ...   | non limité   |                    |                        | 1,05 m   |                    |                        | 1,40 m  |                    |                            |
| Total .....  |  |                    | 147 F/m <sup>2</sup>   |  |                    | 98 F/m <sup>2</sup>    |   |                    | 132,3 F/<br>m <sup>2</sup> |
| avec pondération rendement<br>matière .....  |  |                    | 159 F                  |  |                    | 115 F                  |   |                    | 147 F                      |

Nordiax est une monolame diamantée

### 6.2.2 - *Le polissage industriel*

Les techniques de polissage ont connu de constantes améliorations depuis une vingtaine d'années.

Le principe du polissage est le suivant :

Un plateau de fonte (ou "molette") sur lequel est fixé une meule abrasive tournant à grande vitesse (carborundum, carbure de silicium ou corindon), est déplacé sur la surface à polir. Le parcours de l'ensemble en rotation, longtemps laissé à l'initiative de l'ouvrier-polisseur est actuellement piloté par un micro-ordinateur. (système sinusoïdal croisé).

Les meules employées sont d'un grain de plus en plus fin à mesure que la surface devient plus lisse. Au carborundum, se substitue la "potée de carborundum" puis la "potée d'émeri" pour adoucir le poli déjà obtenu. La finition est effectuée au disque en feutre utilisant de la "potée d'étain" donnant à la pierre son poli définitif, encore avivé par une pâte à lustrer. Toutes les opérations (sauf le ponçage et le lustrage) sont réalisées "à eau courante".

La qualité du polissage n'est pas définie par des mesures. Le rendement varie selon les machines, les matériaux et les abrasifs employés.

Il existe trois grandes catégories de polissoirs, chacun mettant en oeuvre une machine spécifique :

- polissoirs à plat,
- polissoirs à chant,
- polissoirs à genouillère.





# GB 550 POLISSOIR A PLAT

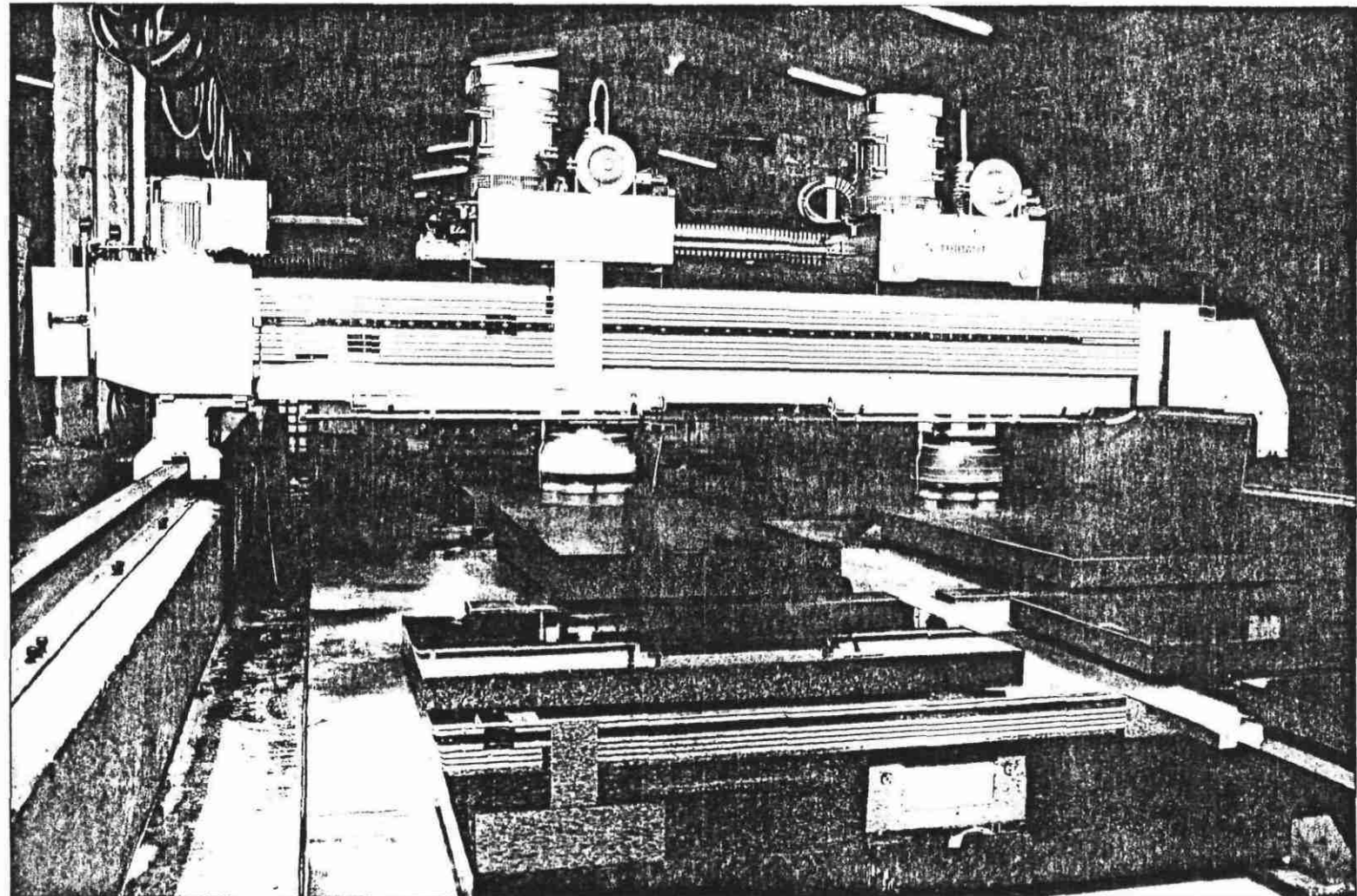


FIGURE 11

## POLISSOIR A PLAT pour granit et marbre Semi-portique ou pont à 1, 2 ou 3 têtes

Machine hydraulique à mémorisation des programmes avec un bâti en fonte moulée et nervurée. Ce polissoir passe automatiquement d'une pierre à l'autre quelles qu'en soient les dimensions et hauteurs.

|         | Capacité transversale de polissage |             |             |             |
|---------|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|         | Semi portique ou pont              | Pont        | Pont        | Pont        |
| 1 tête  | 3 100 m                            | 3 550 m     | 3 850 m     | 4 600 m     |
| 2 têtes | 2 x 1 425 m                        | 2 x 1 650 m | 2 x 1 800 m | 2 x 2 200 m |
| 3 têtes |                                    |             | 3 x 1 150 m | 3 x 1 400 m |

Moteur 40 ch - 30 kW (1 moteur par tête)  
 Tête à satellites Ø 450 mm 6 meules Ø 125/130 mm  
 Poids de l'ensemble mobile avec 1 tête : 6 000 kg, 6 300 kg ou 6 500 kg  
 Poids d'un chariot avec tête : 1 200 kg  
 Poids total avec 12 m de rail - capacité 3 550 m - 2 têtes : 8 940 kg  
 Container maritime 20 ou 40 Pieds suivant la capacité



