

Des matériaux



Des modes constructifs



Des styles



Des usages



La pierre dans le bâti ancien

Dossier pédagogique enseignant
Parcours en autonomie collège

Dans le cadre des Journées de l'Antiquité proposée par l'Association pour les Journées de l'Antiquité en partenariat avec l'Association des Professeurs de Latin et de Grec des pays de la Loire, une semaine d'initiatives consacrée aux roches et minéraux dans la ville sur différents lieux culturels de Nantes est organisée en direction des élèves de collèges de Loire-Atlantique du 11 au 15 avril 2011.

La Direction du Patrimoine et de l'Archéologie s'est associée à cette initiative en proposant un parcours en autonomie dans Nantes, « Sur les traces des matériaux qui ont fait la ville ». De la roche « matière » à la pierre « structure », comment les minéraux ont-ils été utilisés par les hommes pour construire la ville? D'où proviennent ces pierres ? Quelles roches ont-elles été employées ? Et pour quel usage ?

Partez avec vos élèves à la découverte des modes constructifs des immeubles et monuments nantais. Observez leur décor. Un parcours à travers les siècles pour comprendre

La pierre dans le bâti ancien



Des matériaux

La roche

D'une façon générale, on appelle roche tout matériau constitutif de l'écorce terrestre.

Les roches se présentent sous une grande diversité d'aspect :

- compacte et dure comme les granites ou de nombreux calcaires
- tendre ou friable comme l'argile sèche ou la craie
- liquides comme la lave d'un volcan
- d'une densité très faible comme la pierre ponce qui flotte sur l'eau...

Cependant, les roches correspondent toujours à des assemblages de minéraux, chaque minéral ayant une formule chimique bien précise (calcite CaCO_3 , silice SiO_2 ...).

Une roche peut être formée par un seul minéral comme les calcaires ou les marbres purs uniquement composés de calcite.

D'autres roches comme les granits sont composées d'un assemblage de plusieurs minéraux : quartz, feldspaths et micas.

—● Un peu de pétrographie

Les pétrographes classent les roches en fonction de leur origine et de leur composition :

- roches magmatiques ou éruptives
 - volcaniques
 - plutoniques
- roches sédimentaires
- roches métamorphiques.

Bien qu'elles soient très différentes de nature et d'aspect, il existe de nombreuses filiations entre les roches. Les roches naissent au dépend des autres dans un cycle permanent qui brasse la matière minérale à la surface et dans les couches les plus profondes de l'écorce terrestre.

Les roches sont le résultat de processus géologiques longs où se sont conjuguées des forces profondes (convection dans le manteau terrestre à l'origine entre autres du volcanisme), des forces tangentielles (forces tectoniques qui construisent les montagnes) et des forces de surface (érosion, transport et sédimentation).

- Roches magmatiques ou éruptives

Les roches magmatiques ou plutoniques, se forment à partir de la cristallisation de magmas, qui se refroidit, ou bien par la fusion plus ou moins importante d'une partie du manteau ou de la croûte terrestre (granit, gabbro).

Ces roches sont issues d'une cristallisation en profondeur, que les soulèvements tectoniques et l'érosion finissent par faire affleurer à la surface de la Terre.

Les roches volcaniques sont issues d'une cristallisation par refroidissement rapide en surface de la croûte terrestre.

Pour une même composition chimique et minérale, la roche est donc plutonique ou volcanique en fonction de sa condition de cristallisation.

- Roches sédimentaires

Les roches sédimentaires se forment à partir de l'accumulation des sédiments, graviers, grains, particules et dépôts de substances dissoutes (grès, conglomérats...), qui accumulées au fond des océans forment les calcaires. La précipitation du carbonate de calcium ou le dépôt en grande quantité dans les océans et les lacs d'organisme, tels que les mollusques ou les diatomées finissent par former des calcaires.

- Roches métamorphiques

Les roches métamorphiques sont des roches d'origine différente enfouies en profondeur se transformant sous l'action de la pression et de la température (schiste, micaschiste ou gneiss).

—● La pierre dans le bâti nantais

Depuis la nuit des temps, l'homme a utilisé les ressources naturelles locales procurées par son environnement. Par conséquent, l'architecture reflète très fortement jusqu'au XVIIe siècle l'identité géologique du lieu de construction.

- Des matériaux caractéristiques d'une région

Jusqu'au XVIII^e siècle, les pierres de construction sont issues de la région, excepté sur les édifices nobles civils ou religieux. L'utilisation des matériaux en présence dans un lieu engendre une forte identité architecturale. Les façades blanches de tuffeaux de la Ville de Nantes en sont l'expression.



Vue aérienne du centre ville de Nantes

Dès le XIX^e siècle, avec la révolution industrielle (développement des transports fluviaux et ferroviaires), de nouvelles pierres semi-fermes du Poitou-Charentes viennent concurrencer le tuffeau.

Au XX^e siècle, la création de nouveaux matériaux (béton) et les débuts de la standardisation (répétition de même gabarit), on assiste à l'uniformisation de l'architecture sur le territoire national.

- Origines des pierres du bâti nantais

Le granit

Le granit est utilisé soit en pierre de taille pour les soubassements, les escaliers.

Deux massifs granitiques importants, s'étendant sur les communes de Nantes (carrière de Miseri au pied de la Butte Sainte-Anne), Saint-Herblain, Orvault, Sautron, Vigneux de Bretagne et au-delà vers Saint-Etienne de Mont-luc, ont fourni le granit dans les constructions nantaises.

Le schiste

Les schistes ont été très largement exploités dans une multitude de carrières nantaises, pour faire des moellons bruts qui associés aux moellons de granit, constituent la majorité des murs de la Ville de Nantes.

Ces carrières ont aujourd'hui disparu. Néanmoins, nous pouvons encore en observer quelques témoignages de front de taille dans la Ville de Nantes. Parmi les carrières identifiées, nous pouvons citer les carrières : du Pont du Cens, du Petit Port, du Port Durand (rive gauche de l'Erdre face à la Jonelière), des Deux-Fours (vers le bd des Belges), de Barbin (entre la rue Paul Bellamy et la quai de Versailles), de la rue de la Poudrière (à proximité de la rue Préfet Bonnefoy), des Rodières.

Certaines pierres pouvaient aussi être importées comme les schistes de Nozay.

L'ardoise

L'ardoise appartient à la famille des schistes, dont elle se distingue par la qualité de son grain très fin et sa fissilité, c'est-à-dire la particularité de se débiter naturellement en feuillets minces suivant des plans parallèles. Sa production en plaques très fines fait qu'on peut l'utiliser en matériau de couverture.

Les bassins ardoisiers sont nombreux en France, dont celui d'Anjou le plus important. Le coût de l'extraction a conduit à la fermeture de la plupart des carrières.

L'ardoise connaît un grand essor dans l'architecture civile en France au Nord de la Loire, quand elle remplace le chaume en couverture aux XVII^e et XVIII^e siècle. La pose à l'ancienne est la pose au clou. A la fin XIX^e, la pose au crochet apparaît.

ORIGINE DES PIERRES DE CONSTRUCTION DANS LA REGION NANTAISE



credits photographiques:
fond de carte: www.best-globe.com
dessins maisons: Marie-Françoise pour art. Lullapop

Tuffeau
(calcaire tendre)

● Carrières de Sossais, Saint-Cyr en Bourg

Pierres de Poitou-Charente
(calcaire semi-dur et dur)

● Carrières de Sireuil, Tercé ou Lavoux

Schiste

● Carrières de Pontchâteau

Ardoise
(schiste ardoisier)

● Carrières de Nozay et de Trélazé

Granit

● Carrières d'Orvault, Campbon ou Lavau

Moyens de transport des pierres
(Moyen-âge - 18ème s.)

Le tuffeau

La pierre calcaire de tuffeau constitue incontestablement le matériau majeur du Val de Loire. Le mot tuffeau du grec *tophos* désigne une pierre friable. Le tuffeau du Val de Loire affleure sur les flancs des vallées de la Loire et de ses affluents. Formé il y a 87 millions d'années environ, le tuffeau de Touraine et d'Anjou porte différentes appellations : tuffeau de Saumur, de Bourré, de Poncé ou tuffeau blanc de Châtellerault.

Déjà développée à l'époque gallo-romaine, l'exploitation du tuffeau connaît un essor important au Moyen-Age, avec l'emploi massif dans les édifices religieux, puis à la Renaissance pour l'édification des châteaux de la Loire.

La production de tuffeau se développe le long de la Loire légèrement en amont de Blois jusqu'en Anjou, ainsi qu'à proximité de ses affluents : le Cher, l'Indre, la Vienne, la Creuse, le Loir, la Sarthe. Aussi, plusieurs variétés et qualités de tuffeau existent. Le tuffeau utilisé dans la région nantaise venait particulièrement de l'Anjou. Le tuffeau était alors acheminé par voie fluviale à l'aide de gabare (grande embarcation pour le transport de marchandise).

La façade occidentale XV^e de la Cathédrale Saint-Pierre Saint-Paul de Nantes témoigne de l'intérêt porté à ce matériau à grain fin, de belle teinte blanchâtre à beige-verdâtre, tendre et particulièrement facile à tailler.

Les pierres de Poitou-Charentes

Les calcaires semi-fermes de Poitou-Charentes comportent 3 grandes familles.

- Les calcaires oolithiques

Le calcaire oolithique est composé de petits grains sphériques (les oolithes) juxtaposés et cimentés entre eux. Mentionnons le Chauvigny, le Tercé, le Lavoux à grains (extraits à proximité de Poitiers), le Vilhonneur (extrait à environ 20 kms à l'Est de Poitiers).

- Les calcaires à grains fin ou très fins

Le Lavoux « fin », le Tervoux sont issus de la région de Poitiers.

Le Richemont, le Thénac, la Crazanne (qui n'est plus exploité aujourd'hui) sont issus de Charente-Maritime.

- Les calcaires grenus

Parmi ces calcaires à gros grains, blancs ou jaunes, plus ou moins alvéolaires, nous pouvons citer : le Sireuil et le Saint-Même (extraits en Charente) et le Saint-Savinien (extrait en Charentes-Maritimes aux environs de Saintes).

Jusqu'au début XIX^e siècle, excepté sur les édifices nobles, les pierres calcaires semi-fermes étaient utilisées ponctuellement en pierre de rejaillissement, bandeau, rez-de-chaussée/entresol. Au cours du XIX^e siècle, ces pierres peuvent être utilisées sur l'ensemble du parement.

