



# LES ROCHES ET LES MINÉRAUX

---

## SOMMAIRE

<b>Avant-propos</b>	<b>3</b>
<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
<b>2. Les minéraux</b>	<b>5</b>
<b>3. Classification et description des roches</b>	<b>8</b>
3.1 Les roches ignées (magmatiques, cristallines ou endogènes)	8
3.2 Les roches sédimentaires ou exogènes	11
3.3 Les roches métamorphiques	16
<b>Bibliographie</b>	<b>19</b>
<b>Résumé — Samenvatting — Zusammenfassung — Summary</b>	<b>24</b>

La présente Note d'information technique a été élaborée sous l'égide du groupe de travail *Matériaux pierreux naturels* et a été approuvée par le Comité technique *Pierre et Marbre*.

### COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

#### Président

M. A. VANDEKERCKHOVE, entrepreneur général

#### Membres

Maîtres marbriers : MM. G. LEROY et J. MATHYS  
Maître tailleur de pierres : M. L. DESCHUYTENER  
Maître tailleur de pierres et maître marbrier : M. Ph. BERNARD  
Industrie du Petit Granit : MM. J.F. et J.A. ABRAHAM, J. GLINEUR, L. LEGROS, J. VAN DEN WILDENBERG  
Union de la pierre blanche : MM. R.M. HANSEZ et F. RENIER  
Bureau SECO : M. A. BROUCKE  
Institut national du Logement : M. J.-P. CNUUDE  
Institut royal du Patrimoine artistique : M. P. de HENAU  
Ministère des Travaux publics, Service d'architecture : M. J. VAN DEN BERGH

#### Secrétaires-rapporteurs

MM. R. GERARD, chef de laboratoire, adjoint au chef de la division Matériaux, Structures, Enveloppes, C.S.T.C.  
Fr. GUYON de MONTLIVALT, chargé de mission, C.S.T.C.

Nous tenons à remercier particulièrement M. J.-P. CNUUDE, chef de travaux à l'Institut géologique de la R.U.G., qui a rédigé le texte de cette Note.

Mars 1986

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION  
Etablissement reconnu par application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947  
Siège social : rue du Lombard 41, 1000 Bruxelles  
Station expérimentale : avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette

Editeur responsable : A. Legros,  
rue du Lombard 41, 1000 Bruxelles

Imprimerie PUVREZ s.a.  
Avenue Fonsny 59, 1060 Bruxelles

La reproduction ou la traduction, même partielle, du texte de la présente Note d'information technique n'est permise qu'avec l'autorisation écrite de l'éditeur responsable.

## AVANT-PROPOS

*La présente Note d'information technique fait partie d'un ensemble de fascicules existants ou en préparation qui constitueront le dossier MATERIAUX PIERREUX NATURELS.*

*Ce dossier est subdivisé comme suit :*

- LES ROCHES ET LES MINERAUX (N.I.T. 163)
- LES MATERIAUX PIERREUX NATURELS DE CONSTRUCTION
  - Caractéristiques techniques et méthodes d'essai
  - Le petit granit (N.I.T. 156)
  - La pierre de Tournai (Annexe 1 de la N.I.T. 163)
  - La pierre de Vinalmont (Annexe 2 de la N.I.T. 163)
  - Les pierres blanches
  - Les marbres, les onyx et les granits
- L'EXTRACTION ET LE FAÇONNAGE DE LA PIERRE
- LES TECHNIQUES DE MISE EN ŒUVRE
  - Les revêtements extérieurs verticaux en matériaux pierreux naturels de mince épaisseur (N.I.T. 146)
  - Les revêtements de sol intérieurs
  - Collage des pierres et des marbres (N.I.T. 148)
- LES TRAITEMENTS DE LA PIERRE
- LES DOCUMENTS ADMINISTRATIFS ET LES NORMES.

## 1. INTRODUCTION

On désigne sous le nom de *roche* tout matériau de l'écorce terrestre formant, en général sur de grandes étendues, des mélanges constants de minéraux. Une même roche peut être formée d'une ou plusieurs espèces minérales. Des fractions d'un même minéral peuvent entrer dans la constitution de roches très différentes.

Les roches sont en général dures et cohérentes (ex. : pierre, caillou), parfois plastiques (ex. : argile) ou meubles (ex. : sable), à la limite liquides (ex. : huile) ou gazeuses. Sphéroïde gazeux à l'origine, liquide ensuite, la terre en se refroidissant a vu sa surface se scorifier et donner naissance aux *roches ignées*. Par la condensation des eaux, ces roches ont été soumises à des actions chimiques et mécaniques, qui les ont détruites, et ont formé les éléments des premières *roches sédimentaires*.

Sous l'influence de divers facteurs, dont la température et la pression, les roches ignées et sédi-

mentaires peuvent être transformées en *roches métamorphiques*, et cela essentiellement par des recristallisations.

La stratigraphie est la science qui permet d'établir la succession chronologique des roches de l'écorce terrestre. Le tableau 6 (p. 20) donne une échelle stratigraphique avec les principales divisions chronostratigraphiques (érathème, système, série, étage) ou géochronologiques (ère, période, époque, âge) des temps géologiques et la chronologie absolue correspondante (selon A. Foucault et J.-F. Raoult, et selon F.W.B. Van Eysinga (\*). Selon W.B. Harland et al. (\*\*), certains étages peuvent être considérés comme séries (ex. : Viséen, Tournaisien) et certaines séries comme sous-systèmes (ex. : Dinantien). Les divisions internationales et locales qui contiennent des pierres naturelles de construction utilisées ou connues en Belgique sont soulignées dans le tableau.

(\*) Voir bibliographie n° 2 et 5.

(\*\*) Voir bibliographie n° 3.

## 2. LES MINÉRAUX

Un *minéral* est en général une substance chimique naturelle se présentant le plus souvent sous forme cristallisée.

La classification des minéraux est basée sur leurs caractéristiques chimiques et cristallographiques. On distingue généralement les principales classes suivantes : éléments natifs, sulfures, oxydes et hydroxydes, halogénures (chlorures, fluorures, ...), carbonates et nitrates, phosphates, sulfates, silicates, ces derniers étant les plus nombreux. Le tableau 7 (p. 22) donne les principaux minéraux des roches, caractérisés par leur composition chimique, leur densité, leur dureté et leur système cristallographique.

La dureté d'un minéral est sa résistance à la destruction mécanique de sa structure; en pratique, un minéral est dit plus dur qu'un autre s'il raye ce dernier. L'échelle de Mohs (voir tableau 1, p. 6) distingue dix classes de dureté auxquelles correspondent dix minéraux de référence (\*).

La dureté d'une roche correspond à sa résistance à l'usure, qui se fait surtout par arrachement des grains. Une arkose mal cimentée est considérée comme une roche tendre, bien que généralement formée de quartz (minéral dur) (\*\*).

L'état cristallin d'un minéral est le résultat de la disposition de ses atomes constitutifs suivant des lois bien définies. Par conséquent, les propriétés physiques d'un cristal varient selon les directions considérées, c'est-à-dire que les cristaux sont anisotropes pour l'ensemble de leurs propriétés ou au moins pour une partie d'entre elles.

Le cristal est dit automorphe (idiomorphe) s'il peut se développer sans entraves et s'il prend une forme polyédrique limitée par des faces cristallines planes. Le minéral est dit xénomorphe (allotriomorphe) quand, bien que cristallisé, il présente une forme quelconque, les faces caractéristiques n'ayant pu se développer. Le qualificatif de subautomorphe (hypautomorphe, hypidiomorphe) est utilisé dans les cas intermédiaires où la forme est partiellement limitée par des faces planes.

(\*) Pour plus de détails à ce sujet, on consultera le § 3.21, p. 13, de la N.I.T. 146 « Les revêtements extérieurs verticaux en matériaux pierreux naturels de mince épaisseur » (voir bibliographie n° 1).

(\*\*) Voir « Caractéristiques techniques et méthodes d'essai » (fascicule à paraître).

Tableau 1 — Echelle des duretés selon Mohs

CLASSE	MINERAL DE REFERENCE	PROPRIETE	CLASSEMENT DE DURETE
1 2	talc gypse	se laisse décaper à l'ongle rayable à l'ongle	minéraux tendres
3 4 5 6	calcite fluorite apatite orthose	rayable à l'aide d'une pièce en cuivre facilement rayée au canif rayable au canif rayable à l'aide d'une lime d'acier	minéraux semi-durs
7 8 9 10	quartz topaze corindon diamant	raye le verre à vitre raye facilement le quartz raye facilement la topaze non rayable	minéraux durs

D'après leurs propriétés de symétrie, les cristaux peuvent être classés en sept systèmes cristallins. La maille élémentaire de chaque système est caractérisée par la valeur des arêtes des axes a, b, c, (d) et par leurs angles  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ .

Les sept systèmes cristallins sont les suivants (voir fig. 1, p. 7) :

- *système cubique*, composé de trois axes perpendiculaires (a, b, c) d'égale longueur;  $a = b = c$ ,  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- *système tétragonal ou quadratique*, possédant également trois axes perpendiculaires. La longueur de l'axe vertical c est différente de celle des deux autres axes;  $a = b \neq c$ ,  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- *système hexagonal*, composé d'un axe vertical c et de trois axes a, b, d de longueur égale, perpendiculaires à c, et formant entre eux un angle de  $120^\circ$ ;  $a = b = d \neq c$ ,  $\alpha = \beta = \delta = 90^\circ$ ,  $\gamma = 120^\circ$
- *système rhomboédrique*, composé d'un axe vertical c et de trois axes a, b, d de longueur égale, perpendiculaires à c et formant entre eux un angle de  $120^\circ$ ;  $a = b = d \neq c$ ,  $\alpha = \beta = \delta = 90^\circ$ ,  $\gamma = 120^\circ$
- *système orthorhombique*, composé lui aussi de trois axes perpendiculaires mais de longueur inégale;  $a \neq b \neq c$ ,  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$
- *système monoclinique*, possédant trois axes de longueur inégale; seul l'axe b est perpendiculaire aux deux autres;  $a \neq b \neq c$ ,  $\alpha = \gamma = 90^\circ$ ,  $\beta \neq 90^\circ$
- *système triclinique*, constitué de trois axes non perpendiculaires de longueur inégale;  $a \neq b \neq c$ ,  $\alpha \neq \beta \neq \gamma$ , et  $\alpha \neq 90^\circ$ ,  $\beta \neq 90^\circ$ ,  $\gamma \neq 90^\circ$ .

Indépendamment de la composition chimique, l'altérabilité et la résistance d'un minéral dépendent de la stabilité de son réseau cristallin, comme le montrent les substances cristallines polymorphes dont la stabilité dépend des conditions physico-chimiques du milieu.

La présence dans un cristal de plans de faible liaison peut conduire à l'apparition de clivages et de micro-fractures diminuant la résistance du minéral.

Tout désordre du réseau cristallin, comme la présence d'ions étrangers, de lacunes, de dislocations, provoque une instabilité de l'édifice pouvant diminuer ou modifier sa résistance mécanique et son comportement à l'altération (chimique).

En principe, tous les minéraux interviennent dans la constitution des roches. Cependant, leur importance relative est très variable. On distingue généralement :

- les minéraux essentiels, qui constituent à eux seuls la quasi-totalité des roches
- les minéraux accessoires et accidentels, dont l'importance quantitative est infiniment moindre; ce sont des minéraux rares à très rares.

La notion de minéraux essentiels, accessoires et accidentels varie en fonction de la roche étudiée. Un minéral peut être essentiel dans une roche et accessoire dans une autre.

En tenant compte des teintes les plus fréquentes, on distingue également les minéraux blancs (quartz, feldspaths, minéraux feldspathoïdes) et les minéraux non blancs, dits minéraux noirs, qui sont en général des néosilicates et des inosilicates (amphiboles, micas, péridots, pyroxènes). La proportion de minéraux noirs dans une roche ignée

permet de définir un indice de coloration (« col. ») exprimé en pourcentage.

Selon les valeurs de cet indice, on distingue habituellement :

- les roches hololeucocrates : 0-10 %
- les roches leucocrates : 10-40 %
- les roches mésocrates : 40-60 %

- les roches mélanocrates : 60-90 %
- les roches holomélanocrates : 90-100 %.

En principe, la roche est d'autant plus sombre que la valeur de l'indice est plus grande. Cependant, en réalité, la couleur dépend de bien d'autres facteurs, tels que la taille des cristaux, leur répartition dans la roche, leurs particularités minéralogiques. Ainsi, une roche hololeucocrate peut être totalement sombre (la laurikite p.ex.).

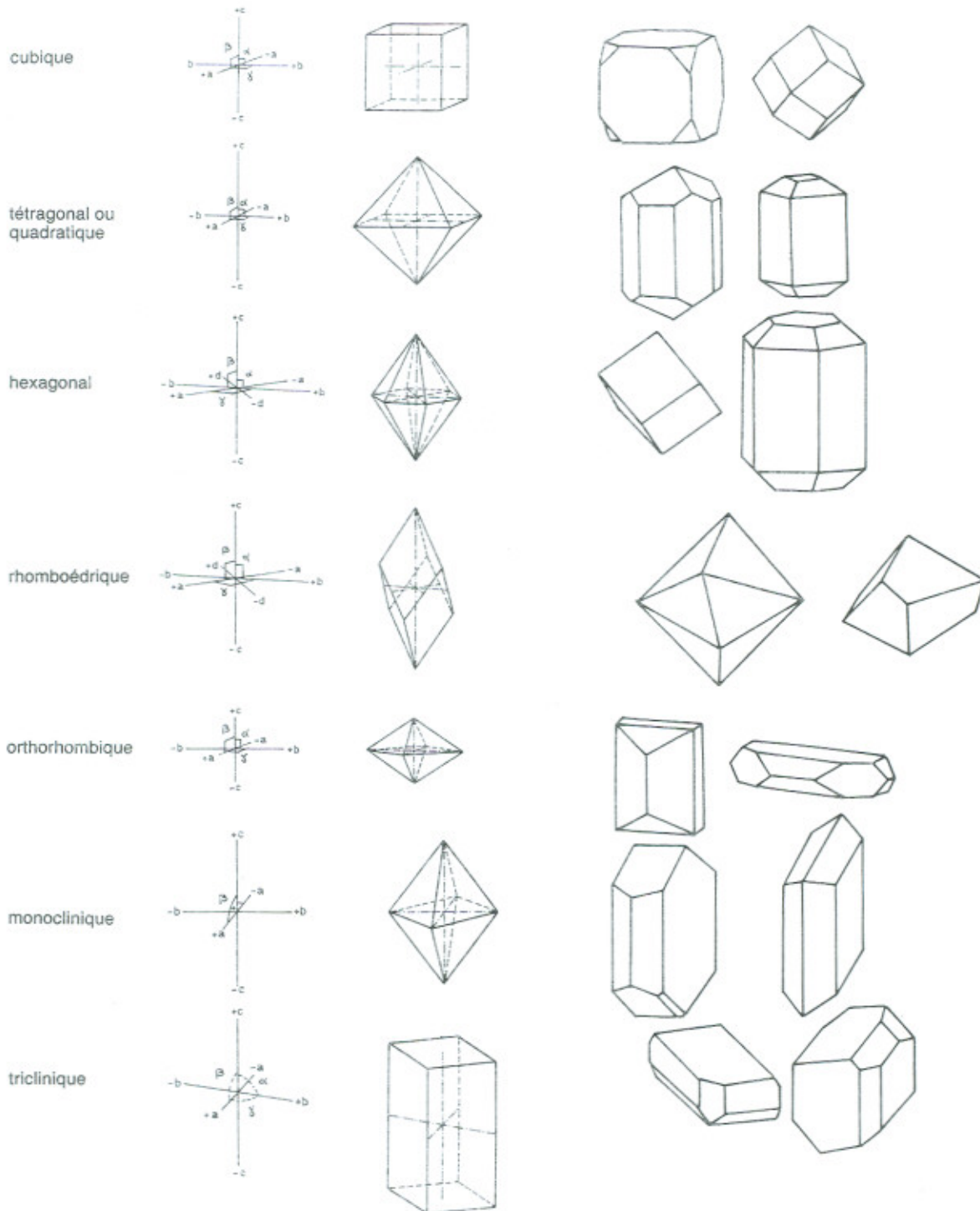


Fig. 1 — Systèmes cristallins et systèmes dérivés.

### 3. CLASSIFICATION ET DESCRIPTION DES ROCHES

Les roches peuvent être classées en trois groupes : les roches ignées, les roches sédimentaires et les roches métamorphiques.

