

LES PIERRES NATURELLES DE CONSTRUCTION

par

C. CAMERMAN (†)

Ingénieur A.I.Br. - Chargé de mission honoraire au
Service Géologique de Belgique

(Met nederlandse samenvatting)

Extrait des
ANNALES DES TRAVAUX PUBLICS DE BELGIQUE

No 4 - 1960/61

IMPRIMERIE N.I.C.I.
LOUSBERGSKAAL, 19
GAND

1961

Hommage à

Carl CAMERMAN (1885-1958)

Le 1^{er} novembre 1958 s'éteignit en sa propriété de Biez, dans le Brabant wallon, le géologue belge et expert réputé en matériaux pierreux Carl C A M E R M A N, qui fut pendant de longues années un fidèle collaborateur des Annales.

Les études qu'il y fit paraître suscitèrent chaque fois auprès des lecteurs un intérêt tel, que le fascicule correspondant et les tirés à part se trouvaient inévitablement épuisés au bout de quelques semaines. Il faut en voir la raison, non seulement dans les qualités éminentes, l'esprit hautement scientifique et l'expérience étendue de l'auteur, mais aussi dans le fait que M. CAMERMAN ne perdait jamais de vue, dans ses travaux, l'aspect pratique des enseignements auxquels ceux-ci le conduisirent, de sorte que ces enseignements étaient toujours directement utilisables par les praticiens de la construction.

Parmi les multiples activités qui furent les siennes, le défunt professa pendant de longues années un cours sur les matériaux pierreux, les efflorescences et les briques, d'abord à l'Université libre de Bruxelles, puis également à l'Ecole Supérieure d'Architecture de la Cambre. Les notes de ce cours ne furent cependant jamais publiées.

Après sa mort, quelques amis désireux de lui rendre un ultime hommage entreprirent de rassembler et de collationner ces notes, pour en faire l'objet du mémoire que les Annales se font un privilège de présenter aujourd'hui à leurs lecteurs.

Il a paru indiqué de faire précéder ce mémoire par l'éloge funèbre que l'un des amis du défunt, M.J. de ROUBAIX, Docteur en Sciences, prononça le 16 décembre 1958 à la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie dont tous deux faisaient partie, et qui a paru en son temps dans le tome LXVII, fascicule 3 (1958) du Bulletin de cette Société. Nous remercions vivement cette dernière de nous avoir autorisé à reproduire cet éloge, dans lequel C a r l C A M E R M A N se trouve dépeint, en quelques mots, tels que l'ont réellement connu et apprécié tous ceux qui eurent le privilège et le bonheur de l'approcher.

On trouvera enfin, à la suite du mémoire, la liste de toutes les études et de tous les travaux, au nombre de plus de quatre-vingts, publiés par l'auteur au cours de sa brillante et fructueuse carrière.

LA REDACTION

Hulde aan

Carl CAMERMAN (1885-1958)

Op 1 november 1958 overleed in zijn buitenhuis te Biez (Waals Brabant), de gekende Belgische geoloog en expert in steenmaterialen Carl C A M E R M A N, die gedurende lange jaren een trouwe medewerker was van ons Tijdschrift.

De studies welke hij hierin liet verschijnen wekten telkens bij de lezers zoveel interesse op, dat de overeenkomstige aflevering en de afzonderlijke afdrukken onvermijdelijk na enkele weken waren uitgeput. De reden hiervoor moet niet alleen worden gezocht in de eminente eigenschappen, de verheven wetenschappelijke geest en de uitgebreide ervaring van de auteur, doch eveneens in het feit dat dhr. CAMERMAN, in zijn werken, nooit de praktische zijde uit het oog verloor van de bevindingen waartoe hij door zijn studies werd geleid, zodat deze bevindingen steeds onmiddellijk bruikbaar waren voor de practici in het bouwbedrijf.

Onder de talrijke activiteiten waaraan hij zich wijdde, doceerde de afgestorvene gedurende talrijke jaren een cursus over de steenmaterialen, de efflorescenties en de bakstenen, eerst aan de Vrije Universiteit te Brussel, en daarna eveneens aan de Hogere School voor Bouwkunst van Ter Kameren. De nota's van deze cursus werden echter nooit gepubliceerd.

Na zijn dood besloten enkele vrienden, die hem een allerlaatste hulde wilden brengen, deze nota's' samen te bundelen en te rangschikken, om ze uit te werken tot de verhandeling welke ons Tijdschrift thans het voorrecht heeft aan zijn lezers aan te bieden.

Het bleek aangewezen deze verhandeling te laten voorafgaan door de tekst van de rouwhulde welke één van de vrienden van overledene, dhr. J. de ROUBAIX, Dokter in de Wetenschappen, op 16 december 1958 vóór de Société Belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie, waarvan beiden deel uitmaakten, heeft uitgesproken, en die destijds verscheen in het deel LXVII, aflevering 3 (1958) van het Bulletin van deze Vennootschap. Wij danken deze laatste ten zeerste omdat zij ons de toelating verleende om bedoelde rouwhulde over te nemen; C a r l C A M E R M A N wordt hier, in enkele woorden, uitgebeeld zoals dezen die het voorrecht en het geluk hadden met hem om te gaan, hem in werkelijkheid gekend en gewaardeerd hebben.

Na de verhandeling komt, ten slotte, de lijst van al de studies en al de werken, ten getale van meer dan tachtig, die door steller tijdens zijn schitterende en vruchtbare loopbaan in het licht werden gegeven.

DE REDACTIE



**ÉLOGE FUNÈBRE DE CARL CAMERMAN,
prononcé le mardi 16 décembre 1958
à la Société Belge de Géologie, de Paléontologie
et d'Hydrologie (1)**

MADAME,
MONSIEUR LE PRÉSIDENT,
MESDAMES ET MESSIEURS,

Un des nôtres et un des meilleurs nous a quittés.
CARL CAMERMAN n'est plus.

Notre ami s'est éteint inopinément le 1^{er} novembre dans sa charmante propriété de Biez où nous fûmes toujours accueillis avec tant de cordialité et d'empressement.

Monsieur VAN LECKWIJCK m'a prié de prononcer l'éloge funèbre de notre collègue et de retracer les principales étapes de sa carrière scientifique. C'est un honneur pour moi mais aussi un privilège dont je suis profondément ému.

Doué de très vastes connaissances, CARL CAMERMAN était avant tout un homme de devoir et un homme de cœur, d'une modestie et d'une simplicité exceptionnelles. Ces qualités sont le témoignage certain d'une nature d'élite.

Jamais il ne se mettait en avant et, malgré son incontestable autorité scientifique, il ne prodiguait ses avis ou n'intervenait dans les discussions qu'avec une grande objectivité et beaucoup de modération.

Je crois pouvoir affirmer que je n'ai jamais rencontré chez un savant et un ami une telle modestie.

A cet égard, je citerai les paroles de deux amis communs — que vous connaissez tous — et qui, bouleversés comme moi par la mort de CAMERMAN, écrivaient :

- l'un «... quel ami sûr et bon, quel savoir, mais aussi quelle modestie qui l'empêchait d'en faire un étalage bruyant et vain...»;
- l'autre «... Carl avait un esprit très clair mais trop modeste; j'étais à l'étranger au début de sa carrière et je ne puis vous documenter sur son activité à cette époque, mais *je suis certain qu'il n'a fait que du bien...* ».

CARL CAMERMAN est né à Leuze le 15 novembre 1885.

Il commença ses études universitaires à Gand en 1903 et les termina en 1908 à l'Université de Bruxelles avec le grade d'Ingénieur civil des Mines.

Fils d'EMILE CAMERMAN, Directeur du Service des Essais des chemins de fer de l'Etat belge à Malines, dont l'autorité était connue tant en Belgique qu'à l'étranger où il représenta fréquemment l'Administration belge, CARL se spécialisa dans la chimie des matériaux au laboratoire de son père.

En 1920, il entre comme géologue à la Pétrofina et effectue diverses missions à l'étranger, notamment aux Etats-Unis, en Moyen-Orient, en Afrique du Nord, en Roumanie.

Puis il est nommé Directeur de l'« Asphalt Block Pavement Cy », fonction qu'il occupe jusqu'à la deuxième guerre mondiale.

Au cours de cette même période, CAMERMAN assure, à titre d'Ingénieur-Conseil, la direction du laboratoire de l'Office de Recherche et d'Expérimentation (O.R.Ex.).

(1) Extrait du *Bulletin de la Société belge de Géologie, de Paléontologie et d'Hydrologie*, tome LXVII, fascicule 3, 1959.

Le refus de collaborer avec l'ennemi lui interdit de poursuivre ses activités durant la dernière guerre et notre ami se consacre dès lors à une étude systématique des gisements de calcaire du Tournaisis.

Il continue néanmoins, à titre privé, ses activités de chimiste spécialisé dans l'analyse des matériaux de construction et également des eaux.

Après la guerre, CAMERMAN reprend ses fonctions à l'O.R.Ex. et, simultanément, est attaché à l'Université de Bruxelles au laboratoire du Professeur BAES qui lui confie un cours sur les matériaux pierreux, les efflorescences et les briques.

Il donne également des leçons sur les mêmes sujets à l'Ecole Supérieure d'Architecture de la Cambre.

A partir de 1948, CAMERMAN entre au Service Géologique de Belgique où il est chargé d'une série d'études sur l'altération des pierres de construction par les fumées urbaines, sur l'industrie de la briqueterie et, tout particulièrement, sur les anciennes carrières de grès lédien de l'agglomération bruxelloise dont les travaux souterrains remontent au Moyen-Age.

Au cours des mois qui précèdent l'ouverture de l'Exposition Internationale de 1958, il suit de près les vastes travaux de terrassement et de génie civil de notre capitale et de ses abords et en dégage d'importantes observations consignées dans diverses publications toutes récentes.

Les publications de CAMERMAN, au nombre de plus de quatre-vingts, reflètent un esprit extrêmement clair et objectif. Leur lecture est toujours aisée et très attachante.

Son mémoire, publié en 1944, intitulé *La Pierre de Tournai, son gisement, sa structure et ses propriétés, son emploi actuel* lui vaut l'attribution du prix A. Wetrems.

Cet important ouvrage devenu classique, complété par diverses publications sur la géologie du Tournaisis, constitue une œuvre capitale dont continueront à s'inspirer les spécialistes de notre calcaire carbonifère.

L'exposé, tant par son ordonnance que par son style, est remarquable d'un bout à l'autre. Le résumé qui termine le mémoire est un modèle de clarté et de concision.

CAMERMAN publie ensuite une quinzaine de travaux consacrés à l'altération des matériaux de construction — briques, pierre de taille, maçonnerie — par le gel, les fumées et les efflorescences.

Puis paraissent une série d'articles sur les roches calcaires de Belgique dont notre regretté collègue était devenu un spécialiste incontesté.

A l'occasion d'une étude qu'il publia en 1950 sur le *Problème du chaulage des terres en Belgique*, j'eus le privilège, pendant deux années consécutives, de prospecter avec lui les principales carrières de calcaire du pays dans lesquelles il lisait comme dans un livre ouvert.

Je pus de près me rendre compte de la rare compétence de notre ami, de sa mémoire jamais en défaut et de son expérience qui n'avait d'égale que son inépuisable serviabilité.

Enfin, CAMERMAN dirigea de nombreuses excursions géologiques.

Plutôt que de vous les énumérer, je vous rappellerai celle du 30 avril 1950 au cours de laquelle nous fûmes reçus avec une exquise hospitalité par Madame CAMERMAN.

Notre ami nous avait conviés à parcourir la région qui entoure sa maison de campagne de Biez.

En très peu de temps, n'y consacrant que ses loisirs, CAMERMAN avait réalisé une véritable synthèse géologique de ce joli coin du Brabant wallon, comblant ainsi des lacunes qui subsistaient dans l'interprétation morphologique et tectonique du paysage.

CHERS COLLÈGUES,

- la Belgique perd en CARL CAMERMAN un expert incontesté en matière de matériaux pierreux;
- la Société belge de Géologie, dont il fut Président en 1943 et 1944, se voit privée brutalement d'un de ses membres les plus fidèles et les plus éminents;
- les géologues belges, parmi lesquels CAMERMAN ne comptait que des amis, regretteront toujours ce confrère savant, discret et affable, présent à toutes les manifestations géologiques;
- les jeunes qu'il aimait à conduire sur le chantier ou dans les rues de Bruxelles se souviendront avec émotion et respect du maître dont ils suivaient avec attention les explications simples et claires.

MADAME,

Permettez-moi, au nom de tous les membres de la Société belge de Géologie, de m'incliner devant votre douleur et celle de vos enfants et de vous exprimer notre respectueuse et profonde sympathie.

Soyez persuadée que l'image du cher disparu restera gravée en nos mémoires et que sa carrière probe et désintéressée servira d'exemple à tous ceux qui ont eu le privilège de le connaître.

J. DE ROUBAIX.

LES PIERRES NATURELLES DE CONSTRUCTION

par

C. CAMERMAN (+)

Ingénieur A.I.Br. - Chargé de mission honoraire au
Service Géologique de Belgique

INTRODUCTION

L'étude des pierres naturelles dérouté souvent l'ingénieur doué de l'esprit mathématique et habitué à appliquer ses calculs à des matériaux relativement homogènes tels par exemple que les métaux, les bétons auxquels on peut donner les résistances recherchées, résistances ne variant elles-mêmes qu'entre des limites assez rapprochées et connues. Les pierres sont des produits naturels que nous devons accepter tels quels.

Certes il existe des pierres naturelles se présentant en grandes masses relativement homogènes et douées de propriétés assez constantes, si toutefois on a eu soin d'éliminer certaines parties généralement superficielles, altérées. Tel est le cas pour nos porphyres de Quenast et de Lessines et, à un moindre degré, pour notre calcaire connu sous le nom de petit granit.

Les conceptions de l'ingénieur et les théories usuelles de la résistance des matériaux s'appliquent d'une manière assez satisfaisante aux pierres dures, compactes, constituant des masses assez homogènes et pour lesquelles sont recherchées les hautes qualités de résistance soit à la compression, soit à l'usure, comme c'est le cas pour les travaux de génie civil (ponts, écluses, etc...) et les travaux de pavement. Le problème doit être envisagé dans un tout autre esprit lorsqu'il s'agit d'architecture.

Assurément, les considérations habituelles de résistance, porosité, etc... entrent encore en jeu, mais elles sont plus ou moins subordonnées à une série d'autres considérations telles que la facilité de taille, le compor-

tement aux intempéries, le point de vue esthétique, c'est-à-dire la patine que prend la pierre.

Beaucoup de pierres tendres qui ne sont pas prises en considération pour les travaux de génie civil, présentent le plus grand intérêt au point de vue architectural, en raison de leur facilité de taille, de leur patine, de leurs propriétés hygroscopiques, de leurs qualités calorifuges. Leur résistance aux intempéries due à des phénomènes que nous décrirons est parfois surprenante.

Les essais de laboratoire sont souvent décevants. Des pierres qui seraient rebutées dès le premier examen de laboratoire ont un comportement inattendu, parfois meilleur que celui de pierres satisfaisant à des épreuves sévères.

Les châteaux de la Loire, des parties du château de Versailles, bien des monuments de l'Île de France, des Eglises du Limbourg sont construites en pierres à peine plus dures que la craie et présentent après plusieurs siècles un fort bon aspect.

Ici, comme dans le cas du comportement des peintures, l'examen empirique du comportement aux agents atmosphériques doit prédominer sur les essais de laboratoire. Mais comme il s'agit de siècles et non d'années comme pour l'observation des peintures, c'est l'examen d'un grand nombre de monuments qui nous révèle les véritables qualités de comportement des pierres.

Ils nous font aussi ressortir l'énorme importance d'un usage rationnel de la pierre, c'est-à-dire la disposition dans le monument des diverses variétés de pierres.

Contrairement à ce que l'on aurait pu croire, le développement du béton et de la pierre reconstituée sont loin d'avoir tué l'industrie de la pierre naturelle et cela malgré le prix relativement élevé de celle-ci. Actuellement (1951-1952) une multitude de très importants immeubles, en construction à Bruxelles, sont revêtus de pierres de taille et les chantiers de taille travaillent à plein rendement.

Assurément, il devient de plus en plus rare que les édifices soient construits en pierres massives et l'on a de plus en plus tendance à revêtir le béton de grandes plaques de pierres naturelles. Le béton laissé nu prend un aspect hideux; quant aux enduits et aux pierres reconstituées, il est difficile de bien les réussir. Leur réussite est des plus aléatoire; ils ont tendance à se fissurer et sont souvent tachés par des coulées de chaux carbonatée. Comparés à la pierre naturelle ils donnent aux parements un aspect factice et pauvre.

Les pierres naturelles trouvent une multitude d'emplois dans la construction, depuis les plus vulgaires jusqu'aux plus nobles. A l'état concassé elles sont utilisées dans les empièvements et les bétons.

Simplement équarries, elles fournissent les moellons de parement rustiques, des pavés, des bordures de route, des pierres de soutènement ou d'endiguement.

Travaillées au moyen d'outils divers elles fournissent les pierres de taille proprement dites affectant les formes les plus diverses, depuis les simples moellons de parement parallépipédiques jusqu'aux pierres de formes les plus diverses, pouvant être moulurées et sculptées.

A l'état poli, elles fournissent des matériaux de décoration intérieure et extérieure généralement dénommées *marbres*. Disons à ce propos que le terme marbre n'a pas une signification minéralogique s'appliquant à une catégorie de pierres déterminée. Le mot marbre s'applique à toute pierre, généralement calcaire, susceptible de prendre un beau poli et présentant un aspect décoratif.

Par extension et surtout en France, on donne le nom de *pierre marbrière* à toute pierre assez compacte, prenant bien le poli ou prenant bien la sculpture et convenant particulièrement à l'édification de monuments, notamment de monuments funéraires.

Enfin, sous forme d'ardoises, les pierres naturelles fournissent des matériaux de couverture de premier ordre.

★★

La rédaction de cet article comporte deux sortes d'enseignements distincts qui y sont entremêlés.

D'une part, des principes fondamentaux sur la constitution essentielle des roches, leurs propriétés, leur mise en œuvre, leur comportement. Ce sont les notions de base que l'élève architecte doit bien s'assimiler et retenir.

D'autre part, d'abondantes nomenclatures de pierres de construction avec indication de leur provenance, de leur formation géologique, de leurs propriétés caractéristiques ainsi que de nombreux exemples de leurs applications. Ce sont là énumérations dont on ne peut demander au lecteur de s'encombrer la mémoire. Une très grande partie de ces renseignements sont inédits; les autres sont dispersés dans de nombreuses publications dont le dépouillement rebutera l'architecte. Ils constitueront pour l'architecte une précieuse documentation. Les nombreux exemples d'applications des pierres, choisis surtout à Bruxelles, permettront au jeune architecte de les observer, ce qui vaut mieux que toute description, et de se faire un jugement personnel surtout au point de vue esthétique. Cela développera considérablement son esprit d'observation.

A cet égard, il est du plus haut intérêt de recommander à ceux qui se destinent à l'art de la construction de se familiariser avec le diagnostic des matériaux et d'avoir constamment au cours de leur pérégrination l'attention en éveil sur leur comportement et les particularités qu'ils présentent.

On estimera peut-être que j'ai mentionné de trop nombreuses roches dont l'emploi est tombé en désuétude ou ne présente qu'un caractère strictement régional.

J'ai mentionné ces roches parce que leur abandon est souvent à déplorer. Cet abandon résulte souvent d'une certaine inertie de l'architecte qui se limite aux matériaux abondants et faciles à trouver sur le marché. Il faut inciter l'architecte à abandonner ces solutions de routine et à faire l'effort de revenir à certains matériaux, souvent de caractère rustique, aptes à fournir des belles solutions architecturales.

Sous l'effet de l'institution de l'urbanisme, il est fait actuellement un effort, souvent couronné de succès, pour en revenir à certains de ces matériaux.

Le service de l'urbanisme de la Province de Luxembourg a fait un grand effort dans ce sens et a souvent abouti à de très belles solutions là où il a pu faire prevailoir ses directives.

Ajoutons qu'il existe à la disposition des architectes désireux d'être renseignés sur la provenance de certains matériaux régionaux, une institution où il peuvent être documentés, le Service Géologique, 13, rue Jenner à Bruxelles.

CHAPITRE I

PRINCIPALES CATEGORIES DE PIERRES UTILISEES DANS LA CONSTRUCTION

Les pierres naturelles peuvent être subdivisées en deux classes principales :

les roches ignées, d'origine profonde, ayant subi un état de fusion ou de ramollissement ;

les roches sédimentaires, résultant de la consolidation de dépôts au sein des eaux : océans, mers, lacs.

A. — Roches ignées

Les roches ignées, d'origine profonde, ont été injectées à l'état liquide ou pâteux en raison de leur température élevée, dans les assises constituant l'écorce terrestre. Tantôt elles n'ont formé que des intrusions profondes, tantôt elles ont complètement percé l'écorce terrestre et ont donné lieu à des volcans lesquels ont produit des épanchements de laves et des accumulations de cendres (Lapilli).

Donner une énumération et une description des innombrables variétés de roches ignées, nous conduirait beaucoup trop loin. Contentons-nous de dire que suivant leur composition et la vitesse de leur refroidissement elles ont donné lieu aux principaux types de texture suivants :

texture granitique : roches refroidies extrêmement lentement, ayant cristallisé en gros cristaux, du même ordre de grandeur, aisément discernables à l'œil nu ;

texture porphyrique : roches refroidies moins lentement, on y distingue une abondance de gros cristaux (phénocristaux) enrobés dans une pâte microcristalline ;

texture microcristalline : roches de consolidation relativement rapide, entièrement formées de petits cristaux (notamment les basaltes très répandus dans la vallée du Rhin) ;

texture vitreuse : roches ayant été refroidies très rapidement et n'ayant pas eu le temps de cristalliser au cours de leur refroidissement : laves, cendres volcaniques, pierre ponce, tufs volcaniques, pouzzolanes d'Italie, trass de l'Eifel.

Seules les roches de texture granitique et porphyrique présentent pour nous de l'intérêt.

a) ROCHES DE TEXTURE GRANITIQUE.

Les roches de texture granitique se subdivisent elles-mêmes en deux grands groupes :

les granits proprement dits constitués de quartz, de feldspaths et de micas (mica noir nommé biotite et mica blanc dénommé muscovite) ;

les syénites dont les principaux constituants sont les feldspaths, les micas et les hornblendes.

L'appellation de syénite vient de la localité de Syène en haute Egypte, où furent extraites les pierres de la plupart des anciens monuments égyptiens.

Il faut ranger parmi les syénites, les pierres verdâtres à bleuâtres, à gros cristaux, dénommées « Labrador » dont il est fait chez nous un grand usage. Le Labrador nous vient de Norvège. Sa véritable désignation minéralogique est *Laurwikite* du nom de Laurwik où cette roche est extraite.

Le sol belge ne renferme pas de granits ; par contre il y a au Congo beaucoup de variétés de roches granitiques dont certaines, dans le Bas Congo commencent à être exploitées.

Les roches granitiques sont importées de Norvège, Suède (pavés), Ecosse, Bavière, Saxe, Région des Vosges, Région du Tessin, Bretagne, etc...

Les granits sont difficiles à tailler ; chez nous on les utilise surtout à l'état dégrossi comme pierres de socle, ou sous forme de dalles de parement polies.

Les granits sont des roches résistant indéfiniment aux intempéries. Ce sont des pierres très coûteuses par suite de leur dureté qui rend le façonnage et le polissage onéreux.

Les roches granitiques offrent une grande variété de colorations et sont souvent très décoratives.

Certains granits clairs peuvent donner lieu à des taches brunâtres (taches de rouille), dans notre climat très pluvieux. Tel est le cas pour le granit de Baveno

(Italie — région du Tessin) dont est revêtue l'Ambassade des Soviets (Ancien hôtel Empain), à l'avenue des Nations. Les micas noirs (biotite) sont altérables par les eaux météoriques et libèrent de l'oxyde ferrique qui forme des trainées brunâtres. Sur les granits foncés ces taches ferrugineuses ne sont pas perceptibles et par conséquent sans importance.

Voici un certain nombre d'applications de granits à Bruxelles :

- * Hôtel de ville de St. Gilles (socle) : Granit rouge des Vosges brut.
- * La Bâloise — Angle du Bd Bisschoffsheim et de la rue Royale.
Socle en granit Hercule de Bavière, bouchardé.
- * Avenue Louise 359 — Socle en granit rouge de Suède, brut.
- * Banque de la Sté Générale, rue de Bréderode — parement en granit Hercule (Bavière), poli.
- * Imperia, 82, rue de Namur, idem.
- * Magasin Cubex, rue de l'Ecuyer — granit vert de Suède, poli.
- * Magasin Benezra, rue de l'Ecuyer — granit blanc argent de Suède, poli.
- * Orfèvrerie Wolfers, rue de l'Ecuyer — granit noir de Norvège, poli.
- * Bâtiment de la Shell — Labrador (Laurwikite) poli.
- * Magasins du Bon Marché — Labrador (Laurwikite) poli, bleu et vert — Granit brun d'Auvergne, poli.
- * Musée moderne de peinture, rue de la Régence — Colonnes en Syénite d'Ecosse, polies.
- * 144, Avenue du Longchamp : granit des Vosges.

b) *ROCHES PORPHYRIQUES.*

Les roches porphyriques sont extrêmement dures ce qui, pratiquement, rend leur taille très onéreuse.

Trois grands gisements de porphyre sont exploités en Belgique dans d'immenses carrières : Quenast, Lessines et Bierghes. Le porphyre de ces gisements est tantôt verdâtre, tantôt brunâtre. Il donne des concassés pour empierrements et béton et des pavés très réputés. On utilise très rarement le porphyre en moellons grossièrement équarris pour parements rustiques.

- * Exemple : deux colonnes commémoratives de Quenast de part et d'autre de l'allée principale du parc du Cinquantenaire.

B. — Roches sédimentaires

Les roches sédimentaires résultent de la consolidation ou lapidification au cours des temps géologiques, des sédiments meubles qui se sont déposés au fond des océans, des mers et des lacs. Cette consolidation est due à un ensemble d'actions chimiques et physiques, ces dernières étant la pression et la température à laquelle les dépôts ont été soumis après leur enfouissement et leur descente à de grandes profondeurs.

Les sédiments sont dus à la précipitation de matériaux détritiques, sables, argiles, vases, entraînés par les cours d'eau et de matériaux d'origine organique.

