

EPOQUE ROMAINE



Double héritage

Les connaissances techniques des Etrusques, excellents ingénieurs dans le domaine des **ponts et chaussées**, de la construction des tunnels et des **voûtes**, furent approfondies sous l'Empire romain. L'influence de l'architecture grecque classique se limita en revanche aux éléments décoratifs comme au **Colisée**, par exemple, où les ordres des colonnes furent plaqués sur les étages de la façades pour masquer les rangées d'arcades porteuses. Déjà très apprécié à l'époque hellénistique, le chapiteau **corinthien** s'imposa à Rome. Il fut transformé en chapiteau **composite** afin de le rendre plus somptueux encore (volutes richement décorées au-dessus d'une couronne de feuille d'acanthé).



Colisée, Rome, inauguré en 80 ap. J.-C.

Un gigantesque amphithéâtre destiné aux combats des gladiateurs et d'animaux. Premier amphithéâtre construit en pierre, il remplace les constructions en bois jusqu'alors en usage. Un système ingénieux de marches et d'escaliers, semblable à ceux de nos stades actuels, permettait une évacuation rapide de chaque rangée de gradins. Hauteur extérieure : 50m. Ordres de bas en haut : toscan, ionique et corinthien.

Ci-dessus : textes et images références 22, p.12

A droite : image www.fr.123rf.com

LE BETON ROMAIN, ARCS ET VOÛTES

L'EMPIRE ROMAIN (300 av. J.-C - 300 ap. J.-C)

Texte ci-dessous et encadré à gauche, référence n°21 pp 48-70

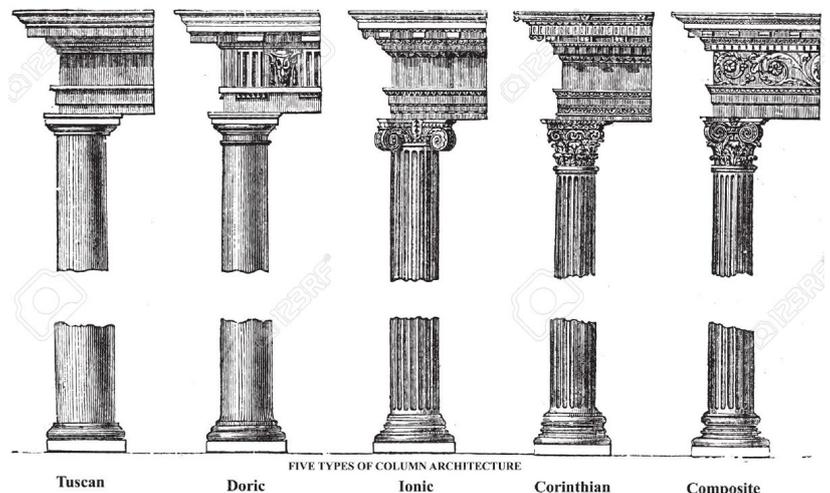
De ses origines étrusques et italiques à son assimilation de la culture hellénistique, puis à la mise au point de nouveaux principes constructifs et formels et à leur diffusion dans toutes les régions de l'empire, les manifestations complexes de l'architecture romaine reflètent la multiplicité des influences culturelles qui marquent, dès ses débuts, l'histoire de Rome.

L'expérience romaine en matière de formes de construction se caractérise par l'élaboration d'un langage profondément nouveau, élément expressif propre à l'architecture : **l'espace**. Alors que dans l'architecture grecque le concept d'espace se limitait à une description de l'articulation plastique des surfaces extérieures et des volumes offerts à la lumière, sources d'une jouissance purement contemplative, il est envisagé, dans les constructions romaines, comme le lieu concret de l'action et de l'expérience humaine.

Piégé dans des **enveloppes continues de murs** incurvés qui le délimitent et le façonnent, c'est un espace qui entoure et se dilate, mais se rapporte toujours de manière unitaire à son centre.

Cette conception romaine de l'architecture comme expression de l'espace trouve un terrain privilégié dans l'usage du **mortier** et dans l'adoption de **l'arc** et de la **voûte** comme principe constructif, resté jusqu'alors en marge de la culture architecturale.

Par rapport aux blocs de marbre, le béton est un matériau pauvre. Avec lui, la disposition des éléments est indifférente. En fait, elle est uniquement soumise à un impératif de **liaison continue**. S'adaptant plastiquement à n'importe quelle configuration de **cintres**, il permet de créer des voûtes dont l'ampleur ne dépend plus de la dimension des blocs et qui constituent, après prise et séchage, un solide monolithe artificiel étroitement uni à la maçonnerie des piédroits. On obtient ainsi une coque ininterrompue et homogène, qui crée une séparation nette entre l'espace extérieur et intérieur.



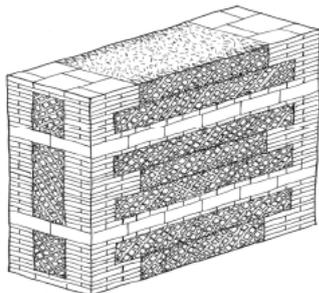
L'ordre composite : cinquième ordre d'architecture établi par les Romains ; se compose de plusieurs ordres antiques, ordres ionique et corinthien. Le chapiteau composite est une variante du chapiteau corinthien allié au chapiteau ionique. Il possède des volutes et des feuilles d'acanthé.



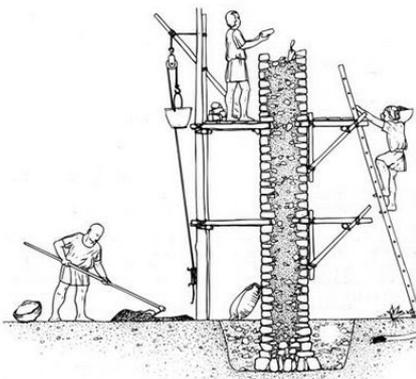
Murs romains : opus reticulatum et mixtum reticulatum (www.fruntivia.com)

Le BETON d'aujourd'hui est un **aggloméré composite** aussi homogène que possible de matériaux inertes et divers appelés **agrégats**. Mélangés avec une partie active servant au collage, appelée **liant**, avec addition d'eau. En fonction de types de colle et matériaux à agglomérer, on obtient divers catégories de béton (réf. 1, p. 110) :

Bétons	Liants	Granulats
d'argile, de terre	argile	grains de pierre
de résine	résine	divers
de fibres	divers	en partie des fibres
de ciment	ciment	grains de pierre
léger	divers	légers



Opus mixtum (www.emaze.com)