Toute roche s'est formée, directement ou indirectement, à partir des roches ignées, par décomposition, altération ou réajustement physico-chimique de leurs constituants.

Le cycle évolutif des roches est représenté de façon schématique à la figure 2.

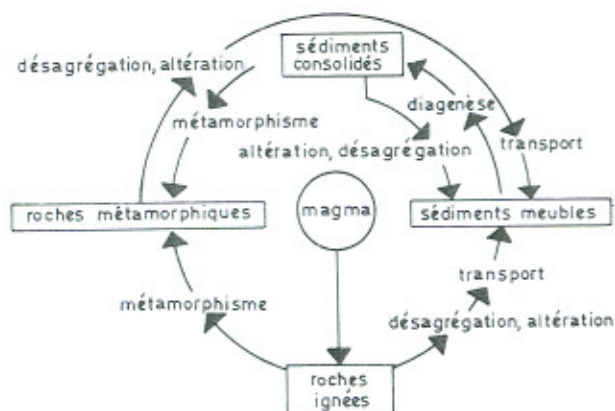


Fig. 2 — Cycle évolutif des roches (d'après W. Schumann) (\*).

#### 3.1 LES ROCHES IGNEES (MAGMATIQUES, CRISTALLINES OU ENDOGENES)

##### 3.11 Généralités

Les roches ignées résultent de la consolidation de magmas qui se sont élevés vers la surface par les fissures de l'écorce terrestre et qui peuvent atteindre la surface en formant des masses en fusion (volcanisme). Refroidies, elles se retrouvent dans les espaces souterrains qu'elles ont remplis au cours de leur ascension (roches plutoniques ou intrusives) ou sous forme de nappes qui se sont étendues à la surface de la terre (roches volcaniques : roches effusives et extrusives).

Les classifications des roches ignées s'appuient sur divers critères : le mode de formation (qui conditionne la texture) et la composition minéralogique et/ou chimique (qui détermine les cristaux représentés). On arrive à classer les roches ignées, suivant leur composition minéralogique (tableau 2) et chimique, en cinq grands groupes : les granites, les syénites, les diorites, les gabbros et les basaltes.

Selon la composition minéralogique, on distingue également :

Tableau 2 — Composition minéralogique des roches ignées en % (selon W. Schumann) (\*)

MINERAUX	ROCHES IGNEES				
	Granite	Syénite	Diorite	Gabbro	Basalte
Quartz	26	5	16	—	—
Feldspaths alcalins	30	50	4	—	—
Plagioclases	36	20	33	50	45
Pyroxènes	—	} 20	—	} 45	50
Amphiboles	—		26		—
Biotite	7	—	20	—	—
Muscovite	0,5	—	—	—	—
Apatite, olivine, minéraux opaques	0,5	5	1	5	5
	100	100	100	100	100

(\*) Voir bibliographie n° 4.



Tableau 3 — Classification des roches ignées d'après leur texture et leur coloration

COLORATION	TEXTURE		
	phanéritique (roches plutoniques)	aphanitique (roches volcaniques)	vitreuse
<b>Roches hololeucocrates et leucocrates</b>	granites syénites	rhyolites trachytes	obsidiennes rétinites pierre ponce
<b>Roches mésocrates et mélanocrates</b>	gabbros diorites	basaltes andésites	
<b>Roches holomélanocrates</b>	péridotites amphibolites pyroxénolites		

- les *roches saturées*, s'il y a excès de SiO<sub>2</sub> et présence de quartz
- les *roches sous-saturées*, s'il y a déficit de SiO<sub>2</sub> et présence d'olivine et de feldspathoïde (tectosilicate voisin d'un feldspath, mais moins riche en silice; c'est un minéral sous-saturé qui ne peut donc, sauf exception, coexister avec le quartz dans les roches).

On subdivise ces groupes, d'après la texture, en :

- *roches plutoniques ou de profondeur*  
Ces roches présentent l'une des textures suivantes :
  - texture grenue correspondant à un refroidissement très lent; la cristallisation (phanéritique) se fait en grains aisément discernables à l'œil nu (grains très fins < 1 mm : texture aplitique; grains très gros > 1 cm : texture pegmatitique et pegmatoïdique)
  - texture porphyrique correspondant à un refroidissement lent avec cristallisation en deux temps. On distingue une abondance de gros cristaux (phénocristaux) enrobés dans une pâte microcristalline
- *roches volcaniques, effusives ou de surface*  
Ces roches présentent l'une des textures suivantes :
  - texture microcristalline correspondant à des roches consolidées rapidement, formées entièrement de petits cristaux non visibles à l'œil nu ou de cristaux à peine discernables (texture aphanitique)
  - texture vitreuse observée dans les roches refroidies très rapidement et n'ayant pas eu le temps de cristalliser.

La classification des roches ignées d'après la texture et la coloration est donnée dans le tableau 3 ci-dessus.

### 3.12 Principales roches ignées

#### 3.12.1 Granites

Les granites sont des roches plutoniques (roches effusives équivalentes : rhyolites) dont les minéraux essentiels sont des feldspaths et du quartz, et les minéraux secondaires des micas, des pyroxènes et des amphiboles.

Ce sont des roches dures, grenues, hololeucocrates à leucocrates de couleur généralement claire, gris clair, rose, rougeâtre ou bleutée et d'aspect moucheté suivant la teneur des constituants.

C'est le type de roche à texture grenue, holocristalline, mais dont les éléments peuvent présenter des dimensions très variables : des aplites, ou granites aplitiques, aux pegmatites, ou granites pegmatitiques.

Dans les granites porphyriques, le feldspath est bien développé dans une pâte microgrenue de quartz et de feldspath.

Le granite et ses variétés représentent 5 à 10 % des roches de la surface des continents.

L'altération des granites dépend essentiellement de celle des feldspaths, ce qui permet une désagrégation de la roche et conduit à la formation d'une arène granitique. Normalement, les granites résistent très bien aux intempéries. Certains granites clairs, comme le granite de Baveno (Italie), peuvent présenter des taches brunâtres.

A cause de leur dureté, les granites, comme la plupart des roches ignées, sont des pierres difficiles à tailler, ce qui rend le façonnage et le polissage onéreux.

Le sol belge ne renferme que deux petits massifs granitiques. Seul le massif de Herzogenhügel (Eupen) dans la vallée de la Helle a fait l'objet d'une

tentative d'exploitation pour la production de ballast.

Les granites utilisés en Belgique sont importés notamment de Norvège, de Suède, de Bavière et d'Auvergne. Les quelques rhyolites qu'on trouve en Belgique ont été ou sont exploitées à Grand-Manil, Monstreux, Nivelles et Malonne pour la fabrication de carreaux céramiques et de faïences, la préparation d'engrais chimiques et pour le ballastage des routes.

### 3.12.2 Syénites

Les syénites (roches effusives équivalentes : trachytes), souvent désignées sous le nom de granites sans quartz, sont composées principalement de feldspaths potassiques (accompagnés de plagioclases calco-alcalins) et d'amphiboles, les minéraux accessoires étant le pyroxène et la biotite.

Ces roches hololeucocrates à leucocrates présentent le même aspect que le granite, mais sont généralement plus foncées, grises, roses ou verdâtres. Les syénites résistent normalement très bien aux intempéries.

L'appellation de syénite est un dérivé de Syène, l'ancien nom d'Assouan en Egypte, où furent extraites les pierres de la plupart des anciens monuments égyptiens. La larvikite (ou laurvikite), nommée d'après Larvik en Norvège, dont on fait chez nous un grand usage (sous le nom de labrador), est en réalité une syénite de structure et de composition spéciales.

Le sol belge ne renferme pas de syénites (ni de trachytes). Elles sont importées principalement de Norvège, d'Ecosse et du Portugal. Les trachytes proviennent d'Allemagne (Westerwald, Drachenfels, Reimerath), de France (Auvergne) et d'Italie (Pozzuoli, etc.).

### 3.12.3 Diorites

Les diorites sont des roches plutoniques leucocrates (roches effusives équivalentes : andésites) composées, pour les minéraux essentiels, de plagioclases (oligoclase, andésine) et d'amphiboles, d'un minéral accessoire, la biotite, et parfois d'un minéral accidentel, le pyroxène ou le quartz. La muscovite et les feldspaths potassiques font défaut.

Leur texture est grenue, micro-grenue ou porphyrique. Elles ont un aspect moucheté, de couleur d'ensemble gris vert ou gris rosé.

La transition entre les diorites et les granites se fait graduellement par l'intermédiaire des diorites quartzitiques et des granodiorites. Les diorites résistent normalement très bien aux intempéries.

Le sol belge ne contient pas d'andésites, mais renferme un gîte de diorite situé à Lembecq (Saint-Véron), qui a été exploité pour la fabrication de pavés, et trois gisements de roches dioritiques

(Quenast, Lessines et Bierghes) connus pour leur teneur en porphyre (roche magmatique présentant de grands cristaux de feldspaths dispersés dans une pâte aphanitique). Les diorites d'Afrique du Sud sont aussi connues en Belgique.

### 3.12.4 Gabbros

Les gabbros sont des roches plutoniques (roches effusives équivalentes : basaltes) composées de plagioclase basique (labrador, anorthite, bytownite) et de pyroxène, comme minéraux essentiels, et d'amphibole, de biotite ou d'olivine, comme minéraux accessoires. Ils ne contiennent ni quartz, ni feldspath alcalin, ni muscovite.

La texture est généralement grenue. Ce sont des roches compactes de couleur d'ensemble vert foncé, plus ou moins mouchetées de blanc (mésocrates à mélanocrates). Les gabbros s'altèrent en entraînant la saussuritisation des plagioclases (formation d'épidote, d'albite, ...) et l'ouralitisation des pyroxènes (formation d'amphiboles vert pâle) qui entraîne à son tour la formation de sphène. Le sol belge ne renferme pas de gabbro. Le gabbro de Karlsham (Suède) est très connu en Belgique.

### 3.12.5 Basaltes

Les basaltes sont des roches effusives composées d'une pâte microlithique contenant comme minéraux essentiels des plagioclases et de l'augite, et comme minéraux accessoires de l'olivine, de la magnétite et de l'ilménite, avec ou sans résidus vitreux. Des phénocristaux d'augite ou d'olivine peuvent être présents.

Ce sont des roches compactes de couleur noire (mésocrates à mélanocrates) à l'état frais; altérées, elles sont vert foncé, brun foncé, rougeâtres ou noires.

Leur classification et leur nomenclature sont variées et liées à leur composition minéralogique et chimique, et à leur genèse : basaltes avec ou sans olivine, basaltes saturés ou sous-saturés. Le sol belge ne renferme pas de basalte. Ils sont importés d'Allemagne (Hohenfels, Mayen, Niedermendig, Londorf).

## 3.13 Autres types de roches ignées

*Diabase ou dolérite* : roche intermédiaire entre les gabbros (grenus) et les basaltes (microlithiques). En Belgique, on trouve de la diabase à Challes.

*Obsidienne* : roche volcanique entièrement vitreuse, noire, à cassure lisse conchoïdale brillante, habituellement de composition rhyolitique.

*Pierre ponce* : roche volcanique vitreuse, très poreuse et donc de faible densité (elle peut flotter sur l'eau).

*Rétinite* : roche volcanique vitreuse à composition rhyolitique (pechstein).

## 3.2 LES ROCHES SEDIMENTAIRES OU EXOGENES

### 3.21 Généralités

Les roches sédimentaires, qui constituent 75 % des roches que nous pouvons observer à la surface de la terre, se sont formées par dépôt de matériaux détritiques, résiduels, colloïdaux ou dissous entraînés par les eaux et issus de l'altération météorique de roches éruptives, métamorphiques ou sédimentaires préexistantes. Les dépôts sédimentaires, meubles à l'origine, se sont souvent consolidés par cimentation des grains, sous l'influence de divers facteurs.

La teneur en quartz (minéral particulièrement dur et résistant) des roches sédimentaires est nettement plus élevée que dans les roches ignées. Par contre, leur teneur en feldspaths est beaucoup moins importante; les amphiboles et les pyroxènes ne se retrouvent presque pas dans les roches sédimentaires. Feldspaths, amphiboles et pyroxènes ont donné naissance aux micas, aux minéraux argileux, aux carbonates, aux chlorures et aux hydroxydes.

Les produits d'altération et leur facilité de transport déterminent la nature des roches sédimentaires :

- *silicates résiduels* (quartz, accompagné ou non de muscovite, de feldspath alcalin, etc.) donnant les roches siliceuses détritiques
- *silicates transformés* (minéraux colloïdaux et néoformés ou minéraux des argiles) donnant les roches alumineuses ou argileuses
- *éléments en solution* (Na, K, Ca, Mg, Fe, Al, Si) donnant les roches de précipitation carbonatées (Ca, Mg, Fe), salines (chlorures, sulfates, Na, K, Mg), ferrugineuses (Fe, Al), siliceuses (Si).

Ces différents types de roches n'existent pas toujours à l'état pur. Des éléments de chaque groupe peuvent s'être déposés simultanément, en

proportions variables, et l'on peut passer de l'un à l'autre type par une série continue de stades intermédiaires. De plus, les solutions résiduelles peuvent donner lieu à des minéralisations lors de la consolidation des roches meubles (silicification, carbonatation, etc.).

Parmi les roches sédimentaires, on distingue essentiellement les roches détritiques et les roches physico-chimiques ou biogènes.

Parmi les *roches détritiques*, on distingue les roches terrigènes (voir tableau 4), résultant de l'accumulation de débris de roches arrachés à des continents, et les roches pyroclastiques, résultant de l'accumulation de débris volcaniques.

Parmi les *roches biogènes et/ou physico-chimiques*, on distingue :

- les *roches carbonatées*, formées essentiellement (au moins 50 %) de carbonates d'origine non terrigène; elles représentent environ 15 % de la surface des continents et présentent une variété presque infinie de structures, de colorations et de duretés :
  - les roches carbonatées bioclastiques sont le résultat de l'accumulation de squelettes et de fragments d'organismes animaux ou végétaux; elles sont souvent classifiées en calcirudites (brèches récifales par exemple), calcarénites (calcaires oolithiques par exemple) et calcilutites (craie, marnes par exemple)
  - les roches carbonatées physico-chimiques sont le résultat de la précipitation directe (par voie chimique) des carbonates (calcaires stalagmitiques et stalactitiques, travertins par exemple)
- les *roches siliceuses* : silex, diatomites par exemple
- les *roches carbonées* : charbons, huiles minérales par exemple
- les *roches salines* : sel gemme, gypse, albâtre par exemple

Tableau 4 — Classification des roches terrigènes détritiques

CLASSE	GRAINS	SEDIMENTS MEUBLES	SEDIMENTS COHERENTS	ROCHES ± RECRISTALLISEES (METAMORPHIQUES)
<b>Rudites</b>	> 2 mm	Agglomérats : — cailloux — graviers	Conglomérats : — poudingues — brèches	
<b>Arénites</b>	> 1/16 mm et < 2 mm	Sables Arènes	Grès Arkoses	Quartzites
<b>Lutites</b>	< 1/16 mm	Sablons Vases Limons Loess	Argiles Argilites Pélites Schistes	Ardoises Phyllades

- les *roches phosphatées* : phosphates par exemple
- les *roches ferrugineuses, glauconieuses, alumineuses* : bauxites par exemple.

La caractéristique principale des roches sédimentaires est de se déposer en général sous forme de couches parallèles (dépôts stratifiés en lits successifs ou strates). L'épaisseur et la composition de ces couches peuvent varier. Chaque couche est séparée des couches voisines par une surface de discontinuité appelée plan de stratification. Les roches stratifiées se brisent beaucoup plus facilement suivant ces plans. La stratification est mise en évidence par les différences de couleur, de composition, de granulométrie et de texture affectant les couches.

La couleur d'une roche sédimentaire peut être due à la couleur des minéraux qui la constituent, à la nature, à la concentration et au mode de distribution de certains pigments finement divisés et dispersés dans la masse de la roche. A part la glauconie et la chlorite, qui donnent aux roches une couleur vert foncé, peu de minéraux contenus dans les roches sédimentaires sont colorés.

On admet que les roches colorées en noir ou en gris foncé par le carbone (matière organique) et par les sulfures de fer se sont formées dans des conditions réductrices, tandis que les roches colorées en rouge (par les oxydes ferriques), en jaune ou en brun (par les hydroxydes ferriques) se sont formées dans des conditions oxydantes.