- Différents gabarits de pierre

Deux grands types de façonnage de la pierre sont à distinguer :

- la pierre de taille,
- le moellon.

Les possibilités de façonnage de la pierre dépendent de ses qualités intrinsèques. De fait, une pierre se délitant en feuillet ne pourra être façonnée avec des arêtes vives.

DIFFÉRENTS FAÇONNAGES DE LA PIERRE



Pierre de taille (n.f)

Pierre taillée à arêtes vives, destinée à faire partie d'une construction appareillée



Moellons (n.m)

Pierre non taillée ou grossièrement taillée de petite dimension, qui s'emploie dans les massifs de construction et dans les murs.

GABARITS DES PIERRES, FONCTION DE L'APPAREIL

Appareil (n.m)

Assemblage des pierres de taille ou autres matériaux tels que la brique, suivant une logique constructive.



Lits de briquettes

Lits de petits dés de pierre

Appareil gallo-romain

CONSTRUIRE EN PIERRE CALCAIRE DANS LE BÂTI NANTAIS



La carrière est le lieu d'où l'on extrait les pierres de construction. C'est ici une carrière de tuffeau exploitée en galeries souterraines. Il en existe aussi à ciel ouvert.

Les savoir-faire des tailleurs de pierre se transmettaient du maître à l'apprenti dans le secret des loges. Des chantiers des cathédrales médiévales aux châteaux de la Renaissance jusqu'aux simples maisons d'habitation, l'outillage des tailleurs a traversé les époques. Ils utilisent aujourd'hui encore la massette, le ciseau ou la gouge ainsi que le chemin de fer inventé au 19ème siècle.



Pierre brute

1-EXTRAIRE

2-TAILLER

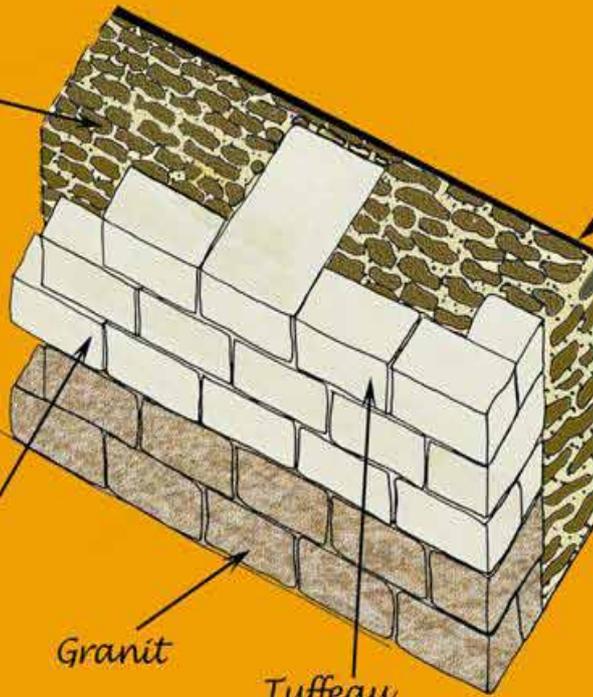
Pierre équare

Blocage de moellons:

remplissage du mur par un mélange de mortier et de petits blocs de pierre taillés irrégulièrement: appelés des moellons.

Enduit intérieur:

mélange pâteux recouvrant les parois des murs (intérieurs ou extérieurs) pour leur donner une surface uniforme et plane.



Parement extérieur:

face visible des pierres d'un mur.



Granit

Tuffeau

Pierre de taille

4-RESTAURER

3- CONSTRUIRE

AVANT



C'est remettre un bâtiment dans son état d'origine, en utilisant les mêmes matériaux et les mêmes techniques. Les trois techniques les plus utilisées pour la restauration des pierres calcaires sont:

- la retaille: enlèvement d'une fine couche de pierre.
- le remplacement: on remet une nouvelle pierre de la même ou de la plus proche nature.
- les nettoyages: utilisation de différentes méthodes suivant la nature des pierres.

Monter un mur est avant tout un travail d'équipe. Le tailleur de pierre n'est pas seul sur le chantier, il est accompagné du maître maçon et du gâcheur qui prépare le mortier. Chacun a sa place pour que le mur devienne une belle oeuvre technique.



APRES



Crédits photographiques: Photos: ent Lucet, St Cyr en Bourg; Nantes Renaissance. Dessins: "Taille de pierre, guide pratique" Ed. Eyrolles, "un chantier médiéval, Guadelon Td du Sorcier.

- Caractéristiques des pierres de construction courantes à Nantes

UTILISÉ EN PAREMENT OU EN MOELLON, LE GRANIT



Granit aux grains fins



Granit grenu

GRANIT

Porosité	0,40 à 3 %
Dureté	dure (résistance à l'écrasement : 1000 à 2000 kg/cm ²)
Nature et aspect	* Roche magmatique * Granit à grains fins jusqu'à grossiers (grains visibles à l'oeil nu) * Jaune, roux, rose, bleu ou gris
Lieu d'extraction :	Bretagne, limousin, Normandie, Tarn, Vosges

UTILISÉ EN MAÇONNERIE DE MOELLON, LE SCHISTE



GRANIT

Porosité	environ 1%
Dureté	dure
Nature et aspect	* Roche métamorphique * Susceptible de se débiter en feuillet
Lieu d'extraction :	divers

UTILISE EN COUVERTURE, L'ARDOISE



ARDOISE

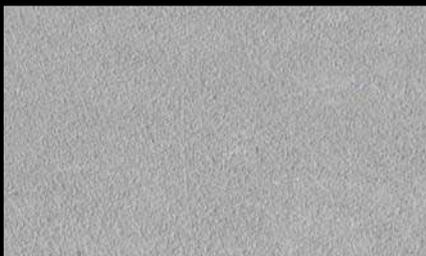
Porosité	environ 1%
Dureté	dure (résistance à l'écrasement : 958 k/cm ²)
Nature et aspect	* Roche sédimentaire * Schiste argileux à grains fins et homogènes, se débitant en feuillet * Grise, noire, bleutée ou lie-de-vin
Lieu d'extraction :	plusieurs bassins ardoisiers en France dont celui d'Anjou le plus important

UTILISE EN PAREMENT, LE TUFFEAU



TUFFEAU

Porosité	40 à 49 %
Dureté	tendre (rayable à l'ongle) (résistance à l'écrasement 54 à 84 kg/cm ²)
Nature et aspect	* Roche sédimentaire * Calcaire crayeux à grain fin * Pierre blanche avec des nuances légèrement jaunâtres et/ou verdâtres
Lieu d'extraction :	Touraine/Anjou



Sireuil aux grains très fins



Sireuil grenu



Sireuil très grenu

SIREUIL

Porosité 30 à 38%

Dureté semi-ferme à ferme
(résistance à l'écrasement 70 à 164 kg/cm²)

Nature et aspect * Roche sédimentaire
* Calcaire à grain fin ou moyen présentant souvent de nombreuses petites anfractuosités
* Pierre blanche légèrement jaunâtre
* Teinte grise en vieillissant

Lieu d'extraction : Commune de sireuil
(Charente), à 12 km au Sud-Ouest
d'Angoulême

La pierre dans le bâti ancien



Des modes constructifs

● Evolution des systèmes constructifs

- De l'encorbellement à la voûte

Construire en pierre ne consiste pas seulement à poser des pierres les unes sur les autres, avec ou sans interposition de mortier : construire en pierre consiste également à franchir des vides, plus ou moins importants, avec des pierres qui placées au dessus-de ces vides, doivent subir l'action de la pesanteur tout en supportant d'autres éléments de construction et parfois de poussées obliques.

« Les constructeurs gallo-romains ont construit plus généralement en pierre dure, tandis que les premiers constructeurs romains ont employé plus fréquemment les pierres de dureté moyenne, reculant franchement devant l'emploi du granit sauf en Bretagne, en Auvergne et en Haute Garonne où les bâtisseurs apprirent vite à tailler le granit ou le marbre, au lieu d'aller chercher au loin des pierres moins dures.

Dans le passé, les Egyptiens qui transportaient des blocs de pierres énormes, parce qu'ils disposaient d'un nombre immense d'ouvriers, ont couvert les entrecolonnements avec des linteaux monolithes, les couloirs avec des dalles et, dans ce dernier cas, en voûtant parfois avec des dalles posées en surplomb.

Plus tard les indiens couvrirent les galeries par des dalles posées en encorbellements successifs, chacune pour annuler toute tendance à la bascule.

Les Grecs ont construit à joints vifs ce qui nécessitait des grandes précautions pour éviter les épaufrures et les a conduit tout naturellement à épannelier les pierres puis à les ravalier sur place ; mais en disposant de pierres dures de grandes dimensions ; ils couvrirent, comme les Egyptiens, les entrecolonnements avec des architraves monolithes et les galeries avec de grandes dalles.

Les Romains ont été les premiers à employer la voûte clavée, mais économes du bois, ils ont avec des cintres légers, constitué des anneaux porteurs sur lesquels venait s'appuyer la masse de remplissage. Ces anneaux sont les prédécesseurs des arcs doubleaux. De la voûte en berceau, ils sont passés très rapidement à la voûte d'arête, et de la coupole portée sur un mur circulaire ou tambour, ils sont arrivés tout naturellement à la voûte hémisphérique sur pendentifs en partant d'un plan carré. Mais les Romains, qui avant l'Empire employaient de gros blocs, ont ensuite employé en élévation, dans la majeure partie des cas, des petits matériaux, moellons taillés finement, ou briques, dans de gros murs, réduisant les échafaudages au minimum par des scellements pris dans les murs ; ils ont ainsi construit des parements formés de pierres carrées de 0.10 m de côté combinées avec de la brique, pierres que l'on nommait pastoureaux.

Les carlovingiens ont repris cette méthode qui consistait à faire des massifs de blocage entre 2 parements de briques, de moellons ou de pierre de taille, puis ils voûtèrent eux aussi, leurs édifices, avec de nombreux tâtonnements, car les investigations barbares ayant tout détruit sur leur passage, il n'y avait pas eu de transmission de traditions entre les constructeurs romains et les constructeurs romans ; il fallut à ces derniers tout apprendre par l'expérience, éviter la conséquence de fautes commises par leurs prédécesseurs : ces erreurs et leurs effets instruisant plus vite d'ailleurs que l'observation d'œuvres parfaites.

Les Romains avaient construit grand, tant chez eux que dans les pays occupés parce qu'ils disposaient de leurs soldats comme ouvriers constructeurs et qu'en occupation, ils réquisitionnaient la main-d'œuvre qui leur manquait.