Construction d'un mur

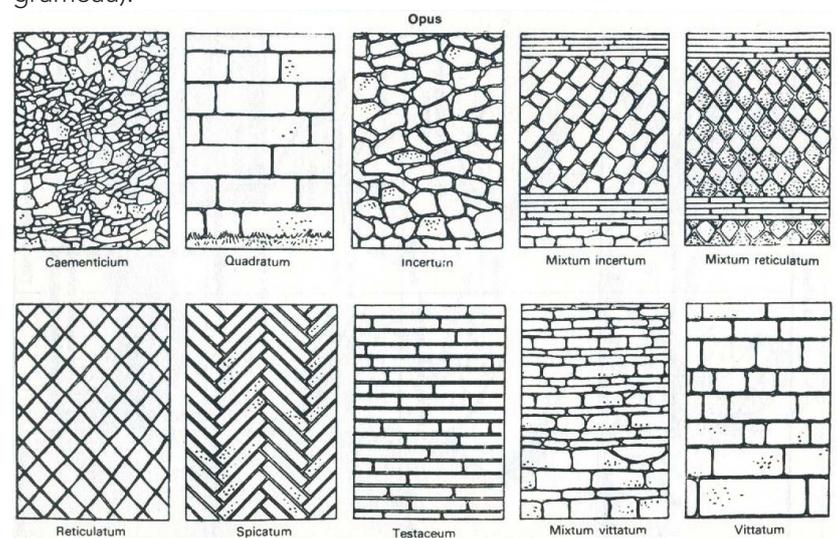
Un accroissement des possibilités expressives des principes constructifs romain découle de leur application à l'appareil le plus typique de la construction romaine : la **maçonnerie de blocage**, composée d'un noyau central consolidé (**opus caementitium**), obtenu en jetant des couches alternées de pierraille et de mortier à l'intérieur d'un coffrage approprié, souvent constitué de revêtements permanents en pierre ou en brique. Avec cette technique, les **deux phases de la construction se dissocient** : la structure du parement extérieur tend à se différencier de plus en plus de celle de l'intérieur du mur (composition autonome d'éléments travaillés, divers motifs).

LE BETON ROMAIN

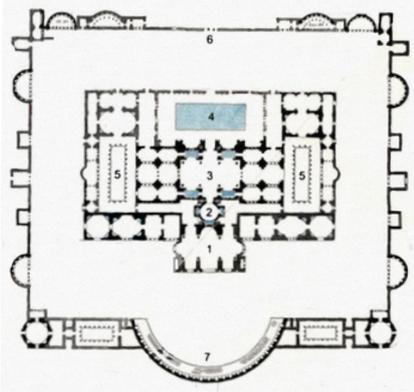
Référence 1, p.111

Les Romains ont introduit le mortier de chaux vers la fin du 3e siècle av. J.-C. En 80 av. J.-C., dans les *Dix livres d'architecture*, **Vitruve** a transmis la connaissance qu'avaient les Romains des mortiers : *Lorsque la chaux sera éteinte (...), on mettra une partie de chaux avec trois parties de sable de cave, ou deux parties de sable de rivière ou de mer ; (...) mélange qui deviendra encore meilleur si on ajoute (...) des tuileaux pilés ou cassés*. Plus loin, il recommande l'usage du sable volcanique, la **puzzolane** (*pulvere putrolano*) : *Cette poudre mêlée avec la chaux et les pierres cassées, rend la maçonnerie tellement ferme, que non seulement dans les édifices ordinaires, mais aussi sous l'eau, elle durcit*.

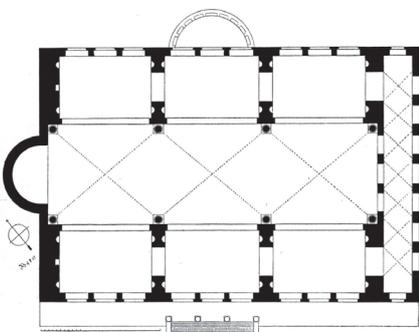
Ces vertus sont dues à la présence en forte quantité de silicate d'alumine. En ajoutant à la chaux aérienne de la pouzzolane, on la transforme artificiellement en chaux hydraulique. La proportion d'**eau** de gâchage s'établit en fonction du climat (taux d'évaporation) et de l'usage (pour fondations et remplissages, béton moins mouillé car moins ventilé qu'un béton d'enduit ou de jointoiment). De même, le dosage du **sable** et sa granulométrie varie : mortier mêlé de gros éclats pour mortier de liaison, de sol ou mortier d'enduit réalisé avec du sable fin. Pour confectionner son mortier, le maçon romain rajoute peu à peu l'eau et mélange longuement le liant et les agrégats à l'aide d'une houe à très longue manche (3.50m), le *rabot*, afin d'éliminer les grumeaux et faire pénétrer le sable dans la masse plastique de la chaux (opération du *gâchage* ou *corroyage*, jusqu'à ce que le mélange soit parfaitement homogène, sans aucun grumeau).



Opus (www.pinterest.com)



Rome, les thermes de Dioclétien, de 298 à 306.
1. caldarium / 2. tepidarium / 3. frigidarium / 4. natatio (plan fr.wikipedia.org)



Basilique de Maxence, début du IVe siècle, Rome
(plan et photo : fr.wikipedia.org)

L'espace statique de la Rome antique

En observant simultanément le plan d'un temple grec et celui d'une basilique romaine, nous pouvons relever un point fondamental : les Romains ont pris les colonnades qui entourent le temple grec et les ont transplantées à l'intérieur. Dans les civilisations grecques, lorsque les colonnades sont présentes à l'intérieur, elle correspondent à la nécessité de maintenir les poutres de couvertures et non à une conception de **spatialité interne**. Dans la basilique romaine, où les hommes vivent et agissent, la notion d'espace social renforce la nécessité technique née de l'échelle monumentale des constructions impériales, et porte la décoration plastique à l'intérieur. L'espace romain est pensé statiquement. Aux espaces circulaires ou rectangulaires, il impose la symétrie, l'autonomie absolue par rapport aux espaces voisins, cernés par des murs épais. (réf. 17, p. 43-45)

Le mélange terminé, le mortier est transporté dans une auge sur le lieu de mise en oeuvre où le maçon va le mêler aux moellons dans le massif de remplissage, constituant ainsi l'*opus cæmenticium*, en garnir les joints des pierres ou des briques ou le jeter sur la paroi pour réaliser les enduits. Commence alors, le lent phénomène de cristallisation ou prise, consistant en la concrétion de l'ensemble (*maçonnerie concrète*).

Il existe une **distinction** entre le béton des constructions romaines et le béton moderne : le béton romain est un mélange dans le mur du mortier et des cailloux ; le béton actuel est un mélange de mortier et de cailloux préparé à l'avance que l'on met en oeuvre entre des coffrages sans y ajouter d'autres matériaux.

Une architecture de l'expansion

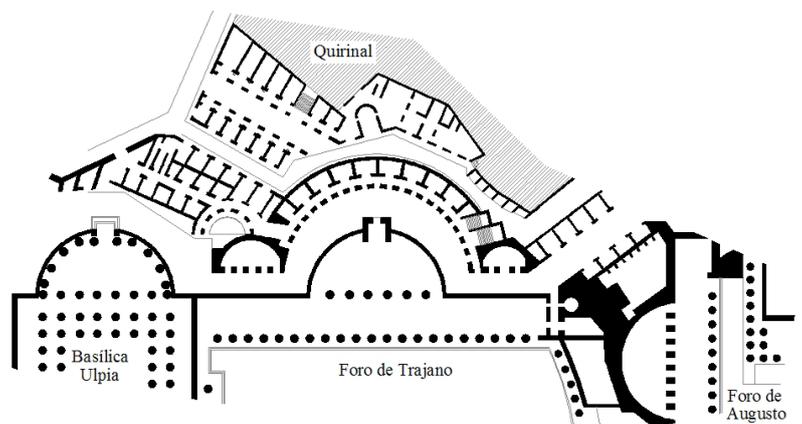
Référence 22, pp 12-13

Pour Rome, l'architecture était l'expression de la puissance. L'Etat, qui avait un monopole sur les matériaux naturels et disposait de ses propres briqueteries, faisait édifier par l'armée des bâtiments publics à travers tout l'empire.