### 3.22 Principales roches sédimentaires

#### 3.22.1 Roches carbonatées (calcaires et dolomies)

##### 3.22.11 Classification des roches carbonatées

D'après la nature des minéraux étrangers ou du ciment, on classe les roches carbonatées en calcaires gréseux, calcaires glauconieux, calcaires argileux, calcaires dolomitiques ou magnésiens, calcaires siliceux, calcaires ferrugineux, etc. Du point de vue génétique et structurel, on distingue les calcaires compacts, les calcaires grumeleux, les calcaires oolithiques, les calcaires crinoïdiques, les calcaires bréchiques, le tuf, le travertin, la craie, etc.

Bien entendu, ces aspects peuvent être cumulatifs et l'on peut avoir, par exemple, un calcaire crinoïdique, siliceux et compact.

Du point de vue de leurs propriétés, on peut classer les calcaires empiriquement en considérant qu'ils sont formés de grains compacts (calcite, quartz, organismes, oolithes), agglomérés plus ou moins fortement par un ciment finement cristallisé de calcite accompagné ou non de substances étrangères (argile, silice, oxyde de fer). Le degré de

cimentation, la taille, la nature et le pourcentage des grains influencent les propriétés de la pierre et sa résistance à l'altération.

Indépendamment des nomenclatures pratiques, on utilise aussi des classifications basées essentiellement sur la structure des calcaires.

Dans la *classification de Dunham* (\*), on distingue :

- les calcaires cristallins, ou calcaires à texture sédimentaire non reconnaissable
- les calcaires à texture sédimentaire reconnaissable.

La *classification de Folk* (\*) est plus complexe, mais plus détaillée et prend en compte les constituants orthochimiques, ou orthochèmes, et les constituants allochimiques, ou allochèmes.

Les *orthochèmes* sont les cristaux du ciment qui ont précipité dans le bassin sédimentaire sous forme de :

- micrite, ou boue de calcite, en particules de 1 à 4  $\mu\text{m}$
- microsparite en cristaux de 5 à 10  $\mu\text{m}$  (qui résulte en général d'une recristallisation de micrite)
- sparite en cristaux supérieurs à 10  $\mu\text{m}$  (en général 20 à 100  $\mu\text{m}$ ).

Les *allochèmes* sont les éléments d'origine chimique ou biochimique formés dans le bassin de sédimentation et ayant subi un certain transport sous forme de fragments distincts. Parmi les allochèmes, on distingue :

- les *intraclastes* : fragments légèrement arrondis ou anguleux issus d'un sédiment voisin mal consolidé, et redéposés à faible distance en formant un nouveau sédiment
- les *oolithes* et les *pisolithes* : petites sphères d'un diamètre de 0,5 à 2 mm (oolithes) ou supérieur à 2 mm (pisolithes), dont le centre est constitué d'un débris enveloppé de minces couches donnant une structure concentrique à laquelle peut se superposer une structure radiaire
- les *fossiles*
- les *pellets* : petites masses ovoïdes de moins de 200  $\mu\text{m}$  (de 40 à 80  $\mu\text{m}$  en moyenne) formées de boue microcristalline souvent riche en matière organique, et considérées comme étant d'origine fécale.

Les calcaires (riches en calcite) sont de faible dureté (la calcite est rayable au couteau) et font effervescence à froid sous l'action d'un acide dilué, ce qui les distingue des dolomies (riches en dolomite). Alors que les roches ignées, gréseuses et schisteuses, présentent une grande inertie chimique, les roches calcaires sont décomposées par les acides. Elles sont très légèrement solubles dans les eaux chargées d'acide carbonique. La dissolution

(\*) Voir bibliographie n° 2.

extrêmement lente du calcaire offre l'avantage que les poussières et les suies ne s'y incrustent pas. La plupart des roches calcaires se laissent bien tailler, ciseler et sculpter et prennent souvent de belles patines.

En Belgique, on a coutume de séparer les pierres calcaires en pierres dites « blanches » et en pierres dites « bleues ».

### 3.22.12 Pierres blanches

Les pierres blanches sont des pierres de teinte blanchâtre, jaunâtre à grisâtre qui n'existent en Belgique que dans les terrains tertiaires et secondaires. Comme elles sont presque totalement épuisées, la Belgique doit les importer (surtout de France et un peu d'Angleterre).

Parmi les pierres blanches belges, on distingue :

- le calcaire lédien, souvent dénommé « pierre de Balegem » ou « grès lédien » (entre les vallées de l'Escaut et de la Dyle) : calcaire très sableux gris clair
- la pierre de Gobertange (Bruxellien; Gobertange, Mélin, Lathuy, Saint-Rémy-Geest) : calcaire sableux blanchâtre avec veines et vermiculations grisâtres
- les moellons bruxelliens (Woluwé-Saint-Lambert, Diegem, etc.) : calcaire sableux ou grès calcaire qui ressemble beaucoup à la pierre de Gobertange
- le tuffeau de Lincent (Landénien; Linsmeau près de Lincent) : calcaire très glauconieux
- le tuffeau de Ciply (Montien) : calcaire à grain fin, gris blanchâtre, jaunâtre ou bleuâtre
- le tuffeau de Maestricht (Maestrichtien; sud du Limbourg belge et néerlandais : Zichem, Zussen, Bolder, Kanne) : craie blanchâtre, grenue, très tendre (pouvant se tailler au canif), très poreuse
- les calcaires sableux de Florenville et d'Orval (Sinémurien; pays de Gaume : Chassepierre, Fontenoille, Florenville, Izel, Sainte-Marie, Ethe, Croix-Rouge, Jamoigne, Villers-devant-Orval) : calcaires jaunâtres très sableux
- le calcaire de Grand-Court (Bajocien; près des frontières sud et sud-est de la Belgique) : calcaire grenu, d'un ton jaune doré.

Les pierres blanches françaises utilisées en Belgique proviennent de trois grands bassins géologiques : le bassin parisien (qui se prolonge dans le sud de l'Angleterre), le bassin d'Aquitaine et le bassin du Rhône. Parmi ces pierres, qui sont ou ont été le plus utilisées chez nous, on distingue quelques exemples qui appartiennent aux divisions stratigraphiques suivantes :

- Helvétien : Pont-du-Gard

(\*) Fascicule tiré à part.

(\*\*) s.l. : au sens large.  
s.s. : au sens strict.

- Burdigalien : Espeil
- Sannoisien : Château Landon
- Lutétien : calcaire grossier du bassin parisien (Noyant, Saint-Maximin, Saint-Vaast)
- Turonien : Crazannes, Richemont, Saint-Même-les-Carières
- Cénomaniens : Sireuil
- Urgonien : Brouzet
- Néocomien : Hauteville, Lens
- Portlandien : Brauvilliers, Morley, Savonnières
- Oxfordien : Euville, Lavoux, Lérrouville, Sénonville
- Callovien : Tercé
- Dogger : Chazeilles, Vilhonneur
- Bathonien : Anstrude, Beaunotte, Chamesson, Chassagne, Chassignelles, Chauvigny, Cléris, Comblanchien, Etrochey, Jardres, Larrys, Mas-sangis, Montmoyen, Ravières, Saint-Corneille, Villebois
- Bajocien : Buxy, Jaumont, Magny, Pouillenay, Tétange.

Parmi les autres pierres blanches utilisées en Belgique, on distingue encore : le Portland (Portlandien; Angleterre), l'Ancan (Jurassique; Portugal), le Bodrak (U.R.S.S.), le Karsy (Turonien; Pologne) et le Pinczow (Miocène; Pologne).

### 3.22.13 Pierres bleues

Parmi les pierres bleues belges, on distingue :

- le *petit granit* (Tournaisien; bassin du Hainaut : Ecaussinnes, Feluy, Arquennes, Maffles, Naast, Neufvilles, Soignies; bassin du Condroz et de la vallée de l'Ourthe : Ouffet, Poulseur, Sprimont; bassin de la Molinee et du Bocq : Denée, Spontin) : calcaire non gélif de teinte gris bleu, plus ou moins recristallisé, résultant de la fossilisation et de l'accumulation d'innombrables débris d'encrines ou de crinoïdes cimentés par une gangue microgrenue de vase calcaire
- la *pierre de Tournai* (Tournaisien; vallée de l'Escaut près de Tournai) : calcaire argilo-siliceux, noirâtre, prenant une patine gris jaunâtre (voir Annexe 1-de la présente Note) (\*)
- les *pierres de Meuse* s.l. (\*\*) comprennent les pierres de Meuse s.s. (\*\*) ou calcaires de Lives, les pierres de Moha, de Vinalmont (voir Annexe 2 de la présente Note) (\*) et de Longpré, et les calcaires exploités précédemment dans le Viséen supérieur de la vallée du Samson.

Les pierres de Meuse s.s. (\*\*) (Viséen; entre Namèche et Andenne) sont des calcaires non gélifs, grenus, prenant une patine gris clair (à ne pas confondre avec un grès famennien commercialisé sous le même nom).

Les pierres de Moha, de Vinalmont et de Longpré (Viséen) sont des calcaires non gélifs, gris clair, essentiellement oolithiques, prenant une patine blanchâtre

- les *calcaires dévoniens* (Givétien et Frasnien; dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et à Rochefort) : calcaires noir bleuâtre, prenant une patine assez claire.

### 3.22.14 Travertins

Le travertin est un calcaire sédimentaire continental, d'aspect concrétionné, plus ou moins vacuolaire, gris à jaunâtre, grossièrement lité.

Parmi les travertins exploités en Belgique, on distingue le travertin de la vallée du Hoyoux (Barse), le travertin de Modave, celui de Marches-Les-Dames et ceux de Rouillon et de Villerot.

### 3.22.15 Marbres

L'appellation de marbre répond à des définitions très diverses. Outre le calcaire cristallin (roche métamorphique), on désigne encore sous le nom de marbre, dans l'industrie du bâtiment, dans le commerce et dans le langage populaire, les calcaires compacts et susceptibles de prendre un beau poli.

Les marbres belges s.l. (\*) sont tous des calcaires très compacts qui datent du Paléozoïque. Génétiquement, on distingue les calcaires en récifs isolés ou en récifs continus, les calcaires en bancs et les brèches.

#### 3.22.15.1 Calcaires en récifs isolés

Les récifs isolés ou biohermes, exploités comme marbres (surtout frasnien) forment de grands amas de calcaire coralligène inclus dans les roches schisteuses ou calcaro-schisteuses stratifiées. Un même récif peut donner plusieurs types de marbres. Parmi les marbres de récifs isolés belges, on distingue ceux de la région de Philippeville (le rouge des Flandres, le rouge fleuri, le rouge impérial, le rouge royal, le rouge byzantin, le rouge griotte, le gris des Ardennes, le gris Saint-Edouard, le bleu antique), de Rance (le rouge de Rance) et de Rochefort (le rouge Saint-Rémy). Il existe un autre marbre rouge d'âge famennien, connu sous le nom de marbre de Baelen (exploité dans le temps dans la région de Verviers). Le marbre Guérin-Rose (exploité à Guérin et commercialisé sous le nom de marbre ou brèche de Walzin) est un faciès particulier des récifs waulsortiens.

#### 3.22.15.2 Calcaires en récifs continus

Les récifs continus ou biostromes, qui donnent des marbres gris, peuvent avoir en Belgique une étendue de plusieurs kilomètres et une épaisseur

allant de 3 à 15 m. En Belgique, on trouve des récifs continus dans les étages frasnien et givétien supérieur. Le principal de ces marbres est formé par le Sainte-Anne, du bord septentrional du bassin de Dinant (Frasnien; Thuin, Beaumont, Gougnies et Merbes-le-Château), qui est un calcaire gris foncé à taches blanches, commercialisé sous différentes variétés (Gris, Grand Mélange, Petit Mélange et Moyen Mélange). A Aywaille, on exploitait un très beau noir corraligène sous le nom de Notre-Dame de Dieupart; à Tailfer, un marbre semblable fut appelé Antique de Meuse.

#### 3.22.15.3 Calcaires en bancs

Les calcaires en bancs se divisent en deux types principaux : les calcaires d'origine biochimique et les calcaires organogènes.

Les calcaires biochimiques sont tantôt d'un noir uniforme, comme le noir de Golzinne ou le noir de Mazy, actuellement appelé noir belge (Frasnien; Mazy, Golzinne et Rhines), le noir de Dinant ou le noir de Denée (Viséen; Dinant, Denée, Furfooz et Saint-Gérard), le noir de Basècles (Viséen; Péruwelz, Basècles et Quevaucamps) et le noir de Theux ou noir antique (Viséen), tantôt veinés de calcite, comme le bleu belge (Viséen : Bioul, Bouffieux, Warnant, Anhée et Fontaine-Levêque, où il a été appelé veiné Saint-Christophe; Frasnien : Feluy, Barvaux), tantôt parsemés de taches blanches et ponctués de débris d'encrines comme le petit granit. Certains bancs noirs du calcaire de Meuse s.s. (\*) ont été exploités comme marbre noir de Namur (Viséen); de même à Tournai, certains bancs surmontant le gras-délit sont exploités comme marbre noir de Tournai ou noir de Calonne.

Les calcaires organogènes gris sont constitués essentiellement de stromatopores globuleux comme le marbre Florence (Dévonien; Mettet, Saint-Jean, Profondeville et Tailfer). On exploitait à Evrehailles (Yvoir) un marbre semblable à larges veines blanches (marbre Saint-Laurent).

#### 3.22.15.4 Brèches

Les brèches sont constituées par des fragments calcaires à angles aigus, agglomérés par une pâte calcaire fine. On a exploité comme marbre les brèches viséennes de Waulsort (marbre Herculanum) à éléments gris, bruns ou noirs dans un ciment généralement rouge. Ce marbre peu résistant et gélif était exploité dans la région Hastière-Onhay, à Landelies, à Montignies et à Saint-Aubin (Florennes).

### 3.22.2 Roches gréseuses

Les roches gréseuses sont les roches sédimentaires les plus répandues. Elles proviennent du cimentage de grains de sable, principalement de

(\*) s.l. : au sens large.  
s.s. : au sens strict.

quartz (et accessoirement de feldspaths et de micas). Les grès sont des roches dures ou friables à cassure grenue, généralement rugueuse, qui ne peuvent être rayées par la pointe d'une lame de canif.

Les grès se distinguent surtout d'après la nature du ciment (composition et proportion) : grès siliceux à ciment d'opale ou de calcédoine, généralement très durs (tendres si le ciment est peu abondant); grès argileux ou argilo-siliceux, généralement sensibles au gel; grès calcaires (ciment de carbonate de chaux), généralement sensibles aux attaques chimiques; grès ferrugineux bruns ou rouges (cimentés par des oxydes et des hydroxydes de fer), parfois verdâtres; grès dolomitiques, phosphatés, gypseux, bitumineux.

Ils se distinguent encore par la grosseur des grains et par la nature des minéraux détritiques ou néoformés qui accompagnent le quartz : grès glauconieux, micacé, feldspathique ou arkosique, oolithique, coquillier.

Les psammites sont des grès riches en micas groupés en minces lits, favorisant un délitage en plaquettes ou en dalles.

Les arkoses sont des grès renfermant au moins 25 % de feldspaths.

La tenue, la compacité et la solidité du grès sont déterminées, outre par la nature du sable et du ciment, par leur forme et leur répartition.

La Belgique possède dans les terrains tertiaires quelques variétés de grès généralement très tendres, qui ont la propriété de durcir à l'air, et parmi lesquels on distingue :

- les grès ferrugineux diestiens (situés en Campine, entre Aarschot et Diest), brun rougeâtre, très altérables
- les grès ferrugineux bruxelliens (Uccle, Wavre, Ohain, Ottenburg, Auderghem), brun rougeâtre, tendres, moins altérables que les grès diestiens
- les grès de Grandglise et de Blaton (Landénien inférieur), tendres, verdâtres, souvent bariolés de rouge et de jaune.