Trois grandes catégories de roches sédimentaires doivent retenir notre attention. Ce sont :

les roches gréseuses. Celles-ci résultent de l'agglomération de sables, c'est-à-dire de petits grains de quartz ou silice cristallisée. Le sable est généralement constitué de grains de quartz roulés, mais il peut parfois contenir une forte proportion de grains d'autres minéraux notamment du *feldspath* (silicate aluminocalcique) ou de la *glauconie* (silicate ferro-potassique d'origine organique), etc...;

les roches schisteuses. Celles-ci sont d'anciennes argiles lapidifiées;

les roches calcaires essentiellement composées de carbonate de calcium (CaCO_3), précipité par voie chimique ou fixé par voie organique aux dépens des eaux douces ou marines qui en renferment toujours une légère quantité en solution à l'état de bicarbonate de calcium.

Ces différents types de roches n'existent pas toujours à l'état sensiblement pur car on conçoit que des éléments sableux, des matières argileuses et des matières calcaires puissent s'être déposées simultanément, en proportions variables et l'on peut ainsi passer de l'un à l'autre type de roches par une série de stades intermédiaires. C'est ainsi que l'on peut avoir des grès argileux, des grès calcaires, des schistes gréseux, des schistes calcaires, des calcaires sableux ou argileux.

a) *ROCHES GRESEUSES.*

Grès proprement dits. Les grès se distinguent d'après la substance qui cimente les grains de sable. C'est ainsi que l'on a :

des grès siliceux où le ciment est composé de silice colloïdale ou opale ou de silice microcristalline (calcédoine) ;

des grès argileux où le ciment est de nature argileuse;

des grès ferrugineux généralement rouges ou bruns, parfois verdâtres cimentés par de l'oxyde ou de l'hydrate de fer;

des grès calcaireux cimentés par du carbonate de chaux ou calcaire;

etc...

Les grès proprement dits ont une cassure grenue; ils sont tantôt friables, tantôt durs. Ils peuvent être rayés avec la pointe d'une lame de canif.

Quartzites. Les quartzites sont des grès siliceux où les grains de sable quartzueux sont cimentés par du quartz qui a cristallisé autour des grains de sable primitifs tout en conservant l'orientation optique de ces grains. Le quartz secondaire forme autour des grains de sable une auréole qui s'est accrue jusqu'à la rencontre des grains voisins. L'interpénétration des contours sinueux ou dentelés des grains accrus donnent à la roche une grande cohésion. Les quartzites sont des roches extrêmement dures à cassure conchoïdale et esquilleuse. Ils ne peuvent être rayés avec la pointe d'un canif.

Psammites. Les psammites sont des grès renfermant une forte proportion de paillettes de mica, scintillantes, étalées parallèlement à la stratification.

Arkoses. Les arkoses sont des grès renfermant une forte proportion de grains de feldspath (silicate d'alumine, de soude et de potasse). Par altération du feldspath les arkoses donnent naissance à des kaolins.

Les grès, les psammites, les arkoses, sont susceptibles de fournir des pierres de taille lorsque les bancs sont suffisamment épais pour donner des pierres d'un appareil suffisant.

La Belgique possède dans les terrains tertiaires quelques variétés de grès généralement très tendres, mais les gisements sont fort peu importants. Ces grès ont la propriété de durcir par exposition à l'air.

Les terrains primaires de Belgique renferment de grandes quantités de grès, quartzites, psammites et arkoses. Ces roches sont généralement stratifiées en bancs minces et ne sont qu'exceptionnellement susceptibles de fournir des pierres de taille. Les quartzites en particulier sont beaucoup trop durs pour pouvoir être taillés.

Toutes ces roches sont abondamment utilisées, surtout dans le voisinage de leurs gisements comme moellons de construction, bruts ou équarris. Le grès durs et quartzites fournissent de bons pavés et des concassés pour béton ou empièvements. Certains grès de nos terrains primaires sont fortement rubéfiés sur leurs joints de stratification et diaclases et sont employés comme parements rustiques très bariolés.

On a importé en Belgique des grès provenant du Grand Duché de Luxembourg et des Vosges.

Poudingues. Les poudingues sont des roches gréseuses renfermant une proportion dominante de cailloux roulés de toutes dimensions, principalement des cailloux de quartz blanc. Le ciment gréseux qui agglomère les cailloux est souvent de couleur rouge.

Voici les principales roches gréseuses utilisées en Belgique pour la construction.

Grès ferrugineux diestiens : Ces grès, de teinte brune, rougeâtre, ont été exploités en de nombreux endroits du Hageland, région de la Campine entre Aerschot et Diest. Ils ont été utilisés soit seuls, soit en association avec d'autres matériaux, pour la construction de nombreuses églises à Diest, Aerschot, St. Trond, Léau, Tirlemont et, en général, dans le N-E de la Belgique.

Bien que durcissant à l'air, ce grès est très altérable. Il n'y a plus d'exploitations en activité.

Grès ferrugineux bruxelliens : en divers endroits du Brabant Central et Méridional, on trouve des amas de grès brun rougeâtre, tendre. De tels grès ont été rencontrés à Uccle, Auderghem, dans le sous-sol de la Forêt de Soignes, à Ohain, aux environs de Wavre. On en extrait encore un peu à Ottenbourg. Les principales applications se trouvent à Wavre dont l'Eglise est construite en grès ferrugineux de la région. Les grès de la carrière d'Ottenbourg ont été utilisés récemment pour la reconstruction de diverses façades à Wavre, parapets des ponts sur la Dyle, monument aux victimes de la guerre. Ce grès, durcissant à l'air, résiste mieux que le grès diestien. En association avec des pierres claires, ce grès donne lieu à de très jolis effets architecturaux :

* rampants des pignons en pierre blanche de Goberlange, de l'Eglise de Basse-Wavre.

Les grès agglomérés par des oxydes ou hydroxydes de fer les plus fréquemment rencontrés dans notre pays sont ceux qui proviennent de sables glauconifères dont la glauconie a été transformée en limonite.

Quartzites du Landénien supérieur : Des bancs sub-continus et de gros blocs isolés de quartzite blanchâtre ont été exploités d'une part dans la région de Tirlemont (Overlaar, Rommersom, Autgaarden, etc.) d'autre part dans le Hainaut, à l'Est de Mons (Bray, Péronnes). Ce quartzite résiste très bien aux intempéries. Toutes les exploitations sont abandonnées, les gisements étant pratiquement épuisés. On peut citer comme exemple d'utilisation :

Pour les quartzites de la région de Tirlemont :

- * Eglise St Germain (XII^e siècle) et
- * Eglise des Dominicains à Tirlemont (moellons de parement).
- * Tour de l'Abbaye Eglise Notre-Dame et Béguinage à St. Trond (moellons de parement).
- * Eglise romane d'Overlaar.

Pour les quartzites de la région de Bray :

- * Façade de l'hôtel de ville : ici, exceptionnellement, le quartzite a été taillé et sculpté.
- * Beffroi (Doudou) de Binche (moellons de parement).
- * Collégiale, Eglise St. Ursmer et hôtel de ville de Binche.
- * Eglises de Péronnes et de St. Vaast, etc...

Des quartzites analogues du Landénien supérieur, originaires de l'Artois, ont été employés dans le Sud des Flandres.

Grès du Landénien inférieur dits « Grès de Grandglise et de Blaton ». Grès tendres, verdâtres, souvent, bariolés de rouge et de jaune, durcissant à l'air. Exploités autrefois sur une grande échelle, ils sont encore extraits en petite quantité à Grandglise. Nombreuses Eglises, fermes, etc..., dans la région comprise entre Mons et Tournai. Les grès bariolés ont été utilisés fréquemment pour façades, soubassements, bandeaux, etc... On peut citer à Bruxelles :

- * Façade, 63, rue des Eburons.
- * Bandeaux en association avec d'autres pierres : 60, Avenue Louis Bertrand :
 - 21^A, Place Brugmann,
 - 27, rue Américaine,
 - 2, rue Kindermans,
 - 34, rue du Taciturne, etc...

Grès houiller : la partie inférieure, non productive, du Terrain houiller, renferme des assises de grès utilisé en construction. Il faut citer particulièrement *le grès d'Andenne*; exploité aux carrières Quévit : grès très résistant d'un blanc légèrement rosé qui est utilisé sur une assez grande échelle comme moellons de parement équarris.

- * Façades de l'Union Coloniale, 34, rue de Stassart.
- * Caserne Prince Albert, rue des Petits-Carmes.
- * Eglise St. Albert, rue Victor Hugo à Schaerbeek.
- * Eglise St. Remi à Molenbeek.
- * Nombreux socles et parements de façades.

Grès et psammites famenniens : les grès et psammites famenniens affleurent largement dans les régions de l'Ambève, de l'Ourthe, du Condroz et dans le Hainaut où ils sont utilisés sur une très grande échelle pour la production de pavés et de concassés et comme moellons de construction. Ce sont des grès à ciment argileux ou calcareux, parfois très micacés. Il faut citer parmi les grès famenniens :

les grès dits de l'Ourthe exploités dans de très grandes carrières dans les vallées de l'Ourthe et de l'Ambève. De teinte gris-verdâtre à jaunâtre ils ont trouvé de nombreuses applications à Bruxelles comme petits moellons de parement, bruts ou équarris. On en tire aussi des dalles brutes pour allées de jardin.

Comme principaux exemples à Bruxelles, on peut citer :

- * Eglise Ste. Croix.
- * Eglise du Rosaire (Uccle).
- * Eglise St. Paul (Stockel).
- * Nombreux parements de façades et soubassements.

Pierre d'Avoine. Certains bancs assez épais de grès famennien, probablement décalcifiés par les eaux météoriques, ont été exploités sur les plateaux du Condroz, sous le nom de « pierre d'avoine » nom donné en raison de leur teinte. Ces bancs dont l'exploitation a pris fin depuis quelques années donnaient des pierres permettant de grands appareils, prenant bien la taille et la ciselure.

Il y en a eu diverses applications à Liège.

Les principales exploitations se situaient à Villers-le-Temple, Vierset, Flône. Outrelouxhe, Amay, Warzée, Borlon.

Il existe certains grès *calcaires* décalcifiés et devenus poreux par suite du départ du calcaire, les grains restant soudés par un peu de silice épigénétique substituée au calcaire.

Grès d'Ecaussinnes. La roche ainsi dénommée, très micacée, est un psammite plutôt qu'un grès proprement dit. Elle fut exploitée dans une carrière située assez bien au Nord des carrières de petit granit d'Ecaussinnes avec lequel il ne faut pas le confondre. L'exploitation fut assez active à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e. Elle dut malheureusement être abandonnée parce que partout où ce psammite fut exploité, il s'avéra fort gélif au bout de quelques années. Les bancs, assez épais, donnaient des pierres d'assez grand appareil, prenant bien la taille et la ciselure. Ces pierres avaient la teinte et prenaient la patine des calcaires lédiens dont sont construits la plupart des anciens monuments de la Basse Belgique et convenaient particulièrement bien à leur restauration. On l'utilisa pour la restauration de

* l'Eglise St. Jean-Baptiste du Béguinage à Bruxelles où cette pierre permet d'observer un des plus beaux exemples de pierre gélive; c'est d'ailleurs pourquoi elle est mentionnée ici. Elle s'est montrée tout aussi gélive dans

* la façade de l'hôtel du marquis d'Assche (Ambassade des Etats-Unis), rue de la Science, dans la façade des immeubles situés 48 et 50, rue Joseph II à Bruxelles (en élévation) et dans la restauration d'un des étages de la tour de la Cathédrale de Malines.

Grès Couvinien : l'étage Couvinien comporte des bancs épais de grès foncé, verdâtre à bleuâtre, ferrugineux et parfois calcarifère. La teinte est due au fait que le fer s'y trouve à l'état ferreux. Les diaclases et joints des bancs sont souvent fort rubéfiés par oxydation du fer. Ce grès est activement exploité à Goé, aux Carrières Brandt, où il est de teinte verdâtre et porte le nom de « Grès de la Gileppe ». D'autres exploitations assez importantes se trouvent à Forrières (carr. de Lampsoul, à Hargimont (Soc. des Vieilles Forges) etc. Dans cette région le grès est plutôt bleuâtre foncé.

Les grès couviniens sont utilisés comme moellons de parement bruts ou équarris, aussi comme pavés et concassés.

Le grès de la Gileppe a trouvé de nombreuses applications à Bruxelles, notamment

* l'Eglise de Boitsfort,

* le socle des bâtiments des facultés techniques de l'Université Libre de Bruxelles,

* du Collège St. Jean Berchmans, rue des Ursulines, etc.

Grès, Quartzites et Arkoses du Dévonien inférieur et du Cambrien. Ces formations géologiques renferment de nombreuses assises gréseuses exploitées en de nombreux points des Ardennes, de la région Mosane, de l'Entre-Sambre-et-Meuse. Elles fournissent des pavés, des concassés et des moellons bruts ou équarris, généralement réservés aux usages locaux. Les quartzites cambriens (étage Devillien) sont encore exploités dans le Brabant, à Dongelberg où l'on n'en fait que des concassés.

Poudingues : On a parfois utilisé les *poudingues de Burnot et de Wéris* appartenant au Dévonien inférieur, en blocs ou moellons bruts. Voir

* socles :

— 23 B, rue Edm. Picard,

— 7, rue Defacqz,

— 385, Avenue Louise.

GRES DU GRAND DUCHE DE LUXEMBOURG.

Grès de Luxembourg aussi nommé grès de La Rochette. Ce grès, de teinte gris jaunâtre, à ciment calcaire, appartient au système Jurassique, étages Hettangien et Sinémurien. Il forme les escarpements de la Ville de Luxembourg et est très développé dans le Grand Duché où il est exploité dans de nombreuses carrières dont les principales sont celles d'Ernzen près de Larochette, de Beaufort, Reisdorf, Dalheim, etc. Ce grès donne des pierres de grand appareil prenant bien la taille. Sa résistance à la compression est de l'ordre de 400 à 500 kgs par cm². Absorption d'eau en poids : 4 à 5 %, en volume 5 à 11 %.

Le grès de Luxembourg a eu une assez grande vogue en Belgique pour monuments et restaurations. On peut citer :

* Banque Nationale à Bruxelles, partie ancienne (1865), socle.

* Musée colonial de Tervueren.

* Musée d'Art ancien au Cinquantenaire, côté avenue des Gaulois.

* Diverses façades à Bruxelles :

— 6, 8, 13, 19 Val de la Cambre;

— 12, avenue des Nations;

— 33 et 78, avenue de Tervueren, etc.

* à Arlon : Eglise St. Martin (1811).

Grès du Muschelkalk — Syst. Triasique — grès à grains fins, roses, vert pâle, jaunâtres exploités dans diverses carrières de la région de Diekirch, notamment à Gilsdorf et Bettendorf.

* Deutsche Bank à Bruxelles.

Grès du Buntsandstein — Syst. Triasique — grès à gros grains, micacés, rouges, jaunâtres ou verdâtres, exploités dans la vallée de la Sûre en aval d'Echternach, notamment à Born. Les gros moellons de grès rouge disséminés dans le socle des bureaux de la S.N.C.F.B., rue de Louvain et rue Ducale, sont de cette provenance.

ALLEMAGNE :

Grès d'Hertzogenrath. Grès siliceux blanchâtre, du Syst. Miocène, exploité à Hertzogenrath, en Allemagne, au Nord d'Aix-la-Chapelle et en Hollande à Nyvelstein. Fut utilisé en 1849 pour la construction de la Colonne du Congrès. Grès de qualité très inégale. Beaucoup de pierres ont été fortement érodées par le gel et les intempéries et ont été remplacées en 1911 par du grès de Luxembourg (La Rochette).

VOSGES :

Grès rouges des Vosges — Syst. Triasique — étage du Buntsandstein. Grès ferrugineux à stratification oblique.

* Cathédrale de Strasbourg.

* Nombreux monuments à Mayence et en Alsace.

* Quelques applications en Belgique : bandeaux dans des façades :

— 518, Avenue Louise;

— 49, rue du Taciturne.

Pierres de grand appareil prenant bien la taille.

En résumé, faisant abstraction d'une série de grès d'usage local, ou ne présentant plus qu'un intérêt historique, il n'y a en Belgique que des grès dévoniens de petit appareil, utilisables en petits moellons bruts ou plus ou moins façonnés, pour parements rustiques, soubassements, etc...

On n'emploie comme grès de grand appareil en tant que pierre de taille que le grès du Grand Duché de Luxembourg dit grès de Larochette et ce, sur une échelle très restreinte.

b) ROCHES SCHISTEUSES.

Les roches schisteuses proviennent de la consolidation et de la lapidification d'anciennes argiles. Le caractère essentiel de ces roches est la schistosité, c'est-à-dire la propriété de se cliver en feuillets parallèles. La schistosité est due à l'écoulement de la matière minérale plastique perpendiculairement aux effets de compression.

Schistes proprement dits. Les schistes proprement dits ont une structure terreuse. Leur compacité est très variable et va des schistes très tendres aux schistes très compacts.

Phyllades. Les phyllades sont des schistes ayant acquis par suite des pressions orogéniques et de températures élevées, une texture microcristalline nettement perceptible.

Les ardoises sont des phyllades dont la schistosité est suffisamment régulière et parallèle pour que l'on puisse les fendre et les diviser en plaques minces.

Calcschistes et calcareophyllades : schistes et phyllades renfermant une proportion élevée de calcaire ou carbonate calcique. Il y a un passage graduel des schistes compacts aux phyllades suivant que la structure microcristalline est plus ou moins développée.

Quartzophyllades. Phyllades fortement chargés de grains de quartz. Terme de passage entre les quartzites et les phyllades.

Utilisation.

Les roches schisteuses sont extrêmement abondantes dans nos terrains primaires : Cambrien, Silurien, Dévonien.

Les schistes tendres et peu compacts ne trouvent aucune utilisation. Les phyllades, les quartzophyllades et certains schistes très compacts sont utilisés sur une grande échelle dans la région ardennaise comme moellons bruts de construction. Extraits généralement dans de petites carrières locales, ils fournissent de petits moellons plats de 5 à 10 ou 15 cm d'épaisseur dont on peut faire de très jolis parements rustiques en les appareillant avec goût. Certains schistes et phyllades ont des tons bariolés.

Les ardoisières fournissent une grande quantité de déchets que l'on débite en petits moellons minces.

Les phyllades ardoisiers peuvent se débiter en grandes plaques utilisées pour bacs antiacides, pierres tombales, seuils et tablettes de fenêtres, etc.

Ardoises. Il existe en Belgique de nombreuses et importantes ardoisières.

Dans le Dévonien, étage Siegenien : Ardoisières d'Alle, Cugnon, Herbeumont, Warmifontaine, St. Médard, Martelange.

Dans le Cambrien, étage Salmien : Ardoisières de Vielsalm.

En France, dans le Cambrien, étage Devillien : Ardoisières de Fumay.

c) *ROCHES CALCAIRES.*

Si nous faisons abstraction des matériaux de pavement, les *pierres calcaires* extrêmement abondantes en Belgique et en France interviennent chez nous pour plus de 95 % comme pierres de construction, non seulement comme pierres d'œuvre, mais pour la décoration sous forme de *marbres*.

Les roches calcaires sont essentiellement composées de carbonate de calcium. Le carbonate de calcium cristallisé à l'état pur porte le nom de *calcite*.

Tandis que les roches ignées, gréseuses et schisteuses présentent une grande inertie chimique et sont presque entièrement insolubles dans les acides, les roches calcaires sont décomposées par les acides. Elles sont très légèrement solubles dans les eaux de pluie et les eaux courantes chargées d'acide carbonique. Contrairement à ce que l'on pourrait croire, cette solubilité offre plus d'avantages que d'inconvénients. S'il est vrai que la dissolution extrêmement lente du calcaire par les eaux pluviales corrode à la longue les surfaces délavées, cela présente l'avantage que les poussières et les suies ne n'incrustent pas sur ces faces; celles-ci restent claires par opposition aux faces abritées de la pluie où les poussières et les suies restent incrustées. Dans les grès, surtout s'ils sont assez poreux, les faces exposées à la pluie sont tout aussi encrassées que les faces abritées.

* Colonne du Congrès.

Les eaux météoriques en pénétrant dans les roches calcaires dissolvent un peu de carbonate de calcium sous forme de bicarbonate. Celui-ci se dépose dans les vides de la roche et notamment dans les fractures et les diaclases où la calcite cristallise, colmate les cassures et ressoude la roche : c'est un phénomène d'autocicatrisa-

tion. De là résultent les veines blanches de calcite parfois très nombreuses sillonnant certains calcaires, particulièrement dans les marbres.

Enfin, les eaux pluviales s'infiltrant dans les roches calcaires tendres et poreuses y dissolvent un peu de carbonate de chaux. Lorsque la pierre sèche et que l'eau s'évapore à la surface du parement, elle y dépose un peu de carbonate de chaux dissous. Ce dépôt superficiel se répétant à chaque alternative de pluie suivie de dessiccation, finit par constituer à la surface du parement une croûte dure, peu perméable, dénommée *calcin*. C'est là un phénomène d'autoprotection des calcaires qui explique que certains calcaires très tendres offrent néanmoins une résistance remarquable aux intempéries.

Les calcaires présentent une variété presque infinie de structures, de coloration, de dureté. Ils sont le plus souvent stratifiés en bancs épais permettant d'extraire des pierres de grand appareil. La plupart se laissent bien tailler, ciseler et sculpter et ils prennent souvent de belles patines. Aussi observe-t-on que ce sont les pays possédant des roches calcaires se laissant bien travailler qui offrent les plus belles efflorescences architecturales (Ile de France — Bourgogne — Normandie — Sud de l'Angleterre, etc.).

En Belgique, comme en France, l'immense majorité des pierres de taille, c'est-à-dire des pierres travaillées, sont des calcaires.

FORMATION DES ROCHES CALCAIRES.

Toutes les roches calcaires se sont formées par précipitation ou fixation du bicarbonate de calcium contenu en très légères quantités dans les eaux océaniques et subsidiairement dans les eaux lacustres. Ces dépôts se sont formés par deux sortes de processus ayant du reste pu agir simultanément. Ce sont la précipitation par voie chimique et la fixation par des organismes.

La précipitation par voie chimique dont chacun connaît l'exemple des incrustations qui se forment dans les bouilloires, est due à diverses causes ayant pour effet de précipiter le carbonate calcique, notamment : élévation de la température et évaporation de l'eau, apport de substances telles que le carbonate d'ammoniaque résultant de la décomposition d'êtres vivants.

Tantôt cette précipitation se fait sous forme de très fines particules donnant lieu à des boues calcaires qui se consolident rapidement. Tantôt, dans des mers chaudes et peu profondes où les eaux sont agitées, il y a formation de sphérules de 1 à 3 ou 4 mm de diamètre, fibroradiées et formées de couches concentriques. Ces sphérules ont pris naissance autour d'un noyau formé

par une fine particule minérale servant de catalyseur. Leur formation a été observée dans certaines chaudières et surtout dans certains appareils à épuration chimique. Ces sphérules ressemblant à des œufs de poisson sont dénommées *oolithes* (du grec oon = œuf) et les calcaires résultant de leur dénomination s'appellent *calcaires oolithiques*. Ils présentent une très grande importance parce que beaucoup des meilleures pierres de taille sont des calcaires oolithiques.

Fixation par voie organique. Beaucoup d'organismes vivant au sein des eaux, algues, bryozoaires, foraminifères, polypiers ou coraux, échinodermes, brachiopodes, gastéropodes, céphalopodes, lamellibranches, fixent le bicarbonate calcique dissous pour constituer leur squelette ou leur test (coquille). A la mort de l'animal, la partie organique entre en putréfaction et s'élimine tandis que le test calcaire tombe au fond de l'eau. Suivant le degré d'agitation de celle-ci, ces restes organiques peuvent être réduits en fine farine ou bien en menus fragments non identifiables. Dans les eaux tranquilles des organismes peuvent rester entiers : ce sont alors des fossiles identifiables servant de base à la classification géologique des terrains.

Parmi les calcaires constitués de débris organiques il en est une classe présentant une importance toute particulière parce qu'ils constituent la grande majorité des pierres de taille utilisées en Belgique : ce sont les *calcaires à encrines ou à crinoïdes*.

Les crinoïdes (de krinos = lis) sont des échinodermes, animaux rayonnés, fixés au sol sous-marin soit par un pédoncule, soit, plus généralement, par une longue tige flexible, celle-ci supporte le calice ou corps de l'animal, garni de nombreux bras ou tentacules, souvent frangés dont l'épanouissement en forme de fleur leur a valu le nom de lis de mer.

La tige, longue de 1 à 2 m, fortement fixée au sol, est armée d'une série de segments calcaires discoïdes, ovales, quadrangulaires ou pentagonaux, simplement superposés, parfois munis de cirrhes verticillées. Le calice est formé d'une série de segments ou de plaques polygonales qui, à la mort de l'animal, se désagrègent et s'éparpillent de même que les anneaux ou disques de la tige et les menus articles des bras et de leurs pinnules frangées. Chez tous les échinodermes, le test calcaire a la propriété de se transformer en calcite après la mort de l'animal. Chacun des innombrables éléments du test se transforme en un unique cristal de calcite conservant la forme extérieure de cet élément.

de Koninck relevant le nombre de pièces de *Pentacrinus briareus* (Miller) a constaté qu'il se composait d'au moins 615.000 pièces. Les crinoïdes formant en

quelque sorte des prairies sous-marines d'une étendue parfois immense, jonchent le fond d'un gravier toujours renouvelé, de leurs débris spathisés. Ceux-ci sont cimentés par la vase calcaire qui précipite simultanément et donnent lieu à la formation de gisements parfois immenses de calcaire crinoïdique ou encrinétique.

Les crinoïdes ont été particulièrement nombreux aux époques Carbonifère et Jurassique.

Les pierres résultant de cette fossilisation sont constituées de gros cristaux de calcite de un à plusieurs millimètres, cimentés par une gangue microcristalline. Cette structure leur donne un aspect scintillant rappelant celle du granit; aussi leur donne-t-on parfois improprement le nom de granit comme c'est le cas pour la pierre dénommée en Belgique « petit granit ».

Simultanément avec le carbonate calcique d'origine chimique ou biologique, il peut se déposer au fond des eaux des matériaux sableux ou argileux; c'est ainsi que l'on peut passer des calcaires aux grès et des calcaires aux schistes par la transition des calcaires argileux et des calcschistes.