Tandis que les colonnades, comme le péristyle grec, sont plutôt statiques et dégagent une impression de paix, les **arcades**, elles, s'élançant vers le haut avant de revenir vers le sol, où ils forment la base d'un nouvel arc et ainsi de suite. Ils sont l'expression même de l'élan et de l'expansion vers le lointain. L'Empire romain conquiert de vastes territoires, où il implanta son architecture, construisit de grandes routes et approvisionna les villes en eau douce par ses **acqueducs** qui la transportaient sur des distances considérables. Avec leurs **voûtes** et **coupôles** à une échelle sans cesse plus grande, les Romains réussirent à créer d'énormes salles sans supports intermédiaires.

L'architecture de prestige romaine, orientée vers le paraître (décoration des bâtiments, rehaussés par des peintures hautes en couleur), dissimulait souvent les matériaux les plus pauvres, briques et moellons, derrière les façades en marbre, les mosaïques et le stuc.

L'architecture officielle romaine est une affirmation d'autorité, un symbole qui domine la foule des citoyens et annonce que l'empire existe.

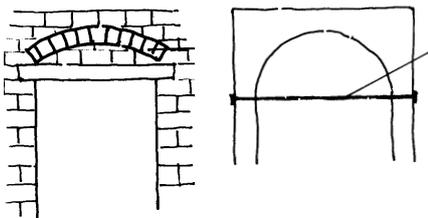
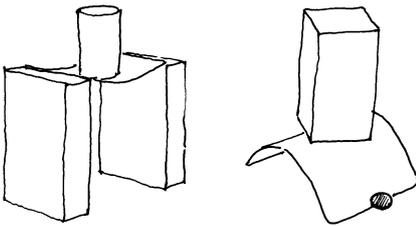


Le marché de Trajan, Forum impérial, Rome, entre 109 et 113 ap. J.-C. (fr.wikipedia.org)

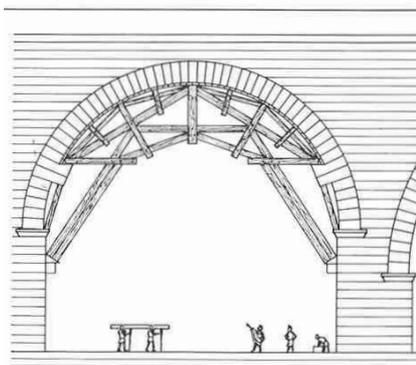


Pont du Gard, pont-aqueduc romain (long de 275m, haut de 49m) dans la vallée du Gard, (F), fin du 1er s. av. J.-C. Réf. 22, p.12

Tendu au-dessus du Gard, l'aqueduc, formé de trois rangs d'arcades superposées presque entièrement conservées, alimentait en eau la ville de Nîmes. Il supporte à sa partie supérieure une canalisation revêtue d'un enduit imperméable qui amenait l'eau des montagnes par des tunnels jusqu'aux postes de répartition de la ville. La suprématie des Romains était en grande partie liée aux capacités de leurs ingénieurs. Réf. 22, p.12



Arc de décharge et chaînage par tirant
Réf. 4, pp 22-24



3.6
Cintre pour la construction du pont du Gard, vers 15 ap. J.-C.

Réf. 1, p. 98

LES ARCS

Référence 4, pp 22-24

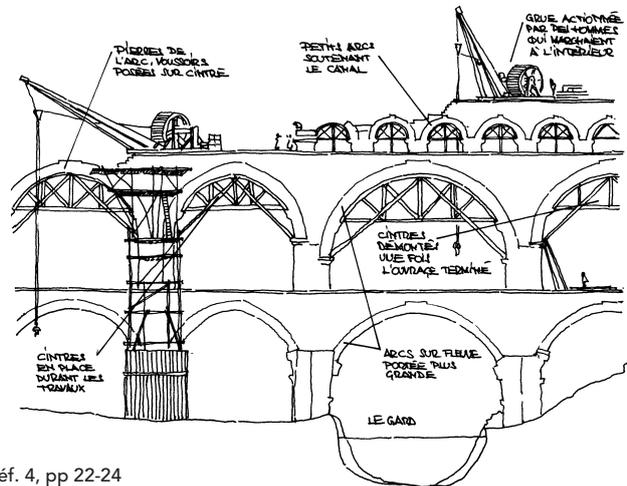
Principe de l'arc.

La faiblesse de l'architrave peut se démontrer facilement. Prenez une feuille cartonnée posée sur deux boîtes, posez-lui une charge et vous constaterez qu'elle aura tendance à ployer sous son poids. La même feuille maintenue en position arquée à l'aide de deux punaises, peut supporter, sans se déformer, un poids bien plus important. C'est la forme même de l'arc qui lui confère une plus grande résistance.

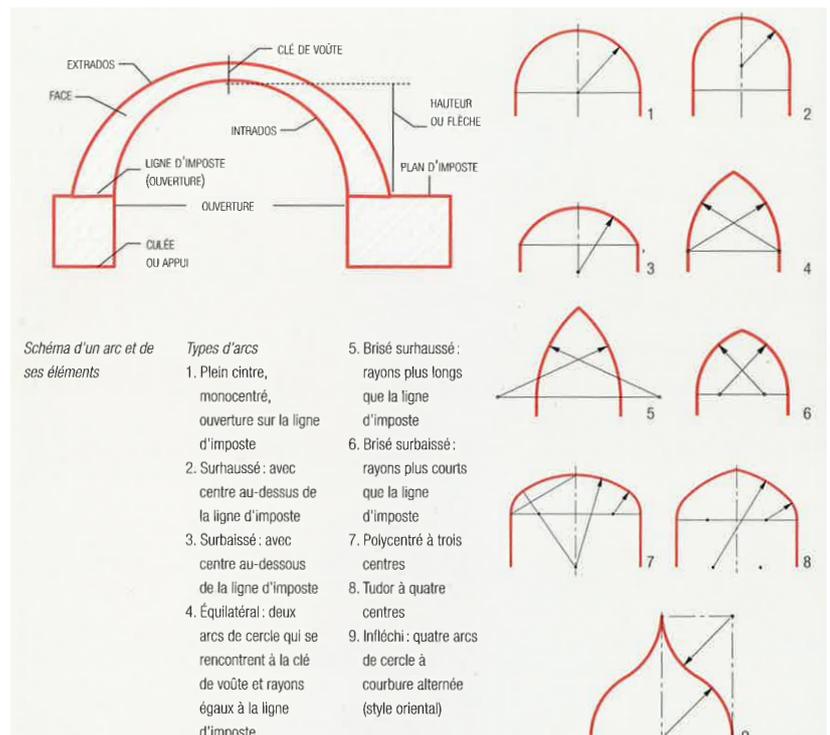
Le chaînage et l'arc de décharge.

Léonard de Vinci tenta de calculer la valeur de la poussée de l'arc sur ses appuis à l'aide d'un système de contrepois. A travers les siècles, dans les constructions en maçonnerie, on plaçait sur les couvertes ou architraves un arc de décharge, qui avait pour fonction de reporter les charges des murs sur les jambages ou pieds-droits d'une ouverture.

Dans de nombreuses constructions la poussée de l'arc est retenue par un tirant en fer appelé chaînage.