Les terrains primaires de Belgique renferment de grandes quantités de grès, de psammites et d'arkoses, parmi lesquels on distingue :

- les grès du Houiller, comme le grès d'Andenne (Andenne, Gives, Couthuin, Salzinnes, Courcelles), très résistant, blanc, légèrement rosé
- les grès et psammites du Fammennien (Condroz, Hainaut), qui sont des grès à ciment calcaireux ou micacé, parmi lesquels on distingue les grès de l'Ourthe (Ourthe et Amblève) de teinte gris verdâtre à jaunâtre; la pierre d'Avoine (Condroz), un grès décalcifié; le grès d'Ecaussinnes, un psammite ou grès très micacé, très gélif, avec la teinte et la patine des calcaires lédiens (on vend un grès fammennien sous le nom de pierre de Meuse, qui ne correspond pas du tout avec les pierres de

Meuse proprement dites, qui sont des pierres bleues, voir § 3.22.13, p. 13)

- les grès du Couvinien, foncés, verdâtres (grès de la Gileppe et de Goé) à bleuâtres (Forrières), ferrugineux et parfois calcarifères
- les grès et arkoses du Dévonien inférieur, du Silurien et du Cambrien : des grès de nombreuses assises, exploités en plusieurs endroits en Ardenne (p. ex. le grès silurien de Dongelberg et les arkoses de Waimès, de Salmchâteau, de Transinne et de Couvin).

Parmi les grès importés en Belgique, on distingue :

- le grès d'Hertzogenrath (Miocène; Hertzogenrath en République Fédérale d'Allemagne et Nivelstein aux Pays-Bas), siliceux, blanchâtre, de qualité inégale, parfois gélif
- le grès de La Rochette et de Luxembourg (Hettangien et Sinémurien), gris jaunâtre, à ciment calcaire
- le grès de Muschelkalk (Diekirch, Grand-Duché de Luxembourg), rose, vert pâle ou jaunâtre, à grains fins
- le grès de Buntsandstein (vallée de la Sûre, Grand-Duché de Luxembourg), rouge, jaunâtre ou verdâtre, micacé à gros grains
- le grès rouge des Vosges (Buntsandstein), rouge, ferrugineux, à stratification oblique
- le grès de Bentheim (Crétacé; République Fédérale d'Allemagne), homogène
- le grès de Mons et d'Arras.

### 3.22.3 Conglomérats

Les conglomérats sont des roches détritiques formées à 50 % au moins d'éléments d'un diamètre supérieur à 2 mm. Les conglomérats regroupent :

- les brèches, à éléments en majorité anguleux
- les poudingues, à éléments arrondis ou galets.

En Belgique, on a parfois utilisé comme pierres de construction les poudingues de Burnot, de Fépin et de Wéris appartenant au Dévonien inférieur, ainsi que de nombreuses brèches. Les brèches à ciment rouge viséen de Waulsort et de Landelies ont été exploitées comme marbres.

### 3.22.4 Roches schisteuses

Les schistes proviennent de la consolidation des argiles. Ces roches ont pour caractéristique essentielle de se cliver en feuillets parallèles (schistosité). Les schistes sont généralement de couleur sombre, gris noir, bleuâtre, vert ou rouge; ils sont tendres à très compacts. Certains schistes compacts sont utilisés dans la région ardennaise comme moellons bruts de construction.

### 3.22.5 Roches salines

Les roches salines résultent de la précipitation de sels solubles par sursaturation des solutions. Dans

cette catégorie entrent principalement les chlorures et les sulfates. La seule roche de ce type utilisée comme pierre de construction est le gypse.

L'albâtre est un gypse très finement cristallisé, blanc, semi-transparent, utilisé en sculpture. Le nom d'albâtre est souvent donné par extension à divers calcaires blancs saccharoïdes ou veinés, servant à la confection d'objets ornementaux (albâtre oriental, albâtre égyptien) ou utilisés en architecture.

### 3.22.6 Tuf volcanique

Le tuf volcanique est une roche pyroclastique formée par accumulation de projections volcaniques en fragments de quelques millimètres. Cette roche peut contenir des cendres ou des blocs, et est consolidée sous l'action de l'eau.

En Belgique, des tufs volcaniques ont été importés de République Fédérale d'Allemagne (Römer Tuf : Brohl, Nette, Maria Laach; Ettringer Tuf; Hasenstöppler Tuf; Weiberner Tuf; Hohenleie Tuf) et d'Italie (Peperino, Viterbo).

## 3.3 LES ROCHES METAMORPHIQUES

### 3.31 Généralités

Les roches métamorphiques sont produites par la transformation de roches sédimentaires, d'autres roches métamorphiques ou de roches ignées, sous l'influence de divers facteurs tels que la température et/ou la pression. Il en résulte un réajustement physico-chimique des éléments qui entraîne une variation parfois importante de leur composition minéralogique (cristallisation de nouveaux minéraux dits néoformés) et de leur aspect (acquisition de textures et de structures particulières). On peut dire que le métamorphisme commence après la lapidification (diagenèse) des roches sédimentaires. Les transformations sont plus poussées lorsque la température et la pression augmentent, et le métamorphisme prend fin lorsque ces facteurs sont suffisamment élevés pour amener la roche en fusion. C'est le retour du magma, l'anatexie ou l'ultramétamorphisme. Les observations sur le terrain montrent une transition continue entre les argiles, les schistes, les micaschistes, les gneiss, les migmatites et les granites anatectiques.

Les modifications sont variables suivant qu'elles sont dues au contact de roches en fusion (températures élevées, pressions variables), à l'apport de matériaux étrangers (minéralisateurs) ou à l'enfouissement au sein de l'écorce (métamorphisme régional).

La classification des roches métamorphiques est donnée dans le tableau 5.

### 3.32 Principales roches métamorphiques

#### 3.32.1 Gneiss

Les gneiss sont des roches composées, comme les granites, de feldspath alcalin, de quartz et de

micas. Les minéraux sont disposés par lits donnant un aspect rayé. La couleur d'ensemble est grise, rose, rougeâtre, plus rarement verdâtre. Les nombreuses variétés minéralogiques sont données par la nature des minéraux lourds (à mica blanc, à mica noir, à amphibole, à pyroxène, à grenat, etc.). La disposition des minéraux et des lits détermine une nomenclature due à la texture (œillée, rubanée, granitoïde, etc.).

Selon l'origine, on distingue les orthogneiss, à prédominance de quartz, et les paragneiss, à prédominance de schiste.

Associés aux autres roches métamorphiques, les gneiss forment de vastes ensembles occupant 15 à 20 % environ de la surface de la terre.

En Belgique, le gneiss est importé principalement de Norvège.

#### 3.32.2 Quartzites

Les quartzites sont des grès sédimentaires ou métamorphiques très durs, siliceux, compacts, cimentés ou recristallisés, à cassure conchoïdale lisse ou finement esquilleuse, en général de teinte claire et d'aspect gras.

Les quartzites sont constitués de cristaux de quartz intimement soudés qui présentent parfois une auréole d'accroissement due à la recristallisation orientée du ciment. Le plan de cassure des quartzites traverse les cristaux et ne contourne pas les grains comme dans le cas d'une cristallisation partielle (grès quartziteux). Les quartzites ne peuvent être rayés avec la pointe d'un canif.

Tableau 5 — Classification des roches métamorphiques

ORIGINE	PRODUIT METAMORPHIQUE
<b>Granitique</b>	Orthogneiss Migmatite Granite anatectique
<b>Détritique</b>	Quartzite Quartzophyllade
<b>Argileuse</b>	Ardoise, phyllade Micaschiste, chloritoschiste Paragneiss Migmatite Granite anatectique
<b>Calciteuse</b>	Marbre Serpentine Ophicalcite Cipolin



Parmi les quartzites belges, on distingue :

- les quartzites du Landénien supérieur ou les quartzites de Overlaar et de Wommersom (Tirlemont et le Hainaut, à l'est de Mons) : ce sont des quartzites sédimentaires blanchâtres qui résistent bien aux intempéries
- les quartzites du Dévonien inférieur et du Cambrien (Ardennes, Brabant), que l'on trouve dans de nombreuses assises comme celles du Devillien (quartzite de Hourt, de Dongelberg et de Berlé).

### 3.32.3 Phyllades

Les phyllades (ardoises et schistes ardoisiers) sont des schistes argileux homogènes et compacts à grain très fin, qui ont subi un métamorphisme léger. Ils ont acquis une texture microcristalline orientée et une fissilité, ou schistosité, plane et régulière.

L'ardoise est le résultat d'un clivage en feuillets parallèles très minces et suffisamment réguliers. Au contact de l'air, elle perd rapidement sa fissilité et garde sa compacité.

Les phyllades se composent essentiellement de quartz et de silicates d'aluminium inattaquables par les agents atmosphériques.

La présence de carbonate de chaux en quantités dépassant 5 % est nuisible parce qu'il est dissous par l'eau, ce qui accélère la désagrégation.

La pyrite et la pyrotite ont également une influence néfaste, surtout lorsqu'il y a aussi des particules de calcaire; à l'air humide, elles se décomposent en sulfate de fer et en acide sulfurique.

Parmi les ardoises belges, on distingue :

- les ardoises du Siegénien (Alle, Herbeumont, Warmifontaine, Martelange, etc.)
- les ardoises du Gédinnien (Malvoisin, Nafraiture, etc.)
- les ardoises du Salmien (Vielsalm, Recht, etc.)
- les ardoises du Revinien (Cul-des-Sarts, Wilierzie, etc.)
- les ardoises du Devillien (Oignies-en-Thiérarche, Brûly).

Parmi les ardoises importées actuellement, on distingue :

- les ardoises d'Angers (Ordovicien; France)
- les ardoises de Gallice, de Zamora, de Leon (Ordovicien; Espagne)
- les ardoises de Lugo (Silurien, Ordovicien et Cambrien; Espagne).

### 3.32.4 Quartzophyllades

Les quartzophyllades sont des roches intermédiaires entre les quartzites et les phyllades. Elles sont composées d'une alternance de lits quartzitiques et phylladeux.

### 3.32.5 Micaschistes

Les micaschistes comportent normalement du quartz et du mica (blanc, noir ou blanc et noir). Ils contiennent en outre des minéraux divers comme le grenat, la staurotite, le disthène. Les micas communiquent à la roche une grande fissilité. Leur aspect est brillant ou saturé; la couleur d'ensemble est grise, gris bleu, gris vert, ...

### 3.32.6 Chloritoschistes

Les chloritoschistes sont des roches vert tendre, constituées par des paillettes de chlorite auxquelles peuvent s'ajouter grenats, amphiboles, calcite, etc.

### 3.32.7 Talcschistes

Les talcschistes sont des roches blanc crème à verdâtres, tendres, formées essentiellement par des lamelles de talc accompagnées de chlorite, d'épidote, de dolomie, etc.

La stéatite est un talcschiste compact non feuilleté.

### 3.32.8 Marbres

Les marbres au sens strict sont des calcaires cristallins dans lesquels les cristaux de calcite sont groupés sans vide, donnant ainsi une masse homogène et compacte.

Les marbres sont formés à partir des roches calcaires qui ont été lapidifiées ou métamorphosées. Dans le premier cas, leur structure s'est durcie et enrichie sous l'action des eaux, des pressions et des températures. Dans le deuxième cas, leur structure a été profondément modifiée sous l'action de la température ou par l'apport de substances nouvelles.

Les marbres sont cristallins et sont constitués, comme les calcaires, d'un seul minéral : la calcite.

Certains cristaux se sont accrus aux dépens d'autres, de sorte que l'agrégat global présente un aspect saccharoïde (qui a l'apparence du sucre). Ce critère est nettement reconnaissable aux cassures anguleuses des « vrais » marbres, c'est-à-dire ceux à texture cristalline.

Des substances étrangères transforment la roche originellement blanc de neige en marbre multicolore rubané, flammé, tacheté ou veiné. Le marbre est rarement uni.

L'oxyde de fer colore le marbre en rouge; le sulfure de fer, finement disséminé, en noir bleu; la limonite (oxyde de fer hydraté), le carbonate de fer ou de manganèse ainsi que l'hydroxyde de fer confèrent des colorations jaunes et brunes; les silicates contenant du fer (chlorite, épidote, glauconie et olivine) des couleurs vertes. Les teintes grises, bleuâtres et noires peuvent provenir d'inclusions graphiteuses ou bitumineuses.

Le marbre à l'état pur d'un blanc de neige peut être transparent à la lumière sur une épaisseur allant jusqu'à 30 cm. La pénétration profonde des rayons lumineux lui donne son aspect miroitant typique.

En Belgique, on importe beaucoup de marbres de France, d'Italie, du Portugal, de Turquie, de Grèce, d'Afrique du Nord, etc.

Certaines roches non calcaires présentent des similitudes avec les vrais marbres. Les marbrures plus ou moins intenses qui parcourent les roches sont aussi à l'origine de l'appellation de marbre; c'est le cas notamment des serpentinites, des ophicalcites et des cipolins (voir ci-après).

Rappelons que le nom de marbre est étendu à tous les calcaires compacts, poudingues et brèches cimentés, parfois même à des roches siliceuses, qui prennent bien le poli et présentent un aspect décoratif.

### 3.32.9 *Serpentinites*

Les serpentinites sont constituées par des serpentines accompagnées de chlorites et de minéraux non transformés (olivine, pyroxène, amphibole). Ce sont des roches vertes, compactes, de faible dureté (rayées par le canif et non par l'ongle).

### 3.32.10 *Ophicalcites*

L'ophicalcite, ou marbre serpentineux, est au sens large une brèche à éléments serpentinisés dont les fissures se sont remplies de ciment calcaire.

### 3.32.11 *Cipolins*

Les cipolins sont au sens large des marbres généralement de teinte claire, formés de cristaux de calcite enchevêtrés à cassure saccharoïde qui peuvent comporter de nombreuses inclusions de micas, de serpentines et de chlorites.

## Bibliographie

1. Centre Scientifique et Technique de la Construction  
Les revêtements extérieurs verticaux en matériaux pierreux naturels de mince épaisseur. Bruxelles, C.S.T.C., Note d'information technique, n° 146, avril 1983.
2. Foucault A. et Raoult J.-F.  
Dictionnaire de géologie. Collection Guides géologiques régionaux. Paris, Masson, 1980.
3. Harland W.B. et al.  
A Geologic Time Scale. Cambridge University Press, 1982.
4. Schumann W.  
Pierres et minéraux. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, s.d.
5. Van Eysinga F.W.B.  
Geological Time Table. Amsterdam, Elsevier, 1975.
6. Visser W.A.  
Geological Nomenclature. Royal Geological Mining Society of the Netherlands. Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 1980.
7. Winkler E.M.  
Stone : Properties, Durability in Man's Environment. Applied Mineralogy - Technische Mineralogie, Vol. 4, Wien/New York, Springer-Verlag, 1973.