Parmi les premiers constructeurs romans, seuls les ordres religieux ont pu disposer d'une main d'œuvre relativement importante, mais sans comparaison avec celle des Romains : c'est par eux que l'art de la construction a pris son essor au XI^e siècle, qu'après avoir construit des berceaux avec des arcs doubleaux, ils ont édifié des voûtes d'arêtes transformées ensuite en voûte sur croisée d'ogives qu'il fallut contrebuter en des points judicieusement choisis.

Les luttes entre seigneurs – parfois contre le pouvoir royal et contre les envahisseurs, amenèrent la construction de châteaux forts, avec murs épais, bien entendu sans ouverture sur l'extérieur, mais avec une habitation souvent confortable à l'intérieur, avec des salles couvertes par des voûtes en berceau, puis sur croisée d'ogives par imitation de ce qui avait été fait jusque là par les religieux, et enfin par des planchers faits de grosses poutres en bois.

Lors de la Renaissance, le calme étant revenu en France, on perça des ouvertures dans les tours et les murs des châteaux forts on construisit des façades plus aérées que par le passé, ne se contentant plus de n'avoir des fenêtres que sur les cours intérieures, en s'inspirant de l'art italien, importé en France par les artistes qu'amènèrent Louis XII et François I^{er}.

Philibert Delorme, qui avait fait ses études d'architecture en Italie, en publiant en 1567 son 1^{er} tome de l'Architecture, oriente la construction vers l'architecture classique. Peu à peu, on construisit des colonnades, des frontons, des façades inspirées de l'architecture grecque et de l'architecture romaine que l'on imita franchement ensuite lorsque plusieurs auteurs français eurent diffusé les règles établies par Vignole dans son **Traité des Cinq Ordres d'Architecture**.

Mais ne disposant pas, comme les grecs, de grandes pierres dures, les constructeurs de cette époque établirent des architraves formées de claveaux et nécessitant des armatures métalliques pour empêcher les clavages de fléchir, ce qui est bien encore l'art d'employer les matériaux en fonction de leurs propriétés.

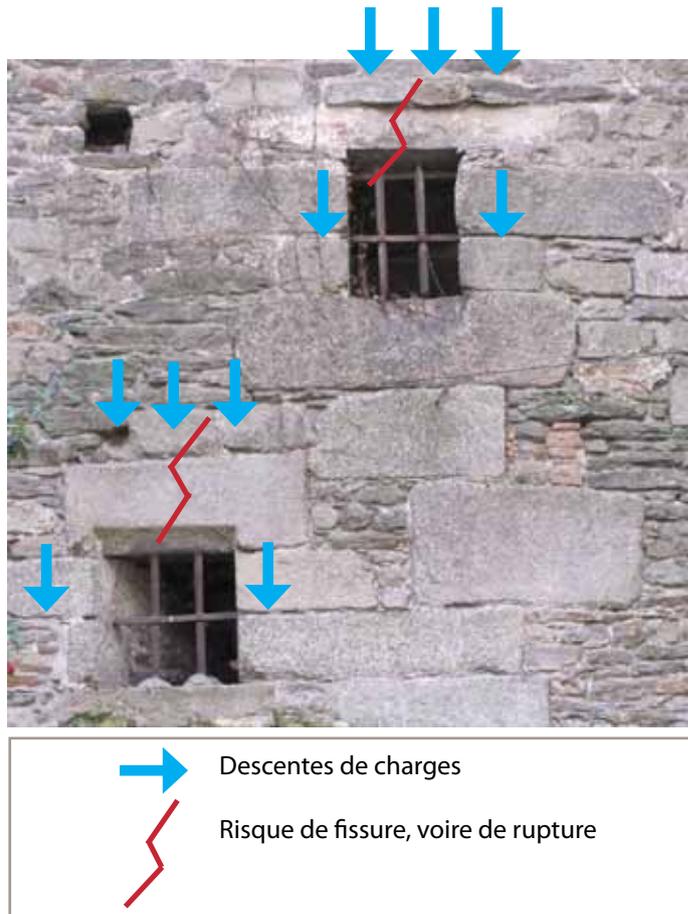
Dans les siècles qui suivirent, les modes de construction en pierre n'ont plus guère évolué que dans les progrès faits en matière de transport, de bardage et de levage.

Entre deux guerres mondiales, l'emploi de la pierre subit en France un très grand ralentissement et les méthodes d'extraction de taille et de pose restèrent les mêmes qu'à la fin du siècle précédent avec un emploi néanmoins important de revêtements en dalles minces. »

Extraits choisis de : NOEL P., Technologie de la pierre de taille, dictionnaire des termes couramment employés dans l'extraction, l'emploi et la conservation de la pierre de taille, Editions SEBTP, Paris, 2006 (ré-édition de l'ouvrage de 1965), 373 pages.

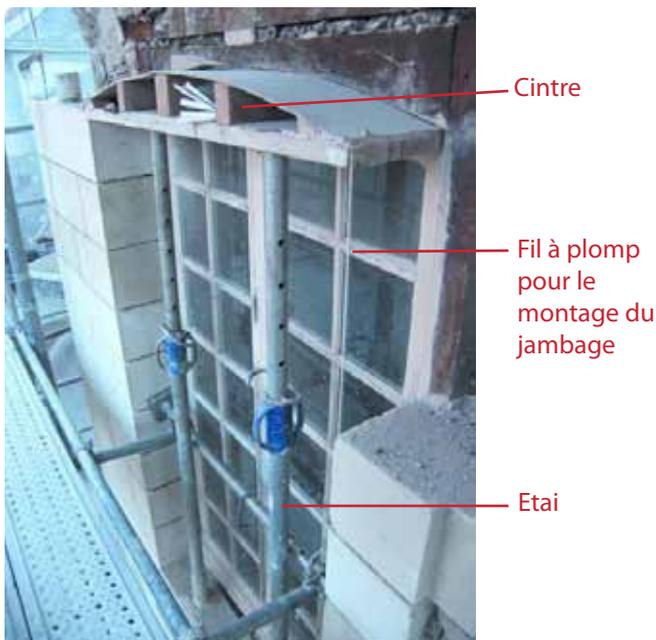
- Du linteau monolithe au linteau clavé

LINTEAUX MONOLITHES

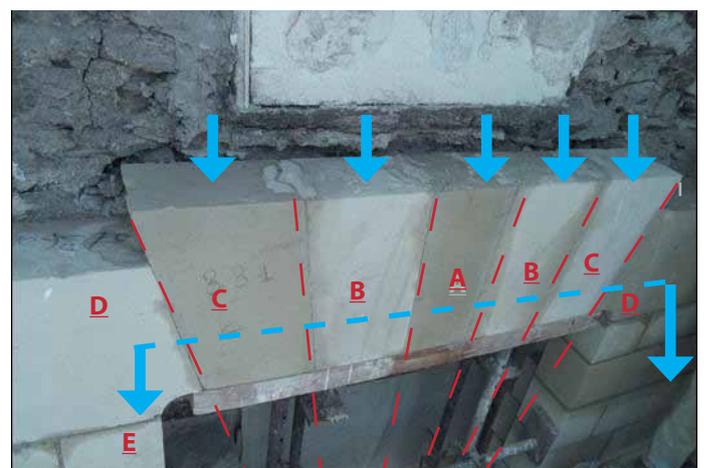


Une plate-bande est un linteau appareillé. L'assemblage des claveaux, contrairement à une seule pierre monolithe en linteau, transforme les poussées verticales en poussées horizontales et les distribue sur les jambages.

PLATE-BANDE APPAREILLEE



Montage d'un arc sur cintre



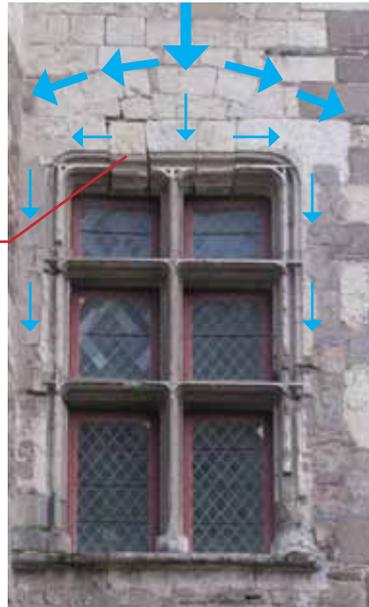
- A - Clef
 - B - Contre-clef
 - C - 1er claveau
 - A-B-C : blocs de pierres taillés en forme de coin constituant la plate-bande appareillée et dont l'ensemble des joints convergent vers un même point
 - D - Sommier
 - E - Jambage
- Descente de charges

ARC DE DECHARGE

L'arc de décharge soulage le linteau, ici plate-bande appareillée

Pas de rupture, mais descente d'un claveau

→ Descentes de charges (poussées)



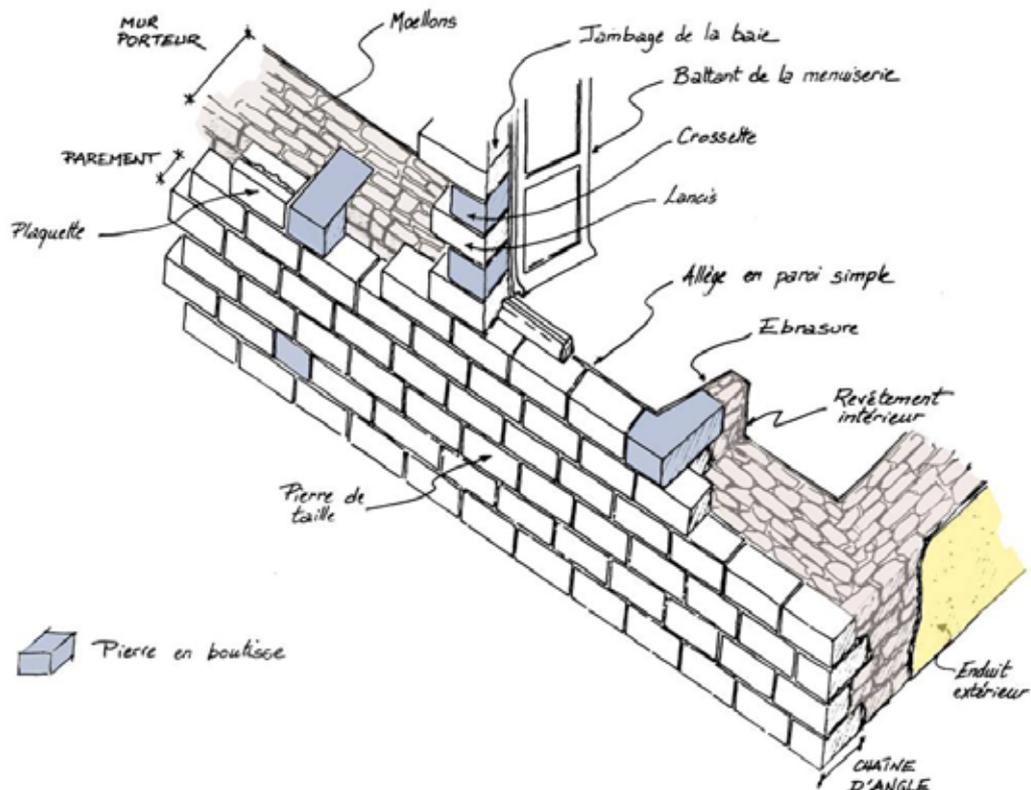
Techniques de taille de pierre

- « Monter » un mur

Jusqu'au XVII^e, les murs restent très épais de 70 à 80 cm d'épaisseur pour les immeubles urbains nantais, construit en pierre.