## GB 20 POLISSOIR A GENOUILLE

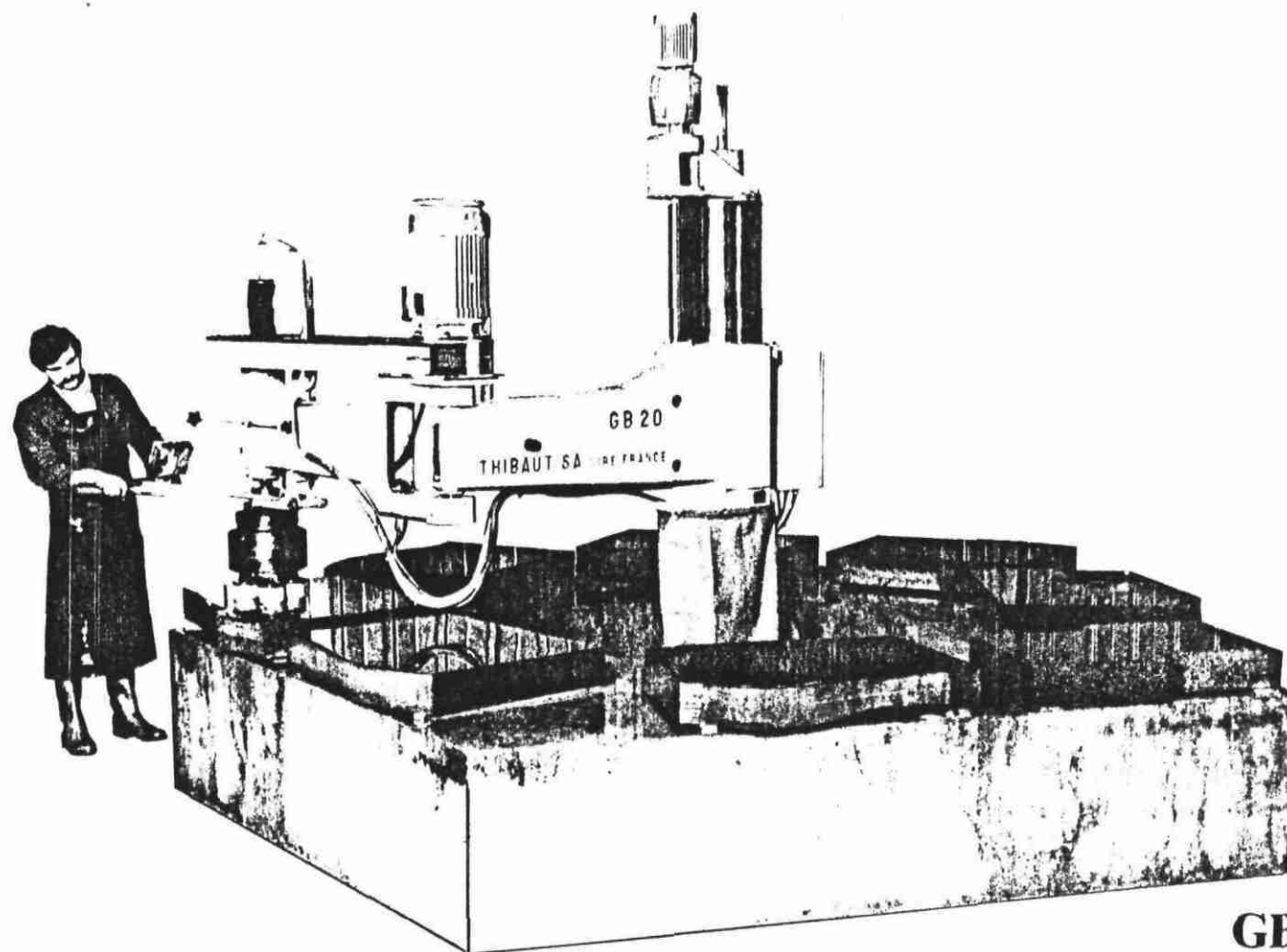


FIGURE 12

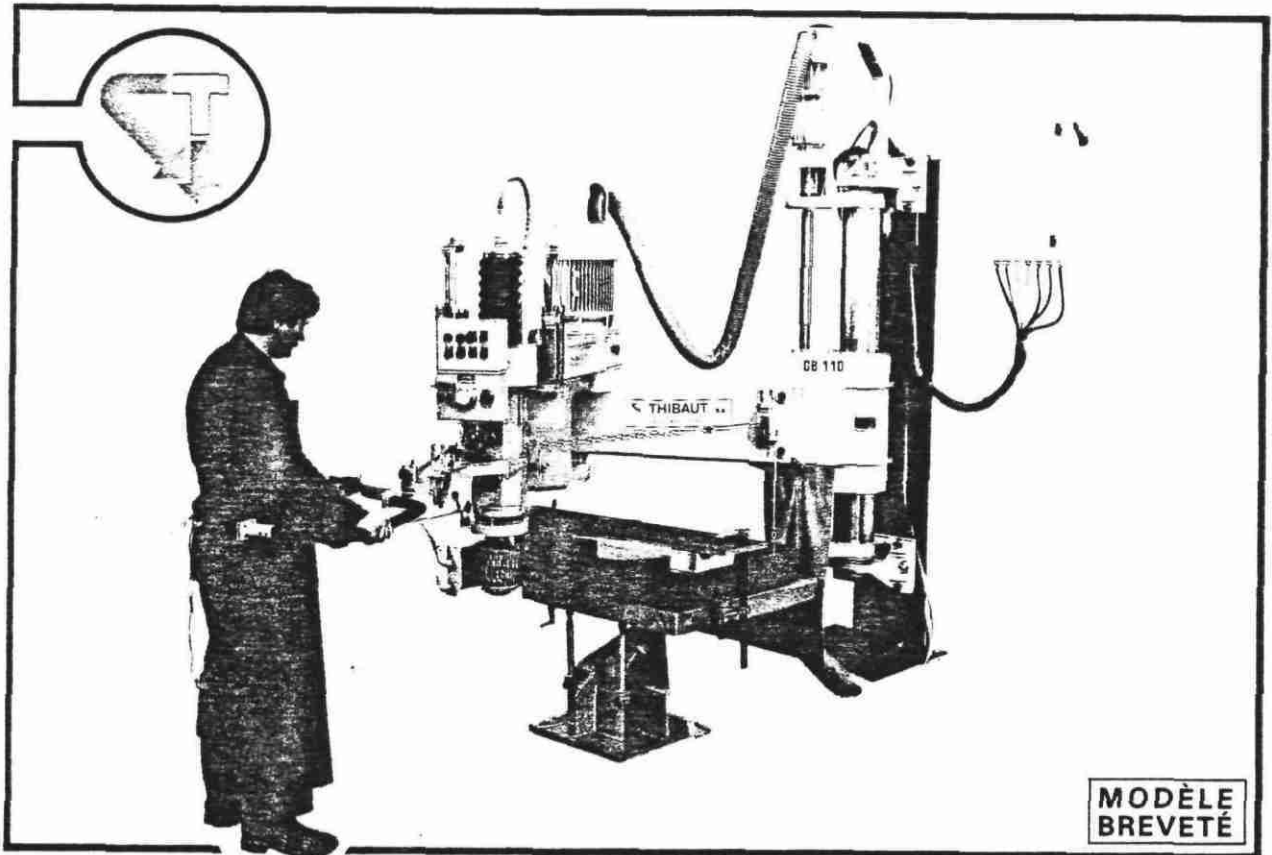
### POLISSOIR A GENOUILLE pour granit et marbre

- Colonne centrale à fixation au sol
- Course verticale 0.75 m
- Moteur de broche 10 ch - 7.5 kW
- Tête à satellites  $\varnothing 260$  mm 4 meules  $\varnothing 90/100$  mm
- Version marbre : plateaux à rotule  $\varnothing 330$  mm

Poids total : 1 450 kg

Poids brut avec emballage maritime : 1 600 kg

**GB 20**



## GB 110 FIGURE 13

**MOULREUSE - FRAISEUSE  
POLISSEUSE - PERÇEUSE  
COMBINÉE  
TOUS MATÉRIAUX**

### CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

**Colonne :** Cylindrique en acier traité rectifié Ø 180 mm montée sur roulements à rotule - fixation murale ou sur poteau.

**Montée-descente :** moto-réducteur 1,25 ch/0,92 kW vis et écrou - course 0,75 m.

**Bras intermédiaire et avant :** en fonte développant 2,05 m.

**Broche :** montée sur coulisseau course 150 mm  
**Graissage centralisé.**

**Moteur :** 2 vitesses 6/11 ch - 4,4/8 kW.

**Poulies à 2 étages (4 vitesses de broche :** 250-495-1315-2630 tr/mn).

**Alimentation :** standard 380 V 50 Hz (autres tensions sur demande).

**Intensité maximum :**  
18 Ampères (pour 380 V).

**Moulurage :** 4 fraises Ø 150 mm et 220 mm, hauteur 35 mm - 1 fraise conique - Pression constante et réglable assistée par contrepoids - Mouvement vertical alterné pneumatique  
Capacité de fraisage verticale : 0,28 m.

**Sciage horizontal :** Disque Ø 300 mm ou Ø 400 mm - Blocage mécanique du coulisseau.

### OPTIONS

**Polissage marbre :** Avec plateau à rotule pression pneumatique.

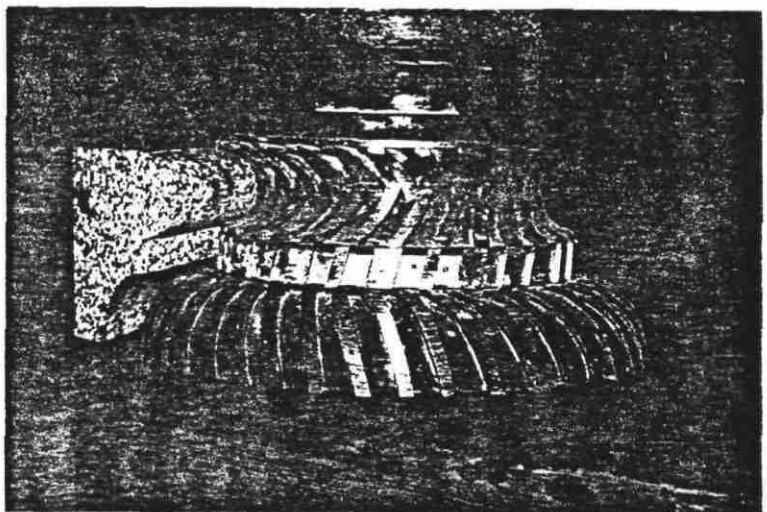
**Polissage granit :** Avec tête à satellites 4 meules 90/100 pression pneumatique.

**Perçage :** Ø maxi 180 mm (en standard) dans du granit.

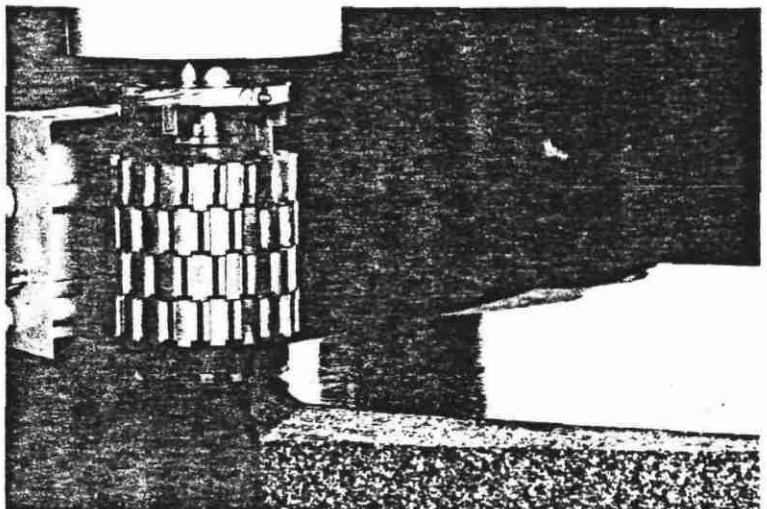
**Boîte de vitesses :** augmentant les possibilités de perçage (8 vitesses à la broche).

**Polissage des courbes :** à pression pneumatique avec : 1 cardan - 1 support de stèles et ensemble de guidage pour le polissage.

**Poids total :** 1350 kg.



fraise de forme



fraise conique

Le polissage à plat permet le polissage sur de très grandes surfaces au stade d'usinage des tranches sciées. Une ou plusieurs têtes de polissage comportant une ou plusieurs meules satellites se déplace sur le plan de la surface à polir grâce à sa fixation sur un portique à pont permettant de combiner les déplacements longitudinaux et transversaux. Le polissage à plat est devenue une opération entièrement automatique depuis 1975 grâce aux changements programmés des plateaux porte-meules à fixation rapide (Société Thibaut, cf. fig. 11).

Les polissoirs à genouillère ou à chant sont des engins spécialement adaptés au polissage d'éléments de surface variable et de formes complexes, entrant dans la composition des monuments (cf. fig. 12 et 13).

Le tableau 26 permet d'évaluer le coût de polissage de plaques de 2,90 m x 1,30 m en 2 postes de 8 heures, 20 jours par mois en utilisant un polissoir à plat automatique, électro-hydraulique (B. Rozès - 1980).

**TABLEAU 26**  
Coût du polissage à plat du granite

| Valeurs 1980 .   | Ratios physiques   | Coût unit.         | Coût au m <sup>2</sup> |      |
|--|--|--------------------|------------------------|------|
|  |  |                    | en francs              | en % |
| Longueur courante de polissage (pas de limite théorique)           | 12 m   |                    |                        |      |
| Largeur utile  | 1,90 m   |                    |                        |      |
| Production moyenne mensuelle (1)                                   | 450 m <sup>2</sup> (2 m <sup>2</sup> /heure en polissage)  |                    |                        |      |
| Consommation de meules (2)   |  |                    | 36,46                  | 63,8 |
| (Ø 130 mm/125 n° 1   | 1,50 meule/m <sup>2</sup>  | 8,7 F              | (13,05)                |      |
| n° 2   | 1,50 meule/m <sup>2</sup>  | 8,7 F              | (13,05)                |      |
| n° 3   | 0,50 meule/m <sup>2</sup>  | 9,5 F              | (4,75)                 |      |
| n° 4   | 0,26 meule/m <sup>2</sup>  | 18 F               | (4,68)                 |      |
| Consommation potée d'étain   | 10 g/m <sup>2</sup>  | 80 F/kg            | (0,8)                  |      |
| Consommation d'eau (25 % de perte au recyclage)                    | 150 l/heure  | 2 F/m <sup>3</sup> | (0,1)                  |      |
| Force motrice  | 5,5 kwh/m <sup>2</sup>   | 0,25 F/kwh         | 1,37                   | 2,4  |
| Personnel  | 0,5 ouvrier/poste/machine pour la surveillance, plus les temps de manutention soit environ globalement 0,36 heure/m <sup>2</sup> (1) | 32,5 F/h           | 11,7                   | 20,5 |
| Maintenance  | 6 heures/mois/machine  | 67 F/h             | 0,9                    | 1,6  |
| Amortissement machine (y compris accessoires et montage) sur 7 ans |  |                    | 6,7                    | 11,7 |
|  |  | TOTAL              | 57,1                   | 100  |

(1) Compte tenu des temps de manutention qui représentent ~ 30 % du total et pour un granite de dureté moyenne (ex. Tarn). Pour des roches basiques type diabase ou gabbros d'Afrique du Sud les rendements sont moins élevés (0,8 à 1,2 m<sup>2</sup> à l'heure).

(2) La consommation de meules n° 1 dépend aussi de la qualité du sciage.

### 6.2.3 - La chaîne de transformation automatisée

Gérée par un micro-ordinateur et utilisant l'électronique, l'hydraulique et le pneumatique, l'automatisation a permis d'optimiser les différents stades de la transformation des pierres ornementales.

La manutention est réduite au strict minimum grâce à des palans sur portique, des dispositifs de manutention à ventouses, des bandes convoyeuses (cf. fig. 14).