Tableau 6 — Echelle stratigraphique (1983)

ERA- THE- ME	SYSTEME (sous-système)		SERIE	ETAGE (légende internationale)	NOMENCLATURE LOCALE	AGE ABSOLU (millions d'années)		
	ERE	PERIODE (sous-période)	EPOQUE	AGE				
CENOZOÏQUE	QUATERNAIRE	Pléistogène	Holocène			0,01		
			Pléistocène			2		
	TERTIAIRE	Néogène	Pliocène	Plaisencien			5	
				Zancléen				
			Miocène	Messinien	<u>Diestien</u>			
				Tortonien ( <u>Helvétien</u> )				
				Serravalien				
				Langhien ( <u>Vindobonien</u> )				
				<u>Burdigalien</u>				
				<u>Aquitanien</u>				
			Paléogène	Oligocène	Chattien			25
					Rupélien ( <u>Stampien</u> )	<u>Sannoisien</u>		38
	Eocène	Bartonien ( <u>Priabonien</u> )						
		<u>Lutétien</u>		<u>Wemmélien</u>				
				<u>Lédien</u>				
		<u>Yprésien</u>		<u>Bruxellien</u>				
	Paléocène	<u>Thanétien</u> ( <u>Landénien</u> )				55		
<u>Montien</u> <u>Danien</u>					65			
		<u>Sénonien</u>	Maestrichtien Campanien Santonien Coniacien					
			<u>Turonien</u>	<u>Ligérien</u>				
			<u>Cénomanién</u>					

MESOZOÏQUE	SECONDAIRE	Crétacé		Senonien			
				Albien			
				Aptien		Urgonien	
			Barrémien				
			Néocomien	Hauterivien			
				Valanginien			
				Berriasien			
			Jurassique	Malm	Portlandien		
					Kimméridgien		
					Oxfordien (Corallien)		Séquanien (Astartien)
						Rauracien	
					Argovien		
		Dogger		Callovien			
				Bathonien			
				Bajocien			
				Aalénien			
		Lias		Toarcien			
			Pliensbachien (Charmouthien)				
			Sinemurien				
			Hettangien				
Trias		Rhétien					
		Norien					
		Carnien					
		Ladinien		Muschelkalk			
		Anisien					
	Scythien		Buntsandstein				
Permien		Thuringien					
		Saxonien					
		Autunien					
	NIFERE Silésien	Stéphanien					
		Westphalien		Houiller			

144

213

248

286

PALEOZOÏQUE	PRIMAIRE	CARBOI	Namurien					
			Dinantien	Viséen			Calcaire carbonifère	360
				Tournaisien				
		Dévonien			Famennien		Couvinien	
					Frasnien			
					Givétien			
					Eifélien			
					Emsien			
					Siegénien			
		Silurien	SALO-PIEN	Ludlowien			438	
				Wenlockien				
			Llandovérien					
		Ordovicien	Ashgillien				505	
			Caradocien					
			Llandeilien					
			Llanvirnien					
			Arénigien					
			Trémadocien			Salmien		
		Cambrien	Potsdamien				570 ?	
	Acadien			Revinien				
Géorgien				Devillien				
PRECAMBRIEN	Protérozoïque				2.600			
	Archéen							

Tableau 7 — Minéraux essentiels des roches

CLASSE	MINERAL	COMPOSITION	DURETE (suivant Mohs)	DENSITE	COULEUR	SYSTEME CRISTALLIN	ALTERATION (*)	AUTRES PROPRIETES	
OXYDES	Quartz	SiO <sub>2</sub>	7	2,5-2,8	variable	rhomboédrique	stable	pas de clivage, cassures fréquentes	
	Magnétite	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	5,5-6,5	4,9-5,2	noir	cubique	→ hydroxyde de fer (brun)	très magnétique	
	Hématite (oligiste)	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5-6	5,0-5,3	rouge à noir	rhomboédrique		—	
	Ilménite	FeTiO <sub>3</sub>	5-6	4,7-4,8	gris	rhomboédrique	→ leucoxéén (tioxide amorphe)	magnétique	
SILICATES	FELDSPATHS POTASSIQUES OU ALCALINS								
	Tectosilicates	Orthose	K (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	6-6,5	2,5	variable	monoclinique	→ hydromicas → kaolinite → hydroxyde d'aluminium	deux plans de clivage orthogonaux
		Microcline	K (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	6	2,6	variable	triclinique		
	PLAGIOCLASES OU FELDSPATHS CALCO-SODIQUES								
	Tectosilicates	Albite	Na (AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub> )	6	2,6	variable	triclinique	→ hydromicas → kaolinite → hydroxyde d'aluminium	deux plans de clivage orthogonaux
		Anorthite	Ca (Al <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>8</sub> )	6,5	2,8	variable	triclinique		
	Néosilicates	Olivine	(Mg, Fe) <sub>2</sub> (SiO <sub>4</sub> )	6,5-7	3,4-3,5	vert olive	orthorhombique	→ argiles → hydroxydes de fer	—
	Inosilicates	PYROXENES	Ca (Mg, Fe, Al) [(Al, Si) <sub>2</sub> O <sub>6</sub> ]	5-6,5	3,4	noir à vert foncé	monoclinique	dissolution → argiles → hydroxydes de fer	deux plans de clivage orthogonaux
		AMPHIBOLES							
		Hornblende	(K, Na, Ca) <sub>2-3</sub> (Mg, Fe, Al) <sub>5</sub> (Si, Al) <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	5,5-6	3,1-3,3	noir à vert foncé	monoclinique	dissolution → argiles → hydroxydes de fer	plans de clivage à 180°
		Trémolite	Ca (Mg, Fe) <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	3	3	blanc à verdâtre	monoclinique		se présente sous forme de fibres (asbeste)
		Actinote		5,5-6	3,2				
	Muscovite (mica blanc)	KAl <sub>2</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub>	2,5-4	2,8-2,9	incolore	monoclinique	→ argiles résiste assez bien	clivage parfait en lamelles	
Biotite (mica noir)	K (Mg, Fe) <sub>3</sub> (AlSi <sub>3</sub> O <sub>10</sub> ) (OH) <sub>2</sub>	2,5-3	2,8-3,4	noir à brun	monoclinique	→ chlorite → analogue aux néosilicates et aux inosilicates			

SULFUF	Chalcopyrite	$\text{CuFeS}_2$	3-4	4,1-4,3	jaune laitonné	tétragonal	moins stable) stable	
	Arsénopyrite	$\text{FeAsS}$	5,5-6	5,9-6,2	blanc d'argent	monoclinique	—	
	Blende	$\text{ZnS}$	3-4	3,9-4	variable	cubique	—	clivage parfait
	Galène	$\text{PbS}$	2-3	7,4-7,6	—	cubique	—	clivage facile
HYDROXYDES	Limonite	$\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$	1-1,5	4-4,2	jaune brun à brun noir	—	stade d'altération des minéraux ferri-fères	mélange de plusieurs hydroxydes de fer
	Goethite	$\alpha - \text{Fe} \cdot \text{OOH}$	1-4	4-4,4	brun à noir	orthorhombique		—
FLUORURES	Fluorite	$\text{CaF}_2$	4	3,2	variable	cubique	—	fluorescente et thermo-fluorescente

(\*) → : signifie que le minéral se transforme dans le composé indiqué.



## RESUME

### N.I.T. 163 Les roches et les minéraux

De tout temps, l'homme s'est servi de matériaux naturels pour construire.

Nous présentons ici une classification et une description des principales roches et de leurs constituants, les minéraux, afin de les situer tant dans l'espace que dans le temps.

Les trois grands groupes de roches (roches ignées, roches sédimentaires, roches métamorphiques) ont été étudiées sous différents aspects; leur origine est chaque fois précisée et leurs propriétés générales (couleur, texture, résistance) sont définies en fonction de leur composition.

On trouvera notamment des informations sur les pierres qui furent ou qui sont encore exploitées en Belgique ainsi que des exemples de pierres blanches importées, avec leur étage géologique.

## SAMENVATTING

### T.V. 163 Gesteenten en mineralen

De mens heeft te allen tijde natuurlijke materialen gebruikt om te bouwen.

De belangrijkste gesteenten en hun bestanddelen, de mineralen, worden hier geklassificeerd en beschreven ten einde ze zowel in ruimte als in tijd te kunnen situeren.

De drie hoofdgroepen van gesteenten (stollingsgesteenten, sedimentaire gesteenten en metamorfe gesteenten) zijn uit verschillende gezichtspunten bestudeerd; hun oorsprong is telkens verduidelijkt en hun algemene eigenschappen (kleur, textuur, weerstand) worden bepaald als functie van hun samenstelling.

Natuursteen die in België werd of nog wordt ontgonnen, alsook voorbeelden van ingevoerde witte stenen samen met hun geologische etages, worden onder andere besproken.

## ZUSAMMENFASSUNG

### N.I.T. 163 Gesteine und Minerale

Zu allen Zeiten hat der Mensch natürliche Materialien zum Bauen benutzt.

Die wichtigsten Gesteine und ihre Bestandteile sowie die Minerale werden hier klassifiziert und beschrieben, sodass sie sowohl in Raum wie in Zeit situiert werden können.

Die drei Hauptgruppen von Gesteine (Erstarrungsgesteine, Ablagerungsgesteine und metamorphe Gesteine) werden aus verschiedenen Gesichtspunkte untersucht; ihren Ursprung wird jedesmal verdeutlicht und ihre allgemeinen Eigenschaften (Farbe, Textur, Widerstand) werden in Funktion ihrer Zusammensetzung bestimmt.

Es werden unter anderem besprochen den Naturstein der in Belgien ausgebeutet wurde oder noch wird, sowie Beispiele von importierten weisser Stein, zusammen mit den geologischen Schichten.

## SUMMARY

### T.I.N. 163 Rocks and Minerals

At all times man has been using natural stone materials for building.

In this Note the main rocks and their constituents, minerals, have been classified and described in order to locate them in space as well as in time.

The three main groups of rocks (igneous, sedimentary, metamorphic rocks) have been studied from various points of view. In each case the origin is specified and the general properties (colour, texture, strength) are defined according to their composition.

Among other things information can be found about stones which were or still are quarried in Belgium and about some imported « white » stones with their geologic ages.

Descripteurs : ROCHE — MINERAL — CLASSIFICATION — ROCHE IGNEE — ROCHE SEDIMENTAIRE — ROCHE METAMORPHIQUE — PROPRIETE MATERIAU — PIERRE — EXPLOITATION MINIERE — CARRIERE PIERRE — BELGIQUE — IMPORTATION.



# LA PIERRE DE TOURNAI

---

## SOMMAIRE

<b>1. Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2. Nature et origine de la pierre de Tournai</b>	<b>4</b>
2.1 Définition	4
2.2 Localisation et description des gisements	4
2.3 Composition chimique des gisements	6
2.4 Gélivité du calcaire de Tournai	6
<b>3. Désignation et emploi des pierres de Tournai en construction</b>	<b>8</b>
<b>4. Réception</b>	<b>9</b>
<b>5. Fiche technique « Pierre de Tournai »</b>	<b>10</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>12</b>

Le texte de ce document a été rédigé par M. J.-P. CNUUDE et a été approuvé par un groupe de travail restreint issu du Comité technique *Pierre et Marbre*.

### COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

#### Membres

MM. J.-P. CNUUDE, chef de travaux à l'Institut géologique de la R.U.G.  
P. de HENAU, chef de section à l'Institut Royal du Patrimoine Artistique  
E. GROESSENS, géologue au Service géologique de Belgique  
M. LEMAY et G. VERPLANCKEN, S.A. Carrières et Cimenteries  
Lemay

#### Secrétaires-rapporteurs

MM. R. GERARD, chef de laboratoire, adjoint au chef de la division Matériaux,  
Structures, Enveloppes, C.S.T.C.  
Fr. GUYON de MONTLIVAUT, chargé de mission, C.S.T.C.

Mars 1986

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION  
Etablissement reconnu par application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947  
Siège social : rue du Lombard 41, 1000 Bruxelles  
Station expérimentale : avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette

Editeur responsable : A. Legros,  
rue du Lombard 41, 1000 Bruxelles

Imprimerie PUVREZ s.a.  
Avenue Fonsny 59, 1060 Bruxelles

La reproduction ou la traduction, même partielle, du  
texte du présent document n'est permise qu'avec  
l'autorisation écrite de l'éditeur responsable.

## 1. INTRODUCTION

Le calcaire carbonifère appelé pierre de Tournai est connu depuis que la construction en matériaux durables s'est introduite dans nos régions, c'est-à-dire depuis l'époque gallo-romaine. Dès lors, il fut utilisé tant comme pierre de taille que comme pierre à chaux dans le Tournaisis. Son utilisation s'est répandue par la suite dans tout le bassin de l'Escaut et à l'étranger.

Les bancs de pierre de Tournai se différencient entre eux notamment au point de vue de leur résistance au gel. Les bancs qui donnent une pierre de taille de qualité parfaitement utilisable à l'extérieur sont bien connus.

La pierre de Tournai se prête à toutes les tailles manuelles ou mécaniques (voir § 3, p. 8). Certains bancs peuvent être adoucis ou polis : la pierre prend alors une teinte noire appelée « noir de Tournai » (voir § 2.2, p. 5).

Le calcaire de Tournai a une importance historique considérable. Il a été employé dans tous les bâtiments romans et pré-gothiques de la vallée de l'Escaut. De plus, il existe de nombreux monuments et objets sculptés en pierre de Tournai en

Angleterre, en France, en Scandinavie et aux Pays-Bas. La ville de Tournai est un des plus beaux exemples de l'emploi de ce matériau à grande échelle en construction. Son emploi à toutes les époques y est presque exclusif. La célèbre cathédrale en est l'exemple le plus prestigieux (voir fig. A1.1).

D'autres exemples importants se trouvent à Oudenaarde (Sainte-Walburge, Notre-Dame de Pamele, etc.), à Gand (église Saint-Nicolas, cathédrale Saint-Bavon, église Saint-Jacques, abbaye de Saint-Bavon, château des Comtes, château de Gérard le Diable, beffroi etc.), à Dendermonde (les fonts baptismaux de Notre-Dame, etc.), à Anvers (Steen, etc.) et dans de nombreuses autres villes belges et françaises.

A partir du 14<sup>e</sup> siècle, la pierre de Tournai fut supplantée par la pierre blanche en raison de sa dureté et de sa difficulté d'adaptation aux voûtes gothiques.

Actuellement, la pierre de Tournai est exploitée pour des travaux de restauration et de construction neuve (fig. A 1.2). C'est pourquoi le C.S.T.C. a jugé utile d'y consacrer ce fascicule.



Fig. A1.1 — Vue partielle de la cathédrale de Tournai.

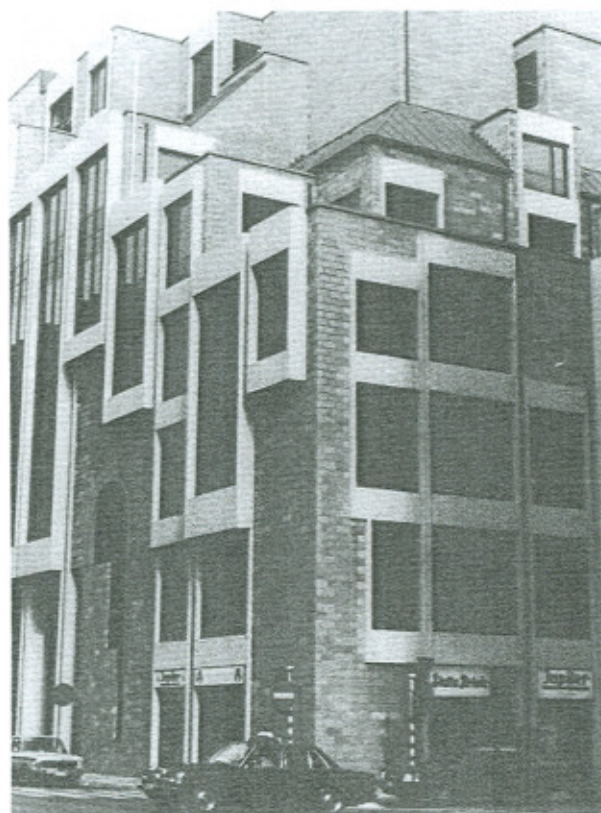


Fig. A1.2 — Pierre de Tournai utilisée en façade dans une construction neuve.

## 2. NATURE ET ORIGINE DE LA PIERRE DE TOURNAI

### 2.1 DEFINITION

La pierre de Tournai est un calcaire argilo-siliceux, fossilifère, souvent sapropélique, à grain fin, de teinte naturelle grise à gris noirâtre. Son extraction se fait exclusivement en Belgique où elle est classée comme pierre bleue.

### 2.2 LOCALISATION ET DESCRIPTION DES GISEMENTS

La pierre de Tournai, ou calcaire de Tournai, appartient au Tournaisien supérieur (système carbonifère). Le gisement s'étend au sud-est de Tournai, le long des rives de l'Escaut. Les carrières sont situées sur les territoires de Chercq, Calonne, Bruyelle, pour la rive gauche, et de Gaurain-Ramecroix, Antoing, Vault, Péronnes, pour la rive droite (fig. A 1.3).

Dans le Tournaisis, les terrains sédimentaires primaires sont constitués principalement de calcaires très durs, qui sont généralement restés dans leur position naturelle presque horizontale et dont les couches sont nettement marquées en bancs peu épais. Dans les carrières, on exploite sur plusieurs centaines de mètres une succession de formations convenant particulièrement bien à la fabrication des chaux et des ciments. Certaines de ces formations produisent des pierres gélives, résistant mal aux intempéries; d'autres fournissent des pierres peu gélives, parfaitement utilisables comme pierres de taille dans certaines conditions; enfin, il existe des niveaux non gélifs donnant de fort bonnes pierres de taille.