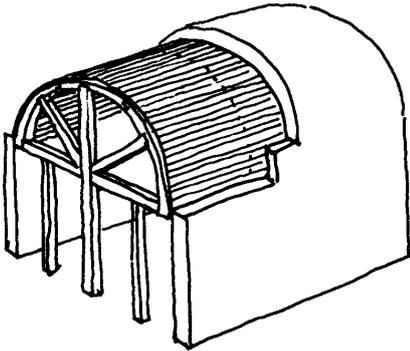
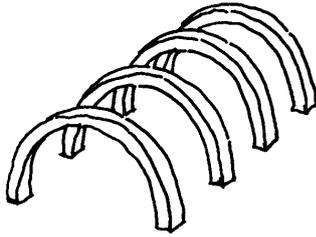
Croquis, réf. 4, pp 22-24



Réf. 24, p. 22

LES VOÛTES

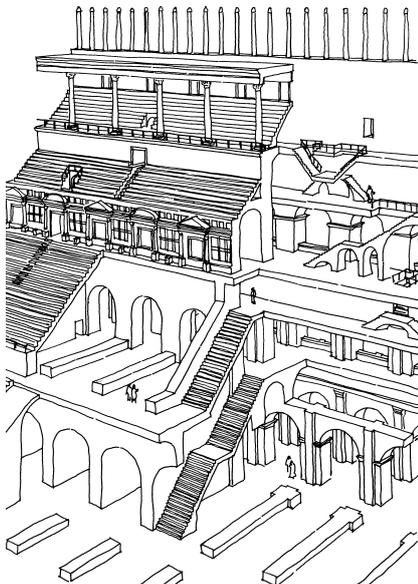
Référence 4, p. 25



Réf. 4, p. 25

Un des plus célèbres et le plus grand amphithéâtre romain, le Colisée mesure 188m. de diamètre et pratiquement 50m. de hauteur. Il pouvait accueillir 50'000 spectateurs. Malgré ses dimensions gigantesques, le Colisée fut construit en très peu d'années (commencé en 72 ap. J.-C. et inauguré en 80 ap. J.-C.) grâce à l'ingéniosité du système structurel des voûtes.

Ses gradins sont soutenus par un complexe entrelacement de voûtes. Certaines forment des anneaux concentriques, d'autres sont inclinés pour supporter le poids des escaliers.



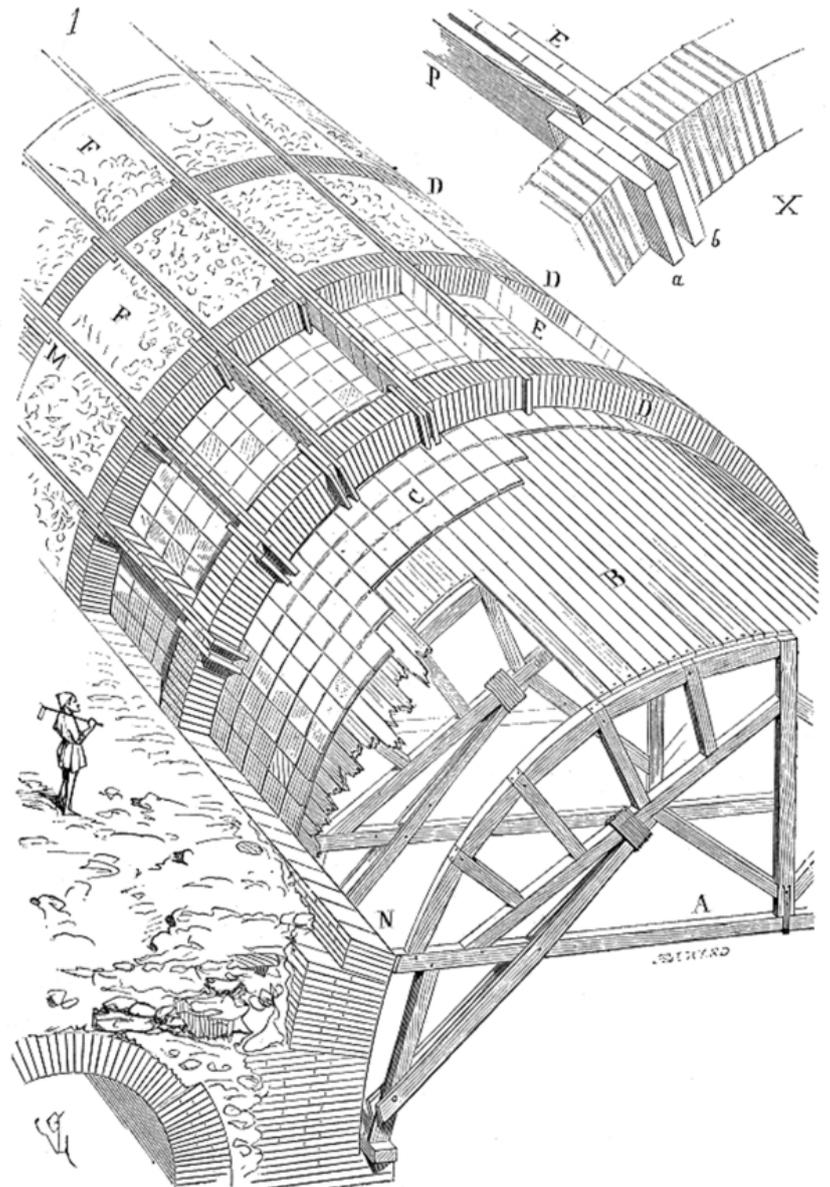
Réf. 4, p. 27

En alignant des arcs les uns derrière les autres, on obtient une galerie continue, c'est la voûte en berceau ou en plein cintre. Cette technologie, révolutionnaire à sa création, n'est pas due seulement aux architectes mais aussi aux maçons. Ce furent eux qui trouvèrent un liant exceptionnel, appelé mortier romain, indispensable pour maçonner entre elles les pierres massives utilisées alors.

En mélangeant de la chaux à un sable d'origine volcanique, provenant près de Naples, appelé puzzolane (du nom de la ville de Puzzoli), ils obtinrent un liant qui, en durcissant, devenait aussi solide que la pierre.

Construction d'une voûte.

Une voûte se construit selon le même principe qu'un arc. Les claveaux ou briques couverts de mortier, prennent appui sur des cintres qui seront démontés une fois l'ouvrage achevé.



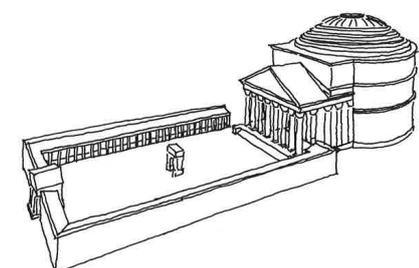
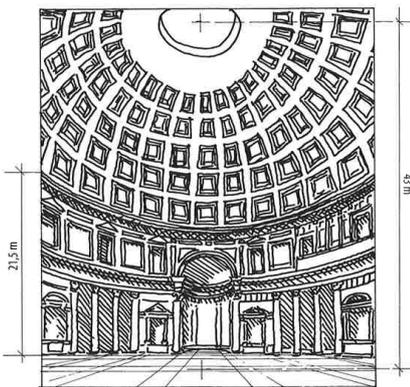
Construction d'une voûte en berceau, d'après Viollet-le-Duc,
Dictionnaire raisonné de l'architecture française du XIe au XVIe siècle, T. 1, Paris, 1856.

ANALYSE

Le Panthéon de Rome, 123 ap. J.-C.



FIG. A-10 : Panthéon, Rome.
Vue intérieure, montrant les deux parties, la muralité du cylindre et la présence enveloppante de la demi-sphère. L'élévation intérieure du temple dynastique ressemble à celle d'une place bordée de palais.