Calcaires construits. Certains organismes fixés au fond des mers vivent en colonies s'accroissant constamment à leur périphérie. De nouveaux organismes prolifèrent sur le test des organismes morts et *construisent* à la longue d'énormes récifs. Certaines algues calcaires, des bryozoaires et surtout les polypiers ou coraux édifient encore de nos jours de tels récifs calcaires. Certains forment un alignement continu parallèlement à la côte (récifs frangeants), d'autres forment des récifs isolés (Atolls) sur des hauts-fonds. Beaucoup d'anciens récifs se trouvent englobés à l'état fossile dans les terrains dévoniens, carbonifères et jurassiques. Ils fournissent souvent de beaux marbres où apparaissent nettement des colonies de polypiers.

Brèches. Des calcaires peuvent être fracassés au cours des temps géologiques. En vertu de la propriété d'autocicatrisation des calcaires exposés ci-dessus, les fragments de calcaire se ressoudent par de la calcite. Les brèches se distinguent des poudingues par le fait que les gros éléments des premières sont anguleux, tandis que ceux des seconds sont roulés et arrondis.

On distingue des brèches polygènes et monogènes. Les premières sont composées de fragments de roches provenant de niveaux différents et de colorations diverses; elles ont généralement pris naissance dans de grandes failles où les fragments de calcaire ont été arrachés des lèvres de la cassure (brèches de friction). Beaucoup de ces brèches fournissent de beaux marbres dont la structure peut être grossièrement comparée à la tête

pressée. Les brèches monogènes sont formées de fragments d'un même calcaire; aussi ne présentent-elles pas le bariolage des brèches polygènes. Leur formation peut, comme pour les précédents, résulter de la fracture du calcaire au cours de mouvements tectoniques. D'autres brèches monogènes résultent de la désagrégation par les flots de calcaires en voie de consolidation et de la réagglomération des fragments par de la calcite et de la boue calcaire. Certaines brèches monogènes fournissent aussi des marbres.

Travertins. Les travertins sont des calcaires de précipitation chimique ou biochimique, formés en eau douce, dans des rivières ou dans des lacs. Ils se formèrent aux dépens d'eaux de sources fortement chargées en bicarbonate calcique. Certaines algues et mousses favorisent la précipitation et la fixation du carbonate calcique qui enrobe tous les végétaux présents. Après consolidation du calcaire, la putréfaction de ces végétaux laisse de nombreux vides qui donnent aux travertins leur aspect cellulaire et alvéolaire caractéristique. Divers travertins donnent des pierres de taille et des marbres réputés. Le plus célèbre est le travertin de Tivoli entrant dans la construction des principaux monuments de Rome.

CLASSIFICATION DES ROCHES CALCAIRES.

Les innombrables roches calcaires peuvent être classées soit au point de vue minéralogique, soit au point de vue biologique, soit au point de vue génétique et structural.

Au point de vue *minéralogique*, on peut distinguer les calcaires suivant les substances étrangères qui accompagnent le carbonate calcique. On peut avoir notamment des calcaires siliceux, sableux, argileux, ferrugineux, magnésiens (lorsque la teneur en magnésium est élevée ceux-ci sont appelés calcaires dolomitiques et dolomies), etc...

Au point de vue *biologique*, on peut dénommer les calcaires suivant les organismes prépondérants dans leur constitution : calcaires d'algues, à polypiers, à nummulites, à encrines ou crinoïdes, etc...

Enfin, au point de vue *génétique* et *structural*, on pourra distinguer des calcaires vaseux ou compacts, grumeleux, oolithiques, des brèches, des travertins, etc...

Ces classifications peuvent être cumulatives : ainsi on peut avoir un calcaire à encrines dolomitique, un calcaire oolithique ferrugineux, etc... Ces diverses classifications peuvent interférer entre elles : c'est ainsi qu'un calcaire peut être à la fois siliceux et à encrines ou bien être une brèche dolomitique, etc...

Enfin, on classe encore les calcaires suivant une conception tout à fait empirique mais commode et fructueuse si on se place au point de vue de leurs propriétés dans la construction. Elle consiste à considérer les calcaires comme formés de grains compacts plus ou moins volumineux, grains pouvant être soit des grains de sable, des cristaux de calcite de recristallisation, soit des oolithes, soit des débris d'organismes quelconques agglomérés par un ciment de calcite finement cristallisé, la propriété de la pierre dépendant énormément du degré de cimentation.

PIERRES CALCAIRES BELGES (1).

Il est d'usage en Belgique, de départager les pierres calcaires en *pierres blanches* et en *pierres bleues*.

Les *pierres blanches* n'existent en Belgique que dans les terrains Tertiaires et Secondaires. Elles sont de teintes blanchâtres, grisâtre à jaunâtre. Ces pierres, dont les principales sont épuissées, sont en général de très petit appareil et la Belgique doit actuellement importer les pierres blanches surtout de France, un peu d'Angleterre.

Le nom de *pierres bleues* est donné à nos calcaires primaires, des systèmes Dévonien et Carbonifère. Ces calcaires, toujours très durs, ont à l'état frais une teinte gris bleuâtre à noir bleuâtre, d'où leur nom. Elles prennent diverses patines allant du gris foncé au gris clair ou gris blanchâtre.

Pierres blanches

La catégorie des pierres dites blanches comprend les variétés suivantes :

Calcaire lédien (Eocène supérieur). Calcaire très sableux (30 à 40 % de sable), gris clair, souvent dénommé « grès lédien » ou pierre de Baelegem parce que Baelegem est le dernier gisement où elle a été extraite en quantité tant soit peu considérable.

Le calcaire lédien forme généralement trois bancs assez minces, de 0,50 m environ, à la base des sables de l'étage Lédien. Il en a été extrait des quantités prodri-

(1) On trouvera une description détaillée des pierres calcaires belges et des principales pierres calcaires françaises dans le mémoire de C. Camerman : Les pierres de taille calcaires — Leur comportement sous l'action des fumées —. Annales des Travaux Publics de Belgique T. LII et LIII — 1951 — 1952.

gieuses, depuis une haute antiquité dans une multitude de localités entre les vallées de l'Escaut et de la Dyle, car presque tous les anciens monuments et beaucoup d'anciennes maisons de la Basse-Belgique ont été construits en grès lédien. Cette pierre est maintenant complètement épuisée. L'extraction a pris fin depuis une trentaine d'années.

Le calcaire lédien a été utilisé en petits moellons dont la hauteur est comprise entre 0,15 et 0,40 m.

Résistance à la compression : 300 à 400 kg par cm².

Le calcaire lédien est malheureusement une pierre très altérable par les fumées de charbon (voir plus loin). Généralement bien conservé en atmosphère rurale, il s'est rapidement altéré dans les grandes villes depuis plus d'un siècle, c'est-à-dire depuis que s'est répandu l'usage de la houille. La plupart de nos anciens monuments en Lédien ont dû subir de très importantes restaurations, certaines même totales comme à l'hôtel de ville de Bruxelles.

Parmi les très nombreux monuments en Lédien, citons à Bruxelles :

- * Hôtel de Ville, façade de la rue de l'Amigo.
- * Ste. Gudule.
- * Eglise St. Pierre à Anderlecht.
- * Eglise de la Cambre.
- * Eglise St. Servais, dernier monument important construit en Lédien.
- * Sénat — Château de Laeken — Eglise du Sablon — Partie de Ste. Marie...

Pierre de Gobertange. La pierre de Gobertange forme 8 à 10 bancs assez minces de calcaire sableux blanchâtre (15 à 30 % de sable) à la base des sables de l'étage Bruxellien (Eocène moyen), dans un petit périmètre ayant comme centre Gobertange, hameau de Jodoigne. La pierre a été exploitée depuis le Moyen Age par de petits puits et des galeries. L'épaisseur des bancs est comprise entre 20 et 40 cm. Autrefois on pouvait en tirer des moellons allant jusqu'à 20 cm d'épaisseur. Actuellement, le gisement est presque épuisé; l'extraction est insignifiante et l'on trouve difficilement des moellons atteignant 13 à 14 cm de hauteur. La pierre de Gobertange est blanchâtre avec veines et vermiculations grisâtres ce qui lui donne un aspect très vivant. Les parties blanchâtres sont les plus riches en calcaire. Les vermiculations sont dues au travail des vers de plages qui creusaient leurs galeries dans le dépôt en cours de formation. Ces galeries se sont comblées de sable glauconifère calcareux gris verdâtre.

La pierre de Gobertange a joué un rôle important dans la construction en Belgique. Elle se taille bien; comme elle est toujours de petit appareil elle a été surtout utilisée pour les parements.

Résistance à la compression : 300 à 600 kg par cm².

Originellement et dès l'époque romane elle fut très employée dans la région de Jodoigne, Tirlemont, Louvain.

* A Jodoigne : Chapelle Notre-Dame (1335) — Eglise St. Médard (XIV^e) — Eglise St. Lambert (1732).

* A Tirlemont : Eglise St. Germain (XII^e) — Eglise N.D. du Lac (XIV — XV^e) — Eglise des Dominicains (Gothique) — etc...

Au XIX^e siècle le calcaire lédien commençant à se tarir, la pierre de Gobertange lui fut graduellement substituée et fut utilisée sur une grande échelle à la restauration des anciens monuments que l'apparition des fumées de charbon commençait à détériorer.

* Restaurations de l'Hôtel de Ville, de Ste. Gudule, de la Cathédrale d'Anvers et de la plupart des monuments de nos grandes villes.

Au cours du XIX^e siècle elle fut utilisée pour la construction de nombreux monuments et d'une multitude de façades.

* Eglise Ste. Catherine (1854) — Eglise St. Boniface (1847-1854) — Eglise Ste. Marie (1854) — Musée de peinture, rue de la Régence (1876) — Cours intérieurs du Palais de Justice, etc...

Malheureusement la pierre de Gobertange est également sensible à l'attaque par les fumées. D'une excellente conservation dans les régions rurales, elle s'altère assez rapidement dans les grandes agglomérations et beaucoup de restaurations faites il y a environ 1 siècle en pierres de Gobertange sont déjà fort délabrées.

Moellons bruxelliens. On trouve dans les carrières de sable des environs de Bruxelles (Woluwe-St. Lambert, Dieghem, etc.) de gros blocs de calcaire sableux ou grès calcareux dont la structure ressemble beaucoup à celle de la pierre de Gobertange. Ces blocs permettent de façonner de petits moellons équarris que l'on a beaucoup utilisés dans les anciennes églises du Brabant.

Dans le Sud du Brabant on les a aussi employés comme pavés. Beaucoup de ces moellons étaient expédiés en Hollande par le canal de Willebroeck et servaient à des travaux d'endiguement. On les a utilisés récemment aux environs de Bruxelles comme petits moellons de caractère rustique :

- * Eglise de la Sainte Famille à Woluwe-St. Lambert.
- * Eglise de N.D. des Sept-Douleurs à Dieghem-Loo.
- * Diverses constructions à Woluwe St. Pierre.

Calcaires sableux de Florenville et d'Orval — Système Jurassique — : étage Sinémurien. Ces calcaires jaunâtres, très sableux, affleurent dans une grande partie du pays Gaumais, au sud de la Semois. Ils forment de petits bancs ayant généralement de 0,10 à 0,25 cm d'épaisseur, parfois plus. Ils sont exploités dans un grand nombre de carrières surtout près de Florenville, Izel, Buzenol, Orval, Croix-Rouge, Clairefontaine, etc...

Résistance à la compression : varie dans de larges limites, généralement entre 500 et 1100 kg par cm².

L'absorption d'eau est assez faible : 1,3 à 3,3 % (en poids).

D'un emploi général dans le pays Gaumais, le calcaire de Florenville et d'Orval est utilisé comme concassés, pavés, moellons équarris. De certains bancs épais et de dureté modérée on tire parfois des pierres de taille.

Voici quelques exemples de façades en petits moellons équarris :

- * 213, Bd Reyers — 80, Bd Brand Whitlock — 115, av. Général Eisenhower.

Exemples de pierres taillées :

- * Guérites d'entrée du Cimetière d'Evere — Gare de Laeken, bandeaux — 136, rue de Livourne, bandeaux.

Calcaire de Grand-Court. Syst. Jurassique : étage Bajocien.

Ce calcaire appartient à l'assise de calcaire à poly-piers de Longwy affleurant suivant une bande longeant les frontières sud de la Belgique et du Grand-Duché de Luxembourg.

Largement exploité du côté français à Villers-la-Chèvre (pierres de l'Abbaye d'Orval), à Audun-le-Tiche (pierres de la Banque Nationale, partie ancienne, à Bruxelles), et dans le sud du Grand Duché à Differdange et Rumelange, il ne fait qu'effleurer l'extrême sud du territoire belge où il a été exploité à Torgny et à Grandcourt (Ruelle). Une petite carrière est encore en activité à Halanzy.

Ce calcaire grenu, d'un ton jaune doré, ne donne, du côté belge, que des moellons pouvant atteindre 0,30

à 0,40 m. En France et dans le Grand Duché on en tire des pierres de taille de grand appareil.

Résistance à la compression : environ 200 kg par cm².

Absorption d'eau, en poids : 6 à 10 %.

Tuffeau de Maastricht. Syst. Crétacique — étage Maestrichtien.

La formation du tuffeau de Maastricht d'une épaisseur totale d'une trentaine de mètres s'étend sur le sud du Limbourg belge et hollandais. C'est une sorte de craie blanchâtre, grenue, très tendre, exploitée sur quelques mètres comme pierre de taille.

Tandis que les exploitations sont nombreuses et importantes du côté hollandais, il n'en existe plus qu'une en Belgique, à Canne, dans la grande tranchée du Canal Albert (Tuffeau de Canne). La pierre a aussi été exploitée à Sichen-Sussen où elle était de qualité supérieure. Les exploitations sont souterraines et se font par galeries et grandes chambres. Les anciennes galeries de la montagne St. Pierre, dominant Maastricht, sont célèbres.

Résistance à la compression : 10 à 30 kg par cm².

Absorption d'eau en poids : environ 30 %.

Le tuffeau de Maastricht est un exemple remarquable d'une pierre extrêmement tendre, pouvant se tailler au canif, très poreuse et présentant néanmoins une bonne résistance aux intempéries. Cela s'explique par la formation d'un calcin superficiel protecteur (voir ci-dessus).

En Hollande, les applications du tuffeau sont très nombreuses. On fait travailler cette pierre au taux de 4 kg par cm².

En Belgique, le tuffeau a servi à de nombreuses églises et constructions rurales du Limbourg et au pays de Liège.

- * Hasselt : Eglise St. Quentin — Tongres : Eglise Collégiale (1200-1442) — St. Trond : Eglises Saint Pierre et Notre Dame (tour) — Liège : Théâtre (1812).

Dans le pays de Liège il est souvent fait usage du tuffeau pour les meneaux des vitraux :

- * Cathédrale St. Paul — Eglise St. Jacques — Abbaye de Val-Dieu, etc...

Pierres bleues

Les pierres blanches belges que nous avons citées sont, soit épuisées, soit d'un emploi extrêmement limité. Par contre, la Belgique est très riche en pierres dites « bleues ». La teinte foncée de ces calcaires est due à du carbone extrêmement ténu, disséminé dans le calcaire. Par exposition à l'air, le carbone s'oxyde; il est brûlé très lentement et c'est ce qui fait que ces calcaires prennent une patine plus claire que leur teinte initiale.

Petit granit. Le petit granit est la pierre bleue belge par excellence. Il intervient pour plus de 90 % des pierres de taille produites en Belgique et l'on peut dire que dans la basse et la moyenne Belgique il n'est presque pas un monument ou une habitation qui n'en contienne.

Le petit granit appartenant à l'étage Tournaisien du système Carbonifère, est un calcaire essentiellement crinoïdique, constitué de petits débris cylindriques d'encrines accompagnés de débris organiques divers où dominent les polypiers et les coquilles de brachiopodes. Tous ces menus débris cristallisés en gros cristaux de calcite blanche, sont agglomérés par une gangue noire de calcaire micro-cristallin. Cette texture s'observe très bien sur les surfaces polies (tablettes de fenêtres ou de cheminées, etc.) ou sur les vieilles pierres corrodées par les eaux pluviales où les débris d'encrines se marquent en relief. Les cristaux de calcite donnent à la cassure de la pierre un aspect scintillant ressemblant à celui du granit, d'où le nom commercial de « petit granit », nom prêtant à confusion car la pierre est un calcaire, donc une roche essentiellement différente d'un granit.

Le petit granit donne lieu à une extraction très importante.

Les principaux gisements sont ceux du *Hainaut Septentrional* : Soignies — Ecaussines — Neufville — Maffles (17 carrières en activité); ceux du *Condroz* : Sprimont, Anthines, Poulseur, etc... (16 carrières en exploitation); ceux de la *Vallée du Bocq* : Spontin — Durnal (4 carrières) : ceux de l'*Entre-Sambre-et-Meuse* : 1 carrière à Denée.

Dans le Hainaut le petit granit a une trentaine de mètres d'épaisseur. Les bancs inclinent régulièrement de 10 à 17 % vers le sud. Au dessous de la pierre marchande il y a des bancs de calcaire à chert appelés « clinquantes »; au-dessus il y a des bancs de calcaire schisteux : ce sont les « raches ».

Dans le Condroz, le petit granit s'exploite sur une quarantaine de mètres. Les couches forment des plis

(synclinaux et anticlinaux) en sorte que les bancs peuvent se trouver dans toutes les positions; tantôt inclinés au N, tantôt inclinés au S, tantôt horizontaux ou verticaux.

L'intérêt économique du petit granit réside dans le fait qu'il est utilisable sur toute son épaisseur. Les déchets donnent par cuisson une bonne chaux grasse. Le petit granit est une bonne pierre, non gélive, susceptible de recevoir tous les genres de taille, la ciselure et le poli. A l'état poli, il donne un marbre noir ordinaire, moucheté de blancs. Les pierres sont de grand appareil et peuvent atteindre 2 m d'épaisseur.

Résistance à la compression : 1200 à 1700 kg par cm².

Absorption d'eau en poids : 1 à 1,5 %.

L'inconvénient du petit granit réside dans la présence fréquente de joints ondulés parallèles à la stratification. Ces joints, d'allure zigzagante (joints stylolithiques), sont remplis de matière noire, charbonneuse et argileuse. Ils sont dénommés terrasses et noirures. Les eaux pluviales s'infiltrent par ces joints surtout si les pierres sont placées en délit et les élargissent à la longue.

Le petit granit pour être de première qualité doit être exempt de terrasses ou noirures nettement apparentes.

Parmi les innombrables applications du petit granit, on peut citer à Bruxelles :

* Arcade du Cinquantenaire — Palais du Centenaire — Maison du roi à la Grand'Place — Palais des Beaux Arts — Eglise St. Joseph — Palais de Justice.

à Liège :

* Palais des Princes Evêques.

Calcaire de Tournai. Le calcaire du système Carbonifère, étage Tournaisien, affleure dans la vallée de l'Escaut où ses diverses assises représentent une épaisseur totale exploitée d'environ 300 m. Ce calcaire, argilo-siliceux, est utilisé principalement à la fabrication du ciment et de la chaux hydraulique. Il est stratifié en bancs sensiblement horizontaux, dont l'épaisseur est généralement comprise entre 0,20 et 0,60 m.

Beaucoup de bancs sont gélifs; un certain nombre cependant ne le sont pas ou peu et ont été utilisés sur une grande échelle au Moyen-Age comme pierres de taille; ils le sont encore à une moindre échelle pour des usages régionaux. Une étude détaillée a été consacrée

à la pierre de Tournai et l'on y trouve la description des carrières et l'indication des bancs non gélifs (1).

Les pierres de taille du Tournaisis forment 4 groupes :

1. — *Pierre d'Allain* — Assise d'Allain — niveau des 7 bancs, calcaire crinoïdique, grenu, peu ou pas gélif;
2. — *Pierre de Barges* — quelques bancs du sommet de l'Assise de Pont-à-Rieu — calcaire crinoïdique, grenu non gélif;
3. — *Pierre de Vaulx et de Chercq* — quelques bancs du sommet de l'Assise de Vaulx et de Chercq et de la base de l'Assise d'Antoing — calcaire à grains très fins peu ou pas gélif;
4. — *Pierre de Gaurain-Ramecroix* — quelques bancs de l'Assise de Gaurain-Ramecroix — calcaire à grains très fins, peu ou pas gélif.

La pierre de Tournai a une résistance à la compression de 1.800 à 2.000 kg par cm². L'absorption d'eau, en poids, est insignifiante : environ 0,30 %.

Les bancs de calcaire de Tournai ont généralement des croûtes schisteuses de quelques centimètres d'épaisseur, qu'il faut bien éliminer pour ne prendre que le cœur ou noyau du banc. C'est pour avoir insuffisamment décapé les croûtes schisteuses que beaucoup de pierre de Tournai se sont écaillées sur les bords. Il en résulte que l'on ne peut tirer en général que des pierres de 0,20 à 0,30 m et, en moindre quantité, des pierres de 0,30 à 0,50 m d'épaisseur.

Le calcaire de Tournai, noirâtre à l'état frais, prend assez rapidement une patine d'un gris jaunâtre assez chaud.

La pierre de Tournai s'emploie généralement en moellons piqués à la grosse pointe. Elle prend mal la fine ciselure. Il faut préférer la ciselure ancienne, fruste, en diagonales (20 à 25 lignes au décimètre).

Les pierres des assises de Vaulx et de Chercq et de l'assise d'Antoing se sculptent bien. Certains bancs, malheureusement gélifs, donnent un marbre noir dont on a tiré de très belles sculptures (marbre de Calonne).

Il faut avoir grand soin de ne jamais poser les pierres de Tournai en délit, pour les usages extérieurs.

La pierre de Tournai présente un grand intérêt historique et, au Moyen Age, son usage s'est fortement étendu dans les Flandres et en Zélande. En voici quelques applications. (Celles suivies de la lettre B sont en pierre de Barges, de la lettre V en pierres de l'assise de Vaulx et de Chercq, y compris la bande de l'assise d'Antoing).

- * Tournai — Beffroi (B) — Cathédrale, nombreuses églises et maisons (V).
- * Gand — Château des Comtes (V) — Château de Gérard le diable (V) — Eglises de St. Bavon (V), St. Pierre (V), St. Jacques (V), St. Nicolas (V).
- * Bruxelles — Soubassements à gros bossages des ailes du Palais du Cinquantenaire (B) — Colonnes de l'hémicycle de la Crypte du Cimetière de St. Josse (V) — Soubassements des grands halls du Cinquantenaire.

Pierres de Meuse — Système Carbonifère, étage Viséen.

Les pierres de l'étage Viséen sont largement exploitées dans la vallée de la Meuse, entre Namèche et Andenne, surtout pour la fabrication de la chaux.

La plupart des bancs fournissent des moellons bruts ou équarris prenant diverses patines.

Quelques bancs à structure grenue, prenant une patine gris clair, non gélifs (1), donnent une bonne pierre de taille, prenant la ciselure; ce sont :

le bon banc	épaisseur	0,40 m;
le banc des morts	«	1,10 m;
via de biche	«	1,15 m;
7 pieds	«	2,05 m;
2 pieds sous pieds	«	0,65 m;
12 pouces	«	0,50 m;
fort banc	«	0,45 m;
5 quarts	«	0,40 m;
mince banc	«	0,20 m;
2 pieds de dessous	«	0,60 m.

(1) C. Camerman et P. Rolland. — La Pierre de Tournai. Mémoire in 4° n° 1 de la Soc. Belge de Géologie — 1944.

(1) Berger. Le calcaire dévonien, le petit granit et les pierres de Meuse. Annales des Travaux de Belgique 1890 — T. XLVII pp. 341-383.

Comme on le voit, certains bancs donnent des pierres de grand appareil.

Résistance à la compression : 1300 à 1700 kg par cm².

Absorption d'eau, en poids : 0,30 à 0,60 %.

Applications :

Ces pierres qui ne sont plus produites que dans deux ou trois carrières ont été autrefois d'un emploi général dans la vallée de la Meuse, de Namur à Liège.

* A Bruxelles : Eglise St. Antoine à Etterbeek en pierres de taille des bancs énumérés ci-dessus, Banque Nationale (ancienne), Eglise St. Henri à Woluwe St. Lambert et Eglise d'Anderlecht (rue Eloi) — parements en petits moellons bruts de divers bancs.

Pierre de Moha et de Vinalmont. Système Carbonifère, étage Viséen.

Calcaire gris clair, oolithique, donnant une très belle pierre de taille, de grand appareil, prenant une belle patine blanchâtre. La pierre est extraite dans deux ou trois carrières d'importance moyenne, à Vinalmont près de Huy.

La pierre a été abondamment utilisée dans la région de Huy.

Résistance à la compression : 1300 à 1700 kg par cm².

Absorption d'eau, en poids : 0,30 à 0,60 %.

On peut tirer des pierres de très grand appareil, ayant plus de 2 m de hauteur.

* Ostende : Eglise St. Pierre et St. Paul.

* Bruxelles :

— Rez-de-chaussée et soubassements de la Caisse d'Épargne (partie ancienne),

— Compagnie Foncière du Katanga (rue du Gentilhomme et rue des Colonies),

— Entreprises Monnoyer (angle Avenue Lepoutre et rue Camille Lemonnier),

— Immeubles 12 et 23 Place Ste. Gudule, angle des rues Ten Bosch et Kindermans,

— 35, Avenue Antoine Depage,

— Socle du monument Albert I^{er}.

* Anvers : Viaduc de la gare centrale.

Calcaires dévoniens. — Les étages Givetien et Frasnien du système Dévonien renferment de puissantes assises de calcaires généralement d'un noir bleuâtre, prenant une patine assez claire. Les exploitations se situaient surtout dans l'Entre-Sambre-et-Meuse, et la région de Rochefort. Il existe encore quelques exploitations notamment à Tailfer (Frasnien), Wellin et Hotton (Givetien). Les calcaires dévoniens ont une résistance à la compression généralement comprise entre 1300 et 1700 kg par cm² et une absorption d'eau de 0,30 à 0,60 %. Les hauteurs dépassent rarement 0,40 à 0,60 m.

Ces calcaires sont généralement utilisés en moellons équarris ou taillés à pointe.

Enormément de maisons, châteaux, églises de la Famenne et de l'Entre-Sambre-et-Meuse sont construits en calcaires dévoniens, dont l'emploi est resté régional.

* Abbaye de Malonne, Abbaye d'Aulne, Château de Lavaux-Ste-Anne, Château de Rochefort, Eglises de Rochefort et de Profondeville, etc.

On utilise beaucoup aussi comme moellons de parement équarris, les déchets des marbres rouges et gris dont il sera question lorsque nous parlerons des marbres.