L'utilisation des pierres gélives ou une mise en œuvre défectueuse a donné lieu à de fréquents mécomptes; il en est résulté, chez beaucoup de constructeurs, le préjugé que toutes les pierres de

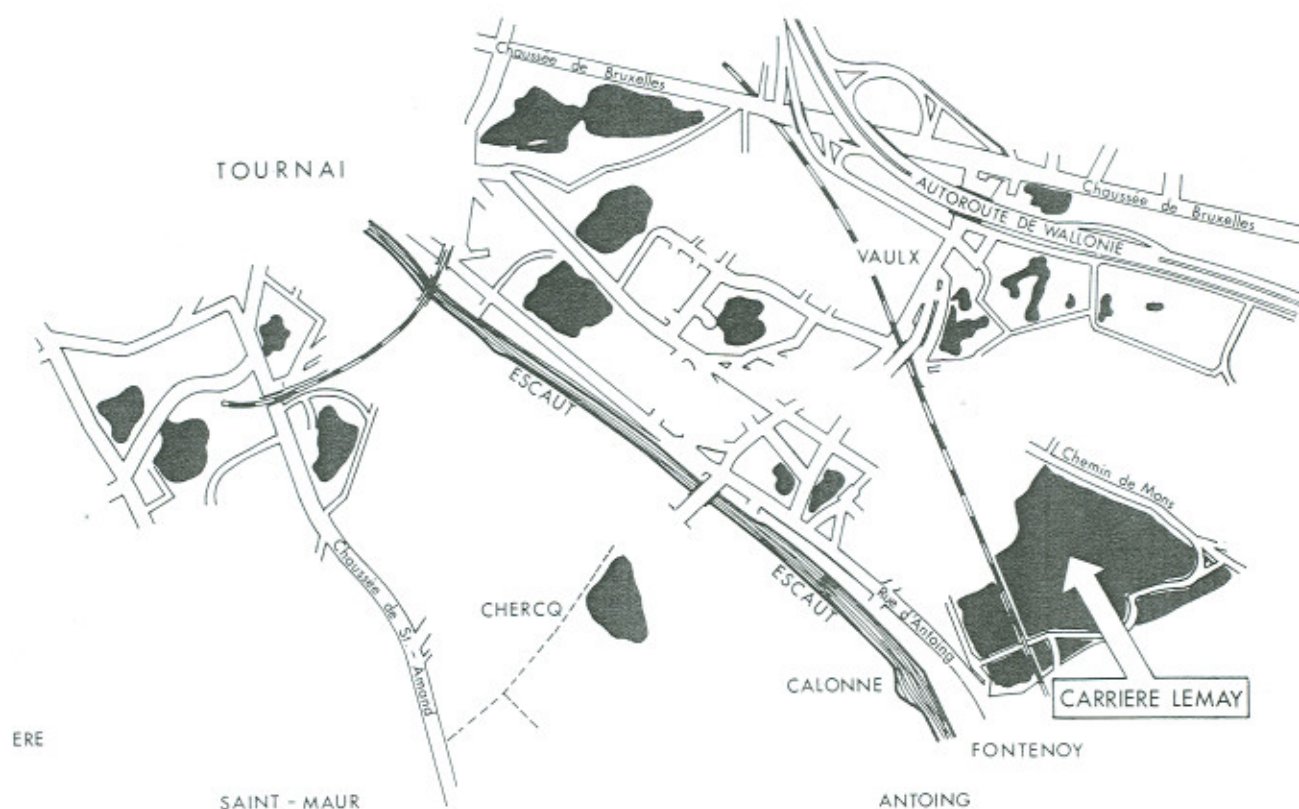


Fig. A1.3 — Plan de situation des carrières de Tournai produisant ou ayant produit de la pierre de taille. Les zones noircies non identifiées représentent la localisation d'anciennes carrières actuellement désaffectées.

Tournai sont gélives et doivent être rejetées. Plusieurs traités et manuels relatifs aux matériaux de construction indiquent que la pierre de Tournai est gélive globalement. Il n'en est rien. L'exploitation des bancs gélifs pour la pierre de taille a été progressivement abandonnée (voir § 2.4, p. 6).

Pour la pierre de Tournai, on distingue actuellement :

- le calcaire d'Antoing et de Calonne
- le calcaire de Vaulx et de Chercq
- le calcaire de Pont-à-Rieu.

Les deux premières formations sont séparées par le « gras-délit », qui est un niveau argileux de référence.

Le calcaire de Tournai destiné à la pierre de taille est exploité actuellement par la S.A. Carrières Lemay sur le territoire de Vaulx-lez-Tournai où seuls une quinzaine de mètres sont extraits comme pierre de construction. On distingue :

- le « noir de Tournai » provenant des bancs situés au-dessus du gras-délit. Ce sont les « bleus » prenant un adouci noir, peu gélifs, qui sont utilisés pour les travaux intérieurs (principalement pour les dallages, pour des objets divers ou pour des sculptures) et qui proviennent des bancs n°s 18 à 24 (fig. A 1.4) s'étendant sur une hauteur d'environ 6,6 m. La pierre d'Antoing et de Calonne est douce, se taille et se sculpte généralement bien. Noirâtre à l'état poli, elle était anciennement dénommée marbre de Calonne. Elle a produit un grand nombre de belles pierres tombales, de chapiteaux et autres ornements sculptés décorant de nombreuses églises tant en Belgique qu'à l'étranger
- la pierre de Tournai extraite des bancs situés sous le gras-délit. Ce sont les « gris » non gélifs, utilisés pour les travaux extérieurs; ils proviennent des bancs 38 à 42 (fig. A 1.4), s'étendant sur une hauteur d'environ 5 m. Certains bancs situés au-dessus du gras-délit sont également non gélifs et conviennent donc aussi pour les travaux extérieurs.

N° des bancs		Roux Terreux	
16		0,4m	] BANCS « BLEUS »
17		0,9m	
18	A	0,4m	
	A	0,4m	
19	A1	0,6m	
	A2	0,65m	
	A3	0,33m	
20	B	0,8m	
	B1	0,25m	
21	B2	0,65m	
	B3	0,3m	
	C	0,65m	
22		0,65m	
23	C1	0,8m	
24	C2	0,8m	
25			
	à	Calcaire non exploité comme pierre de taille (environ 10 m)	
37		Gras-délit	
38	N°1	0,3m	] BANCS « GRIS »
	N°2	0,25m	
	N°3	0,7m	
39	N°4 1 <sup>er</sup> Chocolat	0,7m	
	N°5 2 <sup>e</sup> Chocolat	0,35m	
	N°6 2 <sup>e</sup> Chocolat	0,5m	
40			
41	N°7	0,4m	
42	N°8	0,55m	
	N°9	0,3m	
43	N°10	0,5m	
44	Carbonniaux	0,3m	

Fig. A1.4 — Stamps. Carrières Lemay à Vaulx-lez-Tournai (\*).

(\*) D'après Ch. Camerman (voir bibliographie n° 1).

Seuls sont exploités pour la pierre de taille les bancs sains et homogènes qui conviennent parfaitement à cet usage. Seul le noyau de la pierre est utilisé; les croûtes sont éliminées. Les autres bancs sont utilisés comme pierre à ciment, concassés ou moellons d'enrochement.

Les épaisseurs des bancs exploités comme pierre de Tournai varient entre 20 et 50 cm. Quelques bancs peuvent atteindre 80 cm d'épaisseur. La longueur et la largeur des blocs exploités peuvent atteindre plusieurs mètres et leur poids peut varier de 5 à 6 tonnes.

Comme la plupart des pierres, le calcaire de Tournai prend une patine sous l'action des agents atmosphériques. Cette patine, d'un gris pâle, parfois d'une nuance jaunâtre, la différencie des autres pierres bleues. Elle résulte de l'oxydation de la matière organique présente en faible quantité et finement dispersée dans la masse.

Sur les bâtiments anciens, la patine est soulignée par la texture plus ou moins schistoïde que présente la pierre sous l'effet du vieillissement.

### 2.3 COMPOSITION CHIMIQUE DES GISEMENTS

La composition chimique des gisements de Tournai montre le plus souvent une teneur en carbonate calcique ( $\text{CaCO}_3$ ) comprise entre 75 et 90 %, une teneur en silice ( $\text{SiO}_2$ ) comprise entre 7 et 20 %, une teneur en alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) comprise entre 0,5 et 3 %, une teneur en oxyde ferrique ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) comprise entre 0,5 et 1,5 %, et une teneur en carbonate de magnésium ( $\text{MgCO}_3$ ) comprise entre 1 et 2 %. Presque tous les bancs renferment un peu de soufre à l'état de pyrite non oxydable et un peu de matière organique.

Ce qui chimiquement caractérise le calcaire de Tournai est sa teneur élevée en silice. La silice s'y trouve principalement sous la forme calcédonieuse; elle est d'origine organique et imprègne diagenétiquement le calcaire. Une moindre partie de la silice est combinée à l'alumine sous forme de phyllosilicates. Les bancs dans lesquels la silice se présente sous forme de cherts ou de rognons siliceux (clous) ne sont pas exploités pour la pierre de taille.

Le quartz ne s'y rencontre que sous forme de rares et minuscules cristaux tapissant l'intérieur de quelques fossiles.

Les zones dolomitisées, c'est-à-dire plus riches en carbonate de magnésium, sont localisées au voisinage de certaines failles. Elles sont peu étendues et ne sont pas exploitées pour la pierre de taille.

L'argile présente dans la pierre de Tournai se trouvant en moindre proportion que la silice, l'appellation de « calcaire argileux » donnée par Ch. Camerman (\*) est impropre. Celle de « calcaire

siliceux » serait plus appropriée, mais le terme le plus précis est « calcaire argilo-siliceux ».

### 2.4 GELIVITE DU CALCAIRE DE TOURNAI

Beaucoup de bancs de calcaire de Tournai sont gélifs. Actuellement, on exploite uniquement comme pierre de taille les « gris » non gélifs et les « bleus » peu gélifs. Les bancs gélifs ne sont plus utilisés pour la pierre de taille. Dans le passé, on n'a pas toujours prêté attention au phénomène de gélivité, ce qui a occasionné des dégradations dans certaines constructions.

Dans son étude, Ch. Camerman (\*) examine la gélivité des calcaires de Tournai des différentes formations en carrières, sur les édifices et en laboratoire. De ces divers modes d'investigation, il résulte que les calcaires du Tournais peuvent être sujets à une gélivité stratoïde se manifestant par une fissuration dans le sens de la stratification et à une gélivité tectonique suivant des fils transversaux, parallèles aux systèmes de diaclases.

Tous les bancs comportent des croûtes superficielles et parfois des croûtes intermédiaires qui sont toujours gélives. Les pierres doivent donc être soigneusement débarrassées de ces croûtes.

Ch. Camerman a émis diverses considérations générales au sujet de la gélivité et a examiné l'influence des variations de température, du gel et de l'eau de carrière. Certains calcaires ne sont sensibles au gel et aux variations de température que lorsqu'ils renferment encore leur eau de carrière. Selon Ch. Camerman, il arrive que, dans cet état, le calcaire compact de la formation d'Antoing (Veine du Bois) se fende sous l'action de la chaleur solaire.

D'une manière générale, les pierres du Tournais, même non gélives, ne doivent pas être posées en délit à l'extérieur. Cette position favorise leur altération et elles se fissurent ou s'écaillent fréquemment. Passant à la recherche de la cause de la gélivité, Ch. Camerman conclut qu'elle doit être liée à l'abondance et à la répartition des phyllosilicates que renferme le calcaire.

Les études de Ch. Camerman ont montré qu'au point de vue de la gélivité, les bancs du Tournais peuvent être subdivisés en trois catégories : les bancs non gélifs, les bancs peu gélifs et les bancs gélifs.

#### 2.41 Bancs non gélifs

Les bancs de « gris » situés au sommet du calcaire de Vaulx et de Chercq, immédiatement sous le gras-délit, donnent des pierres non gélives. Les essais montrent que ces pierres ne se fissurent pas et que leur résistance ainsi que leur porosité ne sont guère affectées par le gel. Ces pierres sont

(\*) Ch. Camerman a publié en 1944 une étude géologique très fouillée sur le calcaire de Tournai (voir bibliographie n° 1).

propres à tous les usages et notamment comme pierres de taille pouvant être placées en saillie.

#### **2.42 Bancs peu gélifs**

La plupart des bancs de la formation de Vaulx et de Chercq situés en dessous des « gris » et certains « bleus » de la partie inférieure de la formation d'Antoing sont rangés par Ch. Camerman dans la catégorie des bancs peu gélifs.

Ce sont des bancs donnant sporadiquement une très fine fissuration aux essais de gélivité, mais dont la résistance est peu affectée par le gel. Ces pierres se comportent bien dans les constructions lorsqu'elles sont posées suivant le lit et qu'elles sont complètement encastrées. Placées en saillie, il arrive fréquemment que ces pierres se fendent et se rompent.

#### **2.43 Bancs gélifs**

Par contre, un petit nombre de bancs du calcaire de Vaulx et de Chercq et de la partie inférieure du calcaire d'Antoing, dite « Fond de la Veine du Bois » ainsi que la partie supérieure du calcaire d'Antoing, ou « Veine du Bois », sont nettement gélifs dans leur ensemble.

Ces pierres se fendent et se fissurent fortement aux essais de gélivité; leur résistance est fortement diminuée et leur porosité est accrue. Dans les carrières et les édifices, Ch. Camerman a observé une forte fissuration stratoïde ainsi que de fréquentes ruptures transversales.

L'emploi des pierres gélives doit être proscrit à l'extérieur. Ces pierres peuvent toutefois être utilisées dans les travaux immergés et à l'intérieur.



### 3. DESIGNATION ET EMPLOI DES PIERRES DE TOURNAI EN CONSTRUCTION

Les différentes formes de pierres de Tournai employées dans la construction sont les suivantes :

- *moellons bruts calibrés et non calibrés*, utilisés pour les enrochements
  - *moellons bruts équarris au marteau*, utilisés pour les travaux de digues, de perrés, et pour les brise-lames
  - *moellons débrutis* à des épaisseurs bien déterminées; les parements de surface plane sont travaillés à la pointe; ces pierres sont utilisées pour les travaux hydrauliques (murs de quais notamment)
  - *moellons piqués*; la face visible de ces moellons est piquée à la pointe et les autres faces sont dressées pour pouvoir être posées jointivement; ces moellons sont utilisés pour les ouvrages d'art (ponts notamment), les façades de monuments et de maisons, etc.
  - *moellons ciselés*; ces moellons sont semblables aux précédents, mais la face visible est ciselée
- *pierres façonnées* selon toutes les formes architecturales pour la construction en général (monuments notamment), les revêtements de murs extérieurs et intérieurs
  - *dalles*; certains bancs de pierres conviennent très bien pour la fabrication de dalles d'intérieur; ces pierres prennent un adouci noir, appelé « noir de Tournai »
  - *sculpture*; certains bancs à grain fin se prêtent bien à la fine sculpture : statues, chapiteaux, ornements divers. Entre autres objets sculptés, des fonts baptismaux en marbre de Tournai datant du 12<sup>e</sup> siècle se trouvent encore dans plusieurs églises et cathédrales de Belgique, d'Angleterre et de France.

La pierre de Tournai convient à toutes les tailles mécaniques : bouchardée (fig. A1.5), sbattue (fig. A1.6), gradinée (fig. A1.7), ciselée, adoucie (fig. A1.8); et manuelles : ciselée à l'ancienne, droite et oblique, piquée, bouchardée, débrutie.



Fig. A1.5 — Bouchardé (taille mécanique).

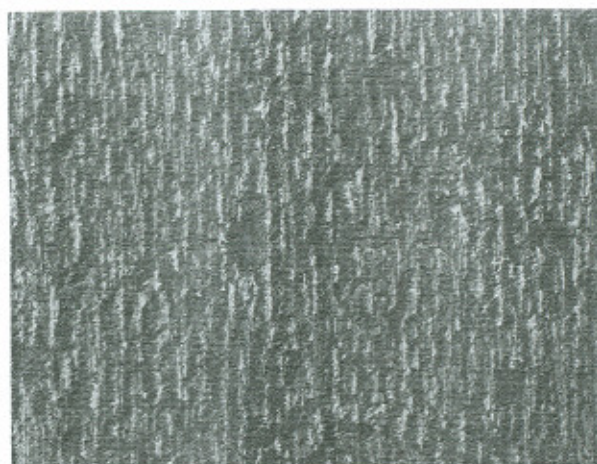


Fig. A1.6 — Sbattu (taille mécanique).

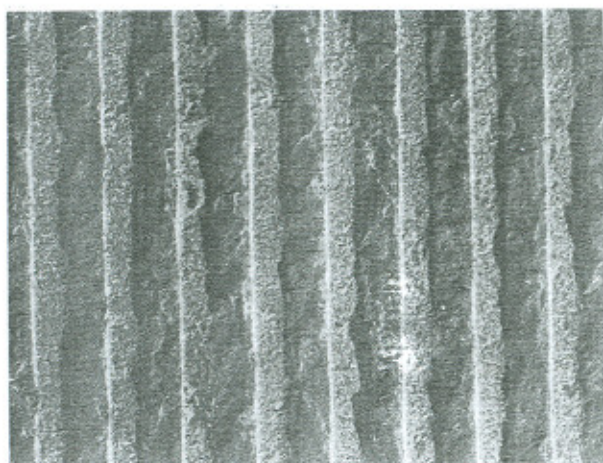


Fig. A1.7 — Gradiné (taille mécanique).