MUR TRADITIONNEL

ÉCORCHÉ D'UN MUR TRADITIONNEL



Sur les immeubles du XVIII^e à la fin du XIX^e siècle, dont le corpus est le plus représentatif à Nantes, l'épaisseur des murs se stabilisent à environ 65 cm.

Soit le mur présente une épaisseur totale de 65 cm de maçonnerie de moellons qu'un enduit à la chaux vient recouvrir et seuls les entourages de baie sont traités en pierre de taille.

Soit le mur se compose de 45 cm de mur porteur construit en maçonnerie de moellons et 20 cm de parement en pierre de taille. L'épaisseur du parement est facilement décelable dans les tableaux des fenêtres, dans la mesure où les menuiseries sont posées en feuillure.

Comme son nom l'indique, le parement « pare » le mur de moellon d'un appareil régulier de pierre de taille. Ce parement n'est pas porteur, il ne porte que son poids propre ; il est lié à la maçonnerie de moellons par des boutisses. Ces pierres ont une longueur moyenne de 37 cm et sont fichées dans la maçonnerie de moellons. Quand ces pierres se situent dans l'encadrement d'un percement ou en chaîne d'angle, on parle de crossette. Les crossettes s'intercalent avec les lancis. C'est le croisement des pierres lancis/crossettes, qui va conférer une stabilité à l'ouvrage. Les boutisses ou crossettes sont repérables visuellement, puisqu'elles présentent une face vue de section d'environ de 20/25 cm en élévation.

- Prise en compte des caractéristiques des pierres dans la construction

Les pierres d'une construction sont choisies en fonction de leur dureté et de leur résistance notamment aux agressions dues à l'eau.

Les remontées capillaires dans les maçonneries

L'eau, présente naturellement dans le sol, peut remonter par capillarité dans les maçonneries. Afin de stopper ce phénomène, des pierres de granit (poreuse de 0.4 à 0.3 % maximum) sont mises en œuvre en soubassement ou sur tout le rez-de-chaussée.

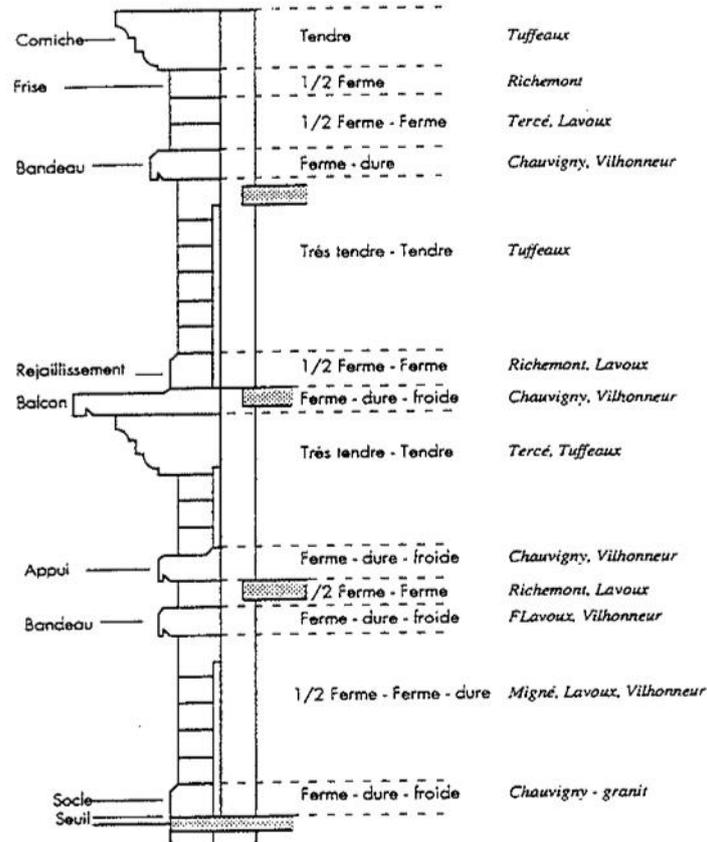
Les conditions atmosphériques

Les intempéries ne posent pas de problème en soit, ce sont plutôt les stagnations d'eau et les eaux de rejaillissement qui peuvent causer des altérations.

Les stagnations d'eau sont évitées en créant des pentes douces au niveau des appuis fenêtres et sur tous les éléments saillants. Les eaux de rejaillissement sont celles qui rebondissent contre le sol ou un élément saillant et éclaboussent le premier lit d'assise de pierre, qui infiltré d'eau se dégrade rapidement. Dès le XVIII^e et particulièrement au XIX^e siècle, on note l'utilisation presque systématique de calcaires semi-fermes en éléments saillants et premiers lits d'assises.

Lorsqu'une façade est traitée entièrement en tuffeau, les parties en saillie sont protégées par du plomb, qui sera supplanté par le zinc au cours du XIX^e siècle.

HIERARCHIE DES PIERRES EN FACADE



Coupe de principe de l'appareillage d'une façade à la fin du XIX^e siècle.

Les pierres sont choisies en fonction de leur dureté et de leur résistance aux agressions dues à l'eau.
L'origine des pierres est donnée à titre d'exemple.

- La pose d'une pierre

Les tailleurs de pierre doivent prendre en compte les efforts supportés par les pierres de taille. Il doit faire en sorte que chacune d'elles reçoivent les pressions perpendiculairement à son lit de carrière. Le lit de la pierre correspond à l'axe principal de leur banc de carrière. Lorsque la pierre est posée autrement, elle est posée en délit. Pour les tapisseries, les pierres de taille sont donc montées parallèlement à leur stratification géologique. Pour un ouvrage clavé, les pierres de taille sont en délit.

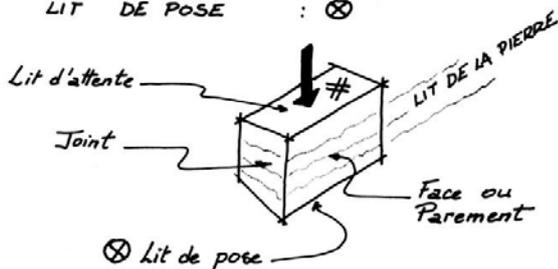
HIERARCHIE DES PIERRES EN FACADE

Pierre de taille en parement

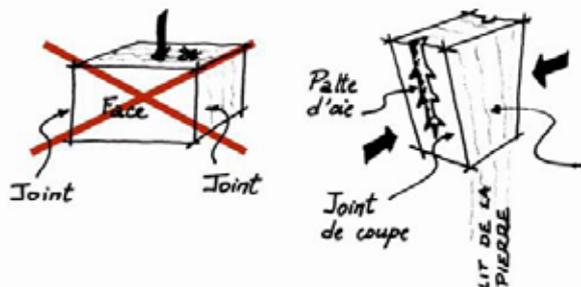
Signes conventionnels

LIT D'ATTENTE : *

LIT DE POSE : ⊗



Exception à l'impossibilité d'une pose en délit :
LE CLAVEAU «travaille» en compression



→ Poussée exercée

Nota bene : NE PAS POSER UNE PIERRE EN DELIT

« Appareiller » un parement

Monter un appareil de pierre ne peut s'improviser sur le chantier sans une réflexion préalable sur la nature des pierres, la stéréotomie et enfin les styles architecturaux.

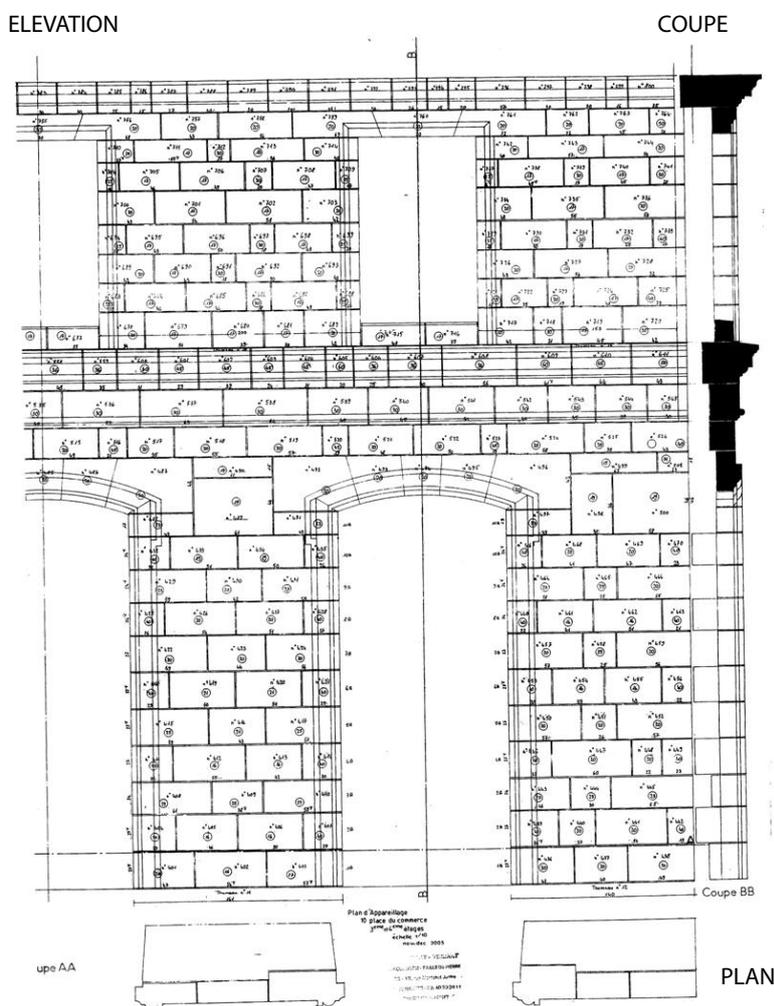
Le calepin



Les pierres de parement, contrairement à un enduit à la chaux, ont une épaisseur et une masse importante. La position des pierres et de leurs assemblages répondent à un système constructif précis qu'il faut connaître avant d'engager les travaux. Ces informations préalables constituent le calepin de la façade.