Un temple impérial dans le Champ de Mars

Le Panthéon que l'on peut voir actuellement à Rome, place de la Rotonde, édifié par l'empereur Hadrien entre 118 et 128 ap. J.-C. ne fut pas qu'un temple mais aussi le monument d'un souverain déifié. Bien que son étymologie évoque un séjour pour tous les dieux, le Panthéon n'en contenait qu'un petit nombre susceptible de veiller sur la capitale de l'empire, sans doute guère plus d'une douzaine, dignes de trôner dans cette assemblée sommitale de la hiérarchie divine romaine. Aujourd'hui il n'est plus implanté à l'extrémité de la grande place rectangulaire à portiques dont il formait la partie essentielle (fig. A-11). On le découvre cerné d'un tissu dense d'immeubles et de rues alors qu'il appartient à un quartier neuf de Rome, le Champ de Mars, voulu par César pour désenclaver le centre historique de la capitale. De fait c'est Auguste qui entama la réalisation de ce vaste parc bâti hors les murs, autrefois consacré aux exercices militaires et physiques, et conçu comme une alternative peu dense, verte et jalonnée de promenades publiques aux forums existants, congestionnés. Ce quartier neuf de la ville dévolu aux loisirs, à la promenade et à la vie politique de la cité se voulait d'un urbanisme novateur, plus aéré et planté dans lequel les bâtiments publics et les monuments s'implantaient chacun à l'intérieur d'une enceinte de portiques et non sur le pourtour de places et d'allées, formant, séparés les uns des autres par des promenades, comme un archipel d'îlots et non un tissu continuellement bâti¹. Ne regroupant plus autour d'une seule vaste place différents édifices culturels et politiques le nouveau forum romain s'émiettait en enclaves. Ainsi la cour à portiques (fig. A-11), qui devançait le Panthéon et l'isolait du voisinage, n'était pas la particularité somptueuse d'un édifice cultuel mais une partie d'un ensemble isolé et clos parmi d'autres semblables. Perfectionnement de l'esplanade grecque où se massait la foule pour suivre les rites, la place cultuelle romaine incluait des portiques sur trois côtés tandis que sur le quatrième s'élevait le temple, en l'occurrence le Panthéon. Sa colonnade frontale prolongeait en quelque sorte les portiques entourant les autres côtés. Conformément aux usages des Romains, les processions

et célébrations devaient se dérouler à l'extérieur du temple, sur la place même ou à l'abri du *pronaos*, et le Panthéon s'élevait sur un socle, d'une hauteur de cinq marches au-dessus de la place, aujourd'hui invisibles.

Mais il suffit d'observer le plan et la coupe (fig. A-13, A-14, A-15) pour constater que le Panthéon dévie de la tradition romaine des temples, y compris de ceux à plan circulaire. Tout d'abord parce que le tambour du sanctuaire n'est pas ceinturé, à l'extérieur, d'une colonnade ou d'un promenoir eux-mêmes circulaires comme il en va du temple de Vesta à Tivoli, si représentatif. Ensuite par la profondeur inhabituelle de son *pronaos* divisé, lui-même en trois travées basilicales (fig. A-15), une centrale et deux latérales qui se terminent par des absides voûtées creusées dans le mur d'entrée. Enfin, l'immensité de la *cella*, ses luxueux revêtements de marbres, dignes des thermes romains et son abondant éclairage par un oculus situé au sommet du dôme incitant à conjecturer que cette lumière vive très présente dans le sanctuaire mettait, une fois les portes ouvertes, la place et l'intérieur en relation visuelle, fait lui aussi exceptionnel.

Seuls des bouleversements théologiques et liturgiques pouvaient justifier cette circularité jointe à d'aussi vastes dimensions intérieures. Il semblerait² que le Panthéon ait été un sanctuaire dynastique abritant, suivant la tradition, les effigies géantes des principales divinités tutélaires de la capitale de l'Empire (Vénus, Mars) mais aussi celles d'empereurs. On sait que la statue de César trônait dans le précédent Panthéon détruit dans un incendie, on sait que c'était aussi la raison d'être des deux « basiliques » sous le *pronaos* (fig. A-15) consacrées aux effigies géantes d'Auguste et d'Agrippa. On peut raisonnablement supposer que les dimensions de ces colosses récupérés³ de l'incendie définirent la hauteur exceptionnelle du *ros-de-chaussée* qui allait les abriter et par là, proportionnerent tout le reste de l'édifice.

Des auteurs latins rapportent qu'Hadrien aimait rendre personnellement la justice sous l'oculus de son Panthéon, ce qui authentifierait l'hypothèse d'une sorte de tribunal suprême où les statues des dieux côtoyaient celles d'empereurs que le dernier en date consultait, sans doute en public,

suivant des règles divinatoires. Très imprégnée de théologie grecque à l'époque de l'Empire, la théologie romaine croyait à un ressemblance entre la vie des dieux et celle des hommes. Les divinités formaient des familles, entretenaient des rivalités, occupaient des territoires, habitaient des demeures et, de temps en temps, les hommes les consultaient pour établir un pacte d'action commune. Hébergeant un collège de divinités, le Panthéon devenait ainsi l'équivalent d'une assemblée délibérative réservée à l'empereur lui-même qui se considérait comme un demi-dieu. Autrement dit, le Panthéon fut un temple théocratique.

Traditionnellement, les attributs du temple empruntaient à la demeure aristocratique une grande salle close, rectangulaire, dont les murs se creusaient de fenêtres aveugles ornées de petits édicules en forme de temple, où résidaient les statues⁴. Par cette disposition intérieure inchangée durant des siècles, le temple romain ressemblait encore à la grande salle des premières résidences royales méditerranéennes (le mégaron mycénien). Mais dans la Rome impériale l'assem-

blée des magistrats qui « politisa » le Panthéon fut sans doute un de ces hémicycles à colonnades couvert d'un demi-dôme, une de ces absides de basiliques où les Romains rendaient la justice (fig. A-7, 8) dérivant elle-même des exèdres de débats d'où polémiquaient les orateurs de forum (ceux que l'on peut voir encore au forum de Trajan par exemple). En somme le Panthéon, circulaire comme un lieu d'assemblée⁵, combinait la colonnade des exèdres et la muralité des intérieurs de temple (fig. A-10), détails indispensables confirmant la double vocation religieuse et politique du bâtiment⁶. L'entrée même du Panthéon, creusée de deux absides de part et d'autre d'une porte de bronze monumentale surmontée d'un arc, formait un arc de triomphe (fig. page de titre), c'est-à-dire une porte d'entrée dans la cité. Finalement, le Panthéon descendait moins de son lointain ancêtre mycénien qu'il ne dérivait des lieux de la vie publique impériale, façonné comme eux à partir d'une homologie ville-édifice. Par sa *cella* grande comme une place et l'élévation urbaine de ses façades intérieures, le Panthéon anticipait la *civitas dei* chrétienne. D'ailleurs, rebaptisé basilique Sainte-Marie-des-Martyrs en 608, il s'adaptait sans modifications majeures à l'accueil des fidèles chrétiens.

FIG. A-11 : Le Panthéon et la place à portiques.
Les processions, offrandes et sacrifices se déroulaient sur la place, autour de l'autel dressé devant le temple, comme la tradition se perpétuait depuis l'Antiquité grecque.

Textes et dessins, réf. 23, pp 19-23

FIG. A-12 : Le Panthéon.