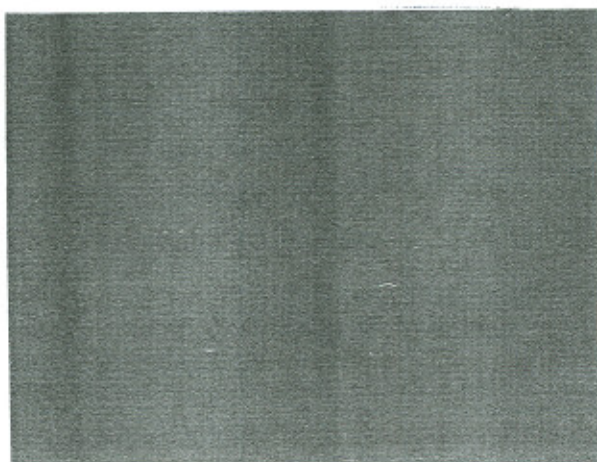


Fig. A1.8 — Adouci.

## 4. RECEPTION

Le principal défaut que peut présenter la pierre de Tournai n'est pas apparent : c'est, comme nous l'avons évoqué plus haut, la gélivité. Sauf pour les pierres destinées à être immergées ou utilisées à l'intérieur, il faudra donc s'assurer que les pierres proviennent des bancs reconnus comme non gélifs ou peu gélifs.

Les bancs de « gris » à usage extérieur sont beaucoup plus fossilifères que les bancs de « bleus » qui prennent un adouci noir et sont destinés à un usage intérieur.

Les bancs sont choisis avec sévérité lors de l'extraction. Il faut être attentif à la présence de fils cassants ou limés : ceux-ci sont facilement mis en évidence par mouillage de la pierre. Les limés fins traversant toute la pierre sont une cause de rupture et doivent être proscrits. Les veines de calcite non mouillantes bien cristallisées ne sont pas nuisibles; elles sont toutefois à éviter dans les pierres utilisées en mince épaisseur à l'extérieur ( $\leq 5$  cm).

En ce qui concerne les défauts apparents, l'attention doit surtout se porter sur les croûtes, c'est-à-dire sur les lits de texture schistoïde plus ou moins développés aux faces supérieure et inférieure de chaque banc mais se rencontrant parfois aussi vers le milieu du banc. On peut reconnaître ce défaut dans beaucoup de constructions où l'on voit des moellons se fendiller à leurs arêtes supérieure et inférieure, parce qu'autrefois, on utilisait parfois toute l'épaisseur du banc sans éliminer les croûtes.

Toute pierre contenant des croûtes doit être éliminée.

Les cherts sont des nodules de silice de teinte noire, très durs, qui n'altèrent ni la résistance, ni la conservation de la pierre. Ces nodules se laissent difficilement tailler et sont à proscrire pour la pierre travaillée, mais peuvent être admis pour les moel-

lons bruts et équarris. Les bancs contenant des cherts ne sont plus exploités pour la pierre de taille.

Dans la pierre de Tournai, les noirures et les terrasses sont rares. Celles-ci ne doivent faire rejeter la pierre que si elles sont continues et très développées.

Les moies et les géodes (cavités tapissées de calcite) sont exceptionnelles dans la pierre de Tournai.

A l'extérieur, la pierre de Tournai sera généralement posée selon son lit de carrière. Ce principe a conditionné l'architecture tournaisienne à tous les âges et, en particulier, le style des maisons Louis XIV, dont les façades sont soit en moellons piqués ou ciselés, soit en maçonnerie de briques avec encadrement de portes et de fenêtres, corniches et bandeaux en pierre de taille. Les montants verticaux des portes et fenêtres sont remplacés par des moellons appareillés en chaînage et à redent. Les seuils et appuis sont ordinairement d'une seule pièce. Les linteaux sont soit d'une pièce, soit constitués de claveaux.

La bonne résistance de la pierre en flexion est favorable à son utilisation comme revêtement de façade agrafé.

Comme toute pierre naturelle, la pierre de Tournai présente de légères variations de teinte qui s'atténuent avec la patine. Ces différences de tonalité se manifestent d'un banc de pierre à l'autre, au sein d'un même banc ou encore d'une même tranche. Il est nécessaire d'en tenir compte lors de la fourniture de grandes quantités de parements destinés à un même édifice.

Du fait de sa résistance élevée à la compression (supérieure à  $100 \text{ N/mm}^2$ ) et de sa masse volumique élevée ( $2.790 \text{ kg/m}^3$ ), la pierre de Tournai se classe dans la catégorie des pierres « froides » (dureté Afnor 13 et 14).

## 5. FICHE TECHNIQUE « PIERRE DE TOURNAI »

Renseignements à inclure dans le cahier des charges : calcaire carbonifère tournaisien TN3B et TN3C.

Caractéristiques physiques et mécaniques	Unités (*)	Bancs des « gris »			Bancs des « bleus »		
		Min.	Moy.	Max.	Min.	Moy.	Max.
Masse volumique apparente	kg/m <sup>3</sup>	2.775	2.791	2.797	2.655	2.665	2.680
Porosité	% vol.	0,90 (**)	1,03 (**)	1,30 (**)	0,48	0,67	1,06
Géivité		non gélifs			gélifs		
Chocs thermiques		insensibles			insensibles		
Capillarité		non capillaires			non capillaires		
Dilatation thermique	mm/m °C						
Conductivité thermique	W/mK						
Résistance à la compression	daN/cm <sup>2</sup>	1.031	1.127	1.262	1.745	2.174	2.454
Résistance à la flexion	daN/cm <sup>2</sup>	261	367	463	181	219	256
Résistance aux chocs durs	m						
Résistance aux attaches (3 cm d'épaisseur)	daN						
Vitesse du son	m/s	6.557	6.696	6.858			
Largeur de rayure	mm		0,08		0,10	0,15	0,21
Usure	mm/1.000 m	3,12	3,32	3,52			
Module d'élasticité dynamique	1.000 daN/cm <sup>2</sup>	666	708	759			
Chaleur massique	J/kgK						
Formation de taches au contact du mortier		nulle			nulle		
Exposition à une atmosphère saturée en SO <sub>2</sub>					insensibilité des cristaux de couleur jaune		

(\*) 1 daN = 1,02 kgf  
 (\*\*\*) Ces valeurs ont été déterminées sous un vide de 610 mm Hg (= 82 kPa). Pour un vide de 740 mm Hg (= 100 kPa), les valeurs seraient probablement un peu plus élevées.

## Aptitudes d'emploi

		Bancs des « gris »	Bancs des « bleus »
Mur	élévation	+	+
	saillies non protégées	+	-
	socles, soubassements	+	-
	pires de pont	+	-
Revêtement mural	intérieur	+	+
	extérieur	+	-
Dallage	intérieur	+	+
	extérieur	+	-
Escalier	revêtement intérieur	+	+
	revêtement extérieur	+	-
	marche porteuse	+	+ (1)
Voirie	piétonnier	+	-
	voie automobile, bordure	+	-
Décoration	cheminée	+	+ (1)
	funéraire	+	+ (1)
	sculpture	+	+ (1)
	divers	+	+ (1)
(1) A l'intérieur			

## Bibliographie

1. Camerman Ch. et Rolland P.

La pierre de Tournai. Son gisement, sa structure et ses propriétés, son emploi actuel (par Ch. Camerman). Son emploi dans le passé (par P. Rolland). Bruxelles, Mémoires de la Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, n° 1, 1944.

2. Groessens E.

Ornamental and Building Stones from Belgium. Maidenhead (GB), Stone Industries, Vol. 19, n° 5, pp. 24-35, June 1984.



# LA PIERRE DE VINALMONT

---

## SOMMAIRE

<b>1. Introduction et historique</b>	<b>3</b>
<b>2. Nature et origine des pierres de Meuse</b>	<b>4</b>
2.1 Définition	4
2.2 Localisation et description des gisements de pierres de Meuse	4
2.3 Caractéristiques lithologiques de la pierre de Vinalmont	6
<b>3. Tailles et finitions de la pierre de Vinalmont</b>	<b>7</b>
<b>4. Fiche technique « Pierre de Vinalmont »</b>	<b>8</b>
<b>Bibliographie</b>	<b>11</b>

Le texte de ce document a été rédigé par M. E. GROESSENS et a été approuvé par un groupe de travail restreint issu du Comité technique *Pierre et Marbre*.

#### COMPOSITION DU GROUPE DE TRAVAIL

##### Membres

MM. J.-P. CNUUDE, chef de travaux à l'Institut géologique de la R.U.G.  
P. de HENAU, chef de section à l'Institut Royal du Patrimoine Artistique  
E. GROESSENS, géologue au Service géologique de Belgique  
J. VAN DEN WILDENBERG, Carrières de Mont et van den Wildenberg

##### Secrétaires-rapporteurs

MM. R. GERARD, chef de laboratoire, adjoint au chef de la division Matériaux,  
Structures, Enveloppes, C.S.T.C.  
Fr. GUYON de MONTLIVAUT, chargé de mission, C.S.T.C.

Mars 1986

CENTRE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DE LA CONSTRUCTION  
Etablissement reconnu par application de l'arrêté-loi du 30 janvier 1947  
Siège social : rue du Lombard 41, 1000 Bruxelles  
Station expérimentale : avenue Pierre Holoffe 21, 1342 Limelette

Editeur responsable : A. Legros,  
rue du Lombard 41, 1000 Bruxelles

Imprimerie PUVREZ s.a.  
Avenue Fonsny 59, 1060 Bruxelles

La reproduction ou la traduction, même partielle, du  
texte du présent document n'est permise qu'avec  
l'autorisation écrite de l'éditeur responsable.

## 1. INTRODUCTION ET HISTORIQUE

Jusqu'au début de ce siècle, on a abondamment exploité les pierres de Meuse. La localisation des gisements le long du fleuve, qui facilite le transport des matériaux, explique l'essor considérable de ces pierres tant en Belgique qu'aux Pays-Bas et en Allemagne. Des années 1900 datent l'église Saints-Pierre et Paul à Ostende, la gare centrale d'Anvers, l'hôtel de ville de Maestricht, la cathédrale de Nimègue, ...

Par la suite, l'apparition du chemin de fer permit le développement de l'industrie du petit granit, surtout dans la province de Liège, qui se fit au détriment de celui de la pierre de Meuse.

D'autre part, M. Berger, administrateur-inspecteur général des Ponts et Chaussées, écrivait en 1890 (\*) :

« Si on trouve dans les pierres de Meuse des matériaux que l'on doit considérer comme étant de première qualité, on en trouve aussi qui doivent être considérés comme médiocres ou même mauvais, et les maîtres de carrières, bien qu'ils connaissent, en général, les qualités bonnes ou mauvaises des produits de leur industrie, ne se sont guère appliqués dans les fournitures qu'ils ont eu à faire, à distinguer les uns des autres; souvent, ils les ont

fournis pêle-mêle, sans songer que quelques mauvaises pierres peuvent amener la ruine d'un édifice et compromettre leur réputation et, par suite, leur industrie elle-même ».

Dès lors, il n'est pas étonnant que l'emploi des pierres de Meuse et, partant, de la pierre bleue en général ait inspiré une grande méfiance aux ingénieurs, qui ont reflété leurs craintes dans le cahier des charges du Ministère des Travaux publics de 1955 où il est notamment écrit (\*\*):

« Les pierres sont tirées des meilleurs bancs; encore faut-il que ceux-ci soient agréés par l'Administration [...]. L'Administration peut, à tout moment, retirer l'agrément de bancs ou parties de bancs lorsqu'elle juge que ceux-ci ne fournissent plus, régulièrement, des pierres satisfaisant aux clauses (techniques) [...] ».

Actuellement, on exploite encore trois niveaux géologiques qui fournissent, pour des travaux de restauration et pour de nouvelles constructions, des pierres provenant des carrières de Longpré, dont la production est limitée, de Lives (Sclayn), dont la production est réservée aux marchés de l'Etat, et de Vinalmont (fig. A2.1 et A2.2).

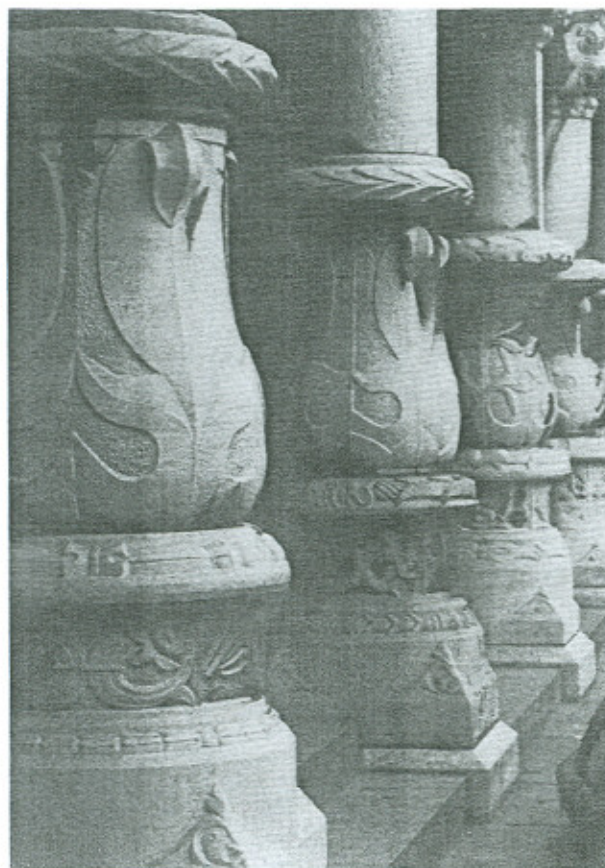


Fig. A2.1 — Palais des Princes-Evêques à Liège (restauration).

(\*) Voir bibliographie n° 1.

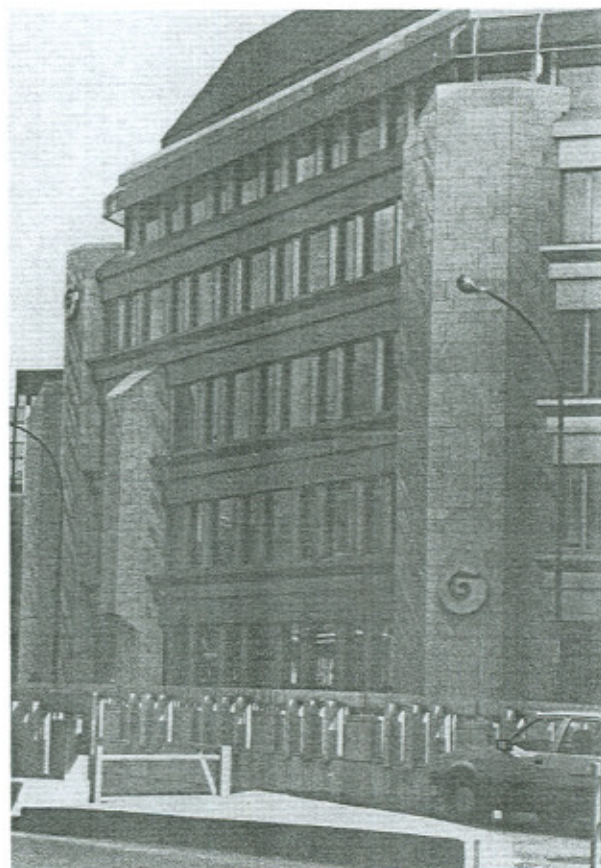


Fig. A2.2 — Immeuble récent réalisé en pierre de Vinalmont.

(\*\*) Voir bibliographie n° 2.



## 2. NATURE ET ORIGINE DES PIERRES DE MEUSE

### 2.1 DEFINITION

La pierre de Vinalmont est une pierre calcaire à texture très fine, de teinte naturelle gris bleu, qui prend une patine blanche caractéristique.

Exploitée en pierre de taille, la pierre de Vinalmont est classée comme pierre bleue.

La dénomination, beaucoup plus large, de pierres de Meuse rassemble les calcaires de l'étage viséen extraits en Belgique le long de la Meuse.