La découpe à dimensions s'opère par positionnement automatique des disques diamantés à l'écartement voulu. Les dalles produites sont ensuite conditionnées sur palettes ou, pour les produits fins (< 15 mm d'épaisseur), protégés dans des boîtes en polystyrène.

## 7 - PRODUITS DE SUBSTITUTION

Chaque pierre massive a des caractéristiques propres qui fait qu'elle ne ressemble à aucun autre.

Ayant de bonnes qualités esthétiques, certaines pierres ne peuvent être exploitées industriellement à cause d'une intense fracturation. La solution évidente est de constituer un cube de blocs de la pierre souhaitée, liés par un mortier.

Le choix de la taille des éléments de la roche, la résistance et la couleur du ciment ont une importance capitale. Un diamètre de 5 à 12 centimètres et une teinte de liant voisine de celle de la pierre donne, en général, un bon résultat esthétique.

Le marbre reconstitué ainsi créé, se débite comme un bloc marchand classique et suit la même chaîne de transformation. Cette technique est rarement employée avec des granites.

Une autre possibilité est la réalisation de "**granitos**" ("Terrazzo tiles"). Des éléments anguleux (ou "chips",  $\phi$  moyen = 1 centimètre) de marbres homogènes de différentes couleurs sont inclus dans un ciment de teinte différente. Le mélange ainsi créé est ensuite scié et poli selon les techniques traditionnelles. Ce type de produit est d'une qualité d'aspect et d'une résistance, généralement inférieures au marbre reconstitué, et "a fortiori" au marbre massif.

Une image de luxe reste attachée aux pierres ornementales. Ainsi depuis quelques années, les céramistes italiens ont mis au point des carreaux de céramique imitant, avec un certain réalisme, le "travertin" italien et un granite rosé !

Néanmoins par ses qualités mécaniques et l'infini variation de ces teintes, la pierre naturelle restera irremplaçable.

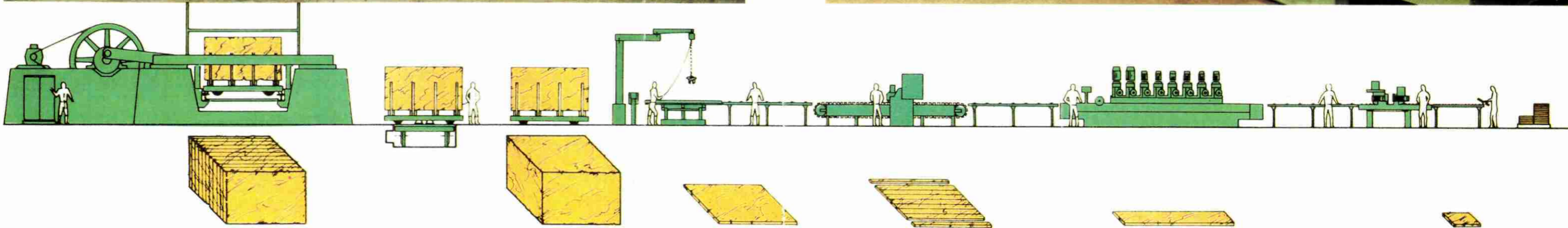
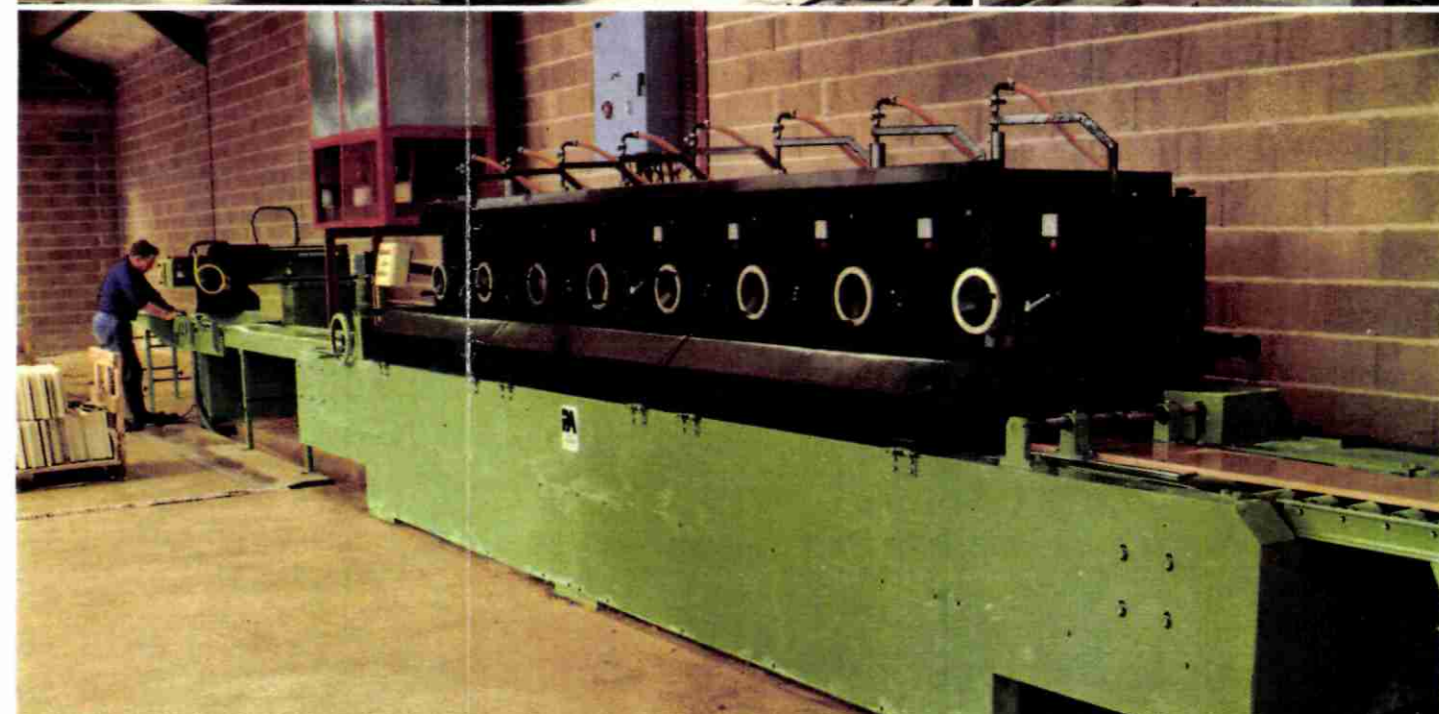
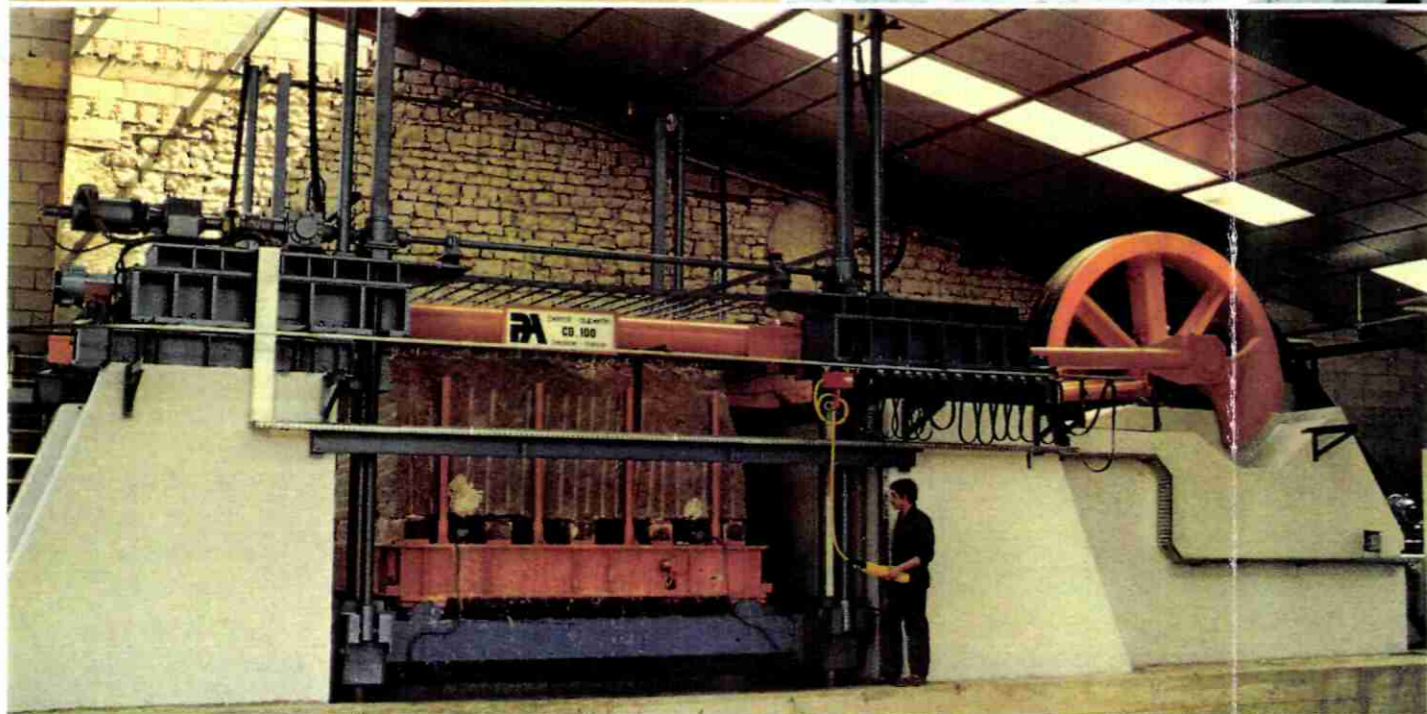
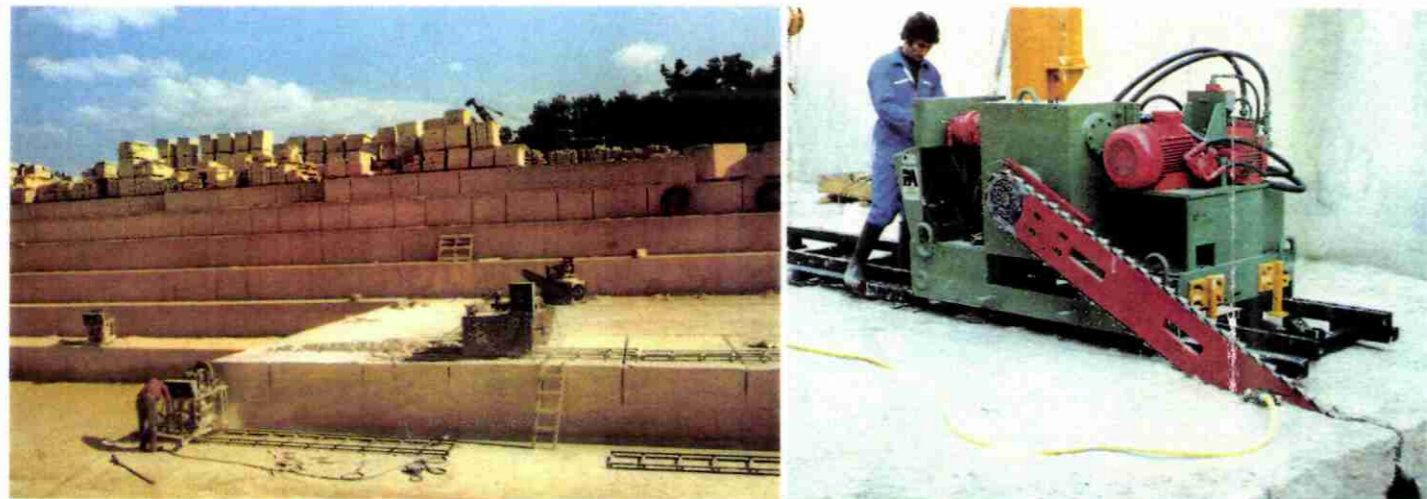