Les deux parties, le tambour et la demi-sphère sont fortement distinguées puis réunies par une série de disques concentriques, échelonnés de bas en haut selon des intervalles décroissants. Une scansion rythmique rassemble les deux parties.

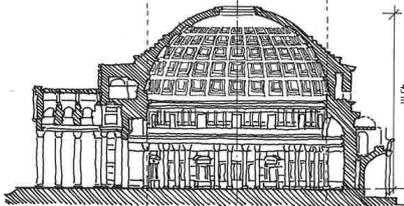
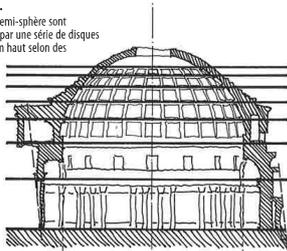


FIG. A-13 : Le Panthéon, coupe.

Les épures géométriques de la fig. A-16 montrent les décompositions dimensionnelles respectives du cylindre et de la demi-sphère.

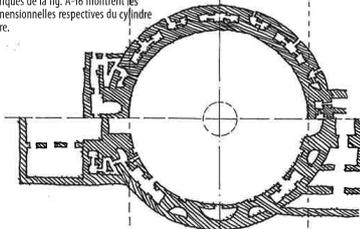


FIG. A-14, A-15 : Le Panthéon, plans du rez-de-chaussée et des niveaux supérieurs.

La paroi du cylindre, épaisse de 6 m, est évidée, cuspé de cavités qui s'agrandissent vers les parties basses. À rapprocher de la fig. A-19.

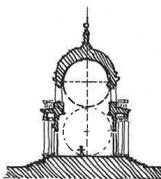
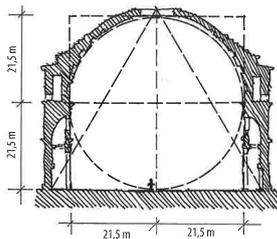
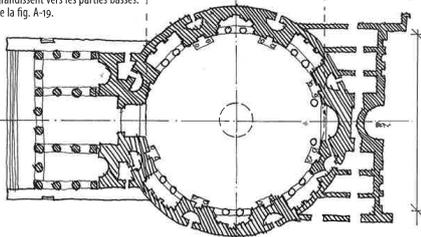


FIG. A-16, A-17 : Coupes comparées du Panthéon et du Tempietto de Bramante.

Pour un individu la sensation englobante d'un dôme dépend des proportions du dôme et de ses appuis. Lorsque l'épure sphérique du dôme s'éloigne du sol, l'impression de clôture que communique l'assise du dôme disparaît. La muralité du cylindre prévaut seule alors.

Le sanctuaire, une place couverte : lumière, proportions

En rapprochant la coupe et le plan (fig. A-13, 15), on constate que le sanctuaire est devancé par les ornements d'entrée du forum, portiques et arc de triomphe, et qu'ensuite il est aussi vaste qu'une place. Autour d'un cercle de 43 m de diamètre des façades s'élèvent à une hauteur de 21,5 m et l'ensemble est couvert d'un dôme qui culmine à 43 m. De l'assise à l'oculus, le dôme est une demi-sphère caissonnée par croisement de méridiens et de parallèles concentriques figurant l'orbite des planètes connues du système ptoléméen. Ainsi caissonnée, la demi-sphère suggère l'enveloppement de la voûte céleste (fig. A-10) et si cette place se trouvait explicitement sous le firmament et non simplement sous une coupole, c'est qu'on y pratiquait la divination à l'aide de ce cadran solaire hémisphérique où un rayon zénithal pointait, de caisson en caisson, les repères du temps astronomique.

L'intérieur du Panthéon consiste donc en un dôme hémisphérique caissonné au-dessus d'un tambour qui réunit face à face deux exèdres de forums semblables à ceux que l'on a pu reconstituer du forum de Trajan : niches à entablement au rez-de-chaussée et rangées de fenêtres à l'étage. Cette sécularisation indiscutable du temple par emprunts à l'architecture publique se confirme encore à l'échelle des mesures de la façade intérieure suivant celles de l'arc de triomphe, puisque la hauteur de l'arche centrale fixe celle de la corniche du rez-de-chaussée [coupe, fig. A-13] signalant une continuité dimensionnelle entre le pronao et l'intérieur.

Une fois cette référence dimensionnelle établie et le rayon de la sphère ajusté à la hauteur du tambour afin qu'un personnage en bas se tienne dans l'épure sphérique (fig. A-16), c'est-à-dire à l'intérieur du cosmos, toutes les mesures dérivent de divisions harmoniques du rayon commun. Le tambour, par exemple, abrite deux niveaux séparés par une corniche (la hauteur de l'étage égale les deux tiers du bas), tandis que le dôme est divisé, lui, en anneaux concentriques. Sept anneaux (neuf intervalles) s'échelonnent du sol à l'oculus diminuant régulièrement par deux tiers et intégrant les deux parties à une unique règle décroissante (fig. A-12). Un exemple rythmique dont, plus tard, la Renaissance italienne se souviendra. Ces divisions par tiers et moitié, qui règlent les mesures respectives des parties d'un tout, appartiennent à des séries de nombres supposés, depuis Pythagore, contenir l'harmonie chiffrée de l'univers⁷. Dans le *Timée*, Platon décline deux séries obtenues par élévation au carré et cube (car c'est ceux qui engendrent les surfaces puis les volumes) des chiffres un, deux, trois soit : 1, 2, 3, 4 et 1, 3, 9, 27⁸. Si les figures

géométriques simples sont préférées pour les compositions volumétriques, c'est parce qu'elles demeurent identifiables dans le résultat ; la simplicité des volumes attire l'attention sur leurs rapports dimensionnels conduisant aux suites numériques génératrices.

Quant à l'éclairage du Panthéon, il contenait une double difficulté : dispenser une lumière égale comme il se doit pour une assemblée de pairs et matérialiser le balayage d'un faisceau à l'intérieur d'une sorte de chambre noire. Si la coque interne du dôme promettait de répartir également la lumière, la question demeurait du nombre des ouvertures et de leur positionnement éventuel dans le tambour. Fallait-il les répartir en partie haute du cylindre comme des baies d'exèdres ou privilégier le dispositif astrologique ? En définitive un unique oculus zénithal convenablement dimensionné produit un éclairage égal et la projection d'un faisceau solaire sur le dôme tandis que les baies des exèdres demeurent aveugles.

La rotonde : un cas de l'espace centré

La signification théologique de cet axe vertical à l'aplomb de l'oculus se rapportait probablement à une centralité cosmographique. Au cœur du nouveau centre de la capitale de l'Empire, lui-même centre de la terre qu'on croyait au centre de l'univers, la rotonde et son axe matérialisaient le siège géographique et cosmographique d'une administration planétaire. Au centre d'une étendue géographique considérable, le Panthéon dressait, là, un axe de communication entre l'Empire et les astres, instrument de divination idéalement situé.

Avec son indiscutable pivot vertical, la disposition de la rotonde s'accorda à la Révélation lumineuse, impalpable, du Dieu chrétien et incarna, tout au long de l'ère chrétienne, la perfection irremplaçable du plan centré⁹. Sous ce dôme porté par un mur cylindrique, la présence physique de la centralité s'y ressentait avec une intensité particulière. Elle ne subsistait qu'atténuée dans d'autres dispositions centrées, comme les soutènements sur plan carré ou octogonal du dôme faits de colonnes ou de piliers et non d'un mur franc. L'axe vertical du Panthéon s'impose parce qu'il y a, de bas en haut, une continuité de murs circulaires, un enfermement cylindrique puis hémisphérique ininterrompu (fig. A-10). La supériorité du cercle sur d'autres figures géométriques, y compris polygonales, tient à l'équidistance stable du centre et du périmètre que l'œil perçoit infailliblement. À l'intérieur d'un cylindre, par exemple, on ne ressent aucune direction ou axe préférentiel sauf éventuellement la verticale, la hauteur.