Le calepin relève pierre par pierre toutes les cotes : hauteur de lit, largeur, épaisseur. Cette tâche s'effectue sur un calepin d'où le mot calepinage. Ce relevé se traduit par un dessin en élévation, en coupe et en plan de l'appareil des pierres (en général au 1/20e). Toutes les pierres sont numérotées et répertoriées en vue de leur taille et de leur pose.

Exemple de calepin (10, place du Commerce - Nantes)



Pièces graphiques - Entreprise de taille de pierre - MOLLAT ET VERDANT

Dans le plan de calepinage, le tailleur de pierre doit également intégrer le projet du sculpteur, qui fournit alors son propre calepin indiquant les volumes de pierre à prévoir pour son œuvre.

Chaque pierre arrive numérotées conformément au calepin. Munis de ce dernier, les blocs identifiés peuvent être rapidement « aiguillés » au bon endroit lors de la livraison.

LE CALEPIN, UN OUTIL OPERATIONNEL

Livraison d'un bloc pour un meneau d'environ 150 kg

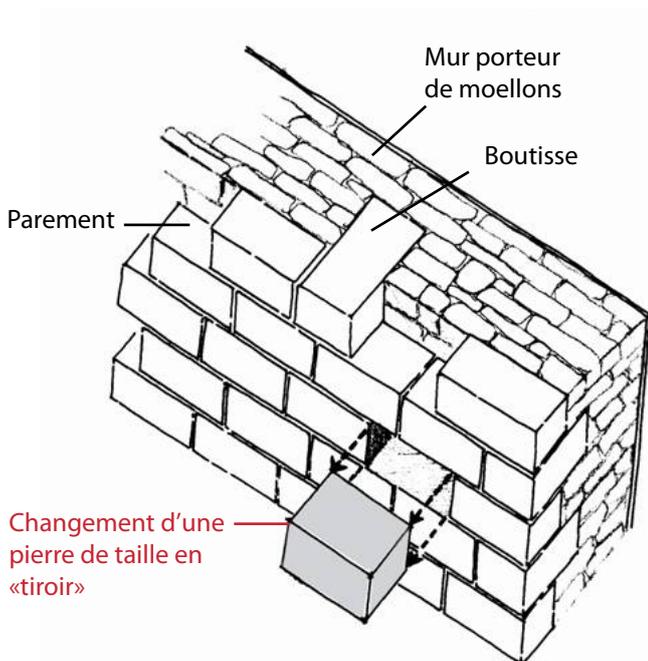


Livraison de pierres numérotées en fonction du plan de calepinage



UNE PLACE PRECISE DE LA PIERRE DE TAILLE

Changement d'une pierre altérée sur un parement existant



Etalement d'une plate-bande appareillée



—● Traitement de la pierre de taille

- 1^{ère} étape : « Dresser » le parement

Une fois les pierres posées, il s'agit de dresser la pierre de taille pour obtenir des pans plus ou moins parfaits. La retaille nécessite des outils spécifiques, qui s'adaptent en fonction de la dureté de la pierre. Le taillant permet d'atteindre rapidement la pierre saine. Il est très impressionnant d'assister à cette opération.

RAVALEMENT D'UN PAREMENT EN PIERRE DE TAILLE

Taille du parement



De gauche à droite, taillant (ou laye), polka massette et ciseau



Tailleur de pierre dressant un parement à l'aide d'une polka



Détail d'une surface dressée (sireuil)

- 2^{ème} étape : « Ravaler » la pierre de taille

« Ravaler » consiste à repasser un outil sur l'ouvrage afin de l'uniformiser.

Une fois le parement bien dressé, la finition est effectuée à la ripe jusqu'au XVIII^e siècle, au chemin de fer à partir du XIX^e. Cet outil est un grattoir composé de plusieurs lames d'acier, non parallèles, à dents fines sur une poignée en bois. Le nombre, la disposition des lames et la forme de dents sont très variables suivant les chemins de fer pour s'adapter aux différentes natures de pierre (tendre, semi-ferme ou dure) et aux moulures. La planéité est vérifiée régulièrement avec une longue règle.

TECHNIQUES DE FINITION DE LA PIERRE

Finition à la ripe jusque fin XVIII^e, au chemin de fer au XIX^e



Chemins de fer pour les parties planes



Ravalement au chemin de fer



Vérification de la planéité au moyen d'une règle

- 3^{ème} étape « Moulurer »

Les moulures ne doivent pas être négligées lors d'une restauration pour des raisons fonctionnelles et esthétiques. D'une part, elles participent au rejet des eaux de pluie ; d'autre part, elles contribuent à l'ordonnement de la façade. Ces moulures sont précieuses, leurs profils et leurs styles situent l'époque de construction.

Les moulurations, tels que cordons, corniches, consoles etc... sont effectuées par le tailleur de pierre. La moulure est toujours tracée au compas et à l'équerre. Les pierres sculptées prévues au plan de calepinage sont posées en bloc massif ménageant le gabarit maximum de la moulure. Sur cette pierre brute, le tailleur effectue un épannelage, c'est à dire qu'il dégrossit progressivement le bloc grâce notamment au panneau et au dessin des principales lignes d'épure, qu'il reporte sur la pierre. Ainsi, il atteint de proche en proche le profil désiré. Le travail manuel donne une vibration à ces motifs parfois simples et répétitifs.

TECHNIQUES DE FINITION DE LA PIERRE

Modénature (n.f.)

Profils et propositions des moulures d'une corniche en bandeau ...



Panneau donnant le profil en grandeur réelle d'une corniche



Corniche en cours de réalisation

- 4^{ème} étape « Sculpter »

L'architecture présente une gamme variée de sculptures, allant du bas-relief tels des rinceaux sur des plates-bandes appareillées, au haut-relief comme les mascarons et enfin jusqu'à la ronde-bosse avec les statues. Dans tous ces cas, le sculpteur taille au ciseau dans la masse de pierre prévue par le plan de calepinage et posée en attente par le tailleur de pierre.

Le sculpteur cherche donc dans un premier temps les « noirs » c'est-à-dire les fonds. Ils sont d'autant plus importants qu'ils vont donner à la sculpture l'impression de volume et les ombres.

Le sculpteur va ainsi travailler de la partie la plus profonde à la partie la plus saillante. Il ébauche les formes par épannelages successifs en gardant toujours à l'esprit que l'ouvrage sculpté est destiné à être vu de l'espace public.

SCULPTURE

Sculpture (n.f.)

Art de façonner au ciseau la pierre dans des volumes ne s'inscrivant pas dans ces formes purement géométriques



Sculpture en cours de réalisation



Finition à la ripe



Des styles

—● Clés de lecture des styles architecturaux

Le sujet « La pierre dans le bâti nantais » ne peut raisonnablement s'affranchir de quelques clés de lecture sur les styles architecturaux, même s'il s'agit d'un sujet à part entière. Aussi, nous vous proposons un catalogue d'immeubles nantais identifiés par siècle.

Précisons que les édifices en pierre jusqu'au XVII^e correspondent à des bâtiments remarquables : porte Saint-Pierre, Hostellerie des Jacobins, Hôtel particulier de Goulaine. En effet, la majorité des bâtiments étaient à l'époque en pan de bois. Or la question de la sécurité contre l'incendie et le souci de désencombrement des rues par des maisons en pan de bois à encorbellements va changer peu à peu les systèmes constructifs. Plusieurs règlements ont été établis à Nantes, mentionnant déjà la nécessité de construire en pierre.

Le règlement fondamental à Nantes est mis en place dans le contexte du traumatisme de l'incendie de Rennes en 1720 où près des trois-quarts des maisons intra-muros sont anéanties. Touros, ingénieur du Roi, projette des alignements de rues de la vieille ville. Mais ces alignements ne sont effectifs qu'au renouvellement et donc de la reconstruction des maisons essentiellement vétustes.

Aussi les constructions en pierre se généralisent à Nantes à partir du XVIII^e siècle. Nantes est-elle néanmoins purement XVIII^e? Non bien évidemment. Ce sera le cas pour les extensions urbaines XVIII^e et XIX^e. Mais les bâtiments préexistants à cette obligation de construire en pierre vont s'adapter à cette prescription tout en conservant certaines dispositions. Ainsi, rue de la Juiverie, on constate que les rez-de-chaussée sont d'origine XVI^e-XVII^e, alors que les étages ont été remis au goût du XVIII^e avec des portes fenêtres sur balcon.

MAISONS A PAN DE BOIS XV^e



3, rue Bossuet - XV^e siècle



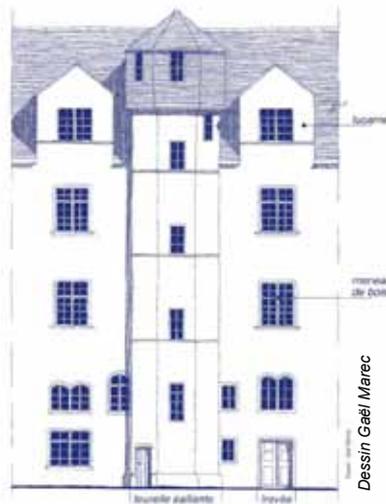
7, rue de la Juiverie

STYLE FLAMBOYANT XV^e



Porte Saint-Pierre

ARCHITECTURE XVI^e



Hostellerie des Jacobins - 2, impasse Joseph Peignon - XVI^e siècle

ARCHITECTURE XVII^e



Reconstitution Jean-Pierre Leconte-Dessin actuel Gaël

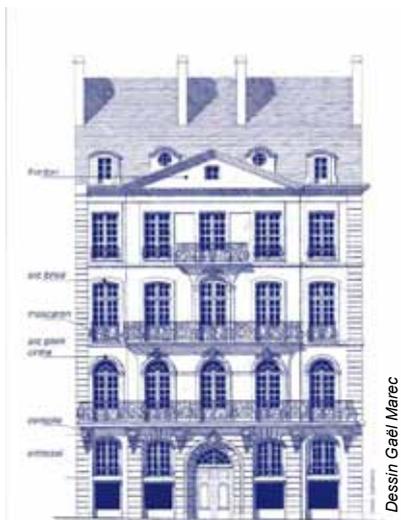
Hôtel de Goulaine - 14, rue du Château - XVII^e siècle



5, rue de la Juiverie

Dans le cas d'immeubles construits ex-nihilo, Nantes présente un panel intéressant d'édifices XVIII^e. Le Temple du goût, sur l'île Feydeau, est un exemple remarquable du style rococo au milieu du XVIII^e siècle.