FIGURE 14

Chaîne de transformation des Pierres ornementales

|   |   |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 |   |
| 8 |   |

- 1 - Carrières en cours d'exploitation
  - 2 - Haveuse pour l'extraction de pierres tendres et dures
  - 3 - Châssis pour la découpe du marbre, 100 lames diamantées
- 
- 1 - Working quarries
  - 2 - Rock cutter for quarrying soft and hard stones
  - 3 - Gangsaw for marble, 100 diamond blades

|   |   |
|---|---|
| 4 | 5 |
|   | 6 |
| 7 |   |
| 8 |   |

- 4 - 5 - Débiteur pour le granit, disque diamanté, Ø 2 500, 2 700 et 3 000 mm
  - 6 - Débiteurs en continu ou transversales
  - 7 - Polissoirs en continu et débiteur transversale
  - 8 - Unité de production de marbre, capacité 200 m<sup>2</sup>/jour de carrelage
- 
- 4 - 5 - Sawing machine for granite, circular diamond saw Ø 2 500, 2 700 and 3 000 mm
  - 6 - Continuous or cross cutters
  - 7 - Continuous polishers and cross cutter
  - 8 - Production unit 200 SOM/day made of marble tiles

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANNALES DES MINES - Janvier 1985 - Les activités liées à la Pierre.
- 2 - COUBES L., PRAX A. - Juin 1979 - Le marché français de la pierre ornementale et de construction (pierres dimensionnelles). Données statistiques et économiques - Période 1968-1978. Rapport BRGM 79 SGN 383 MTX.
- 3 - DURAND-CLAYE L., DEBRAY P. - Répertoire des carrières de pierres de taille exploitées en 1889.
- 4 - ESSAI DE NOMENCLATURE DES CARRIERES FRANCAISES DE ROCHES DE CONSTRUCTION ET DE DECORATION - Edition Le Mausolée, 26, rue du Moulin - 69700 - Givors.
- 5 - GUIDE TECHNIQUE POUR L'EMPLOI DE MARBRE - 1972 - Publié par l'Industrie Italienne du Marbre - Rizzoli Grafica - Milano.
- 6 - NOEL Pierre (1968) - Technologie de la Pierre de taille - Société de Diffusion des Techniques de Bâtiment et des Travaux publics, 9, rue La Pérouse - 75 - Paris (XVI).
- 7 - POWER Robert W. (1983) - Construction Matériaux - Dimension and cut stone - Industrial Minerals and Rocks - 5th Edition - Stanley J. Lefond, Editor.
- 8 - ROZES B. - Déc. 1980 - Analyse de la formation des coûts des matériaux de carrière - Industrie des Roches Ornementales - Rapport BRGM 80 SGN 893 MTX.
- 9 - SANCHOLLE B., HENRAUX (1928) - Marbres, Pierres, grès, granites de France - Essais de Nomenclature - Imprimerie Henry Mallez & Cie - Cambrai.
- 10 - TAYLOR Harold A., 1983 - Dimension stone - Minerals Yearbook.



**ANNEXE 1**

**Index alphabétique des carrières de Pierres ornementales et dimensionnelles  
en France (d'après Le Mausolée, 1976)**

# INDEX ALPHABÉTIQUE

par département et par matériau

Les carrières en exploitation sont en caractères maigres. Ex. : Comblanchien.  
Les carrières fermées, abandonnées ou disparues, sont en caractères italiques. Ex. : *Bibemus*.

## AIN

### Pierres de construction et pierres marbrières

Drom .....  
Grand-Corent .....  
Hauteville-Lompnès .....  
Rocheret .....  
Romanèche .....  
Villebois .....  
Chatillon (Roche de) .....  
Farges (Roche de) .....  
Saint-Cyr .....  
Montmerle .....  
Saint-Martin-de-Bavel .....  
Seysssel .....  
Vesancy .....

## AISNE

### Pierres de construction et pierres marbrières

Belfont .....  
Billy .....  
Bonneuil .....  
Colligis .....  
Noyant .....  
Saint-Pierre-Aigle .....  
Vassens .....  
Festieux (Pierre de) .....  
Vierzy .....  
Aizy .....  
Crouy .....  
Jouy .....  
Pargny .....  
Sermoise .....  
Vendresse (Liais de) .....

## ALLIER

### Pierres de construction et pierres marbrières

Plaix (Pierre du) .....  
Giannat .....

### Granits

Droiturier .....  
Mayet de Montagne .....  
*Ferrières* .....

### Divers

Gneiss de Saint-Sauvier .....  
*Grès de Montluçon* .....  
*Grès de Bourbon* .....  
*Grès de Messargès* .....  
*Grès de Valtan* .....

## ALPES-DE-HAUTE-PROVENCE

### Pierres de construction et pierres marbrières

Banon (Pierre de) .....  
Clumanc .....  
Mane (Roche de) .....  
Mont Ventoux .....  
Aiglun .....  
Caire (Pierre du) .....  
*Greoux* .....

### Marbres

*Vert de Serenne* .....

## HAUTES-ALPES

### Pierres de construction et pierres marbrières

Roche-des-Arnauds (Pierre de la) .....  
Veynes (Pierre de) .....  
*La Chapelue* .....  
*Chorges* .....

### Marbres

Guillestre (Brèche de) .....  
*Vert Maurin* .....  
*Nevache (Marbre de)* .....  
*Saint-Crépin* .....  
*Saint-Véran (Serpentine de)* .....

### Divers

Grès de la Bâtie-Neuve .....

## ALPES-MARITIMES

### Pierres de construction et pierres marbrières

La Turbie .....  
Saint-André .....

### Marbres

Saint-Vallier .....

### Divers

Vert du Levant .....

## ARDÈCHE

### Pierres de construction et pierres marbrières

Chomérac .....  
Labeaume .....  
Saint-Paul-le-Jeune .....  
*Cruas* .....  
*Crussol* .....  
*Pouzin (Pierre du)* .....  
*Vallon* .....

### Granits

*Peaugres* .....

### Divers

Grès de Chambonas .....  
*Grès de Jaujac* .....  
*Grès des Tauriers* .....  
*Grès de La Bégude* .....  
*Grès du Moulin à Vent* .....  
*Grès des Scenautaux* .....  
*Grès d'Ucel* .....

## ARDENNES

### Pierres de construction et pierres marbrières

Saint-Martin (Pierre de) .....  
*Bulson* .....

### Divers

*Ardoise de Rimogne* .....

## ARIÈGE

### Pierres de construction et pierres marbrières

*Saint-Jean (Pierre de)* .....

### Marbres

Balacet .....  
Escalettes .....  
Grand Antique d'Aubert .....

Noir de Montegut .....  
Rosé Vif des Pyrénées .....  
Vert d'Estours .....

## AUDE

### Pierres de construction et pierres marbrières

Lègues (Pierre de) .....

### Marbres

Brèche Nouvelle .....  
Cap Romarin (Marbres du) .....  
Incarnat du Languedoc .....  
Saint-Jean-Fleuri .....

### Divers

Grès d'Alet .....  
Schiste des Martyrs .....  
*Grès de Laure* .....

## AVEYRON

### Pierres de construction et pierres marbrières

Alayrac (Pierre d') .....  
Brusque (Pierre de) .....  
Mauriac (Pierre de) .....  
*Sauclières* .....

### Divers

Schiste de Le Cayrol .....  
Grès de Nauviale .....  
Schiste de Pons .....  
*Grès de la Meulière* .....  
*Grès de Puech-Bourillon* .....  
*Basalte de Vives* .....

## BOUCHES-DU-RHONE

### Pierres de construction et pierres marbrières

Barbentane (Pierre de) .....  
Baux (Pierre des) .....  
Caasis .....  
Fontvieille .....  
Rognes .....  
Saint-Gabriel (Pierre de) .....  
Salon / Saint-Chamas .....  
Calissanne .....  
*Montpaon (Pierre du)* .....  
*Bibemus* .....  
*Couronne (Pierre de la)* .....  
*La Gorgue* .....  
*Meyrargues* .....  
*Saint-Rémy* .....

## Marbres

Plaine Brunette (Brèche de la) .....  
Rouge de Vitrolles .....  
Tholonet (Brèche de) .....

## CALVADOS

### Pierres de construction et pierres marbrières

Caen (Pierre de) .....  
Orival (Pierre d') .....  
Quilly .....  
Saint-Pierre-Canivet .....

## CANTAL

### Granite

Leucamp .....  
Saint-Just .....

### Divers

Lave de Bouzetès .....  
Trachyte de Menet .....  
Trachyte de Molèdes .....  
Trachyte de Monteil .....

## CHARENTE

### Pierres de construction et pierres marbrières

Nersac .....  
Pombretton .....  
Saint-Fraigne .....  
Saint-Même .....  
Sireuil .....  
Vilhonneur .....  
Angoulême (Pierre d') .....  
Mouthiers .....  
Tabarre (Pierre de chez) .....

## CHARENTE-MARITIME

### Pierres de construction et pierres marbrières

Courçon .....  
Pons .....  
Rocher (Pierre du) .....  
Saint-Martin-de-Ré .....  
Thenac .....  
Douhet (Pierre du) .....  
Dreux .....  
Durandet (Pierre de chez) .....  
Guilloteaux (Pierre des) .....  
Jonzac .....  
La Rochette (Pierre de) .....  
Rocheffollet (Pierre de) .....  
Saint-Germain .....  
Saint-Savinien .....  
Saint-Vaise .....

## CHER

### Pierres de construction et pierres marbrières

Saint-Florent .....  
Saint-Georges-sur-la-Prée .....  
Sancouins .....  
La Celle-sur-Cher .....  
Meillant (Pierre de) .....  
Bourges (Pierre de) .....

## CORRÈZE

### Granite

Eyrein (Granit d') .....  
Montagnac .....  
Moustier .....  
Perols .....  
Mons (Granit du) .....

### Divers

Ardoise de Brive .....  
Gneiss d'Aubazine .....  
Gneiss de Palazinges .....  
Grès de Collonges .....  
Grès de Lissac .....  
Grès de Groschamp .....  
Grès de Tudeils .....

## CORSE

### Marbres

Brando (Cipolin de) .....  
Bevinco (Serpentine du) .....  
Corte ou Restonica (Marbre de) .....  
Ometta (Marbre d') .....

### Granite

Appietto .....  
Truité d'Ajaccio .....  
Algayola .....  
Porto (Diorite de) .....  
Rouge de Poerto .....  
Truité de Pianottoli .....

### Divers

Ardoise de Bastia .....  
Grès de Saint-Florent .....  
Diorite orbiculaire de Sainte-Lucie .....  
Vert d'Orezza .....  
Vert Stella d'Erna .....  
Diorite de Levie .....

## COTE-D'OR

### Pierres de construction et pierres marbrières

Ampilly .....  
Beaunotte .....  
Beuval .....  
Beauvillon Rubané .....  
Chamesson demi-ferme .....  
Chamesson Roche .....  
Chassigne Roche .....  
Comblanchien .....  
Corgoloin .....  
Etrochey .....  
Magny .....  
Marsannay .....  
Meursault .....

Montmoyen .....  
Nuits-Saint-Georges .....  
Pouillenay .....  
Premeaux .....  
Rochelimaert .....  
Rocherons .....  
Saint-Corneille .....  
Val de Nod .....  
Vauvois .....  
Villars-Fontaine .....  
Cerilly .....  
Val Suzon .....  
Boquette (Pierre de la) .....  
Brochon .....  
Is-sur-Tille .....  
Licy .....  
Lux (Pierre de) .....  
Tarcot (Pierre de) .....