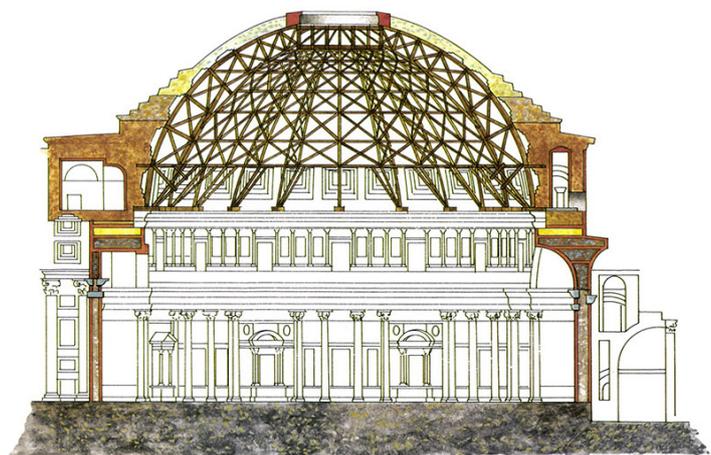
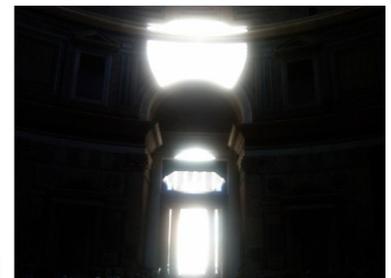
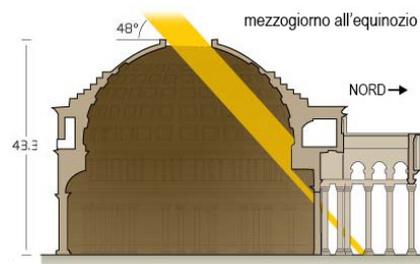


FIG. A-19 : Le Panthéon, intérieur.

Les indications contenues dans ce croquis complètent celles des fig. A-14 et A-15 relatives à la double coque dont est constitué le tambour sous des apparences massives de mur plein. Chaque « coque » est pour ainsi dire armée par des séries superposées et invisibles d'arcs de décharge qui protègent les cavités creusées dans la paroi en détournant la moindre poussée verticale sur tous les points porteurs disponibles. Ainsi qu'on le voit, des nervures transversales relient les deux « coques » qui sont elles-mêmes consolidées par des arcs.



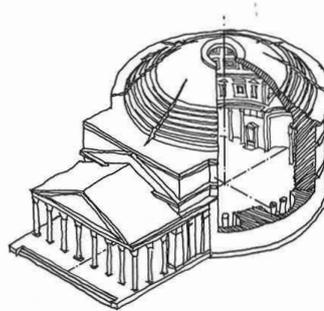
Coupe perspective www.didatticarte.it

10. « Le Panthéon, un triomphe de l'architecture de béton, n'a pu être conçu et construit qu'après la découverte du béton de pouzzolane par les Romains, qui furent les premiers à ériger des grandes structures monolithiques et à vaincre les difficultés de grandes portées. » Mario Salvadori, *Why Buildings stand up?*, New York, Norton, 1991, pp. 230 sq.

11. L'impossibilité de bâtir un aussi gigantesque coffrage obligea à construire jour après jour, anneau après anneau grâce à des échafaudages volants. « Au fur et à mesure que l'on coffrait un béton sec et très compact, caractéristique du savoir-faire romain, sur les échafaudages du dôme, en lits horizontaux successifs du bas vers le haut, les bâtisseurs introduisirent dans le béton des agrégats de plus en plus légers comme de la pierre ponce vers le haut du dôme et à son sommet mêlèrent au béton des amphores d'argiles vides, qui achevèrent d'alléger le poids du dôme. » Mario Salvadori, *ibid.*

FIG. A-18 : Le Panthéon, axonométrie.

Le croquis montre les fissurations relevées dans le dôme du Panthéon (d'après R. Mark). De telles fissurations révèlent des efforts de traction subis par les parallèles et que la maçonnerie de briques, de béton et de tuile tolère mal. Il faut rapprocher ces constatations des efforts en traction et compression que subit un dôme et de leur localisation comme l'explique la fig. 20.



Mais le fût d'un cylindre aussi haut que son diamètre, comme ici, manque de hauteur pour imposer son axe de rotation ; il faut que le dôme y ajoute la sienne qui, s'élevant en se refermant graduellement autour de cet axe, l'isole, le localise. L'axe vertical devient tangible.

Mais ce n'est pas tout car le dôme n'est pas un plafond comme un autre, s'il est toujours un mur qui se courbe peu à peu en plafond, son enveloppement progressif ne chapeautera véritablement qu'avec une assise rapprochée du sol.

Naissant ici à mi-hauteur, la demi-sphère s'assoit assez bas pour que sa montée soit physiquement perçue. Il suffirait que sa base s'élève plus haut sur le cylindre pour que le rétrécissement de la sphère s'éloigne de nous et que la verticalité résulte alors non de la croissance sphérique mais de la simple accentuation de la hauteur du cylindre, comme on peut le voir en comparant le Tempietto de Bramante et le Panthéon (fig. A-16, 17). Tandis qu'ici, rabaisée à mi-hauteur, toute la surface sphérique contribue à la verticalité. Son étendue

Le tambour de soutènement du dôme n'est pas un mur continuellement plein de 6 m d'épaisseur (fig. A-14, A-15). Le cylindre est régulièrement échancré sur son intérieur et aussi régulièrement évidé en son centre de sorte qu'à tous les étages il contient des vides importants : « Ceux-ci diffèrent selon les niveaux. Il s'agit de niches et d'absides qui, avec la monumentale porte d'entrée, forment huit renforcements dans la partie inférieure de la salle. Aux niveaux supérieurs on trouve des évidements disposés selon une stricte alternance dans l'épaisseur de la paroi. Il en résulte que le puissant anneau de maçonnerie, avec ses vides se superposant dans la masse construite, représente pratiquement une structure à deux coques liées entre elles par des sortes de « nervures » verticales noyées dans le mur. Ces nervures invisibles n'en jouent pas moins leur rôle de raidissement de l'ensemble et de support de la coupole¹². » La figure A-19 dévoile tout le dispositif de liaison entre la coque interne et la coque externe du cylindre par le biais de nervures transversales ainsi que la protection systématique de la moindre ouverture dans une coque par un ou

alors s'impose car le dôme est physiquement la surface visible la plus importante. Autrement dit, dans ces conditions, le dôme et ses rayons convergents monopolisent le champ visuel (fig. A-10). Ce fait sensoriel découle du respect de dimensions que résume la figure A-16 : si l'on est dans l'épure de la sphère, alors son chapeautage devient physiquement assez présent pour que prenne corps l'axe vertical du centre.