ARCHITECTURE XVIII^e



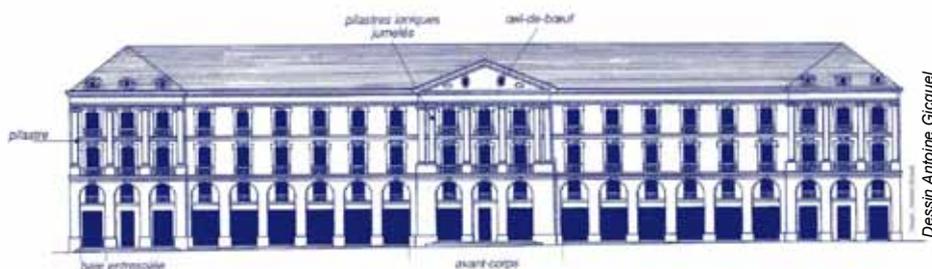
Temple du Goût- 16, allée Duguay-Trouin - XVIII^e siècle



4, rue de la Juiverie

Seconde moitié du siècle, l'évolution de l'architecture nantaise se superpose avec ses architectes voyers. Jean-Baptiste Ceineray (architecte voyer de 1760 à 1780) est ainsi à la source de nombreux projets urbains. Il est entre autres l'auteur de l'ordonnancement des quais Brancas, Flesselles sur Loire. Il conçoit de véritables façades d'îlot, comme des façades de palais correspondant à un quai, un cours, une rue. Suivant la tendance générale nationale du XVIII^e, l'urbanisme se substitue à l'architecture.

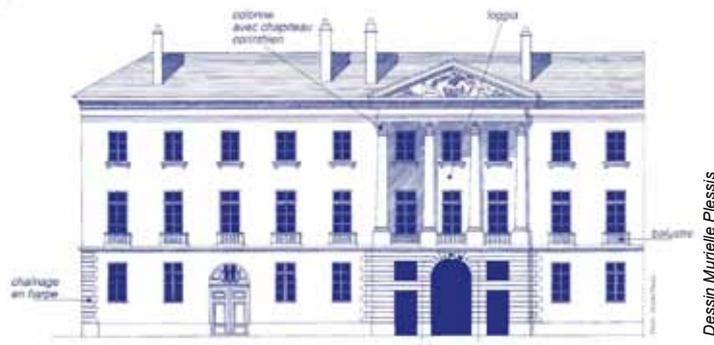
QUAI ORDONNANCE XVIII^e



6, quai Brancas - XVIII^e siècle

Mathurin Crucy (architecte voyer de 1780 à 1800) poursuit l'œuvre de Ceineray en mettant en œuvre une architecture néo-classique plus sobre voire austère.

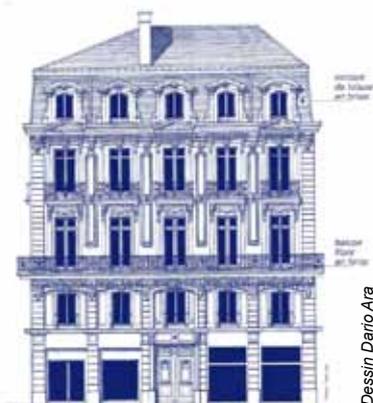
PLACE ORDONNANCEE XVIII^e



Hôtel Montaudouin, place du Maréchal Foch - XVIII^e siècle

L'histoire de l'architecture nantaise au XIX^e se caractérise tout d'abord par ses plans d'embellissement de la ville et de percées axées sur des édifices remarquables (Cathédrale Saint-Pierre Saint-Paul, église Sainte-Croix...) ou d'équipements publics (palais de la Bourse, palais de Justice...).

PLACE ORDONNANCEE XVIII^e

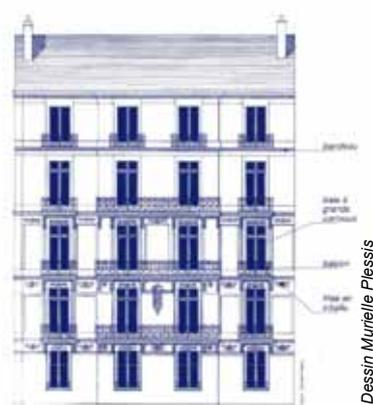


3, place Saint-Pierre - XIX^e siècle



2, place Sainte-Croix

ARCHITECTURE XIX^e



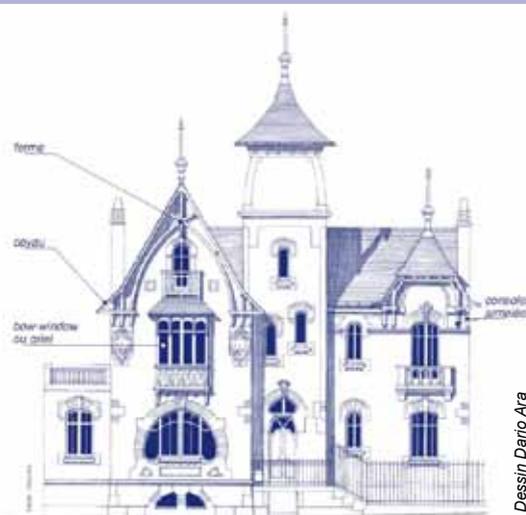
14, rue du Roi Albert - XIX^e siècle



2, place du Commerce

En périphérie de la ville de Nantes, notamment le long des boulevards des villas sont construites du dernier quart du XIX^e jusqu'aux années 1930.

ARCHITECTURE XX^e



Boulevard des Anglais - XX^e siècle

Aujourd'hui, les possibilités techniques révolutionnent ces formes architecturales et l'utilisation de la pierre n'est plus le matériau incontournable.

STYLES ARCHITECTURAUX

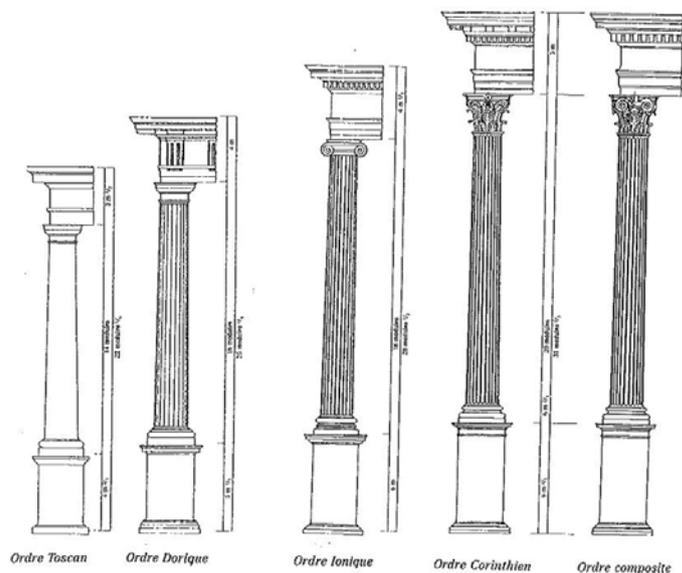


Cinéma Le Gaumont, place du Commerce (années 1990)

Les ordres architecturaux

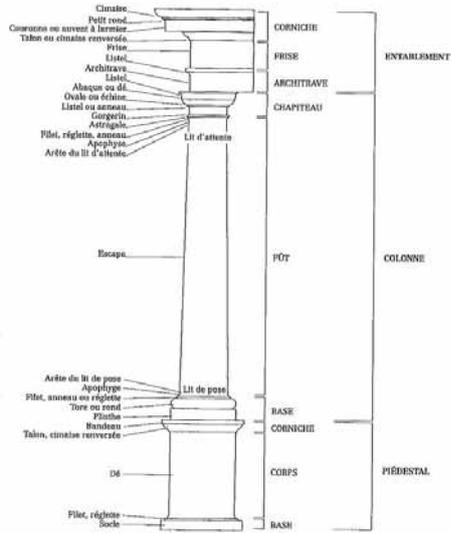
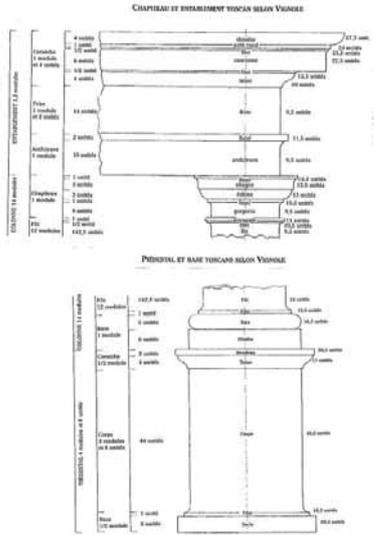
De façon plus ou moins importante l'architecture n'a cessé d'emprunter dans l'Antiquité des modèles. Les ordres architecturaux sont d'ailleurs à l'origine définis par Vitruve (architecte romain du 1er siècle avant J.C.). Ainsi, l'architecte et théoricien italien Vignole édite au XVI^e siècle son « Traité de Cinq Ordres d'architecture » préétabli par Vitruve. Ce traité connaîtra une large diffusion.