### Granite

La Roche-en-Brénil .....  
Rose de Torcy .....

## COTES-DU-NORD

### Granite

Brusvily .....  
Ile-Grande .....  
Languedins .....  
Le Hinglé .....  
Megrit .....  
Plaintel .....  
Plelauff .....  
Rose de la Clarté .....  
Saint-Samson .....  
Traouieros .....  
Tremargat .....  
Guenezon .....  
Lehon .....

## Divers

Ardoise de Moulin Lande .....  
Ardoise de Plevin .....  
Quartzite de Pleherel .....  
Schiste du Moulin de Bothoa .....  
Schiste de Plouguel .....

## CREUSE

### Pierres de construction et pierres marbrières

Saint-Robert .....

### Granite

Compeix (Granit du) .....  
Crozant .....  
La Forêt-du-Temple .....  
Saint-Médard .....

### Divers

Schiste du Moulin de Chanceaux .....

## DORDOGNE

### Pierres de construction et pierres marbrières

Buisson (Pierre du) .....  
Chancelade .....  
Combe-Capelle (Pierre de) .....  
La Rochebeaucourt .....  
Miremont .....  
Rocheffollet .....  
Saint-Cernin .....  
Saint-Germain-des-Prés .....  
Sarlat .....  
Lolme (Pierre de) .....  
Thenon .....  
Rabier (Pierre de) .....

| Granits                 |       |
|-------------------------|-------|
| Charelle (Granit de la) | ..... |
| Perigord (Granit du)    | ..... |

## DOUBS

| Pierres de construction et pierres marbrières |       |
|---|-------|
| Chailluz (Pierre de)                          | ..... |
| Montlebon                                     | ..... |
| Sancey  | ..... |
| Grandfontaine                                 | ..... |
| Lac (Pierre du)                               | ..... |

## DROME

| Pierres de construction et pierres marbrières |       |
|---|-------|
| Mont Ventoux                                  | ..... |
| Puygiron                                      | ..... |
| Taulignan                                     | ..... |
| Grignan                                       | ..... |
| Poët-Laval                                    | ..... |
| Saint-Paul-Trois-Châteaux                     | ..... |
| Soyans  | ..... |
| Beaume (Pierre de la)                         | ..... |
| Saillans                                      | ..... |

## EURE

| Pierres de construction et pierres marbrières |       |
|---|-------|
| Vernon  | ..... |
| Caumont                                       | ..... |
| Goupillières                                  | ..... |

### Divers

|                 |       |
|-----------------|-------|
| Grès de Broglie | ..... |
|-----------------|-------|

## EURE-ET-LOIR

| Pierres de construction et pierres marbrières |       |
|---|-------|
| Berchères                                     | ..... |
| Prasville                                     | ..... |

## FINISTÈRE

### Granits

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Brennilis (Bleu de) | ..... |
| Huelgoat            | ..... |
| Kersanton           | ..... |
| Laber (Granit de)   | ..... |
| Locronan            | ..... |
| Plogastel           | ..... |

|           |       |
|-----------|-------|
| Pont-Aven | ..... |
| Pluguffan | ..... |
| Tregunc   | ..... |
| Tremeoc   | ..... |
| Plouguin  | ..... |
| Cleder    | ..... |
| Plouescat | ..... |

### Divers

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Schiste de Saint-Renan | ..... |
| Schiste de Sizun       | ..... |

## GARD

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Baruthel (Pierre de) | ..... |
| Baux (Pierre des)    | ..... |
| Beaucaire            | ..... |
| Brouzet              | ..... |
| Castillon-du-Gard    | ..... |
| Lens                 | ..... |
| Pompignan            | ..... |
| Pondres              | ..... |
| Roquemaillère        | ..... |
| Tavel                | ..... |
| Vers-Pont-du-Gard    | ..... |
| Gallargues           | ..... |
| Junas                | ..... |
| Aigues-Vives         | ..... |
| Barjac               | ..... |
| Molières             | ..... |
| Saint-Ambroix        | ..... |
| Saint-Gervais        | ..... |
| Tornac               | ..... |

## HAUTE-GARONNE

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Aurignac (Pierre d') | ..... |
| Montoulieu           | ..... |

### Marbres

|            |       |
|------------|-------|
| Saint-Béat | ..... |
|------------|-------|

## GERS

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| Homps (Pierre de)     | ..... |
| Colombier (Pierre de) | ..... |
| Barcelone (Pierre de) | ..... |
| Castelnau             | ..... |

## GIRONDE

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Bourg                       | ..... |
| Carmarzac                   | ..... |
| Daignac                     | ..... |
| Frontenac                   | ..... |
| Saint-Vivien                | ..... |
| Peyrelebade                 | ..... |
| Rouet (Pierre du)           | ..... |
| Saint-Christophe-des-Bardes | ..... |
| Saint-Macaire               | ..... |

## HÉRAULT

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                     |       |
|---------------------|-------|
| Beaulieu            | ..... |
| Pignan              | ..... |
| Saint-Geniès        | ..... |
| Pouget              | ..... |
| Boisseron           | ..... |
| Loupian             | ..... |
| Saint-Bauzille      | ..... |
| Vautes (Pierre des) | ..... |
| Vendargues          | ..... |

### Marbres

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Fleur de Pêcher      | ..... |
| Kuros                | ..... |
| Noir de Faugères     | ..... |
| Noir Saint-Laurent   | ..... |
| Rouge Antique        | ..... |
| Rouge Incarnat       | ..... |
| Félines (Griotte de) | ..... |

### Divers

|                             |       |
|-----------------------------|-------|
| Grès de Bardejan            | ..... |
| Lave d'Agde                 | ..... |
| Conglomérat de Saint-Adrien | ..... |
| Grès de Lodève              | ..... |
| Grès de Villeneuve          | ..... |

## ILLE-ET-VILAINE

### Granits

|                    |       |
|--------------------|-------|
| Coglès             | ..... |
| Lanhelin           | ..... |
| Louvigné-du-Désert | ..... |
| Trans              | ..... |

### Divers

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| Schiste de Saint-Just | ..... |
|-----------------------|-------|

## INDRE

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Ambrault               | ..... |
| Breuil (Pierre du)     | ..... |
| Bois-Clair (Pierre du) | ..... |
| Chasseneuil            | ..... |
| Villentrois            | ..... |

### Granits

|         |       |
|---------|-------|
| Crevant | ..... |
|---------|-------|

### Divers

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Amphibolite de Barnize | ..... |
|------------------------|-------|

## INDRE-ET-LOIRE

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Tuffeau de Touraine  | ..... |
| Clion (Pierre de)    | ..... |
| Pernay               | ..... |
| Villedieu (Craie de) | ..... |

## ISÈRE

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                      |       |
|----------------------|-------|
| Annoisin (Pierre d') | ..... |
| Montalieu            | ..... |
| Porcieu              | ..... |
| Rovon (Pierre de)    | ..... |
| Sault-Brénaz         | ..... |
| Trept (Choin de)     | ..... |
| Villebois            | ..... |
| Echaillon            | ..... |

### Marbres

|                          |       |
|--------------------------|-------|
| Valsenestre (Cipolin de) | ..... |
|--------------------------|-------|

### Divers

|                   |       |
|-------------------|-------|
| Ardoise de Venosc | ..... |
|-------------------|-------|

## JURA

### Pierres de construction et pierres marbrières

|                        |       |
|------------------------|-------|
| Crançot                | ..... |
| Dole (Pierre de)       | ..... |
| Gris du Jura           | ..... |
| Loisia (Pierre de)     | ..... |
| Revigny                | ..... |
| Balanod                | ..... |
| Champagnole            | ..... |
| Cize                   | ..... |
| Damparis               | ..... |
| Fort-du-Plasne         | ..... |
| Grand-Plan (Pierre du) | ..... |
| Moirans                | ..... |
| Plasne                 | ..... |

**Marbres**

Molinges (Brocattelle de) .....  
 Sampans .....

**LANDES****Pierres de construction et pierres marbrières**

Saint-Martin-d'Ony (Pierre de) .....  
 Mont-de-Marsan .....  
 Saint-Martin-de-Segnaux .....

**LOIR-ET-CHER****Pierres de construction et pierres marbrières**

Pontijou .....  
 Tuffeau de Touraine .....

Clion (Pierre de) .....  
 Pontlevoy .....  
 Villedieu (Craie de) .....

**Divers**

Grès de la Grande Barre .....

**LOIRE****Marbres**

Champoly .....

**Granits**

Perigneux .....  
 Roisey .....  
 Pont-de-Lignon .....  
 Renaison .....  
 Saint-Cyr .....

**Divers**

Grès de Firminy .....  
 Grès du Mouillon .....

**HAUTE-LOIRE****Granits**

Lapte .....

**Divers**

Arkoae de Blavozy .....  
 Grès de Langeac .....  
 Phonolite du Pertuis .....  
 Brèche de Polignac .....  
 Trachyte de la Pradette .....  
 Phonolite de Saint-Hostien .....  
 Trachyte de Monaco .....  
 Conglomérat de Saint-Roch .....

**LOIRE-ATLANTIQUE****Granits**

Lavau .....  
 Contrie (Granit de la) .....

**Divers**

Grès d'Avessac .....  
 Grès de Fercé .....  
 Schiste Ardoisier de Nozay .....

**LOIRET****Pierres de construction et pierres marbrières**

Coumiers .....  
 Mantelot .....  
 Briare (Pierre de) .....  
 Fay (Pierre de) .....  
 La Chapelle (Pierre de) .....  
 Monthouy .....  
 Saint-Fiacre (Pierre de) .....

**LOT****Pierres de construction et pierres marbrières**

Carennac .....  
 Crayssac .....  
 Montcabrier .....  
 Saint-Michel .....  
 Theminettes .....  
 Gramat .....  
 Marnunac .....  
 Saint-Jean-Lespinasse .....  
 Tombeblau .....

**Marbres**

Vert Canrobert .....

**Granits**

Las Carbonnières .....

**Divers**

Grès de Bassignac .....

**LOT-ET-GARONNE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Poudecop (Pierre de) .....  
 Vianne .....

**LOZÈRE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Saint-Enimie .....

**Granits**

Grandrieu (Syénite de) .....  
 Ribennes .....  
 Saint-Alban .....  
 Arcomie (Granit d') .....  
 Estables .....

**Divers**

Grès des Balmelles .....

**MAINE-ET-LOIRE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Tuffeau de Touraine .....  
 Rairies (Pierre des) .....

**Granits**

Becon .....  
 Saint-Macaire .....

**Divers**

Ardoise du Bassin d'Angers .....  
 Grès de Gennes .....

**MANCHE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Montmartin .....  
 Valognes .....

**Granits**

Carolles .....  
 Fermanville .....  
 Saint-James .....  
 Vire .....  
 Iles Chausey .....

**Divers**

Gneiss de Tourlaville .....

**MARNE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Courville .....  
 Comblzy .....  
 Fismes .....  
 Vandeuil .....

**HAUTE-MARNE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Chevillon .....  
 Fontaine au Bassin (Pierre de la) .....  
 Grenant .....  
 Maladière (Pierre de la) .....  
 Arc (Pierre d') .....  
 Biesles .....  
 Brainville .....  
 Bugnières .....  
 Chalvraignes .....  
 Cohons .....

Lamothe .....  
Leffonds (Pierre de) .....  
Sombreuil .....

#### Divers

Grès de Prouenchères .....