### 2.2 LOCALISATION ET DESCRIPTION DES GISEMENTS DE PIERRES DE MEUSE

Les pierres de Meuse appartiennent à l'étage viséen, assise supérieure du Dinantien dans le système carbonifère.

Les gisements de pierres de Meuse se situent en bordure Nord du synclinal de Namur et se répartissent en deux bassins de nature très différente, séparés par la faille de Landenne (fig. A2.3) :

- le bassin occidental des vallées de la Meuse (entre Namur et Andenne) et du Samson
- le bassin oriental de la vallée de la Meuse (Couthuin, Moha).

Le premier bassin précité présente trois niveaux d'exploitation situés dans le Viséen moyen et supérieur. Le vocable « pierres des bords de Meuse » désigne les pierres extraites du niveau inférieur le long du fleuve, tandis que le nom de « pierres du vallon du Samson » désigne les pierres extraites du niveau supérieur dans la vallée du ruisseau. Ces deux niveaux sont séparés par un niveau intermédiaire désigné sous le nom de « Brèche des Grands Malades » ou « pierre de Namur ».

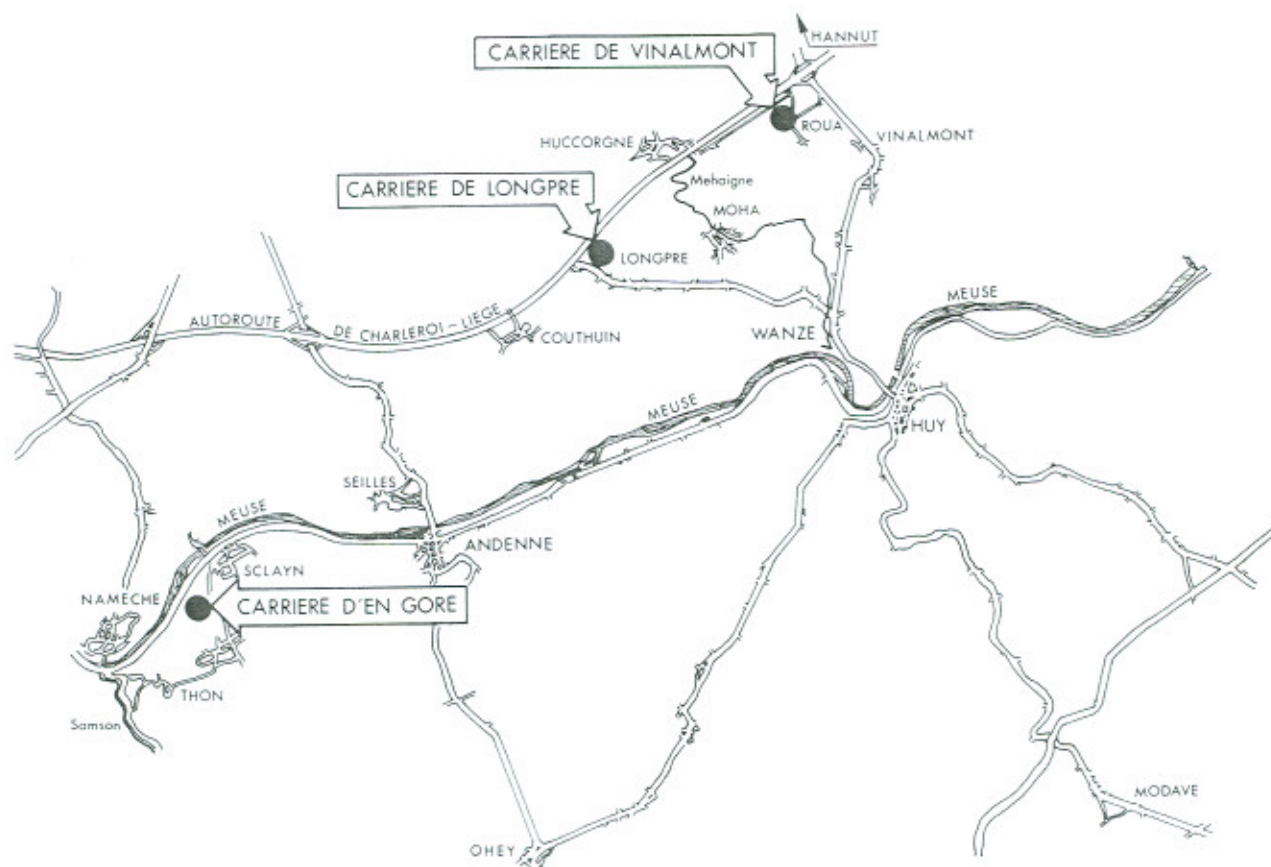


Fig. A2.3 — Plan de situation des carrières de pierres de Meuse.

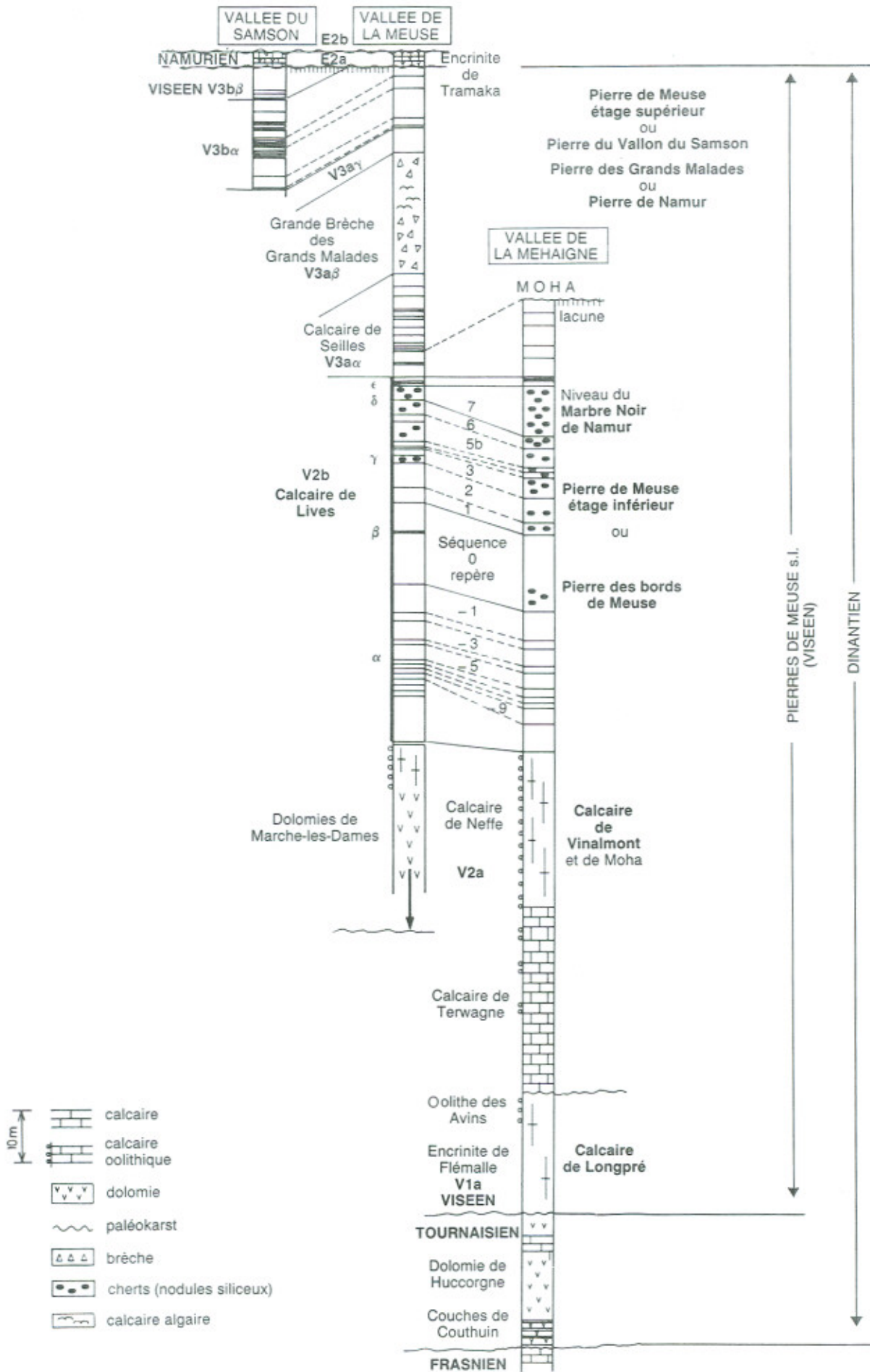


Fig. A2.4 — Stampes. Bassin de la Meuse (E. Groessens, Bruxelles, Service géologique de Belgique, 1985).

Ces calcaires sont surtout exploités pour la fabrication de concassés et de chaux, mais également pour la confection de moellons bruts ou équarris. Ce sont surtout les bancs du niveau inférieur qui conviennent à la taille (carrière d'En Gore à Sclayn). Ceux-ci sont constitués de calcaire grenu, à grain relativement gros mais régulier, rugueux et souvent fossilifère.

Dans le second bassin, seules les formations non dolomitiques de la partie inférieure du Viséen sont exploitées. Une première formation d'une trentaine de mètres, composée d'un calcaire crinoïdique clair, est exploitée dans la commune de Wanze où la pierre est appelée « pierre de Longpré ». Cette première unité est surmontée par un calcaire noir, compact, stratifié, à faciès dolomitique, dénommé « calcaire de Terwagne » et exploité comme concassé.

Enfin, une deuxième formation est constituée par un calcaire oolithique blanchâtre massif d'une très grande pureté chimique : c'est la pierre de Vinalmont, qui fut activement exploitée à Vinalmont dans les Fonds de Roua. Actuellement, elle est exploitée dans une seule carrière, sur une trentaine de mètres en bancs de forte épaisseur, par la s.a. de Mont et van den Wildenberg.

La pente des couches est de 5 à 10° vers le Sud. La roche est massive et découpée par trois réseaux de diaclases, presque perpendiculaires aux lits, ouvertes et remplies de matériaux meubles. Les blocs extraits peuvent avoir jusqu'à 3 m de longueur et 2 m de hauteur.

## 2.3 CARACTERISTIQUES LITHOLOGIQUES DE LA PIERRE DE VINALMONT

La pierre de Vinalmont est un calcaire oolithique compact à ciment cristallin. Elle se caractérise par une très grande pureté chimique : plus de 99 % de carbonate de calcium.

A la rencontre des réseaux de diaclases, on observe des limés tapissés de calcite dont le nombre peut être important; ces limés, souvent mal soudés et très fins (inférieurs à 0,1 mm), constituent des endroits préférentiels de rupture de la roche. Lorsqu'ils sont très fins, ils sont difficilement visibles à l'œil nu, même après mouillage de la pierre.

En dehors des zones parcourues par les limés mal soudés, la pierre de Vinalmont est d'excellente qualité et non gélive; elle blanchit aux intempéries et ne dégage pas d'odeur lors du choc des outils de taille, ce qui la distingue du petit granit, dont elle se différencie également par l'absence de crinoïdes. Outre sa patine blanche, on observe, après quelques temps d'exposition aux facteurs climatiques, l'apparition d'une stratification entrecroisée.

Les limés mal soudés requièrent un contrôle vigilant des pierres et obligent à réserver leur emploi en élévation ne comprenant pas de parties en surplomb. Les longueurs limitées à 1,5 m offrent, de ce point de vue, les meilleures garanties.

Il faut signaler la présence de rares lignes noires « zigzagantes » plus ou moins parallèles aux lits, qui ne présentent aucun danger si elles ne retiennent pas l'eau.

### 3. TAILLES ET FINITIONS DE LA PIERRE DE VINALMONT

Toutes les tailles et finitions mécaniques et manuelles sont réalisables, sauf la taille flammée.

Pour une description des tailles, on se reportera à la Note d'information technique 156 (\*).

La pierre de Vinalmont, prenant bien le poli, s'utilise couramment en marbrerie. Les figures ci-après illustrent la taille ciselée (fig. A2.5) et deux finitions : poli (fig. A2.6) et adouci (fig. A2.7).

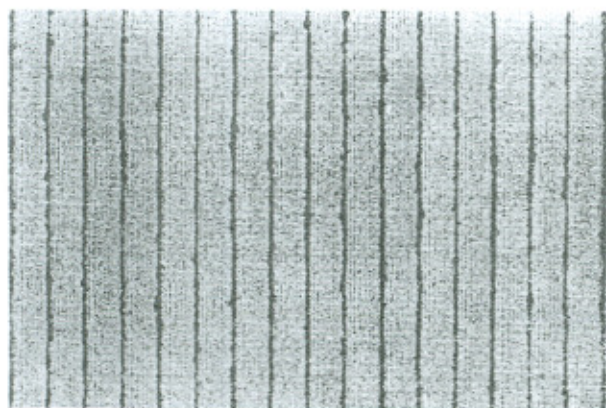


Fig. A2.5 — Taille ciselée (15 coups par décimètre).

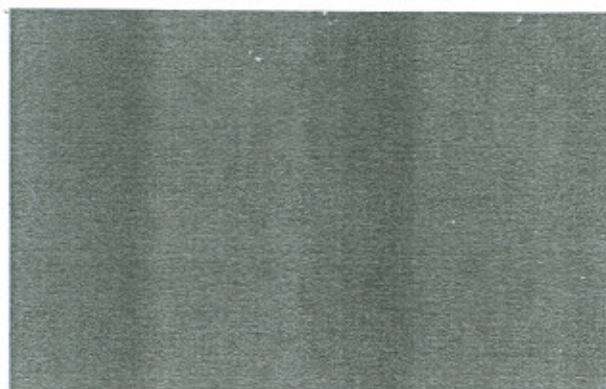


Fig. A2.6 — Poli.



Fig. A2.7 — Adouci.

(\*) Voir bibliographie n° 3.

#### 4. FICHE TECHNIQUE « PIERRE DE VINALMONT »

Caractéristiques physiques et mécaniques	Unités (*)	Min.	Moy.	Max.
Masse volumique apparente	kg/m <sup>3</sup>	2.650		2.800
Porosité	% vol.	0,7	1,0	1,4
Géivité		non gélive (**)		
Capillarité		non capillaire (**)		
Dilatation thermique	mm/m °C			
Conductivité thermique	W/mK			
Résistance à la compression	daN/cm <sup>2</sup>	1.000		1.600
Résistance à la flexion	daN/cm <sup>2</sup>	80		140
Résistance aux chocs durs	m			
Résistance aux attaches (3 cm d'épaisseur)	daN			
Vitesse du son	m/s		6.000	
Largeur de rayure	mm			
Usure	mm/1.000 m			
Module d'élasticité dynamique	1.000 daN/cm <sup>2</sup>		700	
Chaleur massique	J/kgK			

(\*) 1 daN = 1,02 kgf  
(\*\*) On prêtera une attention particulière aux limés.

## Aptitudes d'emploi

Mur	élévation	+
	saillies protégées ou non	-
	socles, soubassements	+
	bassins, piles de pont	+
Revêtement mural	intérieur	+
	extérieur	+
Dallage	intérieur	+
	extérieur	+
Escalier	revêtement intérieur	+
	revêtement extérieur	+
	marche porteuse	-
Voirie	piétonnier	+
	voie automobile, bordure	+
Décoration	cheminée	+
	funéraire	+
	sculpture	+
	divers	+

# Bibliographie

1. Berger M.  
Le calcaire dévonien, le petit granit et les pierres de Meuse. Bruxelles, Annales des Travaux publics de Belgique, tome XLVII, 1890.
2. ...  
Cahier général des charges. Clauses et conditions imposées aux entreprises de travaux. Clauses techniques. Fascicule III. Pierres de construction. Ministère des Travaux publics et de la Reconstruction, 2<sup>e</sup> édition, 1955.
3. Centre Scientifique et Technique de la Construction  
Le petit granit. Bruxelles, C.S.T.C., Note d'information technique, n° 156, novembre-décembre 1984.
4. Groessens E.  
L'industrie du marbre en Belgique. Mémoire de l'Institut Géologique de l'Université de Louvain, tome XXXI, p. 219 à 253, 1981.
5. Groessens E., Hance L. et Poty E.  
Le Moliniacien supérieur de Vinalmont. Bruxelles, Bulletin de la Société Belge de Géologie, tome 9, fascicule 3, 1982.
6. Marotte E.  
Qualités et défauts des pierres de taille et des marbres exploités dans la vallée de la Meuse namuroise. Gand, Annales de l'Association des Ingénieurs sortis des écoles spéciales de Gand, tome XVI, 1893.