LES ORDRES ARCHITECTURAUX



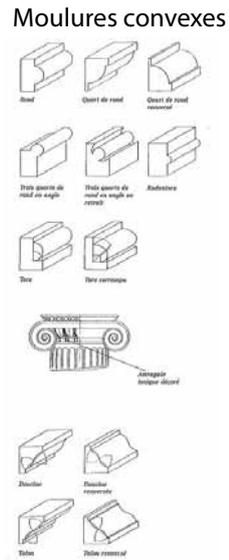
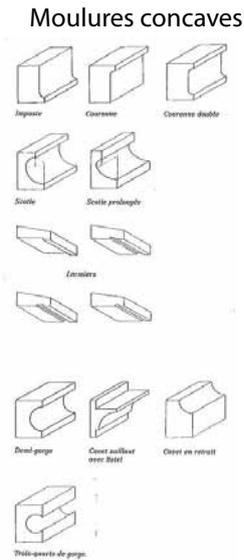
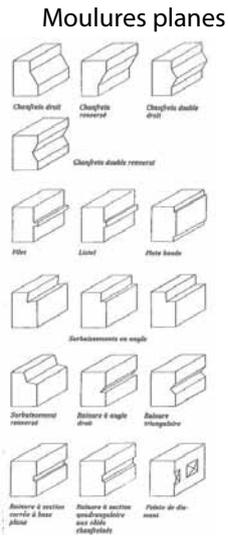
Source : « Taille de pierre, guide pratique » - Edition Eyrolles

L'ORDRE TOSCAN (selon Vignole)



Source : « Taille de pierre, guide pratique » - Edition Eyrolles

L'ORDRE TOSCAN (selon Vignole)



Source : « Taille de pierre, guide pratique » - Edition Eyrolles



Des usages

—● Les usages

- Statut d'un édifice

Le statut d'un édifice va conférer à sa façade un langage architectural particulier. Dans la majeure partie des cas, la fonction d'un édifice est « affichée » par le traitement architectural de la façade. Souvent monumentaux, ces édifices permettent l'utilisation des « ordres architecturaux ».

Ce statut va également être traité par l'urbanisme en le mettant en scène dans une forme urbaine (une place, un cours, un quai ordonnancés...)

PERCEES ET EMBELLISSEMENT DES VILLES

Place ordonnancée XIX^e, Sainte-Croix



EDIFICE PUBLIC

Palais de la Bourse XIX^e



Petite fiche de lecture

URBANISME

- > Mise en scène du bâtiment dans l'espace urbain
- > Edifice isolé des autres

ARCHITECTURE

- > Utilisation des ordres architecturaux
- > Avant-corps (y compris en toiture) composé d'un perron, d'un portique, d'une terrasse avec balustrade

EDIFICE RELIGIEUX



Petite fiche de lecture

URBANISME

- > Effet de perspective, suivant des percées de rue
- > Mise en scène de l'édifice sur une place ordonnancée

ARCHITECTURE

- > Utilisation des ordres architecturaux
- > Façade très riche en modénature, portique (fronton + colonnes), niches abritant des sculptures en ronde-bosse

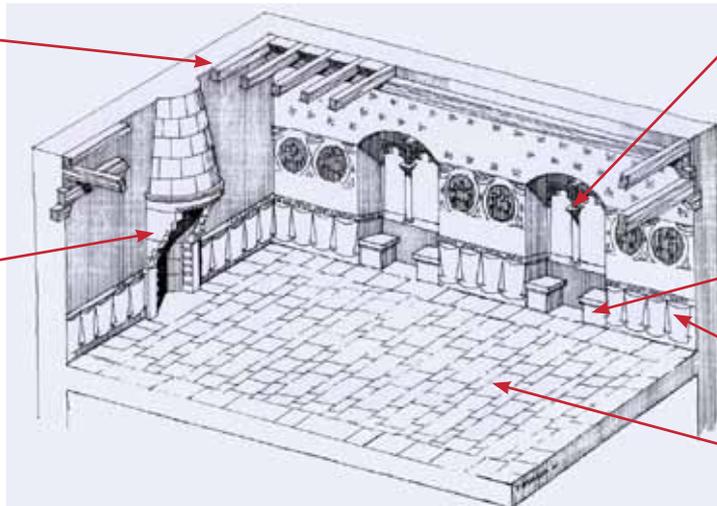
Le confort

La notion de confort, au cours des siècles, est toute relative. L'amélioration des techniques est souvent la source de confort vis-à-vis de l'éclairage, de l'isolement du froid. Sur ces deux points, les fenêtres ne cessent d'évoluer en prodiguant un mieux être à l'occupant.

SALLE MEDIEVALE

Plafond aux poutres apparentes décoré ou garni de tissus accroché aux poutres formant une tente protectrice du froid

Cheminée pourvoyeuse de lumière et de chaleur



Baie géminée

Coussiège

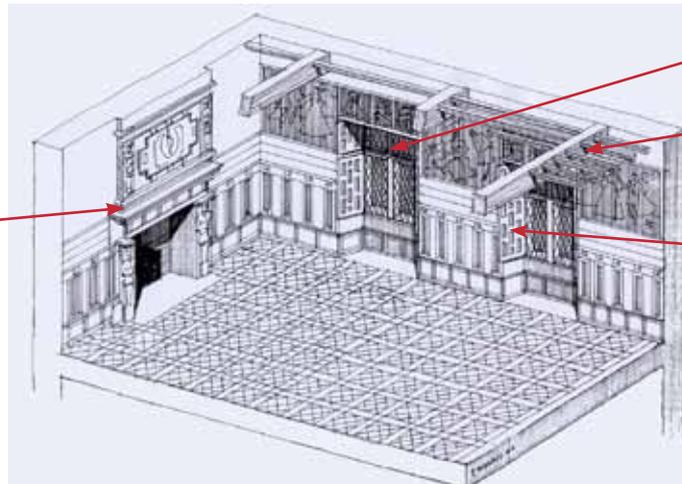
Tapis de parement

Sol de carreau ou de pierre

Source : «Le décor intérieur dans l'architecture des demeures du XII^e au XX^e siècles» - Editions Privat

SALLE RENAISSANCE

Cheminée monumentale



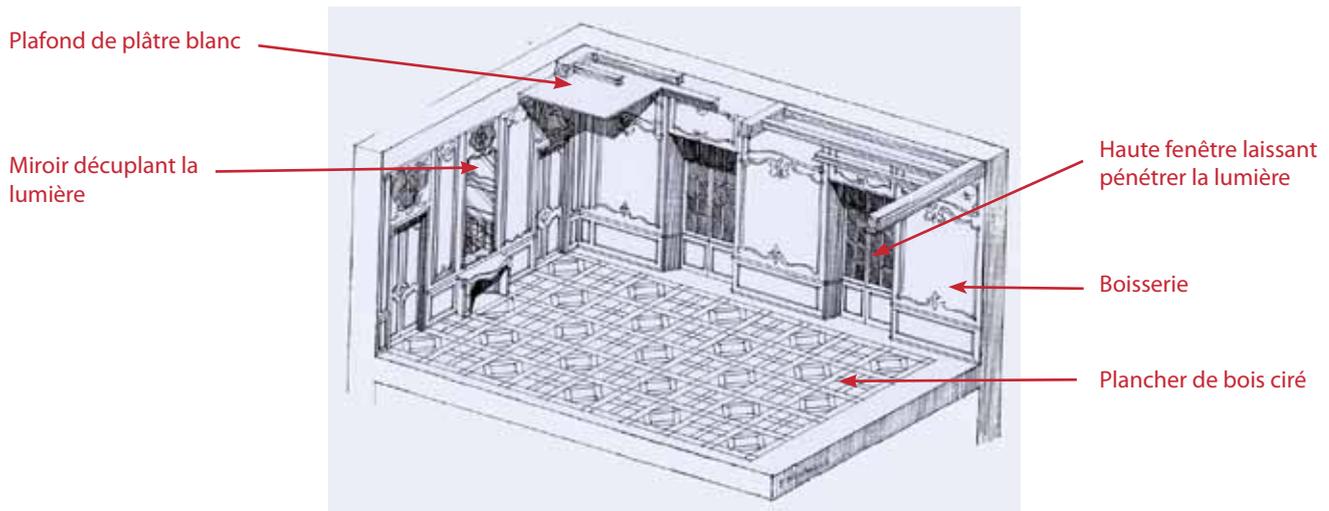
Fenêtre à meneau/traverse

Plafond à l'italienne

Volet intérieur

Source : «Le décor intérieur dans l'architecture des demeures du XII^e au XX^e siècles» - Editions Privat

SALLE XVIII^e

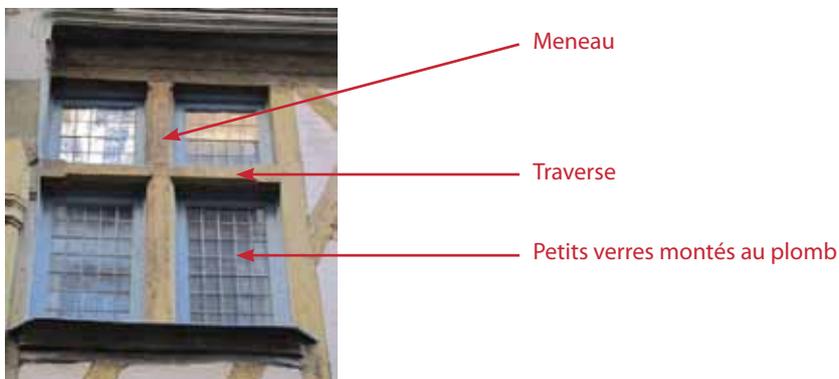


Source : «Le décor intérieur dans l'architecture des demeures du XII^e au XX^e siècles» - Editions Privat

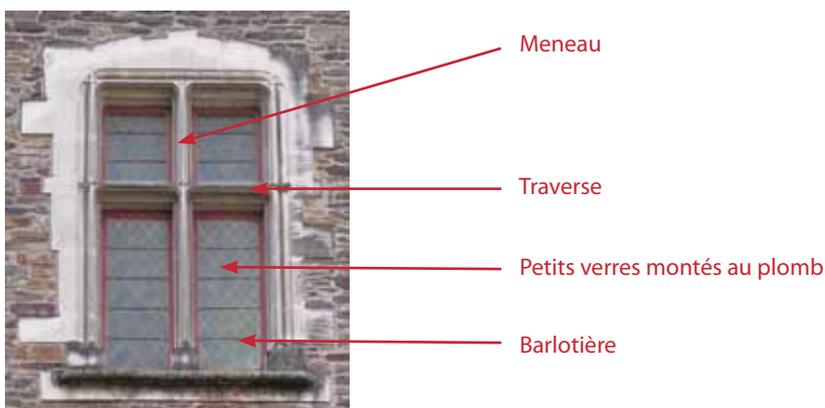
Jusqu'au XIV^e siècle, les plus nantis pouvaient prétendre à des fenêtres obturées par des châssis contenant un panneau de verres montés dans un réseau de plomb. Sinon, les verres étaient remplacés par de la toile enduite de cire, parfois de papier huilé ou par des claires voies en lattes de bois croisées, peu pourvoyeurs de lumière et sans aucune qualité thermique. Les baies étaient à cet égard de petites dimensions.