* A Bruxelles :

— Façades 81, Boulevard Brand Whitlock;

— 7 et 278, Avenue Deschanel;

— 36-38, avenue Voltaire, etc.;

— parements des parapets des ponts des rues Van Hammée et de la Consolation, de l'Avenue Rogier et de l'Avenue des Azalées sur le chemin de fer de ceinture;

— les tours de l'Eglise du Collège St. Michel au Boulevard St. Michel sont en marbre gris et rouge de Baelen.

PIERRES CALCAIRES FRANÇAISES ET ANGLAISES

La Belgique, depuis l'épuisement des gisements de calcaire lédien et de Pierre de Gobertange, ne produisant pratiquement plus de pierres blanches est obligée d'acheter celles-ci en France, pays extrêmement riche en calcaires clairs appartenant aux systèmes Jurassique, Crétacique et Eocène.

Le tableau ci-après nous donne la nomenclature de pierres françaises qui ont été le plus utilisées chez nous, avec leur principales caractéristiques.

TABLEAU I

PRINCIPALES PIERRES DE TAILLE FRANÇAISES
ET ANGLAISES DITES PIERRES BLANCHES

Dénomination	Provenance	Structure lithologique	Résistance à la compression kg/cm ²	Absorption d'eau % en 24 h.	Comportement aux fumées	Quelques applications	Système et étage géologique	Observations
Jaumont	Lorraine-Dép ^t de la Moselle	Oolithique - ferrugineux jaune roux	175 à 250	5 à 6	Assez bon	Principaux bâtiments et Cathédrale de Metz. Eglise St. Roch et Eglise de Cureghem à Bruxelles	Jurassique - Bajocien	
Euville	Dép ^t de la Meuse	Crinoïdique	250 à 450	1,5 à 4	Mauvais dans les parties moulurées et sculptées. Assez bon sur les faces planes	Applications innombrables à Bruxelles. Palais royal — Banque de la Sté Générale — Banque de reports et de Dépôts — Eglise N.D. de Laeken (partie avant) etc. etc.	Jurassique - Rauracien	Grand appareil
Senonville	Dép ^t de la Meuse	Crinoïdique	250 à 450	1,5 à 4	id.	Forminière, 54, rue Royale et Place du Trône à Bruxelles	Jurassique - Rauracien	
Lérouville	Dép ^t de la Meuse	Crinoïdique	225 à 350	2 à 4	Mauvais	Synagogue, rue de la Régence	Jurassique - Rauracien	Grand appareil
Savonnières	Dép ^t de la Meuse	Oolithes vacuolaires - veines à coquilles	80 à 160	6 à 12	Bon	Innombrables applications à Bruxelles : Eglise de St. Gilles — Hôtel de Ville de St. Gilles — Université — Ambassade de France — Shell — Bon Marché — Chèques postaux — Lions de la Bourse, Hôtel Atlanta, etc.	Jurassique - Portlandien	Grand appareil
Brauvilliers	Dép ^t de la Meuse	Oolithes vacuolaires	180 à 250	7 à 12	Bon	Eglise St. Jean Baptiste à Molenbeek — Athénée, Bourse et Théâtre flamand d'Anvers	Jurassique - Portlandien	Grand appareil
Morley	Dép ^t de la Meuse	Oolithique	Tendre : 150 à 250 Dure : 350 à 450	7 à 12 5 à 7	Généralement bon	Eglise Ste Barbe à Molenbeek. Eglise St. Josse. Diverses restaurations	Jurassique - Portlandien	Grand appareil. La pierre est parfois dolomitique et alors résiste mal aux fumées
Comblanchien	Dép ^t de la Côte d'Or	Compact. oolithes - poly-piers	1350 à 1700	0,2 à 1	Bon	Palais de Justice (11.000 m ³). Socle Ambassade de France, rue Ducale	Jurassique - Bathonien	Usages marbriers. Grand appareil

TABLEAU 1 (suite)

Dénomination	Provenance	Structure lithologique	Résistance à la compression kg/cm ²	Absorption d'eau % en 24 h.	Comportement aux fumées	Quelques applications	Système et étage géologique	Observations
Ravières	Dép ^t de l'Yonne	Oolithique	330 à 450	5 à 7	Bon	Grand portail du Palais de Justice. Colonnnes de la Bourse. Entrée cinéma Roosevelt. Gare de Lyon, Paris	Jurassique - Bathonien	Usages marbriers. Grand appareil
Pouillenay	Dép ^t de l'Yonne	Crinoïdique - ciment de diverses color. blanc, jaune, rougeâtre	500 à 800	1,6 à 2,4	Bon	Basilique de Koekelberg : Rez-de-chaussée. Egimo, place Stéphanie, 1, — 71, rue Royale — Banques de Reports et Dépôts — 2, rue de l'Autonomie — Albertine	Jurassique - Bajocien	Grand appareil
Massangis	Dép ^t de l'Yonne	Oolithes; encrines et coquilles diverses	Roche jaune: 525 à 700 Roche claire: 480 à 620	2 à 4	Bon	Basilique de Koekelberg. Banque de Reports et de Dépôts, Place Saintelette. Diverses restaurations. A Paris : Palais de Chaillot et Musée Art Moderne. Restaurant Ste. Gudule	Jurassique - Bathonien	La roche jaune, la plus estimée est vendue sous les noms de Vaurion-Val d'Arion
Anstrudes	Dép ^t de l'Yonne	Oolithique	400 à 500	7 à 8	Bon	Institut dentaire Parc Léopold	Jurassique - Bathonien	Grand appareil
CALCAIRE GROSSIER DU BASSIN DE PARIS								
Roche ferme	Dép ^t de l'Oise, Seine et Oise, Seine et Marne, Aisne, Paris, Ile-de-France	Calcaire constitué de débris de coquilles et de foraminifères grain fin à grossier, parfois alvéolaire un peu sableux ou argileux	250 à 350	6 à 8	Bon	Presque tous les monuments de Paris et de l'Ile-de-France. A Bruxelles : Murs de la Bourse — Palais du Midi, Cité Fontainas — Partie arrière de N.D. de Laeken — Grand Hôtel — Partie centrale de l'Hôtel Métropole. Monument Pètra au Cimetière de St. Josse	Eocène: Lutétien	Les roches fermes de St. Maxime et de St. Vaast (Oise) sont celles qui conviennent le mieux à notre climat
Roche demi-ferme			110 à 250	8 à 14	Très médiocre			
Roche douce			80 à 110	14 à 17	Mauvais			
Château Landon		Calc. de formation lacustre, à grain très fin, celluleux	700 à 1000	± 1	Bon	Bruxelles : Escaliers Hôtel de Ville et Ste Gudule — Bourse — Eglise du Sablon	Oligocène : Sannoisien	
Chauvigny	Vienne	Oolithique	(1) 500 à 550 (2) 250 à 450	3,7 à 6	Bon	Bruxelles : Colonnade Banque Nationale — Magasins Jules Verheekt, rue des sables — Comptoir National d'Escompte de Paris — Bâtiment Egimo, 1, place Stéphanie — Ecole, place de Londres, etc.	Jurassique - Bathonien	Grand appareil. Les principales carrières sont celles d'Artiges (1) et de Peuron (2)

TABEAU 1 (suite et fin)

Dénomination	Provenance	Structure lithologique	Résistance à la compression kg/cm ²	Absorption d'eau % en 24 h.	Comportement aux fumées	Quelques applications	Système et étage géologique	Observations
Tercé	Vienne	Oolithique	250 à 300	7,5 à 10	Assez bon	Palais de Justice : Attique, parements, etc. Immeuble 23, chaussée de Charleroi	Jurassique - Callovien	Un des bancs de la carrière est très gélif (pierres du Palais de Justice). Grand appareil
Vilhonneur	Charente	Oolithique	425 à 650	2,5 à 5,5	Bon	Nombreux monuments dans le Sud & Ouest de la France	Jurassique - Bathonien - Bajocien	
St Germain de Montbron	Charente	Oolithique	425 à 650	2,5 à 5,5	Bon	Bruxelles : Caisse d'Epargne : rez-chaussée	Jurassique - Bathonien - Bajocien	
Crazannes	Charente inférieure	Calc. à grain moyen ou fin : fragments de coquilles	Angelès : 175 à 250 Anteor : 250 à 350	6 à 9 4 à 6	Médiocre Bon	Hôtel des Eleveurs, avenue de la Toison d'Or à Bruxelles (Anteor)	Crétacique Turonien	
St-Même-les-Carières	Charente	Calc. à gros grain, coquilles, alvéolaire	80 à 120	11 à 13	Non éprouvée	S.A. Naarden, 87, avenue G. Clémenceau	Crétacique Turonien	Les notes ci-contre concernent la variété nommée Mignac
Lens	Gard	Oolithique	275 à 425	—	Non éprouvée	Nombreux monuments anciens dans le Midi Sté Solvay, rue du Prince Albert à Bruxelles. Cimetière britannique à Passchendaele	Crétacique Néocomien	A Passchendaele, pierre gélive au voisinage du sol
Portland	Ile de Portland, Angleterre	Oolithique	± 500	± 5	Bon	Pierre d'un usage général à Londres. Cathédrale St. Paul. Mon. funéraires des cimetières britanniques en Belgique. Kursaal d'Ostende, superstructure : la Banque de Bruxelles	Jurassique Portlandien	Grand appareil

Les pierres françaises importées à l'état brut et travaillées dans nos chantiers, proviennent de trois grands bassins géologiques; le bassin de Paris, le bassin d'Aquitaine et le bassin du Rhône.

Le bassin de Paris est **relié** au bassin du Rhône par le détroit de la **Côte d'Or** et au bassin d'Aquitaine par le détroit du **Poitou**.

La plupart des pierres importées nous viennent du bassin de Paris (Départements de la Meuse, de l'Yonne et région Parisienne) et du détroit du Poitou (Département de la Vienne).

Le Bassin de Paris se prolonge dans le Sud de l'Angleterre où il correspond approximativement au bassin de la Tamise et à la Côte Sud. L'Angleterre présente une série de belles pierres calcaires ressemblant aux pierres françaises. On utilise en Belgique la pierre de Portland, exploitée aux îles de Portland (Manche), figurant au tableau I.

Nous compléterons ce tableau par l'indication de quelques types de pierre d'un emploi moins courant, du moins en Belgique.

a. — Calcaires oolithiques

— *Chassignelles* : Jurassique (Bathonien) Yonne.

Résistance à la compression : 450 à 950 kg.

* Gare du P.L.M., Paris.
Hôtel Alésia, Paris.
Crédit Lyonnais, Paris.

— *Larrys* : Jurassique (Bathonien) Yonne : gélive, marbre pour intérieur.

Résistance à la compression :

moucheté : de 900 à 1.100 kg par cm²;
sous-moucheté : « 700 » 950 « « « ;
roche : « 350 » 600 « « « .

* Intérieur Société Générale.

b. — Calcaires à coquilles diverses, encrines, polypiers oolithes entremêlés

— Beffroy et St. Jeoire (Meuse) — Jurassique (Portlandien).
Résistance à la compression : 300 kg par cm².

* Jette : Hôtel de Ville.

* Eglise St. Servais : Portail, fenêtres, balustrades, escalier, etc.

* Ambassade de Hollande, avenue Lambermont.

* Immeuble Transports Urbains, 15, Avenue de la Toison d'Or.

* Eglise du Heysel.

* La Mondiale (angle rue Léopold et de l'Ecuyer).

* Gare centrale.
— Audun-le-Tiche — Jurassique (Bajocien).

* Banque Nationale (partie centrale).

* Mur du Palais Royal, place du Trône.

c. — Calcaires tendres, crayeux

— Pierre d'Avesnes-le-Sec et de Hourdain — près Cambrai — Crétacé Turonien. Carrières souterraines abandonnées.

* Pilastres Palais des Académies.

* Théâtre d'Anvers (Place de la Comédie).

* Eglise Ste Marguerite à Tournai (Portail).

* Hôtel de Ville d'Audenaerde.

* Hôtel de Ville de Louvain.

* Tournai, partie du portail de la Cathédrale.

* Gand, Portail de St. Bavon.

* Chapelle du Couvent des Ursulines à Mons.

— St. Leu (Sous le calcaire grossier) Eocène (Lutétien). Calcaire argileux.

Résistance à la compression : 80 kg par cm².

Nombreuses constructions dans la région parisienne. Emploi en parements.

* Château de Versailles.

d. — Calcaires compacts, finement grenus

— Marbre noir de Basècles — Dinantien (Viséen).

— Marbre noir de Dinant — Dinantien (Viséen).

— Marbre noir de Golzinne — Dévonien (Frasnien).

— Marbre bleu belge : marbre noir compact veiné de blanc — Dinantien (Viséen).

e. — Calcaires à polypiers — calcaires construits récifs

-- Marbre Ste. Anne — Dévonien (Frasnien). Biesmes — Gougnies — La Buissière et Entre-Sambre-et-Meuse.

Marbre fleuri gris — accessoirement moellons.

— Marbres rouges ou rouge et gris — Dévonien (Frasnien). Environ 150 gisements connus dans l'Entre-Sambre-et-Meuse et dans le Condroz.

-- Marbre rouge de Dolhain — Dévonien (Famenien).

* Eglise du Collège St. Michel des Jésuites, Boulevard St. Michel.

BRECHES

Nombreuses brèches très diverses comme couleur, texture et provenance.

— Brèche de Waulsort et de Landelies : à ciment rouge. Dinantien (Viséen).

CHAPITRE II

EXTRACTION ET DEBITAGE DE LA PIERRE

Les roches sédimentaires sont généralement stratifiées en bancs d'épaisseurs variables; séparés par des joints de stratification sensiblement parallèles. En outre, il y a des systèmes de joints ou fractures, dénommés « diaclases » sensiblement perpendiculaires à la stratification. Ils sont dus aux poussées orogéniques et chez nous, dans les roches primaires, ils forment généralement deux réseaux faisant entre eux un angle d'environ 120°.

Les roches ignées, ainsi que certains récifs de calcaires construits, n'ont pas de joints de stratification, mais les diaclases existent presque toujours.

Les joints de stratification et les diaclases facilitent beaucoup le débitage de la roche.

Pour qu'une pierre soit exploitable comme pierre de construction, il faut non seulement qu'elle soit de bonne qualité, mais aussi que les bancs soient suffisamment épais et que le gisement ne soit pas trop plissé et fracturé par les poussées orogéniques, ce qui laisserait énormément de déchet.

L'idéal est un gisement d'allure régulière, présentant une grande épaisseur de pierre entièrement utilisable. C'est ce qui se présente pour le petit granit, exploitable sur 30 à 40 m d'épaisseur. De là résulte en grande partie l'importance de son extraction.

Les carrières peuvent avoir des dimensions extrêmement variables allant d'une petite fouille d'où l'on extrait sporadiquement quelques matériaux, à d'immenses exploitations telle la carrière de porphyre de Quenast réputée la plus grande du monde. Elle a une superficie d'environ 25 hectares et une profondeur d'environ 150 m. 1.200 ouvriers y travaillent.

Les carrières peuvent être à ciel ouvert ou souterraines. Ce dernier cas est fréquent lorsque la couche de pierre exploitable est peu considérable et qu'elle est recouverte d'une grande épaisseur de stérile dont l'enlèvement serait très onéreux. En Belgique, le marbre noir, le bleu belge, les ardoises, le tuffeau de Maasricht sont exploités souterrainement par chambres et galeries entre lesquels on laisse des piliers abondonnés.

Dans les carrières de pierre de taille on ne peut faire usage d'explosifs qui créeraient dans la pierre des lésions peu perceptibles et qui ne se révéleraient qu'au cours de la taille ou même après la mise en œuvre.

Lorsque les bancs sont peu épais, le débitage des bancs, à la masse, n'offre aucune difficulté.

Anciennement, pour débiter des bancs épais de pierres dures, on pratiquait une série de trous suivant un certain alignement et on y enfonçait des cônes de bois de chêne sec. On mouillait ensuite ces cônes. La dilatation du bois par l'humidité faisait éclater les pierres les plus dures.

Actuellement beaucoup de pierres dures sont débitées en enfonçant à la masse une série de coins en acier (spigots). Ces coins sont enfoncés dans des trous pratiqués au marteau pneumatique. On peut aussi, et cela se pratique beaucoup dans les carrières souterraines, placer une série de trous parallèles à la barre à mine, actionnée par un marteau pneumatique. Il suffit alors de détacher la pierre au moyen d'un levier.

Le système actuellement le plus employé est celui du fil hélicoïdal. C'est un fil d'acier continu, ayant par torsion une forme hélicoïdale. Le mouvement du fil est actionné par une poulie motrice et le fil est guidé par des molettes dont un peut régler l'avancement par un dispositif à vis ou autre. Dans le trait de scie on envoie un jet d'eau entraînant du sable rugueux en sorte que ce n'est pas le fil lui-même qui scie la pierre, mais le sable qu'il entraîne.

Pour isoler une masse de pierre on fore des puits de 0,90 m de diamètre dans lesquels descendent les molettes de renvoi qui guident le fil hélicoïdal. Ces puits sont forés par des perforatrices constituées par des tubes en tôle constituant l'appareil de rodage munis d'une couronne d'acier dur à dents. Le sciage est obtenu au moyen de grenaille d'acier et sable rude. Voir figure 1.

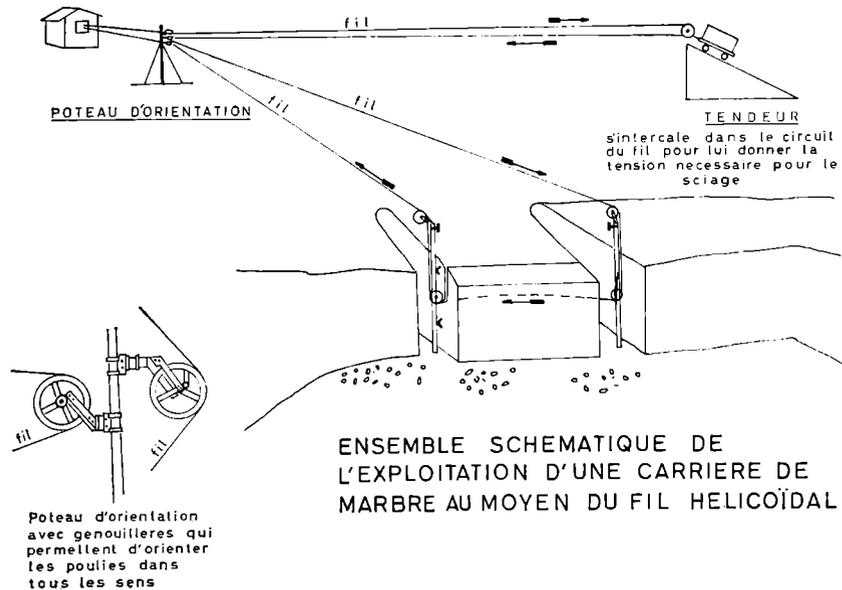


Fig. 1.

Les gros blocs ainsi isolés sont soulevés par des leviers, arimés par de fortes chaînes et extraits de la carrière soit par plan incliné et treuils, soit par monte charges, soit par grues ou ponts roulants, voir figure 2.

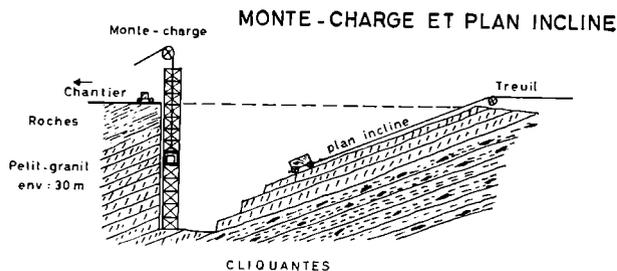


Fig. 2.

Avant d'être soumis à la taille, les gros blocs extraits de la carrière sont généralement débités en blocs plus petits ou en tranches. Ce débitage peut se faire au moyen de coins enfoncés à la masse ou par sciage. Les roches très tendres peuvent être sciées à la scie à dents, analogue à celles des bûcherons. Les roches plus dures

peuvent être sciées à la scie sans dents, au moyen d'eau et de sable que l'on introduit dans le trait de scie. Le sciage en plaques se fait au moyen de scies disposées parallèlement, à une distance égale à l'épaisseur des plaques que l'on veut obtenir. Plusieurs scies sont groupées parallèlement sur un même châssis et actionnées par un moteur. La descente du châssis est réglée par un système d'engrenages. Un tel groupe de scies s'appelle « armure ». Ici aussi le sciage se fait par injection d'eau et de sable. Enfin, le sciage de la pierre sur chantier peut aussi se faire au moyen du fil hélicoïdal.

Notons qu'il y a avantage à stocker les pierres offrant une certaine sensibilité au gel, en blocs aussi petits que possible eu égard aux usages auxquels elles sont destinées. De petits blocs courent moins de risque de se fendre par le gel que de gros blocs.

Il est bon aussi de stocker les pierres sensibles au gel en les isolant du sol pour éviter l'ascension capillaire de l'eau, parfois même en les abritant sous hangars.

CHAPITRE III

TRAVAIL DE LA PIERRE

La pierre de construction peut s'employer à l'état brut (moellons bruts), à l'état demi brut ou simplement ébauché (moellons équarris) ou à l'état de pierre taillée.

Moellons bruts

La pierre est simplement débitée en carrière en morceaux informes d'une dimension telle qu'ils puissent être facilement maçonnés. La maçonnerie se fait à gros joints de mortier incertains (opus incertum).

Beaucoup de grès, de quartzites, de schistes, phyllades quartzophyllades sont utilisés localement dans les Ardennes comme moellons bruts. Ces roches étant stratifiées en bancs et en lits assez minces, se débitent

généralement en moellons assez plats qui, utilisés avec goût, donnent de très jolis parements rustiques.

* Les calcaires donnent des moellons bruts de formes grossièrement polygonales : parements de l'Eglise St. Henri à Woluwe St. Lambert et de l'Eglise d'Anderslecht, rue Eloy.

Moellons équarris

Les moellons sont simplement équarris au marteau de manière à leur donner une forme grossièrement parallélipédique. Nos grès et calcaires sont souvent utilisés sous cette forme. De nombreux exemples ont été cités ci-avant.

On peut faire entrer dans cette catégorie les *moellons à bossages* qui sont souvent de très grandes dimensions et s'appliquent surtout à des soubassements.

* (Voir soubassements des ailes du Palais du Cinquantenaire en calcaire de Tournai, soubassement de l'Hôtel de Ville de St. Gilles en granit des Vosges).

Pierres de taille

Lorsque les pierres reçoivent un façonnage autre que le simple équarrissage, elles prennent le nom de pierres de taille.

Les pierres dures et demi-dures peuvent être taillées en carrière ou être expédiées sous forme de blocs bruts ou de tranches sciées à des chantiers de tailleurs de pierre. Nos carrières de petit granit possèdent toutes l'importants chantiers de taille.

Les pierres tendres, qui risqueraient de se détériorer par le transport sont généralement expédiées en blocs bruts aux chantiers de pierres de taille existant dans toutes nos villes, où elles sont travaillées. C'est notamment le cas pour les pierres importées de France, Angleterre, Allemagne, etc...

Enfin les pierres très tendres qui supportent difficilement d'être taillées avant la mise en place, sont parachevées sur le tas, c'est-à-dire que les pierres simplement bauchées sont disposées dans la construction maçonnée; ce n'est qu'après que l'on procède à la taille du parement, ce que l'on appelle « ravalement ».

D'une part les pierres se taillent en général plus facilement lorsqu'elles viennent d'être extraites d'où l'avant-

tage de les tailler en carrière. D'autre part, certaines pierres sont gélives lorsqu'elles n'ont pas perdu leur eau de carrière, d'où la nécessité de les entreposer, parfois même de les abriter pendant quelques mois jusqu'à ce qu'elles aient perdu leur eau de carrière.

Travail de la taille.

Le travail de la taille comprend l'ébauche et la taille définitive des parements.

Ebauche.

Après avoir abattu les fortes saillies au moyen de marteaux de diverses formes, on continue le travail à la grosse pointe, avec laquelle on abat les plus fortes aspérités. On se sert ensuite de pointes de plus en plus fines pour enlever successivement la matière superflue, dégrossir les moulures et atteindre presque les plans d'appareil sans toutefois jamais les dépasser.

Les pierres tendres être ébauchées à la scie.

Ajoutons que les chantiers bien outillés possèdent des tours, des raboteuses, des fraiseuses actionnées mécaniquement permettant de pratiquer des moulures dans les pierres tendres, demi-tendres et même dures.

Lits et joints

On entend par *lits* d'une pierre, les surfaces qui doivent répartir, autant que possible sur toute leur étendue, les pressions considérables qu'ils ont à supporter. Cependant, comme la pose des pierres de taille se fait au bain de mortier, il ne faut pas exagérer le fini de la taille des lits. La taille des lits se fait avec diverses pointes jusqu'à ce que l'on atteigne la surface d'appareil et que l'on ait fait disparaître toutes les aspérités qui pourraient produire des porte-à-faux. Le long de l'arête du parement on prescrit une taille au ciseau sur une largeur de 0,10 à 0,20 m, pour éviter toute possibilité de porte-à-faux sur les bords de la pierre.

Les autres faces latérales intérieures, non soumises à des efforts de compression, s'appellent *joints*. La taille des surfaces de joints se fait comme pour les lits, mais avec moins de soin. On tolère un certain amaigrissement vers la queue. Il est nécessaire cependant que les joints soient repassés au ciseau vers les parements, afin de rendre bien droites les arêtes de ces derniers. Une largeur de 4 à 5 cm suffit pour cette retaille.

Les pierres de taille offrent généralement leur plus grande résistance à la compression dans le sens perpen-

diculaire aux plans de stratification ou lits de carrière. Les pierres à structure schistoïde (calcaire de Tournai) ou renfermant des terrasses (petit granit), par où l'eau a tendance à s'infiltrer, s'altèrent beaucoup plus rapidement si elles sont posées *en délit*, c'est-à-dire perpendiculairement au lit de carrière.

Par contre certaines pierres très homogènes et compactes peuvent être placées impunément en délit.

Taille des parements.

Les parements peuvent être bouchardés, piqués, smillés, ciselés ou gradinés, sciés et taillés ensuite avec moulures, sculptés ou polis. Les choix à faire entre ces différentes tailles dépend de la nature de la construction à ériger, de la position que chaque pierre doit y occuper et de la qualité des matériaux employés. Certaines pierres se taillent mieux par un procédé que par un autre; c'est ainsi que le petit granit par exemple, prend mieux la ciselure que la pierre de Tournai, tandis que celle-ci se boucharde et se gradine mieux.