### MAYENNE

#### Marbres

Bois-Jourdan .....  
Rouge de Saint-Berthevin .....  
Sainte-Anne-de-Louvernè .....  
Jaune de Cossé .....  
Malabry .....

#### Granits

Izé .....

### MEURTHE-ET-MOSELLE

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Balin (Pierre de) .....  
Crépey .....  
Gondreville .....  
Manonville .....  
Puvencelle (Pierre de) .....  
Villers-lès-Nancy .....  
Viterne .....

#### Divers

Grès de Bremenil .....  
Grès de Merviller .....  
Grès de Pexonne .....

### MEUSE

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Brauvilliers .....  
Euville .....  
Lérouville .....  
Maxey-sur-Vaise .....  
Savonnières .....  
Chaillon .....  
Ambly .....  
Bure .....  
Chauvency .....  
Combles .....  
Dieue .....  
Genicourt .....  
Givrauvail .....  
Montmedy .....  
Morley (Liais de) .....  
Reffroy .....  
Saint-Joire .....  
Senonville .....

Tannois .....  
Varunay .....  
Villevoye .....

### MORBIHAN

#### Granits

Kerdel .....  
L'Hôpital Robin .....  
Péaule .....  
Pontivy .....  
Saint-Aubin .....  
Blavet (Granit du) .....  
Ile-aux-Monnes .....  
Kerboulard .....  
Loqueltas .....  
Saint-Jean-la-Poterie .....  
Talhouët .....

### MOSELLE

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Jaumont .....

### NIÈVRE

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Donzy .....  
Garchy .....  
Malvaux .....  
Verger .....  
Dornecy .....  
Bully .....  
Champlemy .....  
Varennès .....

#### Granits

Fetigny .....

### NORD

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Avesnois (Calcaires de l') .....

#### Marbres

Noir Français .....

### OISE

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Bonneuil .....  
Laigneville .....

La Bouloye .....  
Saint-Leu .....  
Saint-Maximin .....  
Saint-Quentin .....  
Saint-Waast .....

### ORNE

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Mariette (Pierre de la) .....

#### Granits

Alençon .....  
Landisacq .....

#### Divers

Rhyolite de Rouperroux .....

### PAS-DE-CALAIS

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Hydrequant .....  
Tournehem .....

#### Marbres

Boulonnais (Marbres du) .....

### PUY-DE-DOME

#### Granits

Pierre Haute (Granit de) .....  
Saint-Dier .....  
Chantelauze .....  
Fagot .....

#### Divers

Andésite de Fontfeyde .....  
Trachyte de La Bourboule .....  
Trachyte du Mont-Dore .....  
Andésite de Volvic .....  
Grès de Ravel .....  
Lave de Pontgibaud .....  
Trachyte de Besse .....

### PYRÉNÉES-ATLANTIQUES

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Bidache .....  
Rebenacq .....  
Harriguia (Pierre de) .....  
Laas .....  
Eysus .....  
Louvie .....

### Marbres

Noir de Cihigue .....  
Paloma .....  
Sainte-Anne-des-Pyrénées .....  
Saint-Michel .....

#### Divers

Grès de la Rhune .....  
Grès de Bouzom .....  
Grès d'Arraduy .....

### HAUTES-PYRÉNÉES

#### Pierres de construction et pierres marbrières

Montgaillard .....

#### Marbres

Campan .....  
Medous (Brèche) .....  
Montoussé .....  
Noir Coquillé d'Izeste .....  
Petit Antique .....  
Sarrancolin .....  
Lourdes (Lumachelle de) .....

**Divers**

Ardoise de Labassère .....  
 Ardoise de Segus-Lourdes .....

**PYRÉNÉES-ORIENTALES**

Las Fons .....  
 Maury .....  
 Saint-Antoine .....

**Marbres**

Brèche Orientale .....  
 Brèche Romaine .....  
 Py (Marbre de) .....  
 Villefranche (Mabres de) .....  
 Fontrabouise (Onyx de) .....  
 Mas Carol .....  
 Milleflours .....  
 Montorgull (Onyx de) .....  
 Rosé de la Preste .....  
 Salses (Mabres de) .....

**Granits**

Dorres .....  
 La Lagonne .....  
 Néfiach .....

**Divers**

Schiste de Montauriol .....

**BAS-RHIN****Divers**

Grès d'Alsace et des Vosges .....  
 Grès de Champenay .....  
 Microdiorite de Saint-Nabor .....

**HAUT-RHIN****Pierres de construction et pierres marbrières**

Durlinsdorf (Pierre de) .....

**Divers**

Grès de Winkel .....

**RHONE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Jarvil .....  
 Monts-d'Or (Pierre des) .....  
 Lucenay .....

**Granits**

Chnassagny .....  
 Vaagnerite .....  
 Oullins .....

**Divers**

Porphyre de Cours .....

**HAUTE-SAONE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Andelarrrot (Pierre d') .....  
 Raucourt .....  
 Avet .....  
 Gy .....  
 Noroy-le-Bourg .....  
 Saint-Sulpice .....

**Granits**

Ternuay (Syénite de) .....

**Divers**

Grès de Saint-Germain .....  
 Grès de Senargent .....

**SAONE-ET-LOIRE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Buxy .....  
 Farges .....  
 Fontaines .....  
 Laives .....  
 La Salle .....  
 Le Puley .....  
 Nanton .....  
 Rains .....  
 Saint-Martin-Belleroche .....  
 Saint-Maurice-lès-Châteauneuf .....  
 Cury .....  
 Quintaine .....  
 Saint-Vincent .....  
 Tournus .....

**Granits**

Saint-Maurice-lès-Châteauneuf .....  
 Saint-Agnan .....

**Divers**

Grès des Crétans .....  
 Grès de Cully .....  
 Grès de Saint-Symphorien-des-Bois .....

**SARTHE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Loué (Pierre de) .....  
 Villaines (Pierre de) .....  
 Bernay .....  
 Crannes .....  
 Mayet (Tuffeau de) .....  
 Morier (Tuffeau de) .....  
 Noyen .....  
 Parigné (Tuffeau de) .....

**Marbres**

Noir de Sablé .....  
 Anières (Brèche d') .....

**Divers**

Grès de Bonnetable .....  
 Grès de Dollon .....  
 Grès de La Fontaine-Saint-Martin .....

**SAVOIE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Gréay-sur-Aix .....  
 Curienne .....  
 Chatelard (Pierre du) .....  
 Yenne .....

**Marbres**

Blanc Bleuté de Savoie .....  
 Mont-Cenis .....  
 Bleu de Savoie .....  
 Bessans (Serpentine de) .....  
 Termignon (Serpentine de) .....

**Granits**

Combloux .....

**Divers**

Ardoise de Morzine .....  
 Ardoise de Saint-Colomban .....  
 Lauze du Chatel .....

**HAUTE-SAVOIE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Monnetier .....  
 Cluses .....  
 Magland .....

Saint-Jeoire (Tuf de) .....  
 Talloires .....

**Marbres**

Bleu-Noir des Alpes .....

**Granits**

Granit des Alpes .....

**Divers**

Grès d'Ayse .....

**SEINE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Clamart .....  
 Bagneux .....

**SEINE-ET-MARNE****Pierres de construction et pierres marbrières**

Château-Landon .....  
 Souppes .....

**DEUX-SÈVRES****Pierres de construction et pierres marbrières**

Chavagné .....  
 Menée (Pierre de) .....  
 Niort .....  
 Tourtenay (Tuffeau de) .....

**Granits**

Bleu Nacré d'Anjou .....  
 Bleu de Sèvres .....  
 Putigny .....

**Divers**

Porphyre des Brissonnières .....

**SOMME****Pierres de construction et pierres marbrières**

Passillon (Pierre de) .....

---

**TARN**

---

**Marbres**

*Dourgne (Cypolite de)* .....  
*Rosé d'Hautamboul* .....

**Granits**

Sidobre (Granit du) .....

**Divers**

Ardoise de Lacaune .....

---

**TARN-ET-GARONNE**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

Bruniquel (Pierre de) .....  
*Lexos (Pierre de)* .....  
*Saint-Antonn* .....  
*Gasques* .....  
*Septfonds* .....

---

**VAR**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

Tourris .....  
*Montdardier* .....

**Marbres**

Brignoles .....  
Sainte-Anne-d'Evenos .....  
*Cavalaire (Serpentine de)* .....  
*Comps (Brèche de)* .....  
*Pourcieux (Brèche de)* .....  
*Saint-Maximin (Brèche de)* .....  
*Salernes (Brèche de)* .....

**Divers**

*Porphyre de l'Estérel* .....

---

**VAUCLUSE**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

Beaumont-du-Ventoux .....  
Crillon .....  
Espail (Roche d') .....  
Estailades .....  
Lacoste .....  
Ménerbes .....  
Saignon .....

Saint-Pantaléon .....  
Serignan .....  
Veison .....  
*Saint-Symphorien* .....  
*Vénasque* .....

---

**VENDÉE**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

*Mérité* .....  
*Gajonnaire (Pierre de la)* .....  
*Sallertaine* .....  
*Tête Noire (Pierre de la)* .....

**Granits**

Chavagnes .....  
*Aurillé* .....

**Divers**

Schiste du Fenouiller .....  
Schiste de Talmont .....  
Porphyre des Lombardières .....

---

**VIENNE**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

Chauvigny (Bassin de) .....  
Lavoux .....  
Migné .....  
Tercé .....  
Tervoux .....  
*Antoigné (Tuffeau d')* .....  
*Lussac* .....  
*Roussillon* .....  
*Antigny* .....  
*Goux* .....  
*Valleyrault* .....  
*Vouillé* .....

**Granits**

Fanay (Pierre de) .....

---

**HAUTE-VIENNE**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

*Loudun (Tuffeau de)* .....

**Marbres**

Vayres (Dunite de) .....

**Granite**

Places (Granit des) .....  
Saint-Cyr .....  
Saint-Yrieix .....  
*Oradour (Pierre d')* .....

**Divers**

Gneiss de Saint-Yrieix .....

---

**VOSGES**

---

**Granits**

Gris Noir et Gris Clair des Vosges .....  
Rouge Corail des Vosges .....  
Rosé de Sénones .....  
Syénite Noire mouchetée d'Alsace .....

---

**YONNE**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

Abrots .....  
Ancy-le-Franc .....  
Anatrude .....  
Charentenay .....  
Chassignelles .....  
Coursah .....  
Coutarnoux .....  
Larrys .....  
Lezinnes .....  
Massangis .....  
Mereuil .....  
Ravières .....  
Taingy .....  
Tanlay .....  
Aurigny .....  
*Fourneaux (Pierre des)* .....  
*Fouronnes* .....  
*Malesmes* .....  
*Perrière (Pierre de la)* .....  
*Thury* .....  
*Annoux* .....  
*Gigny* .....  
*Talcy* .....  
*Tonnerre* .....  
*Yrouerre* .....

**Divers**

*Grès de Treigny* .....

---

**TERRITOIRE DE BELFORT**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

Dorans (Pierre de) .....

**Divers**

*Grès de Saint-Germain* .....

---

**HAUTS-DE-SEINE**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

*Châtillon-sous-Bagneux* .....  
*Nanterre* .....

---

**VAL-D'OISE**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

Mery .....  
Villiers-Adam .....  
*Chaussy* .....  
*Cherence* .....

*Marly* .....  
*Meriel* .....  
*Parmain (Pierre de)* .....  
*Saillancourt* .....

---

**YVELINES**

---

**Pierres de construction et pierres marbrières**

*Carrières-sous-Bois* .....  
*Conflans* .....  
*Damply* .....  
*Houilles* .....  
*Poissy* .....  
*Saint-Nom (Pierre de)* .....  
*Tessancourt* .....