Au XIV^e siècle, les dimensions des verres sont toujours limitées, mais l'apparition de meneau/traverse en pierre va permettre un agrandissement progressif des baies. Ce système de meneau/traverse forme des compartiments dans lesquels se logent les châssis.

FENETRES A MENEAU/TRVERSE BOIS XV^e



MENEAU/TRVERSE PIERRE DE STYLE GOTHIQUE



Dans la 1ère moitié du XIV^e, seuls les décors des panneaux évoluent. Mais au milieu du XVI^e siècle, les meneau/traverses en bois apparaissent.

Jusqu'au début du XVII^e siècle, les verres montés au plomb se généralisent. Mais la création de verre de plus grande dimensions (4 à 5 cm²) au tout début du XVII^e va permettre de les monter en feuillure dans des petits bois. Cette technique de la fenêtre à petits carreaux va alors se généraliser à partir du milieu du XVII^e.

FENETRE A MENEAU/TRAVERSE BOIS XVII^e



Abandon progressif des petits bois

Meneau

Traverse

A l'origine, vitraux montés au plomb

Le XVIII^e siècle abandonne définitivement le système des meneaux/traverses pour adopter des battants relativement étanches grâce à une fermeture en doucine. La traverse est conservée et moulurée pour former une imposte.

FENETRE XVIII^e



Imposte

Traverses moulurée

Petits bois

Abandon progressif des petits bois



Les dimensions des carreaux ne cessent de s'agrandir aux XVIII^e et XIX^e siècles. Au XIX^e, le quadrillage des petits bois est remplacé par des petits bois horizontaux grâce à la création de vitre de grande dimension obtenu par coulage. Néanmoins, les impostes présentent souvent de remarquables décors, grâce aux formes des petits bois.

FENETRE XIX^e



Petit bois

Abandon progressif des petits bois

Traverse moulurée

Imposte

Dorénavant, les dimensions des verres ne sont plus un obstacle à la création architecturale. De plus, les qualités de verres sont variées tant du point de vue de l'épaisseur que du confort acoustique et thermique.

FENETRE XX^e-XXI^e

Quand la fenêtre devient «mur rideau»

Plaquettes de pierre agrafée

Mur rideau



Possibilité de verres de grandes dimensions

Lexique

Appareil (n.m.)

Assemblage des pierres de taille ou autres matériaux tels que la brique, suivant une logique constructive.

Assise (n.f.)

Nom de chaque rang de pierres de taille ou moellons limité par les joints horizontaux.

Bas-relief (n.m.)

Ouvrage de sculpture où les objets représentés ont peu de saillie et sont en partie engagés dans le bloc.

Boutisse (n.f.)

Pierre de taille liaisonnant le parement au mur porteur de moellons.

Calcin (n.m.)

Pellicule dure de carbonate de chaux se formant par carbonatation à la surface de la pierre calcaire.

Capillaire (n.m.)

Tube très fin ou anfractuosité.

Capillarité (n.f.)

Montée de l'eau dans une pierre.

Crossette (n.f.)

Pierre de taille faisant boutisse dans le jambage d'une baie.

Délit (n.m.)

Orientation d'une pierre perpendiculaire au lit qu'elle avait dans la carrière. Pose en délit : la pierre est posée avec son lit.

Descente de charges

Transmission des charges cumulées vers les points d'appui et les éléments porteurs d'un ouvrage.

Diatomée (n.f.)

Algue unicellulaire entourée d'une coque siliceuse bivalve, élément majeur du plancton marin, et souvent aussi abondante en eau douce.

Dureté (n.f.)

Propriété d'un corps solide à résister à ce tend à entamer sa substance. La difficulté de tailler des pierres est en rapport avec leur dureté. Des échelles de dureté sont définies : tendre, semi-ferme, ferme, dure.

Epure (n.f.)

Dessin à grandeur réelle, destinée à la phase d'exécution.

Façade Ordonnée

Façade composée, régulière, présentant des modénatures puisant souvent dans les ordres architecturaux classiques.

Grabbro (n.m.)

Constituant principal de la couche inférieure de la croûte océanique.

Grenu (adj.)

Qui semble composé de petits grains.

Haut-relief (n.m.)

Sculpture, souvent monumentale, dont les motifs et les figures en relief se détachent presque complètement du fond.

Lancis (n.m.)

Longue pierre de taille en parement, qui dans le jambage d'une baie, fait liaison avec le mur.

Lit de la pierre ou lit de carrière

Le lit de la pierre correspond à l'axe principal de leur banc de carrière. La pierre travaille en compression. Elle reçoit les pressions perpendiculairement à son lit de carrière.

Moulure (n.f.)

Profil donné à la pierre de taille définie systématiquement par des tracés géométriques au compas et à l'équerre.

Modénature (n.f.)

Profils et proportions des moulures d'une corniche, d'un bandeau...

Moellons (n.m.)

Pierre non taillée ou grossièrement taillée de petite dimension, qui s'emploie dans les massifs de construction et dans les murs.

Ordres architecturaux

Ensemble de proportions, de dispositions et d'ornements défini à l'origine dans l'architecture grecque et reprise dans l'architecture classique à partir du XVI^e siècle.

Panneau (n.m.)

Patron en papier, en calque, en bois d'un des pans de la forme à tailler, servant à reporter sur celle-ci les contours de l'épure.

Patine (n.f.)

Sorte de glacis naturel dû à l'effet du temps recouvrant la surface d'une pierre.

Pierre de taille (n.f.)

Pierre taillée à arêtes vives, destiné à faire partie d'une construction appareillée.

Place Ordonnée

Place urbaine formée par des édifices, dont les façades sont identiques et mettant souvent en scène un bâtiment civil ou religieux.

Plan de calepinage

Pièce graphique représentant le travail à exécuter en pierre de taille et sur lequel les dimensions de chaque pierre sont indiquées.

Plaquette (n.f.)

Plaquette de pierre de 5 à 12 cm d'épaisseur imitant le parement en pierre de taille massif.

Porosité (n.f.)

Qualité d'un corps, qui a des cavités intérieures et qui absorbe facilement l'eau : pierre poreuse. La porosité s'exprime en pourcentage.

Ronde-bosse (n.f.)

Sculpture, ouvrage exécuté en plein relief, se détachant devant un fond.

Rugosité (n.f.)

Caractéristique d'un corps dont la surface présente de petites aspérités, des irrégularités et qui est rude au toucher.

Sculpture (n.f.)

Art de façonner au ciseau la pierre des volumes ne s'inscrivant pas dans des formes purement géométriques.

Stéréotomie (n.f.)

Art de tracer les formes à donner aux pierres de taille en vue de leur assemblage.

Trumeau (n.m.)

Partie de mur comprise entre 2 baies.

Bibliographie

OUVRAGES

La pierre de construction

Pierre de taille

BERTRAND J.M., *Matériaux et édifices*, Edition PRO ROC, Ternay, 2007, 212 pages.

BESSAC J.C., *L'outillage traditionnel du tailleur de pierre, de l'Antiquité à nos jours*, CNRS Editions, Paris, 1993, 320 pages.

ECOLE ATELIER DE RESTAURATION CENTRE HISTORIQUE DE LEON, *Taille de la pierre*, Editions Eyrolles, Paris, 1999, 215 pages.

NOEL P., *Technologie de la pierre de taille, dictionnaire des termes couramment employés dans l'extraction, l'emploi et la conservation de la pierre de taille*, Editions SEBTP, Paris, 2006 (ré-édition de l'ouvrage de 1965), 373 pages.

RAUTUREAU M. (direction scientifique), *Tendre comme la pierre, guide pour la restauration et l'entretien des monuments en région Centre*, Orléans, Publication de la Région Centre et de l'Université d'Orléans, 116 pages.

Sculpture pierre et bois

CAMI, SANTAMERA, *La sculpture sur pierre*, Editions Gründ, Paris, 2001, 192 pages.

La pétrographie

Roche

DERRUAU M., *Précis de géomorphologie*, Edition MASSON, Paris, 1988, 533 pages.

Ouvrage collectif, *Roches de France, Pierres marbres granits grès et autres roches ornementales et de construction*, Edition PRO ROC, Ternay, 1998, 226 pages.

Les styles architecturaux

Architecture des façades

D'ALFONSO E., DANILO S., *L'architecture, les formes et les styles de l'Antiquité à nos jours*, Editions SOLAR, Paris, 1998, 312 pages.

LABODIERE J.M., *Reconnaître les façades, du Moyen Age à nos jours*, à Paris, Massin Editeur, Paris, 2006, 205 pages.

Décor et confort intérieur

FERAY J., *Architecture intérieure et décoration en France des origines à 1875*, Paris, Editions Berger-Levrault, 1997, 405 pages.

LETELLIER D., OLIVIER C., *Le décor intérieur dans l'architecture des demeures du XI^e au XX^e siècle*, Toulouse, Editions Privat, 2001, 139 pages.

ARTICLES DE PERIODIQUES

Géosciences, revue du BRGM (Bureau de recherches géologiques et minières)

- n°10, décembre 2009 « Villes et géologie urbaine »

- n°12, décembre 2010 « La Loire, agent géologique »

SOURCES IMPRIMEES

CLEMENT J.P., CHEVRIER C., *Etude pilote du bâti nantais*, BRGM, Service Géologique Régional, Nantes, 1988, 36 pages.

CENTRE DE RESSOURCES

Sites de carrières/musées à visiter

Association de Sauvegarde du Patrimoine Historique et Artistique de Nozay et de sa région –

Agent du patrimoine : Christophe PAUVERT

ASPHAN – 25, rue du Vieux Borg – 44170 NOZAY

Tél : 02.40.79.34.29 – e-mail : asphan@wanadoo.fr

MUSEE DE L'ARDOISE DE TRELAZE – 32, chemin de la Maraîchère 49800 TRELAZE –

Tél/Fax. 02 41 69 04 71 - e-mail : museedelardoise@wanadoo.fr

Centre d'Interprétation Géologique du Thouarsais – Responsable conservateur : Didier Poncet-

CIGT, Rond Point du 19 mars 1962 – 79100 THOUARS

Tél : 05.49.66.42.18 - Fax : 05.49.66.43.43

Carrières de Crazanne

Aire de repos A837 - 17350 Crazannes

Tél.: 05 46 91 48 92 - e-mail: pierredcrazannes@cg17.fr

Direction du Patrimoine et de l'Archéologie

Mairie de Nantes - 2 rue de l'Hôtel de Ville

44094 NANTES cedex 1

Secrétariat : 02 40 41 56 55 ou 02 40 41 56 52