Avant de passer à la taille définitive d'un parement, on le travaille d'abord à la pointe, par lignes croisées, puis on fait disparaître toutes les aspérités au gros ciseau. Cette taille préparatoire terminée, on peut :

- *Piquer à la pointe*, au moyen de *la pointe* ou poinçon tenue d'équerre au parement.
- *Boucharder*, au moyen de *la boucharde*, sorte de marteau portant une série de points formant un quadrillage.
- *Smiller* : pratiquer une série de traits courts, nombreux, parallèles; on fait usage de *la smille*, sorte de petite pique.
- *Ciseler* : c'est-à-dire produire au ciseau une série de cannelures parallèles. La finesse de la ciselure s'exprime par le nombre de cannelures au décimètre, qui peut varier de 10 à 40.
- *Gradiner*, cette taille s'applique à des pierres assez tendres. On tient *la gradine*, sorte de ciseau à dents, inclinée à 45° sur la face de la pierre et l'on produit une espèce de ciselure plus économique que celle au ciseau.
- *Tailles fantaisistes*. Il existe une série de tailles fantaisistes, notamment la *taille retendue*, où la ciselure se fait en tous sens; la *taille en échiquier* où le parement est divisé en carrés ciselés alternativement dans le sens vertical et horizontal, la *taille vermiculée*, imitée des Romains, etc...

Lorsque la pierre est tendre et que le travail se fait sur le tas et que l'on procède au ravalement, on emploie pour terminer le travail une série d'outils spéciaux produisant un rabotage de la pierre et servant à exécuter les moulures et à régulariser les arêtes. Ce sont des *ripes*, les *robotins*, les *sciottes*, les *guillaumes*, les *chemins de fer*, etc...

Notons que l'outillage des tailleurs de pierres comporte un nombre très considérable d'outils appropriés à la nature de la pierre et au genre de taille. (Figure 3).

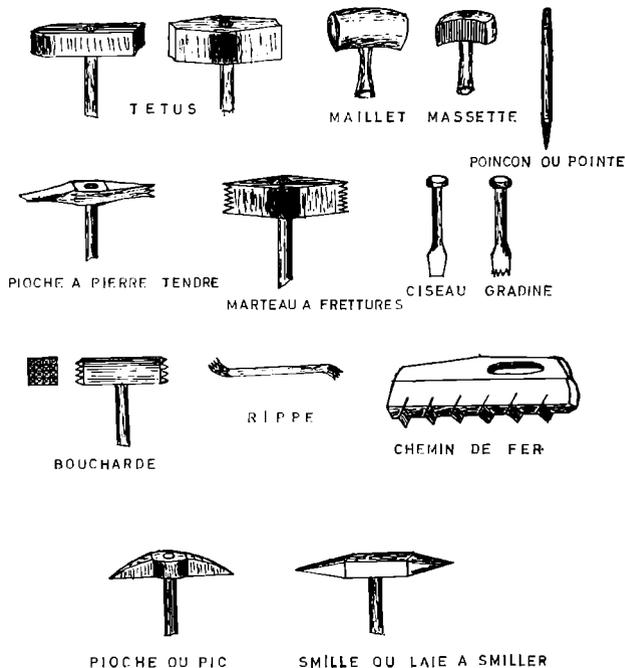


Fig. 3.

Les tailles à la pointe, à la boucharde et à la smille sont des tailles dites rustiques que l'on utilise surtout pour le socle des constructions. Les moellons piqués à la pointe ou bouchardés reçoivent souvent un encadrement ciselé.

Suivant que la surface de la pierre est plus ou moins unie on a la gradation suivante :

Surface ravalée : surface rabotée couverte de petits creux ou rayures de directions quelconques, ayant environ 0,5 à 1 mm de profondeur.

Surface égrisée : surface frottée au grès ou à l'eau avec un abrasif grossier, comportant de nombreuses et fines rayures de direction quelconque et dont la profondeur est d'environ 0,1 à 0,2 mm.

Surface adoucie : surface frottée à la pierre ponce et à l'eau ou bien avec un autre abrasif fin : surface unie avec nombreuses et très fines rayures d'environ 0,05 mm de profondeur.

Surface polie mate : frottée à l'émeri et avec des abrasifs fins, ne laissant plus percevoir de rayures.

Surface polie brillante : voir marbres.

CHAPITRE IV

PROPRIETES ET ESSAIS DES PIERRES DE CONSTRUCTION

Les pierres de construction peuvent être soumises à différents essais mécaniques et physiques.

Les essais mécaniques sont :

- résistance à la compression;
- résistance à l'usure;
- difficulté de taille comparée.

Les essais physiques sont :

- densité apparente;
- porosité;
- capillarité;
- gélivité.

Parmi tous ces essais, ceux que l'on pratique le plus couramment sont les essais de compression, de porosité et de gélivité.

Résistance à la compression

Dans les applications du Génie Civil où la pierre peut travailler à un taux relativement élevé, la résistance à la compression présente une importance intrinsèque. En architecture c'est rarement le cas. Si l'on excepte certains piliers ou colonnes, la pierre travaille généralement à un taux très bas et les pierres, même tendres, présentent une résistance mécanique largement suffisante.

Il est toutefois utile d'être fixé sur la résistance à la compression de la pierre parce que l'on évitera ainsi de placer des pierres de résistance insuffisante là où elles peuvent être exposées à des chocs, notamment les socles, encadremnts de portes et de fenêtres, etc...

D'autre part, la résistance mécanique pour une variété de pierre définie, est un indice de sa qualité et de sa durabilité.

Chaque variété de pierre, lorsqu'elle est de bonne qualité marchande, a une résistance à la compression comprise normalement entre des limites que nous avons indiquées précédemment pour un grand nombre d'entre elles. Si une pierre présente une résistance à la compression sensiblement inférieure aux normes, cela fait présumer un manque de cohésion qui se traduira par une désagrégation prématurée de la pierre. La résistance à la compression présente donc un intérêt relatif.

Si nous admettons que le petit granit donne une résistances à la compression normalement supérieure à 1.200 kg par cm² et la pierre de Savonnières une résistance d'au moins 80 kg, nous pourrions affirmer que du petit granit qui ne donnerait qu'une résistance de 600 kg est une mauvaise pierre, tandis qu'une pierre de Savonnières donnant 125 kg est une très bonne pierre.

Il est à noter que dans les pierres calcaires la densité apparente, la proportion de vides et la résistance à la compression sont sensiblement fonction l'une de l'autre, la porosité étant d'autant plus grande et la densité d'autant moindre que la résistance est plus faible.

La résistance à la compression est déterminée en laboratoire sur des cubes parfaitement rectifiés de 5 × 5 × 5 cm pour les pierres dures à fermes et de 10 × 10 × 10 cm pour les pierres tendres (1). La pierre est écrasée entre les plateaux d'une presse hydraulique. La résistance à la rupture est exprimée en kg par cm².

L'Association française de Normalisation (AFNOR) a convenu de définir comme suit les duretés types des pierres.

Duretés types	Densité en kg par cm ²	Charge de rupture en kg par cm ²
Très tendre	jusqu'à 1470	jusqu'à 50
Tendre	1471 à 1840	51 à 120
Demi-ferme	1841 à 2150	121 à 275
Ferme	2151 à 2355	276 à 520
Dure	2356 à 2580	521 à 1080
Froide	2581 et au-dessus	1081 et au-dessus

(1) La norme française B 10.001 prévoit des cubes de 7,07 cm de côté pour toutes les pierres. Ceci explique que les résistances obtenues sont plus ou moins élevées qu'avec les cubes proposés ci-dessus.

Le Comité d'organisation des produits de carrières et dragages a dressé une échelle des duretés types basée sur une courbe des duretés moyennes :

Duretés types	kg par cm ²	n° de taille
Très tendre	jusque 50	1
Tendre	50 à 75	2
	75 à 120	3
Demi ferme	120 à 180	4
	180 à 275	5
Ferme	275 à 390	6
	390 à 520	7
Dure	520 à 660	8
	660 à 830	9
	830 à 1080	10
Froide	1080 à 1290	11
	1290 à 1570	12
	1570 à 1820	13
	1820 et au-dessus	14

Résistance à l'usure

Cet essai ne présente d'intérêt que pour les matériaux soumis à l'usure tels que les dalles de pavement.

Des éprouvettes de forme déterminée et portant une charge déterminée sont soumis au frottement d'une meule où s'écoule un sable normal. On mesure la diminution de hauteur de l'éprouvette après un parcours déterminé, sur la meule.

L'usure est exprimée en millimètres pour la diminution de hauteur rapportée à 1.000 m de parcours de meule.

Difficulté de taille comparée

Les pierres sont soumises à un travail de taille bien défini et toujours semblable, qu'il serait trop long de décrire ici.

La difficulté de taille comparée est appréciée d'après les rapports entre les « temps de taille » des différents échantillons de pierre.

En France on a déduit anciennement de ces essais une échelle comportant 10 numéros de taille, allant de 0 à 9, le chiffre 0 étant attribué aux pierres les plus dures à tailler, le chiffre 9 aux pierres se taillant le plus facilement. A présent on met au point une échelle 1 à

10 ou 1 à 14 dont le numéro le plus élevé sera donné à la pierre se travaillant le plus difficilement.

Le numéro de taille figurant généralement dans les catalogues des négociants en pierres de taille est un élément important pour apprécier le coût du travail de la pierre.

Densité apparente

La densité apparente d'une éprouvette est déterminée par le rapport de son poids à son volume apparent, à l'état sec. Elle est exprimée en kg par m³.

La densité apparente, relativement facile à déterminer, fait présumer du degré de résistance et de porosité de la pierre ainsi que nous l'avons vu. C'est de plus un élément utile pour calculer le prix de transport.

Porosité

La mesure de la porosité a pour but de déterminer soit la quantité d'eau absorbée par les pierres, soit le volume des vides.

Il en résulte qu'il y a plusieurs expressions de la porosité.

1° Absorption d'eau en poids — P.

L'essai habituel consiste à peser à l'état sec des éprouvettes de 5 × 5 × 5 cm, ou de dimensions approchées. Les éprouvettes sont immergées pendant 24 heures dans l'eau. Elles sont ensuite essuyées et pesées. L'augmentation de poids représente le poids ou volume de l'eau absorbée, que l'on exprime en pour cent du poids de l'éprouvette.

2° Absorption d'eau en volume — P_v.

On détermine le volume de l'éprouvette, ce qui se fait en pesant l'éprouvette saturée dans l'eau et en soustrayant le poids de l'éprouvette dans l'eau du poids de l'éprouvette saturée dans l'air.

L'absorption d'eau est exprimée en pour cent du volume de l'éprouvette.

L'absorption d'eau exprimée soit en poids, soit en volume, après 24 heures d'immersion représente le maximum de la quantité d'eau qu'une pierre ou parement soit susceptible d'absorber après une longue expo-

sition à la pluie. Cette quantité est souvent loin de représenter la quantité d'eau totale que la pierre peut absorber.

3^e Volume total des vides ou porosité absolue — P_a .

Certains vides supracapillaires ne se remplissent pas par une immersion, même très prolongée, de la pierre. Pour remplir complètement les vides, il y a divers moyens : soit d'immerger les éprouvettes sous cloche et d'y maintenir ou bien le vide, ou bien une pression élevée, soit de faire bouillir les éprouvettes pendant plusieurs heures (on admet que 5 heures d'ébullition sont suffisantes).

Le poids ou volume d'eau absorbée dans ces conditions, exprimée en pourcent du volume de l'éprouvette représente le volume total des vides ou porosité absolue de la pierre.

Il est à noter que ces méthodes ne s'appliquent pas à certaines roches renfermant des vides complètement fermés, notamment les laves renfermant des bulles gazeuses.

Les pierres placées au niveau du sol et les pierres de couverture ou de forte saillie où s'accumulent les eaux pluviales et les neiges peuvent se saturer d'eau à peu près complètement.

La porosité ne doit pas être considérée comme un défaut, mais bien comme une propriété de la pierre, propriété tantôt favorable, tantôt nuisible.

Il est évident que pour les pierres placées au niveau du sol et les pierres de couverture une faible porosité doit être exigée.

Par contre un certain degré de porosité des pierres est souhaitable pour les murs de parement, au point de vue de l'habitabilité des bâtiments. Il en est à ce point de vue des pierres comme des briques.

Une certaine porosité des murs extérieurs permet non seulement l'évaporation de l'humidité provoquée sur la face extérieure par la pluie, mais aussi de l'humidité dégagée à l'intérieur des habitations.

On dit souvent des murs construits en pierres ou en briques très imperméables que ces murs sont froids et « pleurent ». Par suite de leur compacité, ces murs sont très conducteurs du froid et la vapeur d'eau produite par les habitants et leurs diverses activités se condense à leur surface sans être absorbée.

Sous une forme imagée, on dit à juste titre qu'un mur doit respirer.

Il a été démontré qu'avec des briques très compactes les eaux pluviales s'infiltrant par les fendilles et solutions de continuité existant inévitablement entre le mortier et les briques pénétraient plus facilement jusqu'au parement intérieur qu'avec des briques poreuses. Il doit, à un certain degré, en être de même avec les pierres.

F.W. Hischemöller a fait cette comparaison pittoresque qui fait bien saisir le phénomène :

« On peut comparer le mur de parement en briques compactes à un imperméable de caoutchouc dont les coutures ne sont pas tout à fait étanches. Rapidement l'eau ruisselle et pénètre par les coutures. Une fois qu'il est mouillé à l'intérieur il sèche très lentement. Au surplus, même en l'absence de pluie, au cours d'une bonne promenade, il se mouille à l'intérieur par la condensation de la transpiration.

» Le mur poreux au contraire est comparable à un vêtement de tweed, il absorbe longtemps une forte pluie. S'il est, à la longue, traversé par la pluie, il sèche rapidement après l'averse si l'on se promène dans le vent. La transpiration ne se condense pas à l'intérieur.

La porosité des pierres réalise aussi une isolation thermique et acoustique.

Un autre préjugé qu'il faut combattre est que les pierres poreuses sont nécessairement plus gélives et plus altérables par les intempéries que les pierres compactes. Il n'en est rien; beaucoup de pierres poreuses ne sont nullement gélives, la pierre de Savonnières en est un remarquable exemple. Assez bien de pierres très compactes à porosité presque nulle sont gélives; c'est le cas de beaucoup de bancs de pierre de Tournai.

Nous avons vu également que les calcaires poreux se défendaient contre les intempéries par la formation d'un calcin.

Capillarité

On peut se proposer dans certains cas de déterminer le degré et la vitesse d'ascension capillaire qui dépend non seulement de la porosité des pierres, mais de la forme et des dimensions des pores.

Des éprouvettes sont placées dans des récipients à fond plat où l'on verse un peu d'eau. On mesure la hauteur de l'ascension capillaire à des intervalles de temps déterminés. On peut aussi rechercher la hauteur maximum atteinte par l'ascension capillaire.

Gélimité et résistance aux intempéries

Tous les matériaux et notamment les pierres naturelles s'altèrent sous l'action simultanée des intempéries diverses auxquelles elles sont exposées. Ces facteurs d'altération sont en tout premier lieu le gel; viennent ensuite l'action dissolvante des eaux pluviales chargées d'anhydride carbonique, les retraits et dilatations alternatifs dus aux variations de température. On peut y ajouter l'action de certains organismes tels que les lichens ou microorganismes.

Cette dernière, bien que très discutée, peut en certains cas occasionner des ravages appréciables. Nous examinerons ultérieurement l'action des fumées de houilles qui n'est pas un facteur naturel, mais exerce de grands ravages dans les centres urbains et industriels. Il résulte à priori de ceci que l'altération des pierres varie énormément suivant les climats. Extrêmement lente dans un pays chaud et sec, tel que l'Égypte, elle est par contre très énergique dans les pays tels que le nôtre où alternent constamment la pluie, la neige, le gel, l'insolation. En Europe, c'est probablement dans les pays scandinaves et notamment dans le Sud Ouest de la Suède que les conditions climatiques sont les plus sévères.

Kreuger mentionne que sur la côte S.O. de la Suède de fortes pluies venant de la mer s'abattent sur les murs des bâtiments; il s'y produit aussi de fortes gelées alternant avec des dégels. Des murs de briques peuvent y geler en une nuit jusqu'à une profondeur de 10 cm environ. Le jour suivant le soleil peut dégeler la surface et de l'eau provenant de la neige fondue peut s'y répandre. La nuit suivante une autre forte gelée peut succéder à ce dégel partiel. L'eau peut s'emprisonner entre deux couches de glace à différentes profondeurs et de grosses tranches de briques se détachent.

Certaines pierres qui se comportent parfaitement dans un climat déterminé résistent mal et sont gélives dans d'autres climats. Tel est le cas de la pierre de Lens (calcaire oolithique de l'étage Néocomien, syst. Crétacique inférieur) exploitée aux environs de Nîmes dans le département du Gard. Cette pierre d'un grand usage dans le midi depuis l'époque romaine se montre chez nous gélive là où elle est très exposée à se saturer d'eau.

* Cimetière britannique de Passchendaele, grand hémicycle. Les dallages et pierres posés au voisinage du sol sont fendus par le gel.

Tout le monde sait qu'une bouteille remplie d'eau exposée au gel, se rompt. Cela est dû au fait que l'eau en se gonflant se dilate de 9 %. De même l'eau contenue dans les pores des matériaux peut, dans certaines circonstances, amener la rupture ou l'écaillage de ceux-ci. Chacun connaît l'expression « il gèle à pierre fendre », pour exprimer une forte gelée.

Depuis longtemps on s'est préoccupé de déterminer expérimentalement si des matériaux sont gélifs.

La gélimité n'est nullement proportionnelle à la porosité, elle serait fonction de la qualité de celle-ci.

A. Essais de cristallisation.

Les premières expériences sont celles de Brard datant de 1828. A cette époque la production artificielle des basses températures présentait encore d'assez grosses difficultés. Brard imagina de saturer les briques à chaud au moyen d'une solution de sulfate de sodium. Ce sel cristallisant à froid avec accroissement de volume exerce à l'intérieur de la pierre des tensions assez comparables à celles que provoque la congélation de l'eau. Les pierres se brisant ou s'écaillant à l'essai de Brard étaient réputées gélives. L'essai de Brard donnant souvent des résultats très différents des constatations de la pratique fut considéré par la suite comme non déterminant. Il est toutefois considéré actuellement comme assez efficace pour évaluer la cohésion des pierres.

B. Essais de congélation.

Lorsque les appareils frigorifiques devinrent d'un emploi courant, on eut recours à l'expérimentation directe consistant à saturer les pierres d'eau, plus ou moins complètement, et à les soumettre à une série d'épreuves de gel et de dégel. Les modes opératoires peuvent varier assez considérablement notamment en ce qui concerne la température de congélation, la vitesse de congélation, le nombre d'épreuves successives, etc...

Ces divers modes opératoires peuvent se ramener à deux principaux :

1^o — Les expériences de gel se font sur des pierres incomplètement saturées d'eau. Les éprouvettes sont simplement immergées dans l'eau pendant 24 ou 48 heures. Nous avons vu, en parlant de la porosité et notamment de l'absorption d'eau en

pois P ou en volume P_v que celle-ci est loin de correspondre à la saturation de tous les pores de la pierre et représente à peu près l'eau que celle-ci peut absorber si elle est soumise à une pluie de longue durée. La température de congélation spécifiée est généralement -15°C — plus rarement -20° à -25° —. Le nombre d'épreuves est généralement de 15, parfois 25. Les cahiers des charges des principales administrations publiques belges prescrivent en général :

- immersion dans l'eau pendant 48 heures;
- éprouvette maintenue pendant 10 heures de -13°C à -17°C ;
- puis dégélée par immersion pendant 14 heures dans de l'eau dont la température est comprise entre $+15^\circ\text{C}$ et $+20^\circ\text{C}$;
- le cycle de gel et de dégel est effectué 15 fois;
- on note dans le procès-verbal des essais les indices d'altération des arêtes, de fissuration, de désagrégation des éprouvettes après chaque cycle.

2° — Les expériences se font sur des pierres complètement saturées d'eau par les moyens indiqués en traitant le volume total des vides ou porosité absolue P_a . Ceci correspond, avons-nous vu, au degré de saturation que peuvent atteindre certaines pierres placées au niveau du sol, en couverture, etc...

Ici encore on peut faire varier la température de congélation et le nombre d'expériences. Ce mode opératoire est naturellement beaucoup plus sévère que le précédent.

Bien que dans ces expériences on s'évertue à reproduire autant que possible ce qui se passe dans la nature, les essais de gélivité en glacière sont loin de correspondre aux constatations de la pratique.

Le premier mode opératoire, trop peu sévère, laisse passer fréquemment avec la mention non gélive des matériaux qui, exposés à se saturer fortement, se montrent gélifs dans la pratique.

Le second mode opératoire, trop sévère, tout au moins dans notre climat, est de nature à faire rebuter de nombreuses pierres qui dans la pratique s'avèrent non gélives.

Le bon sens nous dit évidemment que si des pierres abondamment utilisées depuis longtemps en toutes positions ne se sont jamais montrées gélives en pratique (exemples : petit granit, pierre d'Euville, pierre de Savonnières, etc. etc.) et si les essais de gélivité aboutis-

sent à provoquer une rupture, c'est que ces essais ne sont pas appropriés aux conditions effectives.

C. Méthode du coefficient de saturation.

Cette méthode est due à Hirschwald. Cet auteur considère que les vides d'un matériau se composent d'une part de vides capillaires ou infracapillaires susceptibles de se remplir d'eau par une immersion d'une durée de 24 heures. L'absorption d'eau en volume P_v représente le volume de ces vides. D'autre part il y a des vides supracapillaires qui ne se remplissent d'eau que dans certaines conditions de saturation. Si l'on détermine le volume total des vides P_a par l'un des moyens que nous avons décrits, la différence $P_a - P_v$ exprime le volume des vides restés vacants par simple immersion. Si ce volume est égal à 10 % ou à plus de 10 % du volume total des vides, la glace formée dans les vides capillaires et infracapillaires est susceptible de fluer dans les vides infracapillaires vacants sans exercer de fortes pressions, ni provoquer de rupture.

Si par conséquent le coefficient $\frac{P_v}{P_a}$ est inférieur à 0,90, théoriquement la pierre ne doit pas être gélive.

Le coefficient $\frac{P_v}{P_a}$ est appelé coefficient d'Hirschwald ou coefficient de saturation.

La constitution des pierres et des matériaux en général n'étant pas d'une parfaite constance, il faut en pratique adopter une certaine marge de sécurité et l'on constate qu'une pierre dont le coefficient de saturation est inférieur à 0,80 n'est généralement pas gélive, tandis qu'une pierre dont le coefficient de saturation est supérieur à 0,85 est, dans la plupart des cas, gélive. Entre 0,80 et 0,85 il y a doute.

La méthode du coefficient de saturation s'avère opérante dans la majorité des cas; il y a cependant d'assez nombreuses exceptions.

La théorie élémentaire du coefficient de saturation n'est presque certainement pas exacte ou, tout au mieux, elle ne l'est qu'à moitié.

Supposons que nous ayons une pierre ou brique de coefficient de saturation 0,90 et qu'elle soit exposée au gel dans le couronnement d'un mur mouillé. Il gèle et la glace se répand dans les pores vides. Il dégèle, mais les pores qui ont agi comme des valves de sécurité ne se vident plus. Une nouvelle quantité provenant de l'atmosphère humide de l'hiver s'y installe et nous n'avons

plus de valves de sécurité en cas de nouvelle gelée. Nous constatons pourtant que dans la majorité des cas, le coefficient de saturation donne une indication utile surtout s'il est déterminé en même temps que d'autres propriétés.

Cette méthode est relativement simple et ne nécessite pas d'appareils coûteux. Elle ne donne cependant qu'une probabilité de gélivité ou de non gélivité.

Expériences de W.N. Thomas sur la congélation

W.N. Thomas a procédé à la Building Research Station et à l'Université de Cardiff à des expériences thermiques et dilatométriques extrêmement minutieuses qui ont apporté de notables éclaircissements aux phénomènes de congélation des matériaux pierreux.

Lorsqu'une pierre saturée d'eau est exposée à une température inférieure à la température de congélation de l'eau, elle se refroidit régulièrement jusqu'à atteindre cette température. La température de la pierre se maintient ensuite constante pendant que l'eau qu'elle contient gèle. Lorsque toute l'eau est transformée en glace la température de la pierre recommence à descendre. L'abaissement de la température est représenté par la courbe de la figure 4 A. Le palier de la courbe montre que la pierre reste à température constante, à 0°C pendant que l'eau gèle. Cela est dû à la chaleur latente de l'eau se transformant en glace. Il faut en effet fournir autant de calories à un même volume de glace pour le transformer en eau que pour porter un même volume d'eau de 0° à 80°C.

Par conséquent, une pierre qui renferme de l'eau reste à la température du point de fusion jusqu'à ce que la chaleur latente se soit perdue par radiation et conductibilité dans les parties plus froides environnantes et que l'eau se soit entièrement transformée en glace. Alors seulement la température de la pierre commence à décroître.

Dans les conditions artificielles des essais de laboratoire, il peut se faire que l'eau ne gèle pas à 0°C parce qu'il n'y a pas dans l'air de petits germes cristallins de glace amorçant la congélation. On dit que l'eau est en surfusion; elle peut rester liquide jusqu'à -5°C pourvu qu'elle ne soit pasensemencée de glace. Cet état est instable et lorsque la congélation commence elle se propage rapidement à toute la masse. La chaleur latente libérée ramène la température de toute la masse jusqu'au point de fusion comme le montre la figure 4 B.

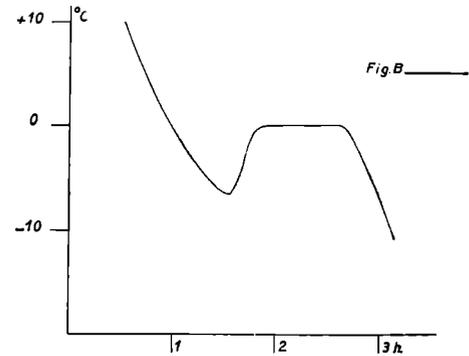
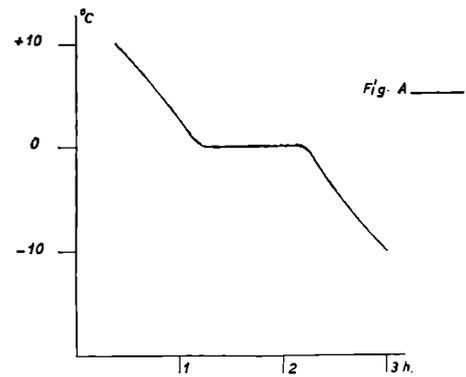


Fig. 4.