---

**VAL-DE-MARNE**

---

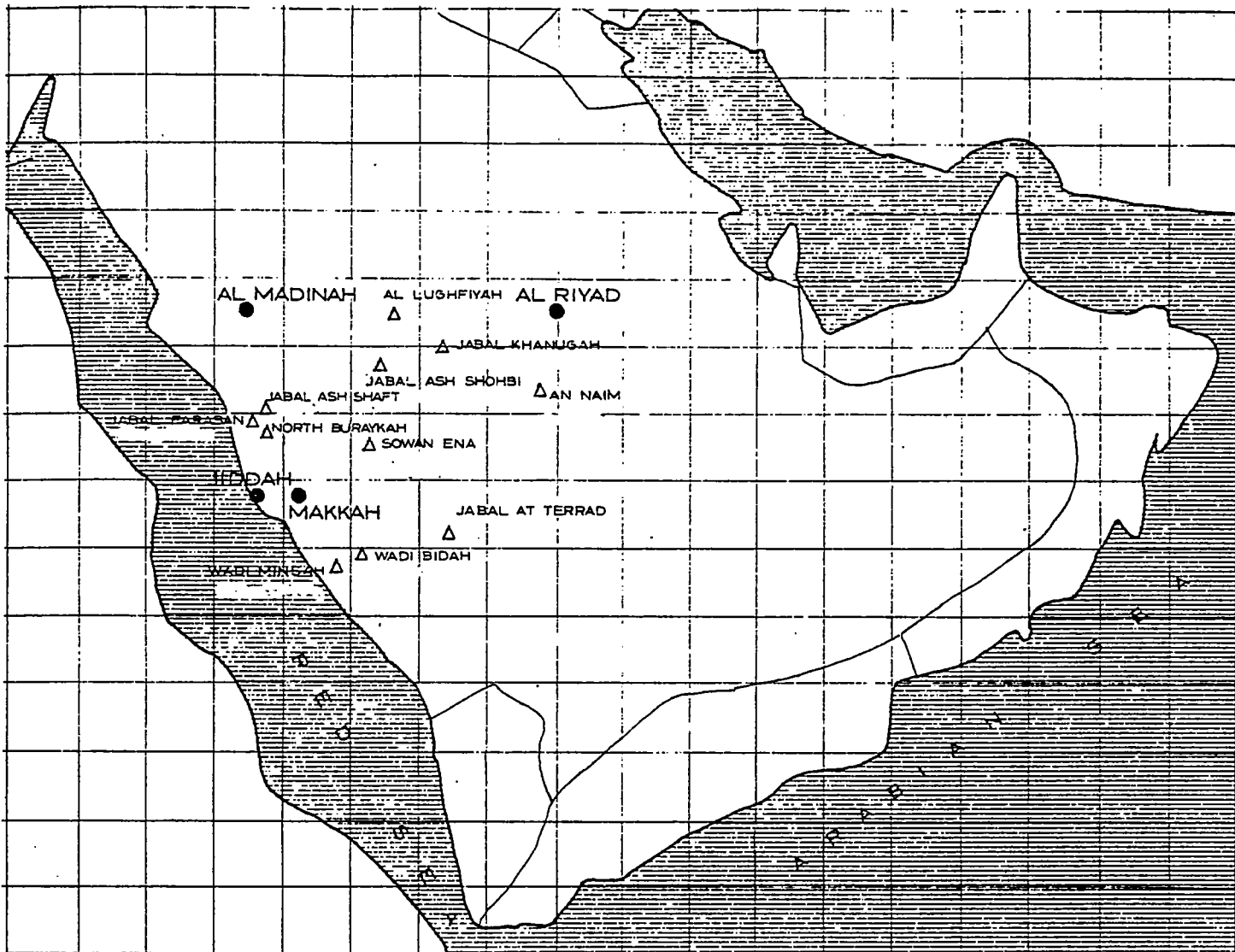
**Pierres de construction et pierres marbrières**

*Ivry* .....  
*Moulin (Pierre de)* .....  
*Vitry* .....

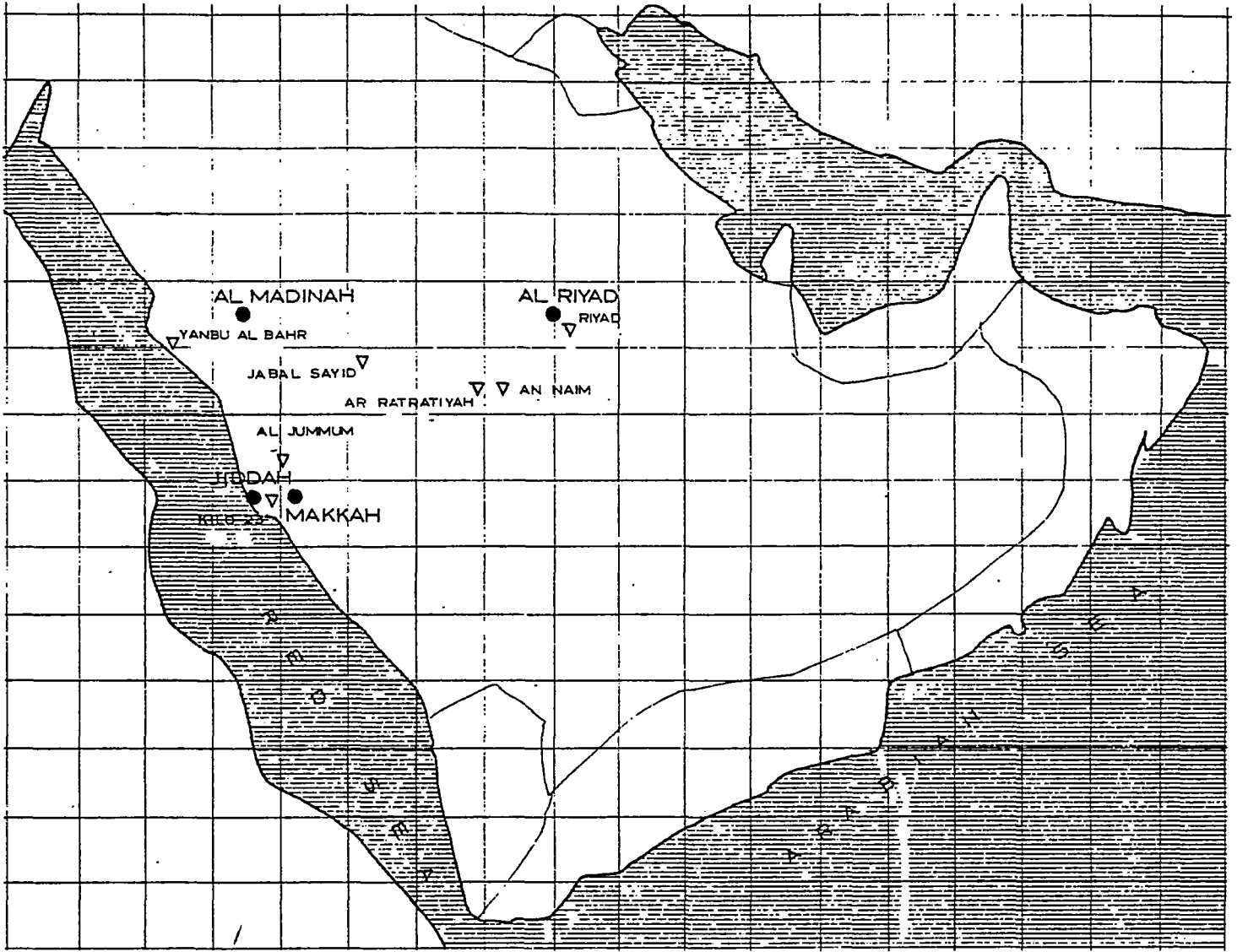


## **ANNEXE 2**

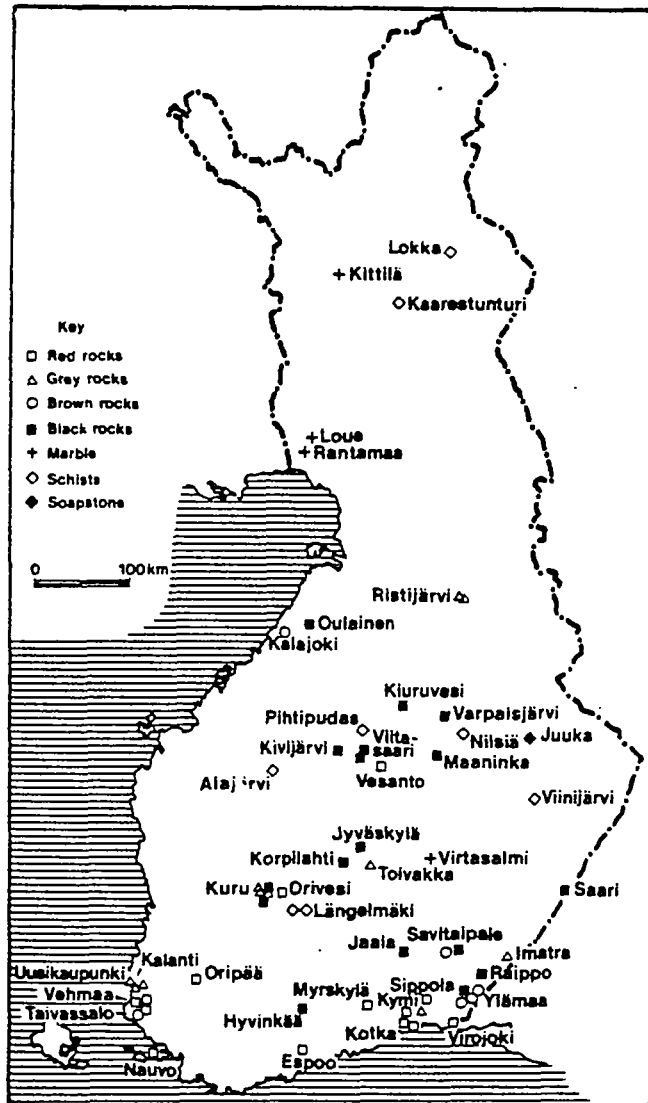
**Cartes de localisation des gisements mondiaux de Pierres Ornementales**



Arabie Séoudite : Carte des gisements de marbre.



Arabie Séoudite : Carte des gisements de granite et de calcaire.



Finlande : Carrières de pierres dimensionnelles.