Les effets d'une congélation brusque succédant à une surfusion sont une des raisons des échecs de certains essais de laboratoire.

Par temps de gelée, il y a toujours dans l'air des fines particules de glace qui amorcent la congélation à 0°C, une congélation qui se poursuit lentement, tandis que dans les appareils de laboratoire il y a surfusion suivie de congélation brusque.

Examinons maintenant comment s'exercent les tensions dans les matériaux.

Il est tout d'abord à noter que le point de congélation de l'eau dépend de la pression et s'abaisse tandis que la pression augmente.

Ce phénomène est facilement mis en évidence en tendant sur un bloc de glace un fil de fer muni de deux poids à ses extrémités. Le fil s'enfonce lentement dans la glace à la manière d'un couteau. Ceci est dû à la pression du fil sur la glace qui oblige celle-ci à fondre. L'eau de fusion reflue au-dessus du fil où elle se recongèle en sorte que le fil pénètre graduellement dans la glace.

Si, pour prendre un exemple, la glace se forme dans un matériau, à la température de $-0,1^{\circ}\text{C}$, elle peut revenir à l'état liquide à la pression de 13 kg par cm^2 , tension insuffisante pour produire la rupture de la plupart des pierres.

Par conséquent, avant qu'aucun dégât puisse se produire, de la glace fond et l'eau de fusion est chassée soit dans les pores vides soit à la surface de la pierre où elle se recongèle : c'est l'extrusion de la glace.

Si le froid progresse lentement de dixième en dixième de degré, l'extrusion de la glace se poursuit, les pressions empêchant l'eau de geler. Ce froid graduel ne peut pas provoquer de très fortes tensions disruptives aussi longtemps que la glace peut faire extension dans les pores et à l'extérieur de la pierre.

Lorsque la température est tombée suffisamment bas pour que toute l'eau contenue ait été convertie en glace, des pressions plus élevées ne peuvent plus se développer. En fait, à partir de ce moment la pression expansive décroît avec l'abaissement de température parce que le coefficient de contraction thermique de la glace est plus élevé que celui de la plupart des matériaux de construction.

Si, par contre, le refroidissement est relativement rapide et se fait dans l'espace clos d'une glacière de laboratoire, il peut y avoir surfusion jusqu'à des températures pouvant atteindre -5°C . A ces basses températures, la glace n'est liquidifiée qu'à des pressions élevées susceptibles de produire des lésions. A -5°C par exemple, la glace fond sous une pression de 590 atmosphères, soit 560 kg/ cm^2 . Ceci nous explique que les expériences de gélivité puissent donner des résultats tout différents de ceux du gel naturel.

Un effet évident de la pression de la glace formée dans les pores est de donner la clef d'une nouvelle méthode d'essai de congélation.

Si un récipient est soumis à une pression de l'intérieur, il se dilate. S'il ne se dilate pas trop fort, il se déforme élastiquement c'est-à-dire qu'une fois la pression relâchée, il reprend sa forme primitive. Si au contraire la dilatation dépasse la limite d'élasticité, il ne retrouve qu'incomplètement sa forme primitive, il a subi un accroissement de volume permanent.

Le professeur Thomas a constaté par des mesures précises sur des pierres poreuses, congelées à l'état saturé, des déformations qui peuvent disparaître lors du dégel ou se conserver. De plus, lorsqu'on répète les congélations et décongélations, chaque cycle peut occa-

sionner une petite augmentation de longueur permanente qui fait que l'échantillon s'allonge progressivement.

On voit que la détermination de l'allongement permanent de matériaux soumis à un gel progressif, réglé de manière à éviter toute surfusion, pourrait donner lieu à une méthode d'essai de la gélivité. Toutefois cette expérimentation est très délicate et n'a pas encore été mise suffisamment au point pour en déduire des prescriptions pratiques.

Dans les pierres exposées au gel, la totalité de l'eau qu'elles contiennent est congelée à une température ne descendant pas en dessous de -5°C .

On a vu que la glace en se refroidissant sous cette température n'exerce plus de pression croissante; il n'y a donc pas lieu de poursuivre les expériences de gélivité à une température plus basse.

De faibles vitesses de congélation d'un matériau saturé sont accompagnées d'une forte extrusion superficielle et de faibles déformations extensives, tandis que des congélations rapides sont habituellement accompagnées de grandes déformations extensives, susceptibles de produire de beaucoup plus grandes détériorations.

Les matériaux incomplètement saturés sont moins éprouvés grâce à la possibilité d'intrusion dans les pores non remplis.

Le dommage est largement dépendant de la vitesse initiale de congélation et apparemment indépendant de la basse température finalement atteinte et de la durée du gel à une même température.

Comme l'extrusion est un facteur si important de l'atténuation des effets du gel, toutes les circonstances qui tendent à limiter ou à empêcher l'extrusion seront néfastes à la résistance au gel du matériau. Ainsi le colmatage des pores à la surface ou au voisinage de celle-ci, qu'il provienne du dépôt de sels dû aux actions naturelles d'altération ou à l'application de préservateurs, tels que cires, peintures, etc... peut accroître la propension aux dommages par le gel si le matériau est exposé à être saturé par la pénétration de l'eau par les autres faces.

En fait on constate à Florence et à Fiesole, où il n'y a annuellement que quelques petites gelées ne dépassant pas -5°C , que certains macignos ou grès psammitiques de structure très semblable à celle de notre grès d'Ecaussines, sont fort affectés par le gel.

On s'explique ainsi pourquoi toutes les causes d'imperméabilisation de la surface des pierres, soit cristallisations de sels bouchant les pores superficiels, soit application d'enduits imperméables, ayant pour effet de s'opposer à l'extrusion de la glace favorisent les ruptures par le gel et notamment l'écaillage superficiel des pierres.

Différents aspects que peuvent prendre les effets du gel

Dans les pierres à structure non feuilletée, le gel se manifeste soit par des cassures ou des fissures de direction quelconque, soit par des écailllements superficiels, soit par décollement de plaques parallèles au parement, mais indépendantes de la stratification.

* **Pierre de Tercé au Palais de Justice.**

Socle du monument des martyrs érigé en 1924 sur la place de la gare à Louvain.
(Miocène de Vaucluse).

Dans les pierres à structure feuilletée ou schistoïde, les ruptures par le gel se font dans le sens du feuilletage ou de la schistoïté. Ceci n'implique pas que tous les schistes et surtout les phyllades soient nécessairement gélifs.

* **Grès psammitique d'Ecaussines dans les restaurations de l'Eglise St. Jean du Béguinage à Bruxelles.**

Dans certaines pierres tendres et surtout dans des grès mal agglomérés l'action du gel, accompagnée de celle des autres intempéries, est intergranulaire et rend la pierre friable; la pierre s'érode :

* **Beaucoup de pierres de la Colonne du Congrès en grès d'Hertzogenrath. Certaines pierres des grès ferrugineux bruxellien : Eglise de Wavre. Beaucoup de grès ferrugineux diestien : monuments en grès diestien cités à propos de cette pierre.**

Enfin, il existe une gélivité d'origine tectonique due à l'existence dans les pierres qui ont été soumises à des pressions orogéniques de fissures imperceptibles, parallèles aux réseaux de diaclases. Ces fissures peuvent exister souvent dans nos calcaires primaires : Petit granit, pierres de Meuse, de Moha, Vinalmont, de Tournai, calcaires Viséens et Dévonien. On les nomme « fils ». Les fils s'ouvrent graduellement par le gel et sectionnent entièrement les pierres suivant un plan transversal.

* **On peut voir au Cimetière de St. Josse un assez grand nombre de dalles en petit granit sectionnées par des fils parallèles.**

Conclusions pratiques au point de vue de la gélivité et de la résistance aux intempéries

Jusqu'à présent, aucun essai de gel n'a été mis au point de façon à permettre nettement de conclure si une pierre se montrera gélive ou non. Les anglais ont pour cette raison, proscrit toute épreuve de gélivité dans leurs cahiers des charges.

Pour des pierres utilisées depuis plus de 20 ans dans notre climat, le mieux est de s'en référer à une série d'observations en inspectant particulièrement les pierres qui par leur position sont le plus exposées à la saturation d'eau et au gel. Les monuments funéraires sont très démonstratifs à cet égard.

Comme l'immense majorité des pierres en usage chez nous peuvent présenter des références de plus de vingt ans, on sera fixé dans la grande majorité des cas. On trouvera d'ailleurs dans le mémoire de C. Camerman une appréciation de la gélivité de la plupart des pierres de taille utilisées en Belgique.

Autre chose est si l'on se propose d'adopter des pierres non encore utilisées chez nous et ne présentant de références que dans un climat plus clément que le nôtre. Il semble alors que l'essai donnant la meilleure présomption de leur comportement au gel soit la détermination du coefficient de saturation.

Réception des pierres de taille

Une pierre de taille peut comporter deux catégories de défauts : les défauts de la matière et les défauts de forme.

Défauts de la matière. Les principaux défauts que l'on peut rencontrer dans la pierre sont d'importance très inégale suivant les diverses variétés de pierre. Certains, fréquents dans une variété de pierre sont inexistant dans d'autres.

Bousin et croûtes. Les pierres sont parcourues dans leurs gisements par des joints de stratification et des diaclases.

Dans certains bancs, il y a entre la surface du joint de stratification et la pierre compacte et bien formée une zone d'altération où la pierre est friable et mal agglomérée, zone pouvant atteindre plusieurs centimètres d'épaisseur. Cette partie friable porte le nom de *bousin*. Elle est pratiquement inexistante dans nos calcaires primaires, mais existe dans tous nos calcaires sableux souvent dénommés pierres de sable : calcaires

lédien, de Gobertange, de Florenville et d'Orval; grès bruxelliens, landéniens, diestiens. Le bousin doit naturellement être enlevé jusqu'à la pierre saine et compacte.

Dans les pierres dures et particulièrement dans nos calcaires primaires, les diaclases et la surface des bancs peuvent être altérés sur une faible épaisseur, ou être tapissés de concrétions diverses ou encore être schisteux sur quelques centimètres. Ce sont les *croûtes* qu'il faut également éliminer. Les calcaires du Tournaisis sont caractérisés par des croûtes schisteuses ayant souvent quelques centimètres d'épaisseur et dont l'élimination est particulièrement importante. Le mauvais comportement de beaucoup de pierres du Tournaisis provient de ce que l'on n'a pas suffisamment éliminé les croûtes.

Lits argileux et marneux. Certains calcaires et grès peuvent être parcourus par des lits argileux et marneux ayant tendance à s'éroder plus ou moins rapidement.

* Pierre de Jaumont à l'Eglise de Cureghem.

Certains bancs de pierre de Méry s/Oise.

Terrasses et Noirures. Certains calcaires sont parcourus par des joints de forme tourmentée, souvent zigzagante, grossièrement parallèles à la stratification, dénommés joints stylolithiques, remplies de matière de consistance terreuse, constituée par le résidu de dissolution du calcaire. On les nomme *terrasses*.

Dans le petit granit ils sont particulièrement fréquents. Ils renferment beaucoup de carbone qui est un des résidus de dissolution du petit granit et portent dans ce cas le nom de *noirures*.

Lorsqu'ils sont suffisamment prononcés ils servent de voie à la pénétration de l'eau et s'ouvrent graduellement. Ils sont particulièrement à redouter s'ils sont proches du parement et si les pierres sont posées en délit.

* Voir les piliers du jardin du Palais des Académies à Bruxelles.

Le degré d'abondance des noirures conditionne la qualité du petit granit. Les pierres qui renferment des noirures trop prononcées ou trop abondantes doivent être rebutées ou déclassées.

D'autres calcaires compacts peuvent aussi présenter ce défaut : citons notamment la pierre de Pouillenay où les terrasses sont rouges, l'oxyde ferrique étant un résidu de dissolution de la pierre.

Géodes et Moies. Les géodes et moies sont des cavités plus ou moins grandes, provenant le plus souvent du

vide laissé par une grande coquille. Si elles sont vides et généralement tapissées de cristaux de calcite, ce sont des *géodes*; si elles sont remplies de matières terreuses, ce sont des *moies*.

Les géodes et moies affectent surtout l'aspect de la pierre et, si celle-ci représente un parement uni, les pierres qui en renferment doivent être rebutées. Par contre, on ne peut considérer comme défauts les vides d'alvéoles qui caractérisent essentiellement certaines pierres notamment les pierres de Savonnières, de St. Même, le calcaire ferme du Bassin de Paris, les Travertins, etc...

Dans certains cas et notamment pour la pierre de Gobertange, on tolère que les petites géodes ou moies soient colmatées par un ciment (Ciment Bertania à l'oxychlorure de zinc).

Fils. Les fils sont des fissures rectilignes, non perceptibles à l'œil nu, affectant parfois les calcaires durs, soumis, avons-nous vu, à des pressions orogéniques. Ils sont dangereux et doivent être exclus. On peut les détecter en mouillant la surface de la pierre puis en la laissant sécher. L'eau séchant moins vite le long du fil, celui-ci reste plus foncé lorsque la dessiccation de l'eau tire à sa fin. La présence de fils peut aussi être décelée par le manque de sonorité de la pierre lorsqu'on la frappe avec un marteau.

Limés. Les limés sont les minces veines blanches de calcite, rectilignes, traversant la pierre de part en part suivant un plan, généralement parallèle à l'un des réseaux de diaclases et de fils. Ils n'ont que quelques millimètres de largeur et sont généralement dangereux, pouvant, comme les fils, entraîner la rupture de la pierre. Toute pierre contenant des limés doit être rebutée.

Veines et fleurs. Autres choses sont les veines blanches de calcite discontinues, souvent assez larges et des taches blanches de calcite recristallisée dans des vides laissés généralement par des coquilles, dénommés « fleurs ». Les veines et fleurs n'affectent en rien les qualités techniques de la pierre. Ce n'est que pour des raisons esthétiques que la présence de veines et fleurs très accentuées peuvent entraîner le rebut de la pierre. Beaucoup de cahiers des charges sont d'une sévérité excessive à cet égard, ces accidents donnant, à notre avis, de la vie et du caractère à la pierre.

En ce qui concerne nos calcaires primaires, notons qu'il est généralement difficile, sinon impossible, d'obtenir des pierres de grand appareil pratiquement exemp-

tes de veines et de fleurs et qu'en se montrant inutilement exigeant sur ce chapitre on accroît considérablement le coût de la fourniture.

Clous. L'ouvrier donne le nom de « clou » à toute concrétion contenue dans la pierre et beaucoup plus dure que celle-ci. Les clous sont le plus souvent constitués par des concrétions de silice (cherts) ou de gros cristaux de pyrite. Les clous n'affectent pas la qualité technique de la pierre. Cependant, les concrétions siliceuses prennent une patine noirâtre faisant tache et la pyrite peut donner lieu, par oxydation, à des traînées brunes de rouille, ce qui justifie le rebut de pierres renfermant des clous.

AUTOPROTECTION DES CALCAIRES

L'idée de l'autoprotection des calcaires poreux par la formation d'un *calcin* a été développée pour la première fois par l'illustre architecte *Violet-le-Duc* dans son dictionnaire d'architecture.

Le *calcin* protecteur se forme lorsque l'eau décrit dans la pierre un circuit fermé. Imbibant la pierre, CO₂ dissout un peu de calcaire qui ensuite par l'évaporation se dépose à la surface formant une croûte dure qui finit par rendre la pierre imperméable.

S'il y a circulation de l'eau en sens unique il se forme des accumulations de sels à l'arrière du *calcin*, qui font sauter celui-ci aux endroits de forte évaporation.

François Vitale, architecte, professeur à l'école des Beaux Arts, a figuré dans le document ci-contre les conditions d'emploi rationnel des pierres et en comparaison un exemple d'emploi irrationnel. (Figure 5).

Dans ce dernier, les fautes sont accumulées : pierres demi-fermes assez poreuses en corniche, en tablettes et en fondations, aucune bonne disposition pour l'écoulement des eaux.

Emploi rationnel des pierres dans un bâtiment

L'action des intempéries et particulièrement de l'eau est très diverse suivant la position que les pierres occupent dans le bâtiment.

Les pierres de couverture et les pierres faisant saillie, fortement exposées à l'imbibition et à la saturation par l'eau, sont particulièrement exposées au gel. On sait en effet que l'action du gel est d'autant plus forte que

CONDITIONS D'UTILISATION DE DIVERSES DURETES DE PIERRES

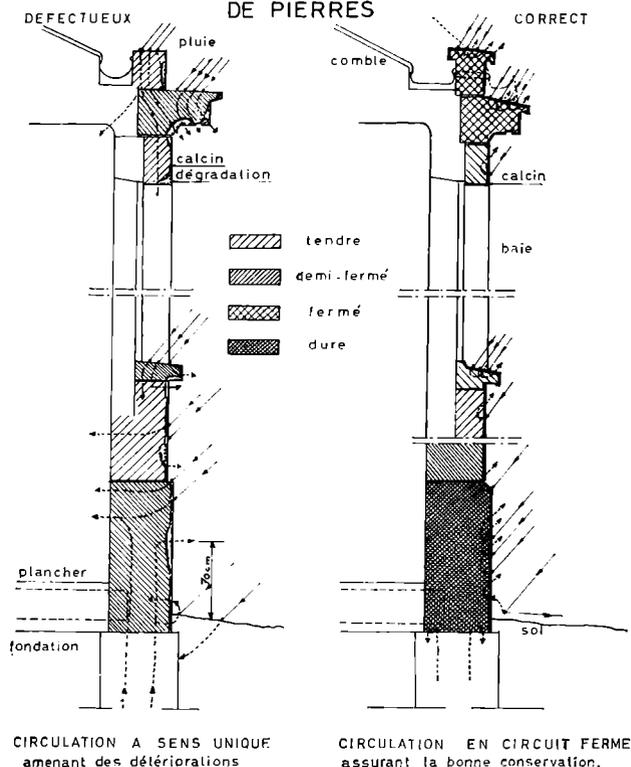


Fig. 5.

l'imbibition de la pierre est plus proche du degré de saturation. Ces pierres sont particulièrement destinées à empêcher l'infiltration de l'eau dans les assises inférieures. Elles doivent donc être suffisamment imperméables. Si elles sont perméables, les eaux qui les traversent s'infiltreront dans l'édifice et dans les assises inférieures; de là elles s'évaporent vers la surface; mais comme leur passage dans l'atmosphère et leur ruissellement les ont toujours légèrement chargées de sels (surtout dans les agglomérations), elles produisent des efflorescences et des cristallisations de sels sous le *calcin*, faisant éclater celui-ci. C'est ainsi que l'on voit si souvent des écailllements accompagnés d'efflorescences sous les corniches, balcons et à un moindre degré sous les bandeaux saillants.

Le rejaillissement de l'eau de pluie à un ou deux centimètres au-dessus des parties saillantes a aussi pour effet de favoriser l'imbibition des pierres situées à ce niveau et d'y causer des dégradations. C'est à ce rejaillissement qu'il faut attribuer la détérioration fréquente des balustres.

Enfin, les eaux du sol, généralement chargées de sels divers, montant par capillarité, sont particulièrement

nocives par suite de l'humidité qu'elles répandent et des cristallisations qu'elles provoquent.

De là résulte l'importance de ne faire usage en couverture, en saillie, pour les socles, que de pierres résistant bien au gel et d'imperméabilité suffisante pour protéger les murs de parement.

Si ces conditions sont bien observées, les pierres de parement, même tendres ou demi-fermes, assez poreuses, grâce à la formation de leur calcin se comporteront parfaitement.

Dans la majorité des cas, et surtout pour les bâtiments destinés à l'habitation, il est irrationnel de ne faire usage que de pierres dures : celles-ci sont plus coûteuses, difficiles à sculpter, s'opposent à la diffusion de l'humidité intérieure et ont une grande conductibilité thermique. Un bâtiment rationnel doit être construit en associant harmonieusement diverses variétés de pierres.

En résumé, une très grande partie, sinon la majeure partie des effritements et ruptures que l'on constate dans les matériaux pierreux et que les techniciens non avertis attribuent couramment à la gélivité sont dus à des cristallisations de sels.

La gélivité est un phénomène que l'on n'a presque jamais l'occasion d'observer sur le vif. On se décharge sur elle pour lui attribuer toutes les lésions pour lesquelles on n'a pas trouvé d'autres explications.

Sans vouloir nier le rôle important du gel associé aux autres intempéries dans la destruction des matériaux, on peut affirmer que les désordres dus au gel et rien qu'au gel sont beaucoup moins fréquents que l'on n'a généralement tendance à se le figurer.

Les sels cristallisent soit à la surface des matériaux et produisent notamment les efflorescences d'un déplorable effet esthétique, mais non destructeur, soit à l'intérieur des matériaux, entraînant alors des destructions plus ou moins profondes. Certaines de ces cristallisations ont été dénommées par les auteurs anglais cryptoflorescences, par opposition aux efflorescences.

Les sels qui, dans notre pays, se rencontrent le plus fréquemment dans les matériaux sont CaSO_4 , MgSO_4 , Na_2SO_4 éventuellement en association avec K_2SO_4 et, en présence de ciments, le sel de Candlot ou sulfoaluminat de Ca ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaO} \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$). L'hydratation du sulfate de soude se fait avec augmentation de volume, le poids spécifique du sel anhydre étant de

2,66 et celui de l'hydrate normal à 10 mol. H_2O de 1,49.

Altération des pierres par les fumées

Les charbons belges contiennent en moyenne 1 % de soufre. La combustion d'un kg de charbon dégage en moyenne 20 g d'anhydride sulfureux (SO_2). Celui-ci par temps pluvieux ou par brouillard se transforme en acide sulfurique (H_2SO_4).

Bruxelles consomme environ 1 million de tonnes de charbon par an et produit par conséquent environ 30.000 tonnes de H_2SO_4 .

L'air chargé d'un peu d'acide sulfurique forme à la surface des pierres calcaires du sulfate de calcium ou gypse ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Le gypse est légèrement soluble dans l'eau (2 g par litre).

Sur les faces lavées par la pluie, généralement du côté sud et ouest, le gypse est dissous par les eaux pluviales et la pierre reste claire et saine. Sur les autres faces, il se forme une croûte de gypse agglomérant les suies et les poussières et par conséquent de couleur noirâtre.

Sur certains calcaires, la croûte noire reste adhérente. La pierre est seulement salie, mais non détériorée. Sur d'autres calcaires la croûte de gypse se détache en s'exfoliant et il se forme des « chancres de la pierre ».

Le calcaire lédien, la pierre de Gobertange, les pierres d'Euville et de Lérouvillie sont très sensibles à la formation de chancres. Ces pierres dans les grandes villes et les centres industriels sont fortement détériorées par les fumées au bout de 40 à 50 ans. Tous nos anciens monuments en Lédien sont fortement détériorés dans les grandes villes ainsi que déjà beaucoup de restaurations en pierre de Gobertange et en pierre d'Euville.

Les pierres bleues belges (Petit granit, calcaires de Tournai, calcaires viséens et dévoniens), les pierres de Savonnières, Brauvilliers, Comblanchien, Pouillenay, Massangis, Chauvigny, Portland résistent bien aux fumées. Les roches douces du calcaire grossier sont attaquées par les fumées tandis que les roches fermes résistent bien.

L'altération de nos monuments par les fumées a débuté vers le milieu du siècle dernier, peu après que s'est développé l'usage de la houille.

Entretien des monuments et des façades

Les meilleurs moyens d'entretien sont des lavages répétés à l'eau pure ou des nettoyages à la vapeur.

D'une façon générale, les enduits préservateurs tels que les silicatages se sont montrés nuisibles à la longue.

Les lavages avec des solutions alcalines ou d'autres produits chimiques doivent être proscrits.

CHAPITRE V

LES MARBRES

Les marbres sont, nous l'avons dit, des roches prenant bien le poli et présentant un aspect décoratif.

Cet aspect décoratif, peut être dû :

- à une teinte uniforme (en particulier marbres noirs et blancs) ;
- à un veinage plus ou moins accentué (bleu belge) ;
- à une structure bréchique ou bréchoïde ;
- à des organismes animaux : encrines dans le petit granit, polypiers et coquilles diverses (marbres gris et rouges), du Dévonien de la Belgique : Ste. Anne, Florence, Griotte et nombreuses variétés) ;
- à des organismes végétaux ou algues ;
- à des cristallisations zonaires de calcite (marbres onyx) ;
- à toutes autres particularités de structure.

La Belgique est un des principaux pays marbriers du monde. Elle produit et importe de grandes quantités de marbres bruts et exporte beaucoup de marbres travaillés. Les marbres dont il existe une infinité de variétés sont vendus sous une multitude de noms commerciaux. Certains de ces noms commerciaux mentionnent un pays d'origine souvent fantaisiste (marbre du Caucase), imaginé pour dérouter momentanément la concurrence à l'affût des nouveaux gisements. Certains très beaux marbres sont pour ainsi dire des accidents de carrière, c'est-à-dire que sur un volume limité, la pierre présente une très belle structure ou un veinage très particulier qui ne se présente pas ailleurs. Ces marbres ne font alors qu'une apparition momentanée sur le marché.

Les marbres belges sont tous des calcaires très compacts dont la résistance à l'écrasement est généralement comprise entre 1.000 et 2.000 kg par cm² ; la densité apparente est voisine de 2.700 kg par mètre cube et la porosité ou absorption d'eau est extrêmement minime.

La Belgique possède les plus beaux marbres noirs, unis ou veinés, dont elle a quasiment le monopole. Elle exploite de nombreuses variétés de marbres rouges et gris très appréciés. Elle ne possède malheureusement pas de marbres beiges, crèmes ou blancs.

Les marbres belges appartiennent tous à l'ère primaire ou paléozoïque et dans celles-ci aux systèmes Dévonien (Etages Frasnien et Givétien) et Carbonifère (Etage Dinantien). Génétiquement les marbres belges appartiennent aux modes de formation suivants :

I. — Calcaires en récifs

On distingue deux types de récifs : les récifs isolés et les récifs continus.

a) Les récifs isolés.

Les récifs isolés forment de grands amas de calcaire coralligène, de forme grossièrement circulaire et de section lenticulaire, inclus dans des roches schisteuses ou calcaréo-schisteuses stratifiées. Ces récifs dont l'un est figuré en coupe dans la figure 6 ont des dimensions très variables, le diamètres allant généralement de 100 à 200 m, l'épaisseur de 20 à 100 m et même au delà. Ils peuvent se trouver en position horizontale ou en position inclinée ou fortement redressée par suite du plissement des couches.

Les récifs exploités comme marbres se trouvent dans l'étage Frasnien moyen F₂ du bassin de Dinant. On distingue dans cet étage trois niveaux de récifs F₂d, F₂h,

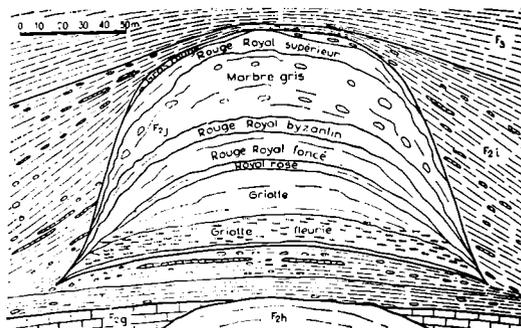


Fig. 6.

F₂j. Les récifs donnant les plus beaux marbres appartiennent tous au niveau F₂j.

Un même récif donne plusieurs types de marbres; le récif de Vodelée représenté ci-contre donne une série à peu près complète de marbres rouges et gris. D'autres donnent une gamme plus ou moins complète.

Les marbres rouges (griotte, rosé, byzantin, royal), colorés par de l'oxyde ferrique occupent généralement la base et le sommet du récif tandis que le centre est formé par des marbres gris.

Voici les principaux organismes ayant participé à l'édification de ces récifs.

Dans la *Griotte inférieure* on remarque surtout des *Stromatactis*, des *Acervularia* en colonies assez aplaties mais pouvant donner de grandes surfaces, des *Favositidés*, des *Hypothyridina cuboïdés* parfois de grande taille.

Dans le stade *Royal inférieur*, il y a abondance de *Receptaculites*; les *Alveolites* deviennent plus fréquents et les *Brachiopodes* se multiplient.

Dans le *marbre gris*, les *Acervularia* sont très fréquents et globuleux, les *Alveolites* et *Favositidés* sont en groupes très importants: on y voit beaucoup de *Brachiopodes* et assez bien de *Lamellibranches*.

Dans la *Griotte supérieure* on remarque surtout des *Acervularia*, des *Favositidés* et des *Atrypa*.

b) Récifs continu ou subcontinus.

Ces récifs peuvent avoir une étendue de plusieurs kilomètres et une épaisseur allant de 3 à 15 m. Ils donnent des marbres gris dont le principal est le *Sainte Anne* de l'Etage Frasnien (Assise de Bovesse), du bord Nord du bassin de Dinant.

Le *Sainte-Anne* est un calcaire gris foncé, à taches blanches. On y voit énormément de *Disphyllum (Phacellophyllum) caespitosum* et des *Favositidés*, ainsi que des *Stromatopores*. La partie inférieure a le plus grand dessin et s'appelle *grand mélange*; la partie moyenne, plus riche en organismes, est appelée *moyen mélange*; la partie supérieure où abondent les *Favositidés* est le *petit mélange*.

II. — Calcaires en bancs

Deux principaux types de calcaires, stratifiés en bancs réguliers, sont exploités pour la production de marbre.

a) Calcaire d'origine biochimique.

Ils sont formés d'une vase calcaire mêlée de matière organique d'origine sapropélienne, réduite à un état carboné qui les colore en noir. Ces calcaires sont tantôt d'un noir uniforme (noir de Mazy, de Golzinne, de Dinant, de Basècles) tantôt veinés de calcite (bleu belge), tantôt parsemés de taches blanches et ponctués de débris d'encrines.

b) *Calcaires organogènes*, gris, en bancs épais, constitués essentiellement par des *Stromatopores globuleux* (Florence, St. Jean, Antique de Meuse).

III. — Brèches

Les brèches sont constituées par des amas de blocs et de fragments calcaires, à angles plus ou moins aigus, agglomérés par une pâte calcaire fine.

On distingue des brèches *monogènes* de teinte uniforme dont les éléments sont constitués par le même calcaire et des brèches *polygènes* dont les éléments sont constitués par des calcaires appartenant à différents niveaux et présentant différentes teintes. La pâte est grise, rouge ou rose.

On a exploité autrefois comme marbre les brèches polygènes de Waulsort (Marbre Herculanum) et de Landelies, appartenant au sommet du Viséen.

TRAVAIL DU MARBRE

Sciage: voir Chapitre II.

Polissage à la main.

Il ne s'exerce plus que pour les pièces moulurées ou certaines grosses pièces massives.

1° — *Aplanissement*. Les plaques de marbre sont frottées d'abord avec un morceau de grès imprégné d'eau puis avec la pierre de Gothland à grains fins.

2° — *Masticage*. L'ouvrier fait sauter les petites parties tendres ou veines superficielles. Les vides sont comblés au fer chaud par un mastic fusible de teinte approprié. Les marbres unis ne réclament pas normalement le masticage; par contre, tous les marbres polychromes le nécessitent à un degré variable.

3° — *Finissage*. D'abord à la pierre ponce arrosée d'eau, ensuite avec pierre ponce et émeri, enfin avec plomb émeri en poudre.

4° — *Parachèvement*. A la potée d'étain.

5° — *Encausticage*. A la cire d'abeille diluée dans de l'essence de térébenthine.

Polissage à la genouillère.

Petit plateau circulaire animé d'un mouvement de rotation de 200 tours par minute. L'ouvrier peut promener ce plateau abrasif à la surface du marbre par un jeu de bras articulés.

1° — *Dressage*. Le plateau est garni de briquettes le plus souvent composées de carborundum à grain fin mélangé de silice. Le frottement se fait avec épandage d'eau.

2° — *Adoucissage*. Se fait de même façon, avec carborundum plus fin.

3° — *Masticage*. Le masticage se fait au fer chaud et à la lampe à souder.

4° — *Finissage*. Plateau garni de « molettes » composition de gomme laque d'émeri; ensuite plateau garni de couronnes concentriques de chanvre dans lequel est incrusté un peu de plomb rapé mélangé de boue d'émeri.

5° — *Parachèvement*. Plateau garni de feutre humecté d'eau et de potée d'étain.

6° — *Encausticage*.

Gros polissoir mécanique.

La plaque de polissage est animée d'un mouvement planétaire, c'est-à-dire que son axe décrit un mouvement rotatif de manière à lui faire parcourir toute la surface de la latte de polissage tandis qu'elle-même est animée d'un mouvement de rotation autour de son axe. Les plaques de marbre à polir sont fixées à la table de polissage.

Dressage. Le plateau est mis en mouvement et on répand à la surface du marbre de l'eau et du sable boueux provenant de précédentes opérations.

Adoucissage. L'opération est renouvelée avec du sable plus boueux, c'est-à-dire plus doux.

Masticage. Comme précédemment.

Finissage. Au plomb et à l'émeri.

Parachèvement. A la potée d'étain, comme précédemment.

Beaucoup de marbres fragiles sont collés sur des plaques de marbre plus résistant au moyen d'un mastic spécial.

Le travail de l'ouvrier marbrier consiste surtout à raccorder des pièces entre elles, à en effectuer un montage provisoire garantissant une mise en œuvre définitive sans la moindre retouche.

Dans les marbres à grands ramages, un même dessin se répète un assez grand nombre de fois dans les minces tranches parallèles. Les plaques peuvent être disposées symétriquement de manière à produire des effets décoratifs (effets de draperies ou autres).

* Le grand Siècle, Porte de Namur.

RESUME

L'étude des pierres naturelles de construction comporte deux aspects :

1. Les principes fondamentaux sur la constitution essentielle des roches, leur mise en œuvre, leur comportement.
2. La nomenclature des pierres de construction de certains édifices importants situés à Bruxelles et dans quelques capitales européennes avec indication de leur provenance, de leur formation géologique et de leurs propriétés.

Au cours du premier chapitre, l'auteur décrit successivement les roches ignées et les roches sédimentaires en insistant particulièrement sur les roches calcaires qui sont utilisées sur une très vaste échelle.

Le deuxième chapitre est consacré à l'étude sommaire des méthodes d'extraction et de débitage de la pierre, tandis que le chapitre troisième donne quelques notions sur le travail de la pierre.

Le chapitre IV développe des considérations spécialement utiles à l'architecte et à l'entrepreneur sur les essais mécaniques et physiques auxquels il importe de soumettre les pierres de construction.

Enfin le chapitre V est consacré exclusivement aux marbres et se termine par des tableaux donnant les origines et les caractéristiques des principaux marbres travaillés et employés en Belgique.

TABLEAU II

ORIGINE ET CARACTERISTIQUES DES PRINCIPAUX MARBRES TRAVAILLES ET EMPLOYES EN BELGIQUE

Dénomination commerciale	Description et structure	Région d'exploitation	Exemples d'application
MARBRES BELGES			
<i>Rouges :</i>			
Rouge royal	Récifs de polypiers isolés dans l'étage Frasnien. Fond rouge clair parsemé de taches et veines blanches.	Philippeville	Galerie St. Hubert : colonnes
Rouge Byzantin	id., mais avec veines blanches et marbrures noirâtres entrelacées	Philippeville	
Rouge griotte	id., rouge foncé parsemé de légères taches blanches et grises.	Philippeville	Galerie St. Hubert : sous-bassement
Rouge de Rance	id., rouge foncé brun, veiné et flammé de gris et de blanc, avec coquilles.	Rance	86, Marché aux poulets
Rouge St. Remy	id., rouge vif, allant du clair au foncé avec taches blanches ou bleuâtres entrecoupées de belles veines blanches.	Rochefort	
<i>Gris :</i>			
Gris des Ardennes	Récifs de polypiers isolés dans l'étage Frasnien. Fond gris, rosé, strié de fortes veines blanches.	Philippeville	Salle du restaurant et bureau de change, Gare du Midi
Gris St. Edouard	id. — Fond gris clair avec parties gris foncé et parsemé de taches d'un blanc nacré.	Philippeville	84, Marché aux Poulets
Gris St. Laurent	id. — Fond gris foncé avec nombreuses veines brun clair.	Vallée du Bocq	
Ste. Anne	Récifs de polypiers continus dans les étages Frasnien et Givétien supérieur. Fond gris bleuâtre, parsemé de fleurages blancs très dentelés. Suivant les dimensions de ceux-ci, on distingue le grand, le moyen et le petit mélange.	Gougnyes, Merbes-le-Château, etc...	35, rue des Fripiers
Bleu antique	Récifs de polypiers isolés dans l'étage Frasnien. Fond gris bleuté, strié de veines blanches.	Philippeville	
Petit granit	Calcaire encrinitique avec diverses coquilles. Etage Tournaisien. Fond gris foncé parsemé de débris d'encrines ronds.	Hainaut, Condroz et Vallée du Bocq.	
<i>Noirs :</i>			
La Belgique possède le monopole mondial des marbres d'un noir parfait.			
Noir de Mazy	Bancs de calcaire noir régulièrement stratifiés dans l'étage Frasnien. Noir pur, pâte fine. Texture serrée.	Mazy et Rhisnes	37, rue Grétry 57, rue des Fripiers
Noir de Dinant	Bancs de calcaire noir régulièrement stratifiés dans l'étage Viséen. Noir pur — pâte fine. Texture serrée. Les bancs étant très minces, ce marbre dont l'exploitation est maintenant interrompue servait surtout à la bibeloterie et pour les carreaux avant l'apparition des carreaux de céramique, etc.	Dinant et Denée	
Noir de Basècles	Bancs de calcaire noir régulièrement stratifiés dans l'étage Viséen. Noir moins pur — pâte moins fine. Quelques imperfections naturelles.	Basècles	
Bleu belge	Bancs de calcaire se rencontrant au sommet de l'étage Viséen. Fond noir — reflets bleuâtres. Veines blanches en tous sens.	Bioul	Façade Nopri 13, rue des Fripiers
MARBRES FRANÇAIS			
<i>Beiges :</i>			
Lunel uni	Calcaire d'algues — Etage Viséen — beige grisâtre, clair ou foncé avec rares coquilles.	Pas-de-Calais, Hydrequeant et Rinxent	50, Marché aux Poulets Magasin de la Bourse, dallage Taverne de Londres, extérieur

TABLEAU 2 (suite)

Dénomination commerciale	Description et structure	Région d'exploitation	Exemples d'application
<i>Beiges : suite) :</i>			
Loupines	id. — Beige clair avec nombreuses veines roses.	Pas-de-Calais, Hydrequent et Rinxent	11, rue des Fripiers (uni) Cinéma, rue des Fripiers (rosé) Taverne de Londres, intérieur
Notre-Dame A.	id. — Mastic clair en partie rubané, en partie avec veines rouges.	id.	Uniprix : parement extér. Bell Téléphone, rue de l'Ecuyer
Notre-Dame B.	id. — Beige grisâtre avec larges rubans clairs ou très foncés.	id.	
Lunel fleuri	id. — Beige foncé, parsemé de petites coquilles nacrées.	id.	
Henriette blonde et brune	id. — Beige clair ou foncé, tacheté de parties foncées et claires.	id.	
Rubané véritable	id. — Beige mastic clair avec beaux rubans ondulés clairs et légèrement plus foncés.	id.	37, rue Grétry
Brun fleuri	id. — Beige foncé panaché de taches brun clair et veines cristallines.	id.	4, rue des Fripiers
Napoléon grand-mélange	id. — Beige grisâtre clair parsemé de taches fleuries plus foncées et cristallines.	id.	
Napoléon tigré	id. — Plus foncé que le grand mélange, fouetté de ramages très serrés rappelant la peau du tigre.	id.	
Comblanchien	Calcaire compact de l'étage Bathonien (syst. Jurassique) parsemé de coquilles et polypiers et parfois de grosses oolithes. Teinte beige, mastic, claire avec un reflet légèrement rosé. On distingue le Comblanchien uni, le Comblanchien légèrement moucheté, légèrement tacheté de pois gris foncé et le Comblanchien moucheté, fortement tacheté de pois gris foncé.	Côte d'Or et Comblanchien	Pavement Nopri
Ladoix	Calcaire compact tacheté de rosé Bathonien.	Côte d'Or	
Rocherons doré	Calcaire compact beige clair, légèrement doré parsemé de petites mouches gris doré. Etage Bathonien.	Côte d'Or et Villers la Faye	59, rue des Fripiers (milieu Taverne royale)
Hauteville	Calcaire compact jaune beige clair uniforme (Créacé inférieur).	Ain	
Larrys - Mirabeau - Longchamp	Calcaire oolithique de Ravières — Etage Bathonien (Syst. Jurassique). Blanc crème parsemé régulièrement de petites perles dorées (grosses oolithes).	Yonne	Liétyard, 48, rue de l'Ecuyer : parement 19, rue des Fripiers : Longchamp veiné
Larrys moucheté	Calcaire oolithique de Ravières. — Etage Bathonien (Syst. Jurassique). Blanc crème tacheté de grosses oolithes grises.	Yonne	
Mereuil	Beige grisâtre avec pointillés gris Bathonien.	Yonne	
Beige d'Evenos	Teinte grège, parsemé de légères veines brun clair. Créacé supérieur (Turonien).	Toulon	
Faron veiné vert	Teinte grège très clair avec nombreuses veinules verdâtres entrelacées. Créacé supérieur (Turonien).	Toulon	
Escalette	Beige rosé avec veines violet foncé et taches cristallines. Dévonien.	Ariège	
Jaune de Provence	Jaune clair ou foncé avec coquilles et veines brunâtres. Créacé (Turonien).	Toulon	61, Marché aux Poulets

TABLEAU 2 (suite)

Dénomination commerciale	Description et structure	Région d'exploitation	Exemples d'application
Rouge-Languedoc Incarnat	Rouge écarlate à grandes flammes blanches légèrement grisâtres. Dévonien supérieur.	Aude : Caunes-Minervois	
<i>Roses :</i>			
Rose vif de l'Ariège	Rouge brique, panaché de gris clair. Dévonien supérieur.	Ariège : Castelnaudurban	
Rose de Brignoles	Jaune rose strié de nombreuses veines rose vif entrelacées de taches blanches cristallines. Age discuté Jurassique tout à fait supérieur ou Crétacique.	Var : Brignoles	
Rose de Bourgogne	Rose orange tendre uni avec ramages plus ou moins accentués. Bathonien.	Côte d'Or : Prémeaux	
<i>Gris :</i>			
Brèche Orientale Espira	Brèche foncée à cailloutis noir, gris, blanc et violet. Crétacé inférieur.	Pyrénées orientales	
Boisjourdan	Gris foncé avec veines et taches rouge brique et violacées. Carbonifère.	Sarthe	
Paloma	Gris clair ramagé de coquilles allongées gris foncé. Crétacé - Urgonien.	Pyrénées (Arudy)	
Ste. Anne des Pyrénées	Gris bleuté très foncé avec rubans ou veines noirâtres. Crétacé - Urgonien.	Pyrénées (Arudy)	
Grand Antique des Pyrénées	Noir brillant avec grandes taches blanc pur. Crétacé inférieur - Urgonien.	Ariège : Saint Girons	
Grand Antique d'Hestrud	Noir brillant avec taches grises et fortement flammé de blanc. Dévonien moyen.	Nord	54, Marché aux Poulets
<i>Vert :</i>			
Campan vert	Blanc verdâtre clair fouetté de veines en réseau de vert foncé et quelques veines blanches. Dévonien supérieur.	Hautes Pyrénées	
Campan mélangé	Forme de blanc, de vert, de rose et de rouge foncé, veinage vert et blanc. Dévonien supérieur.	Hautes Pyrénées	Grands Magasins de la Bourse
Vert d'Estours	Blanc verdâtre clair, fouetté de veines vert foncé et noirâtres. Dévonien supérieur ou Carbonifère.	Ariège	Entrée Nopri
<i>Blancs :</i>			
MARBRES D'ITALIE			
Blanc de Carrare	Calcaire cristallin saccharoïde. Syst. Triasique (*). Blanc unicolore, moucheté ou veiné ou ombragé.	Carrare et Massa Seravezza	
Blanc P.	id. — Blanc pur laiteux, unicolore, très froid.	Massa Seravezza	
Blanc statuaire	id. — Blanc ivoire, unicolore, statuaire.	Massa Seravezza	
Arabescato	id. — Blanc statuaire avec ramages grisâtres.	Massa Seravezza	Le Pré fleuri.
Piastraccia	id. — Blanc statuaire avec ramages verdâtres.	Massa Seravezza	
Calacata	id. — Blanc statuaire avec légers nuages grisâtres.	Carrare et Massa	
Veiné Croccichio	id. — Fond très blanc avec veines ramagées tantôt verdâtres, tantôt grises.	Seravezza	
Brèche violette de Stazzema	Même âge. Calcaire cristallin bréchique. Blanc crème rosé avec cailloutis rouge foncé, rosé, violacé, verdâtre et jaunâtre.	Seravezza et Stazzema	
(*) L'âge des marbres de la région de Carrare est compris entre le Muschelkalk et le Charmouthien (Lias).			

TABLEAU 2 (suite)

Dénomination commerciale	Description et structure	Région d'exploitation	Exemples d'application
<i>Beiges :</i>			
Botticino	Teinte grège unicolore avec quelques veines brun clair. Lias inférieur.	Lombardie	21, rue des Fripiers
Travertin romain	Calcaire lacustre — Travertin : Quaternaire. Beige clair unicolore avec quelques rubans plus foncés. Structure alvéolaire.	Tivoli	49, Marché aux Poulets, Vanderborcht, rue de l'Ecuyer
Stalattite	Brun foncé totalement rubané ou brun clair rappelant le bois de cèdre ou de Sycomore. (Filon).	Carso	
<i>Jaune :</i>			
Jaune de Sienna uni	Jaune clair ou foncé avec reflet blanc nacré. Lias.	Sienna	82, Marché aux Poulets
Jaune de Sienna brocatelle	Jaune foncé parsemé de veines violettes et taches blanc nacré. Lias.	Sienna	
<i>Rouge-violet :</i>			
Rouge de Vérone	Rouge brun pommelé de parties plus claires. Jurassique supérieur.	Vérone	13, rue des Fripiers : balcon
Levanto	Rouge violet avec taches et veines vertes, blanches et violacées. Roche serpentineuse.	Ligurie	
Brèche Médicis	Calcaire bréchique. Violacé avec fortes veines et taches blanches et violet foncé. Age voir m blanc de Carrare.	Seravezza	
<i>Noir :</i>			
Portor	Calcaire stratifié. Noir, parsemé de veines dorées grossièrement parallèles à la stratification. Rhétien.	La Spezzia	
<i>Bleus :</i>			
Bleu turquin	Calcaire cristallin saccharoïde — Triasique (*). Gris bleuté foncé et clair avec veines foncées et taches blanchâtres.	Carrare et Massa	62, Marché aux Poulets, Adola, rue des Fripiers
Bleu fleuri	id. — Bleu plus ou moins clair avec beau fin ramage noir.	Seravezza	47, rue des Fripiers
<i>Verts :</i>			
Vert des Alpes	Calcaire bréchique vert foncé parsemé de veines vert clair cristallines. C'est une serpentine.	Vallée d'Aoste	Charcuterie de la Bourse
Vert italien	Grande diversité de vert allant du clair au foncé. Marbre serpentineux.	Gènes et Vallée d'Aoste, Provinces Cuneo, Torino et Alessandria	16-18, Bd Maurice Lemonnier
Vert St. Denis	Marbre vert veiné de blanc avec parties vert très foncé. Serpentine.	Province d'Aoste	
<i>Gris :</i>			
Gris d'Orient		Nord de l'Italie	49, Bd Lemonnier & 40, rue de l'Ecuyer
MARBRES D'ALLEMAGNE			
Rose de Bavière	Rose tendre et rose vif chamarré de veines vertes entrelacées. Dévonien.	Bavière	
MARBRES DE ROUMANIE			
Rose de Roumanie	Rose vif avec fines veines brunes, chamarré de brun foncé et clair.	Roumanie : Monca-sa	
(*) Voir remarque pour marbre de Carrare.			

TABLEAU 2 (suite)

Dénomination commerciale	Description et structure	Région d'exploitation	Exemples d'application
	MARBRES DE TCHECOSLOVAQUIE		
Travertin doré	Calcaire lacustre alvéolaire — Quaternaire Jaune foncé avec beaux rubans ondulés bruns.	Tchécoslovaquie	74, Marché aux Poulets, 18, rue des Fripiers
	MARBRES DE NORVEGE		
Labrador vert nacré	Vert très foncé, avec innombrables coquilles à reflet nacré. C'est une Syénite.	Larvik	
Labrodor bleu nacré	Bleu clair avec nombreuses coquilles à reflet nacré. C'est une Syénite.	Larvik	
	MARBRES DE YUGOSLAVIE		
Bianco del Mare	Blanc crème saupoudré de nombreux points bruns. Crétacé.	Istrie	
San Stefano	Gris mastic parsemé de petits points gris brun foncé. Crétacé.	Istrie	
Bleu jaune Caucasiens	Brèche. Jaune doré avec cailloutis jaunes, blancs, bleus, gris clair et foncé.	Yougoslavie (région Zagreb)	
	MARBRES DE SUEDE		
Vert de Suède	Vert clair avec rubans blancs cristallins, vert foncé et gris foncé. Silurien.	Suède, Kolmården	51 & 53, Bd. Maurice Lemonnier Cubex, rue de l'Ecuyer Rue Grétry
	MARBRES D'ESPAGNE		
Grand Antique de Biscaye	Noir grisâtre avec veines et flammes blanches. Crétacé inférieur — Urgonien.	Marquina (Guipuzcoa)	Taylor, rue de l'Ecuyer
	MARBRES DE GRECE		
Vert de Tinos	Serpentine. Vert avec veines de calcité blanche.	Ile de Tinos	12, Bd. M. Lemonnier 84, Marché aux Poulets 49, rue de l'Ecuyer
Vert antique	Brèche serpentineuse. Vert, blanc et vert noirâtre.	Thessalie	Liétard, 40, rue de l'Ecuyer (Lambris : escalier)
	MARBRES DE PORTUGAL		
<i>Roses :</i>			
Réséda Portugal			49, Marché aux Poulets
Rose aurore nuageux	Rose tendre unicolore avec nuages légèrement saumonés. Silurien.	Villa Viçosa	
Rose aurore veiné	Rose tendre avec veines et taches rosées rose-vif ou brunâtres ou verdâtres ou grisâtres. Silurien.	Villa Viçosa	57, rue des Fripiers
Rose du Mont	Rose saumoné vif unicolore. Silurien.	Villa Viçosa	
Rose perlé	Rose saumon vif unicolore panaché de rose foncé.	Pero Pinheiro	
Rose perlé nuageux	Rose brun fortement rubané de brun foncé et saumon clair. Crétacé.	Pero Pinheiro	
Liroz à chaînettes	Beige et rose avec nombreuses veinules brun clair et violacé. Crétacé.	Pero Pinheiro	Godiva, rue Grétry
Almiscado	Rose violacé ramagé de violet plus foncé et coquilles claires. Crétacé.	Pero Pinheiro	
Morelena	Rose saumoné avec coquilles d'huitres blanches et gris clair. Crétacé.	Pero Pinheiro	

TABLEAU 2 (suite et fin)

Dénomination commerciale	Description et structure	Région d'exploitation	Exemples d'application
St. Vincent	Beige rosé avec grandes coquilles violacées. Crétacé.	Pero Pinheiro	
Incarnat	Rose vif saumoné avec parties plus foncées et grandes coquilles cristallines. Crétacé.	Pero Pinheiro	
<i>Bleus :</i>			
Bleu du Portugal	Bleuté avec rubans blancs et gris-bleuté foncé. Silurien.	Villa Viçosa	
<i>Onyx :</i>	MARBRES D'AFRIQUE DU NORD		
Onyx doré rubané	Jaune doré avec rubans ambrés clairs et foncés, légèrement ondulés, translucides, filon dans le Crétacé.	Algérie - Ain Smara Dép. Constantine	Grand Bazar
Onyx doré nuageux	Jaune doré pommelé de grandes auréoles ambre clair et foncé, translucide.	Algérie - Ain Smara	
Onyx rouge et Bayadère	Rouge vin avec rubans jaunes dorés ou blancs cristallins, filons.	Algérie - région de Sidi Bel Abbes, Bon-Hanifia et Tarnana	
Onyx divers	Vers, bruns, blanc, filons.	Algérie, Maroc, Tunisie	
<i>Gris :</i>			
Ognika	Gris foncé avec taches gris clair et légères veines bleutées. Dévonien moyen.	Maroc - entre Casablanca et Rabat	
Gris antique du Maroc	Gris moyen avec veinage et parties plus foncées. Dévonien moyen.	Maroc - entre Casablanca et Rabat	
<i>Beiges :</i>			
Travertin marocain	Jaune doré, moucheté de points bruns et gris foncé. Ce n'est pas un travertin mais un calcaire organo-détritique marin. Quaternaire.	Maroc - région de Casablanca	
<i>Bruns :</i>			
Lido	Brun gris clair strié de nombreuses veines brun noirâtre.	Maroc	
Skyros marocain	Brèche multicolore.		16, rue des Fripiers

PUBLICATIONS DE CARL CAMERMAN

1885-1958

Président de la Société belge de Géologie,
de paléontologie et d'hydrologie en 1943-1944.