**Main marble areas of Greece**

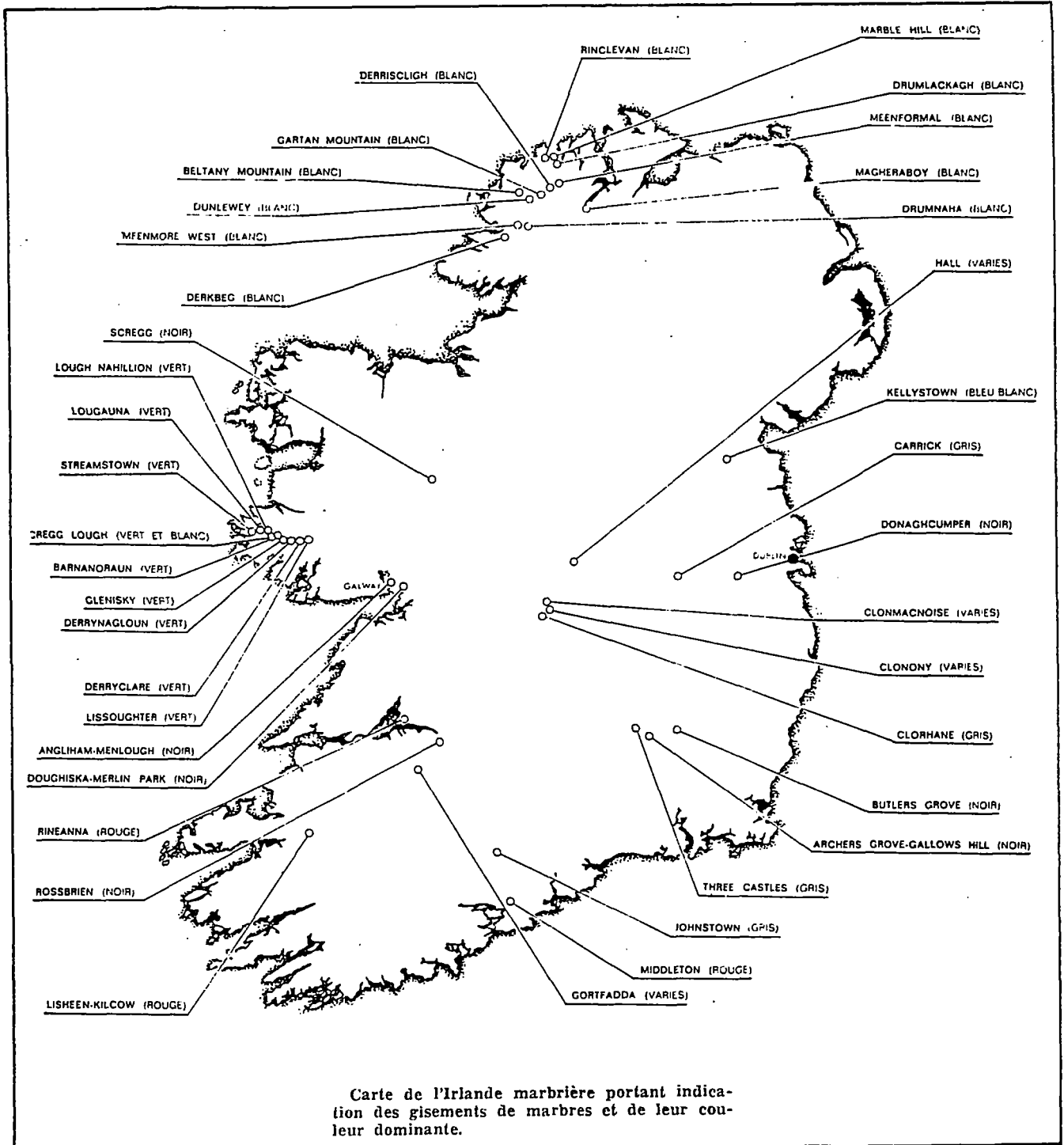


**KEY**

- A White marbles
- B Whitish to grey marbles
- C Grey to black marbles
- D Pink to red marbles
- E Green marbles
- F Multicoloured marbles
- G Travertine
- H Onyx and alabaster
- J Beige brown to brown marbles

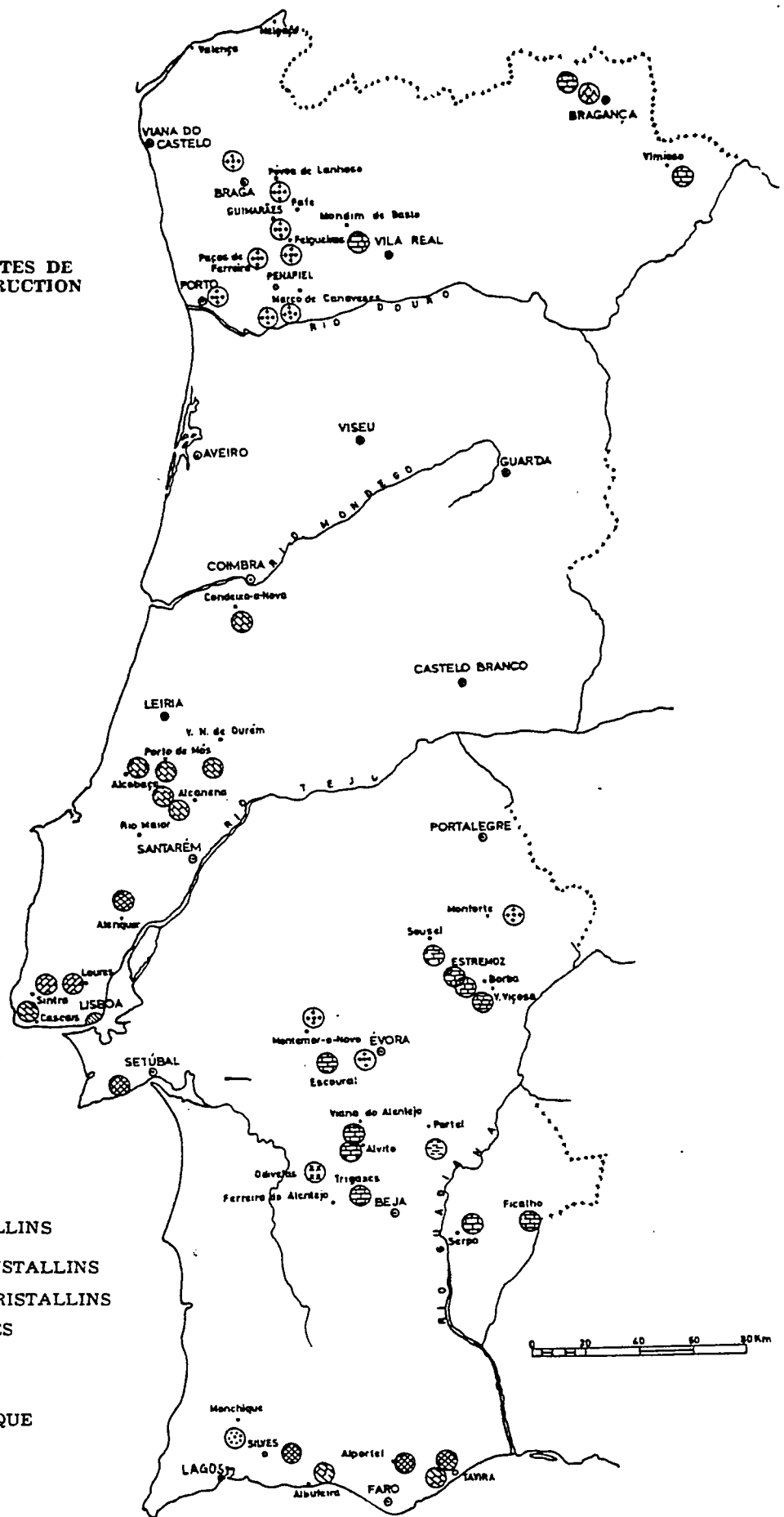
Source: Adapted from IGME map

Principaux gisements de marbre en Grèce.

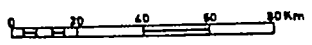


Carte de l'Irlande marbrière portant indication des gisements de marbres et de leur couleur dominante.

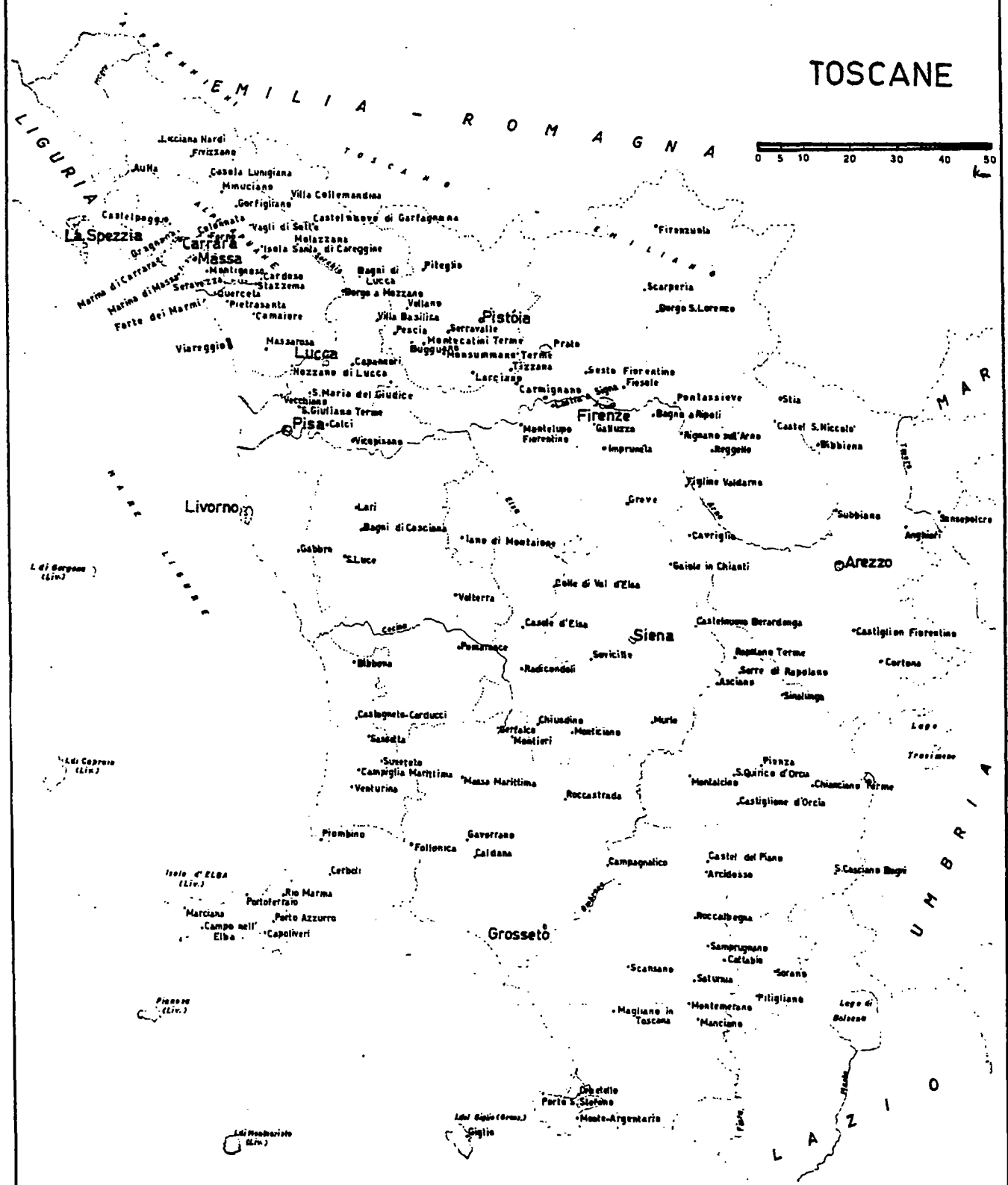
Portugal :  
**GISEMENTS EXPLOITES DE  
 ROCHES DE CONSTRUCTION  
 ET ORNEMENTALES**  
 (d'après O. Martins)



- ⊗ CALCAIRES CRISTALLINS
- ⊗ CALCAIRES SUB-CRISTALLINS
- ⊗ CALCAIRES NON CRISTALLINS
- ⊗ BRECHES CALCAIRES
- ⊗ GABBRIO-DIORITE
- ⊗ ROCHE VERTE
- ⊗ SYENITE NEFELENIQUE
- ⊗ GRANITS
- ⊗ SERPENTINE



# TOSCANE



Les diverses Provinces Toscane  
 avec certaines localités ou lieux-dits ; principalement ceux où se trouvent des exploitations ou des usines de marbres, de pierre ou de granits.