1946. — Attribution du prix « A. WETREMS » (19^e période 1944-1945) pour son mémoire « La pierre de Tournai. Son gisement, sa structure et ses propriétés, son emploi actuel ». — Bull. Cl. Sciences Acad. Sciences Acad. R. Belg.) — Bruxelles, 1945, 5^e Sér. T. 31, n° 12, p. 608.

1919. — Le gisement calcaire et l'industrie Chaufournière du Tournaisis. — (Revue Universelle des Mines). — Liège, 1919, 6^e Série, T.I, n° 2-3, pp. 371-431, 7 pl.

1922. — Compte rendu de l'excursion du 14 juillet 1921, dans le calcaire carbonifère du Tournaisis. — (Bull. de la Soc. Belge de Géol.) — Bruxelles, 1922, T.XXXI (1921) pp. 220-227.

1927. — Note sur le prolongement occidental de la faille de Gaurain-Ramecroix. — (Bull. Soc. belge Géol.). — Bruxelles, T. 37, 1927, pp. 12-16, 1 coupe.

1930. — Sur quelques sondages récents forés dans les carrières de calcaire carbonifère du Tournaisis. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, T. 39, 1929, fasc. I, pp. 41-48.

1931. — Sur une formation manganésifère d'une terrasse de la Meuse traversée par le creusement du canal Albert. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, T. 41, 1931, fasc.2, pp. 140.

1932. — Les tendances actuelles dans l'essai des peintures. — (Bull. Techn. de l'Ass. des Ing. Ec. Polyt.). — Bruxelles n° 5, 1932, p. 144.

1932. — Un cas intéressant dans l'expansion des mortiers. — (Bull. Techn. de l'Ass. des Ing. Ec. Polyt.). Bruxelles n° 5, 1932, p. 154.

1933. — La protection des constructions métalliques contre la rouille. — L'ossature métallique n° 4-1933.
1936. — L'expérimentation des peintures destinées à préserver le fer de la rouille. — Standards n° 4, 3^e année 1936.
1940. — Données sur la constitution chimique des argiles belges. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, T. 49 (1939), fasc. 1 et 2, pp. 80-114.
1940. — Les pierres de taille du Tournaisis. — (Annales Travaux publics de Belgique). — Bruxelles, 1940, 2^e série, T. XLI, 4^e fasc., pp. 443-456.
1942. — Le Dinantien du Hainaut occidental. — (Bull. Soc. belge de géologie ... etc.). — Bruxelles, T. 50 (1940-1941), pp. 107-138, bibliogr.
1942. — Le puits de la Chromerie Vanderveken à Tournai. — Bull. Soc. belge de Géologie ... etc.). — Bruxelles, T. 50 (1940-1941), pp. 63-72, 1 fg.
1943. — Eloge funèbre de M.X. STAINIER, 1865-1943. — (Bull. Soc. belge de géologie). — Bruxelles, 1943, T. 52 fasc. I, pp. 122-123.
1943. — Excursion du 1^{er} mai au Palais de Justice de Bruxelles sous la direction de M.C. Camerman. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1943, T. 52, fasc. I, pp. 137-142.
1943. — Les puits de la sucrerie de Barry-Maulde. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, T. 51, 1942, pp. 92-95.
1943. — Les puits de la « La Lactilite » à Tournai, de la brasserie Saint-Joseph à Gaurain-Ramecroix et de la briqueterie de Wissem pierre à Saint-Maur-lez-Tournai (2^{me} note). — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1943, T. 52, fasc. I, pp. 172-178, 2 fg.
1943. — L'état actuel de la stratigraphie du Dinantien du Tournaisis. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1943, T. 52, fasc. I, pp. 132-136, 1 schéma.
1944. — La Pierre de Tournai. Son gisement, sa structure et ses propriétés; son emploi actuel. — (Mém. Soc. belge de Géol., etc.). — Bruxelles, 1944, Nouv. Série, In 4^e, n° 1, 86 pp, 2 pl. (1 carte des carrières).
1945. — Assemblée générale ordinaire du 16 janvier 1945. Rapport du Président. — (Bull. Soc. belge de Géol. etc...). — Bruxelles, 1945, T. 54, fasc. 1-2, pp. 1-2.
1945. — Eloge funèbre de A. HANKAR-URBAN 1860-1945. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1945, T. 54, fasc. 3, pp. 169-170.
1945. — Excursion du 24 juin 1945, ayant pour objet l'étude des pierres de nos monuments. — (Bull. Soc. belge de Géol. etc...). — Bruxelles, 1945, T. 54, fasc. 1-2, pp. 133-139, 3 fg.
1945. — La lithologie et la gélivité du calcaire de Tournai. (Communication). — (Bull. Soc. belge de Géol. ... etc.). — Bruxelles, T. 53, 1944, fasc. 1-2, pp. 77.
1945. — Présentation d'un échantillon de calcaire découvert dans la grande carrière Brison à Seilles (Andenne), à un niveau qui est sensiblement celui de la Grande Brèche V3d. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1945, T. 54, fasc. 3, pp. 194.
1946. — Composition d'une eau à forte salure du terrain houiller du Couchant de Mons. — (Bull. Soc. belge de Géol. etc.). — Bruxelles, 1946, T. 55, fasc. I, pp. 128-130.
1946. — Phénomènes de sulfatation dans des maçonneries en briques de Boom. — (Annales Trav. Publics Belgique). — Bruxelles, 1946, T. 47, 99^e an. 4^e fasc., pp. 381-412, 6 fg. — Bruxelles, 1946, T. 47, 99^e an. 5^e fasc. pp. 575-600, 12 fg.
1947. — Quelques mots au sujet de la protection du fer contre la corrosion. — Revue Ec. Polyt. U.L.B., 1947, n° 1.
1947. — Rapport sur la question des Efflorescences des maçonneries. — (C.O.B.E.A. 4^e Rapport Annuel 1945-46). — Bruxelles, 1947, pp. 159-163).
1948. — L'altération des pierres de taille par les fumées. — (La Construction). — Bruxelles, 1948, 4^e année, n° 30, pp. 525-527.
1948. — Les méfaits des sulfates dans la construction. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1948, T. 57, fasc. I, pp. 10-11.
1948. — Les puits de la Tannerie de Warchin et de la Fabrique de Colles et Gelatines à Tournai. La structure du massif de Warchin. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1948, T. 57, fasc. 2, pp. 366-374, 1 pl.
1948. — Les Roches calcaires de la Belgique. Système Eocène. Etage Lédien. — (Congrès 1947 Centenaire A.I.Lg.). — Liège, 1948 (Sec. : Géologie), pp. 323-324.
1948. — Les Roches calcaires de la Belgique. — Système Eocène — Etage Lutétien. — (Congrès 1947 Centenaire A.I.Lg.). Liège, 1948 (Sect. : géologie), pp. 324-326, 1 fg.
1948. — Les Roches calcaires de la Belgique. Usages des Roches Calcaires. — Congrès 1947, Centenaire A.I.Lg.). — Liège, 1948 (Sect. : géologie), pp. 317-322.
1948. — Les Roches calcaires de la Belgique. Les calcaires du Tournaisis. — (Congrès 1947 Centenaire A.I.Lg.). — Liège, 1948 (Sect. : géologie), pp. 349-353, 3 fg.
1948. — Portland Stone. — Bruxelles, 1948, 18 pp.
1948. — Sur les cas d'altération des pierres de taille par les fumées. — (Ann. Inst. Techn. Bat. & Trav. Publics). — Paris, 1948, N. Ser., n° 14, 19 pp., 14 fg.
1948. — Les efflorescences attribuables aux liants hydrauliques. — (Ass. Belge Etude et Emploi Mat.). — Séance du 24 nov. 1948.
1949. — Compte rendu de l'excursion du jeudi 21 avril, à Bruxelles. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1949, T. 58, fasc. I, pp. 153-156.
1949. — Efflorescences et cristallisations dans les Maçonneries. — (Bull. Soc. franc. Céramique). — Paris, 1949, n° 2, pp. 12-23, 9 fg., et bibliographie.
1949. — La Brique (Brickx and modern research) by B. Butterworth. — *Traduction*. — Bruxelles, 1949, 8^e cavalier, 140 pp., 39 fg., 13 pl.
1949. — Les efflorescences attribuables aux liants hydrauliques. (Silicates Industriels — Verre). — Bruxelles, 1949, T. XIV, n° 1, pp. 5-9, 6 fg. — Bruxelles 1949, T. XIV, n° 2, pp. 26-28, fg. 7-8. — Bruxelles, 1949, T. XIV, n° 3, pp. 51-54, fg. 9-10. — Bruxelles, 1949, T. XIV, n° 4, pp. 75-79, fg. 11-15. — Bruxelles, 1949, T. XIV, n° 5, pp. 95-97, fg. 16.
1949. — Les efflorescences dans la maçonnerie; l'Influence des liants hydrauliques. — (Ann. Trav. Publics Belgique). — Bruxelles 1949, T.L., 2^e fasc., pp. 133-142, 3 photos. — Bruxelles, 1949, T.L., 3^e fasc., pp. 286-302, 8 photos.
1949. — Un aspect de la collaboration du chimiste à l'activité de l'Ingénieur Civil des Constructions. La défense contre les méfaits de l'ion SO₄. — (Bull. Centre Et Recherches Essais Scient.). — Bruxelles, 1949, T. IV, 34 pp., 16 fg.
1950. — Commentaires au sujet du relief du socle paléozoïque dans le Brabant oriental et la Hesbaye. — (Bull. Soc. belge

- de Géol.). — Bruxelles, 1950, T. 59, n° 1-2, pp. 61-74, 1 coupe, 2 pl. et Bibliographie.
1950. — Compte rendu de l'excursion du dimanche 30 avril 1950 dans la vallée du Train (Brabant oriental). — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1950, T. 59, n° 1-2, pp. 136-153, 5 fg.
1950. — Efflorescences et cristallisation dans les maçonneries. — *Analyse*. — (Silicates Industriels). — Bruxelles, 1950, T. XV, n° 3, pp. 64.
1950. — Le Problème des Efflorescences de la maçonnerie. — (Soc. Nat. des Habitations à Bon Marché).
1950. — Eloge funèbre de Paul Lambert (1869-1950). — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1950, T. 59, n° 1-2, pp. 9-10.
1950. — Excursion à Archennes, Grez-Doiceau, Vallée du Train et Gastuche 21 mai 1950. — (Les Naturalistes belges). — Bruxelles, 1950, T. 31, n° 11, pp. 206-209.
1950. — La Brique, par B. Butterworth. (*Traduction et compte rendu*). — (Bull. Soc. belge de Géol...). — Bruxelles, T. 58 (1949), fasc. 3, pp. 466.
1950. — Les ressources du sol belge en amendements calcaires. — (Publicat. de l'I.B.A.B.). — Jodoigne, 1950, n° 2, pp. 3-24, 7 photos, 1 carte.
1950. — Phénomène de sulfatation dans des maçonneries en briques de Boom. *Analyse*. — (Silicates Industriels). Bruxelles, 1950, T. XV, n° 3, pp. 64.
1950. — Rapport sur les Travaux de la Commission « Briques et Efflorescences ». — (5° et 6° Rapports Annuels COBEA). — Bruxelles, 1950, pp. 113-124.
1951. — Les pierres de taille calcaires. Leur comportement sous l'action des fumées. — (Annales Travaux Publics Belgique). — Bruxelles, 1951, T. 52, fasc. 1, pp. 9-42, 12 fg. — Bruxelles, 1951, T. 52, fasc. 2, pp. 243-263, 3 fg. — Bruxelles, 1951, T. 52, fasc. 3, pp. 509-532, fg. 16-22. — Bruxelles, 1951, T. 52, fasc. 4, pp. 601-635, fg. 23-32. — Bruxelles, 1951, T. 52, fasc. 5, pp. 829-857, fg. 33-40. — Bruxelles, 1951, T. 52, fasc. 6, pp. 1019-1042, fg. 41-44.
1952. — Composition d'une eau à forte salure du bassin houiller de Charleroi. — (Bull. Soc. Belge de Géol., Pal. Hydr.). — Bruxelles, T. 60 (1951), fasc. 3, pp. 361-364, 1 pl.
1952. — Les Pierres de taille calcaires. Leur comportement sous l'action des fumées. (6^{ème} suite et fin). — (Ann. Trav. Publ. Belgique). — Bruxelles, 1952, 105^e ann., T. 53, fasc. 1, pp. 57-80, 45 fg., et bibliographie.
1952. — Présentation d'échantillons d'Oolithes. — (Bull. Soc. belge et Géol.). — Bruxelles, T. 61 (1952), fasc. 1, pp. 9-12, 2 fg.
1952. — Silicate Analysis, par A.W. Groves. — *Compte-rendu*. — (Bull. Soc. belge de Géol., Pal. Hydr.). — Bruxelles, T. 60 (1951), fasc. 3, pp. 419-420.
1953. — Classification géologique des briques belges. — (Silicates Industriels). — Bruxelles, 1953, T. 18, n° 8, pp. 313-320, 2 cartes.
1954. — La gélivité des matériaux pierreux (Errata). — (Bull. Soc. belge de Géol., Pal., etc...). — Bruxelles, T. 62 (1953), pp. 249, 1 fg.
1953. — La gélivité des matériaux pierreux. Avec discussion par P. Dumon. — (Bull. Soc. belge de Géol., Pal., Hydr.). — Bruxelles, T. 62, (1953), fasc. 1, pp. 17-34, 12 fg.
1954. — Affaissements dus à d'anciennes exploitations de calcaire lédien dans les terrains du Solbosch à Bruxelles. — (Bull. Soc. belge de Géol...). — Bruxelles, 1954, T. 63, fasc. 2, pp. 189-192, 2 fg.
1954. — Le Grès de Larochette. — (Ann. Trav. Publics). — Bruxelles, 1954, T. 55, fasc. 3, pp. 339-352, 8 photos.
1954. — Le Petit Granit. Sa constitution, ses gisements, ses propriétés. — (Fédération Ind. Petit Granit). — Bruxelles, 1954, 9 pp. 9 fg.
1955. — La géologie des marbres belges. — Chambre de Commerce de Bruxelles). — Bruxelles, 1955, 72^e an., n° 23, p. 519.
1955. — La Brique du Littoral. — (Minist. Travaux Publics). — Bruxelles, 1955, 4^e, 70 pp., 19 fg.
1955. — Le sous-sol de Bruxelles et ses anciennes carrières souterraines. — (Ann. Trav. Publ. Belgique). — Bruxelles, 1955, n° 2, pp. 6-28, 8 fg. — Bruxelles, 1955, n° 3, pp. 51-55, fg. 9-26.
1955. — Une richesse de la Belgique : Les Marbres. (Industrie). — Bruxelles, 1955, 9^e année, n° 7, pp. 446-448, 3 fg., 1 carte.
1956. — Eloge funèbre de Mr. René Cambier 1878-1956. — (Bull. Soc. belge de Géol., Paléontol. et Hydrol.). — Bruxelles, 1956, T. 65, fasc. 3, pp. 447-461.
1957. — Les porphyres de Quenast, Lessines et Bierghes. Aperçu géologique. — (Industrie). — Bruxelles, 1957, 11^{ème} année, n° 3, pp. 139-142, 2 fg.
1957. — Description et emploi en Belgique et aux Pays-Bas des Pierres Blanches Françaises. — Bruxelles, 1957, 92 pp., 27 fg.
1957. — Encore les anciennes carrières souterraines de Bruxelles. Comparaison avec les anciennes carrières de Paris. — (Ann. Trav. Publ. Belgique). — Bruxelles, 1957, n° 4, pp. 63-71, 3 fg.
1957. — Les pierres de taille extraites dans les carrières de Grossenbusch à Differdange et de Weinkaul à Rumelange. — (Ann. Trav. publics de Belgique). — Bruxelles, 1957, n° 1, p. 70-72, p. 447.
1958. — Les briques de limons et de schistes. — (Ministère Trav. Publics). — Bruxelles, 1958, 50 pp., 18 fg.
- CAMERMAN C. & BAEYAERT G.
1950. — La brique de Boom. — (Soc. Nat. Hab. Logements Bon Marché). — Bruxelles, 1950, série Ser. n° 1, 29 pp., 59 fg., 1 carte.
- CAMERMAN C. & BAUDET J.
1939. — Sur un amas important de pyrite rencontré dans le calcaire dinantien à Gaurain-Ramecroix. — (Bull. Soc. belge de Géol., Paléont... etc.). — Bruxelles, T. 48, 1938, fasc. 3, pp. 589-93, 1 fg.
- CAMERMAN C. & BAUDET J.
1942. — Un amas d'anthracite dans le Dinantien du Tournaisien. — (Bull. Soc. belge de Géol... etc.). — Bruxelles, T. 50, (1940-1941), pp. 101.
- CAMERMAN C. & DELECOURT J.
1942. — Le puits de la briqueterie de Wissem pierre à Saint-Maur-lez-Tournai. — (Bull. Soc. belge de Géol...). — Bruxelles, (T. 50), (1940-1941), pp. 203-206.

CAMERMAN C. & DUMON P.

1948. — Les Roches Calcaires de la Belgique. Système Dévonien. — (Congrès 1947 Centenaire A.I.Lg). — Liège, 1948 (Sect. : géologie), pp. 372-381, 3 fg.

CAMERMAN C. & GUILLEAUME CH.

1948. — Les Roches calcaires de la Belgique. Système Jurassique. — Congrès 1947 Centenaire A.I.Lg). — Liège, 1948, (Sect. : géologie), pp. 344-349.

CAMERMAN C. & HALET F.

1922. — La Géologie des matériaux de construction extraits du sol belge — Exc. A. 5. — (Livret-guide XIII^e Ses. Congr. Géol. Int. Belgique 1922). — Liège, 1922, excursion A. 5, 60 pp., fig. I-X, éch. stratig. calcaire Tournai & esquisse géol. des régions parcourues.

CAMERMAN C. & HALET F.

1926. — Géologie des matériaux de construction — Excursion A. 5. — (C.R. XIII^e Sess. Congr. Géol. Int. Belgique 1922). — Liège, 1922-1926, fasc. 3, pp. 1742-1746.

CAMERMAN C., LECLERCQ & BOURGUIGNON P.

1948. — Les Roches Calcaires de la Belgique. Synclitorium de Dinant. — (Congrès 1947 Centenaire A.I.Lg). — Liège, 1948 (Sect. : géologie), pp. 357-370, 1 fg.

CAMERMAN C. & LEGRAND R.

1948. — Les Roches Calcaires de la Belgique. Petit Granit du Hainaut. — (Congrès 1947, Centenaire A.I.Lg). — Liège, 1948 (Sect. : géologie), pp. 354-359, 3 fg.

CAMERMAN C. & MORTELMANS G.

1936. — Compte-rendu de l'Excursion du samedi 23 mai 1936, sous la direction de MM. C. Camerman et G. Mortelmans : Quelques points nouveaux de la tectonique du Tournaisis. — (Bull. Soc. belge de Géol.). — Bruxelles, 1936, T. 46, fasc. 2, pp. 260-272, 6 fg., pl. VII-VIII.

CAMERMAN C. & VERBEECK A.A.

1950. — La brique de Campine. — (Soc. Nat. Hab. et Log. à Bon Marché). — Bruxelles, 1950, série, Ser n° 3, 26 pp., 65 fg.

SAMENVATTING :

Zoals reeds in het bericht vanwege de Redactie op bladzijde 322 aangegeven, gaat aan de bijdrage zelf van wijlen C. CAMERMAN de tekst vooraf van de rouwhulde die hem door één van zijn vrienden, de heer Dokter in de Wetenschappen J. de ROUBAIX, op 16 december 1958 werd gebracht.

Spreker herinnerde hierin aan de schitterende en welgevulde loopbaan van de afgestorvene, aan zijn verheven hoedanigheden als mens, als geoloog en als expert in natuurlijke en andere bouwstenen, en legde in het bijzonder de nadruk op de gemoedelijke eenvoud en de uiterste bescheidenheid van de geleerde, niettegenstaande zijn uitgebreide en onbesproken kennis en ervaring op dit gebied.

Daarna komt de verhandeling van wijlen C. CAMERMAN zelf, met als onderwerp :

DE NATUURSTEEN IN HET BOUWBEDRIJF

In de inleiding tot zijn uiteenzetting vestigt steller om te beginnen de aandacht op het verschil tussen de natuurstenen, — als natuurlijke produkten die men moet nemen zoals ze zijn, — en andere, betrekkelijk homogene materialen zoals metaal, beton, enz., aan welke men bepaalde en weinig uiteenlopende weerstanden kan geven; dit brengt de zuiver wiskundig opgeleide ingenieur wel eens in de war.

De gewone opvattingen van de ingenieur en de gebruikelijke theorieën van de weerstand der materialen

zijn nochtans toepasselijk op talrijke, harde steensoorten die vooral in aanmerking komen voor kunstwerken zoals bruggen, sluizen, enz. Voor de aanwending in de bouwkunst, moet het probleem echter in een gans andere geest worden beschouwd.

Hier gaat het inderdaad niet zo zeer om weerstandsvermogen, porositeit en dergelijke, doch dient bovendien aandacht geschonken aan andere aspecten zoals het gemak waarmede de steen kan behakt worden, zijn gedraging ten opzichte van de weersinvloeden, het

esthetisch oogpunt en het uitzicht dat de steen na verloop van tijd verwerft.

Bovendien zijn de laboratoriumproeven hier dikwijls ontgoochelend en lichten zij niet altijd behoorlijk in nopens het vermoedelijk gedrag van de steen in de bouwwerken zelf. De werkelijke hoedanigheden van bepaalde steensoorten zullen dan ook meermaals slechts op empirische wijze, en aan de hand van hun gedraging in oudere monumenten en gebouwen kunnen worden vastgesteld.

Dit is de reden waarom steller het nuttig heeft gevonden om, zijn hele verhandeling door, voorbeelden aan te halen van gekende bouwwerken die met de achtereenvolgens beschouwde steensoorten werden uitgevoerd. Aan de architect en de ingenieur, die in een bepaalde steensoort belang stellen, wordt aldus de mogelijkheid geboden om persoonlijk de gedraging van deze steensoort na verloop van tijd na te gaan, in verschillende omstandigheden van atmosfeer, blootstelling en agressieve invloeden. De uiteenzetting verwerft hierdoor een bijzonder levendig karakter.

De studie van de natuurlijke bouwstenen vertoont ten andere twee, duidelijk van elkaar gescheiden aspecten :

- 1 — de basisprincipes in verband met de essentiële samenstelling van de gesteenten, hun eigenschappen, hun verwerking, hun gedrag in het bouwwerk;*
- 2 — de uitgebreide nomenclatuur van de bouwstenen, met de aanduiding van de plaats waar zij gewonnen worden, van hun geologische vorming en van hun kenmerkende eigenschappen. Het is hier dat het aanhalen van de talrijke toepassingsvoorbeelden in bestaande constructies zijn volle waarde biedt.*

Voor bijkomende inlichtingen, kan men zich trouwens steeds wenden tot de Geologische Dienst, Jennerstraat, 13, te Brussel.

Het eerste hoofdstuk van de verhandeling is daarna gewijd aan de beschrijving van de voornaamste categorieën van stenen die in het bouwbedrijf gebruikt worden, waarbij een hoofdzakelijk onderscheid wordt gemaakt tussen de gesteenten van vulkanische oorsprong en de afzetgesteenten.

Vermelden wij, onder de eerste, deze met graniet- en deze met porfier-textuur, en onder de tweede, de zand-

stenen, de leigesteenten en de kalkgesteenten die in ons land zo veel worden gebruikt. Aan deze laatste wordt dan ook gans in het bijzonder en uitvoerig aandacht geschonken, o.m. op grond van hun verdeling in witte en in blauwe steen, terwijl ook enkele Franse en Engelse kalksteensoorten worden vermeld.

In het tweede hoofdstuk handelt steller daarna over het delven en het splijten van het gesteente, en over het belang van deze nijverheid in ons land. Terloops worden enkele aanduidingen verstrekt aangaande het opslaan van de gewonnen stenen, met het oog op de bescherming tegen de vorst.

Het derde hoofdstuk is gewijd aan het bewerken van het gesteente en verstrekt talrijke aanduidingen nopens de wijzen waarop de stenen behakt worden, met de hiervoor gebruikte werktuigen.

In het vierde hoofdstuk wordt gehandeld over de eigenschappen van de bouwstenen en de proeven die op hen worden uitgevoerd : mechanische proeven zoals deze voor het bepalen van de drukvastheid, de weerstand tegen afslijting, de vergelijkende moeilijkheden van bewerking; fysische proeven voor het onderzoek naar de schijnbare dichtheid, de porositeit, de capillariteit en de vriesbarstigheid. Zeer interessante en nuttige gegevens worden in dit verband aangehaald, terwijl uit de ganse studie onmiddellijk bruikbare conclusies worden getrokken.

Ook aan de mogelijke gebreken van de stenen wordt hierbij aandacht geschonken, alsmede aan de zelfbescherming van de kalkgesteenten, hun rationeel gebruik in een gebouw, hun ontarding door de inwerking van de rookuitwasemingen, en het onderhoud van de monumenten en de gevels van natuursteen.

Het vijfde en laatste hoofdstuk is ten slotte gewijd aan de zogenoemde «marmers», waarmede deze gesteenten bedoeld worden die zich gemakkelijk laten gladschuren en zodoende een decoratief aspect verkrijgen. België is, op dit gebied, één der voornaamste producenten van de wereld.

De bewerking van het marmer wordt bondig beschreven, en talrijke tabellen lichten de lezer in omtrent de oorsprong en de bijzonderste kenmerken van de voornaamste marmersoorten, die in ons land ontgonnen en gebruikt worden.

De bijdrage sluit, zoals reeds vroeger vermeld, met de lijst van de studies en de werken die steller tijdens zijn welgevulde loopbaan in het licht heeft gegeven.