La structure du Panthéon

C'est la maîtrise du béton qui a rendu possible les prouesses du Panthéon et notamment la technique du monolithe de blocage et de briques à l'aide de quoi les Romains bâtissaient murs et arcs à l'ère impériale, une technique venue de Syrie qu'ils perfectionnèrent¹⁰. Leurs grands arcs franchissaient des portées de 25 m et sans doute soupçonnaient-ils le dôme capable d'autres records. Vraisemblablement, leur intuition du comportement structurel d'un dôme était précise, particulièrement l'effet de cerclage des arcs méridiens par les parallèles (voir encadré). Cette intuition amplifia leur audace, qu'encourageait déjà une simple barrière faite de planches cintrées et cerclées de métal, preuve d'une solidité exceptionnelle du résultat compte tenu de la minceur des lattes. Même aussi grossièrement modélisée, la question du cerclage se révélait décisive. Elle fut certainement, au Panthéon, d'une mise en œuvre délicate car il fallait obtenir le monolithisme d'anneaux de grand diamètre et garantir aussi fermement celui de leur empilage. Cette cohésion ne pouvait aboutir que par de subtiles interpénétrations de lits successifs de maçonnerie car il était exclu de coffrer un dôme si grand et d'obtenir ne serait-ce qu'un anneau d'une seule coulée¹¹. Une fois la cohésion annulaire garantie il fallait encore contrer la tendance du dôme à s'écartier à la base par des cerclages d'assise particulièrement résistants alors que les Romains ne disposaient guère de matériaux susceptibles d'absorber les efforts de traction intenses (voir encadré) localisés à cet endroit. Astucieusement, conjointement à l'allègement du dôme vers le haut, ils conçurent d'épaissir graduellement les parallèles jusqu'à la base afin de retenir l'écartement. Épais de 60 cm à l'oculus et de 6 m à la base le profil externe du dôme est celui d'un tronc de cône alors que la calotte intérieure est une demi-sphère. Comme on le voit sur la coupe, l'assise fut noyée dans un imposant massif de butée large de 6 m si bien que l'épaisseur considérable du tambour est la conséquence de l'épaisseur du dôme à sa base. Cette surépaisseur n'empêcha cependant pas le dôme du panthéon de se fissurer mais elle protégea sa stabilité (fig. A-18).

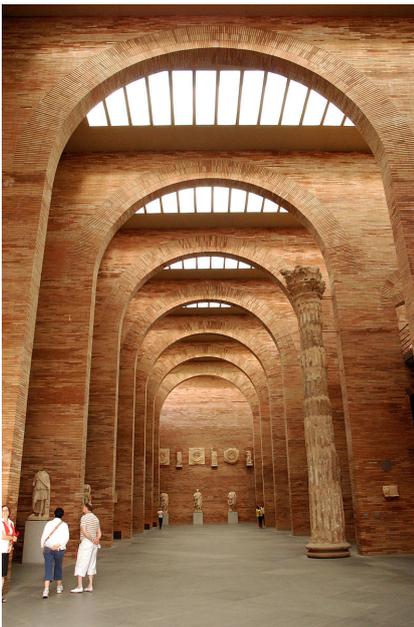
plusieurs arcs de décharge qui soulagent les appuis secondaires. Ainsi, semblant porter un pan conséquent du tambour, les colonnes des absides ne soutiennent que la charge des nervures transversales. La charge de l'entablement n'est donc qu'apparemment considérable dans la mesure où l'architrave ne porte quasiment que son propre poids. Malgré son apparence murale et massive le Panthéon est en fait un corps creux obtenu grâce à l'absolue confiance qu'avaient les Romains en leur béton pour rendre monolithiques de grandes masses, ainsi qu'en leurs arcs, armature indispensable du mur. Siècle après siècle, objet d'une curiosité archéologique inépuisable, cet exemple extraordinaire d'un monolithe creux, convenablement nervuré, rendu aussi solide et considérablement plus léger que son équivalent plein, ouvrit la voie à d'autres audaces constructives que furent le dôme de la cathédrale de Florence qu'érigea Brunelleschi, les massifs de butée, creux et occupés, de Sant' Andrea de Mantoue (Alberti) jusqu'aux doubles coques nervurées en béton des couvertures de grande portée du XX^e siècle telle la toiture du CNIT à Paris (1958, Zerhuss et Esquillan).



Photo www.didatticarte.it



Le passage (photo fr.wikipedia.org)



Intérieur (photo Helen Rikard)

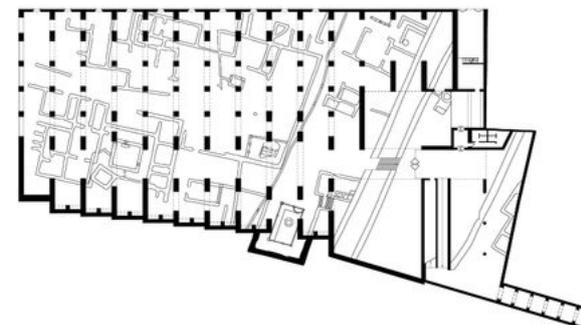
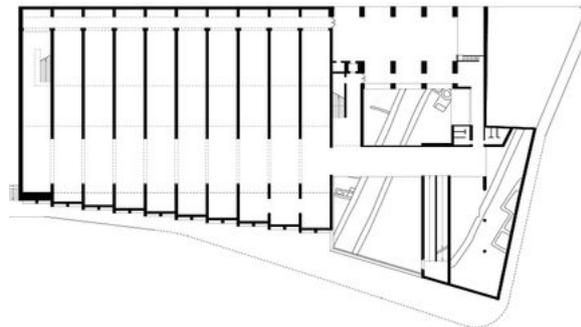
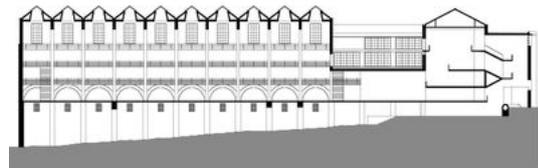
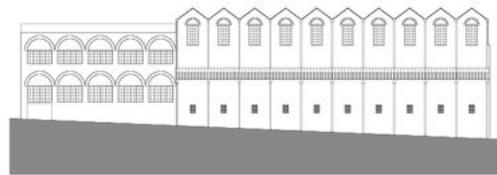


Niche (photo www.admagazone.fr)

A PROPOS

RAPHAEL MONEO Musée national d'art romain de Mérida (Espagne)

Le musée national d'art romain de Mérida, œuvre du prestigieux architecte Rafael Moneo, a été inauguré en 1986. Il abrite des pièces datant de l'époque romaine, qui a laissé une forte empreinte dans cette localité. La plupart d'entre elles proviennent du théâtre et de la villa romaine. On peut y admirer des dalles funéraires, de la céramique, du verre, des pièces de monnaie, sculptures, peintures et mosaïques. Dans la partie inférieure du musée, se déroulent des fouilles archéologiques. (www.spain.info)



De haut en bas : élévation, coupe transversale, plans niveaux

Marguerite Yourcenar
**Mémoires
d'Hadrien**



A PROPOS

Née en 1903 à Bruxelles, Marguerite Yourcenar a publié *Mémoires d'Hadrien* pour la première fois en 1951 chez Plon. Elle a été la première femme élue à l'Académie française, en 1980. *Mémoires d'Hadrien* a immédiatement rencontré un extraordinaire succès international et assuré à son auteure une grande célébrité.

Le livre se présente comme une lettre adressée par l'empereur romain Hadrien vieillissant (76-138) à son petit-fils adoptif de 17 ans, Marc-Aurèle, qui doit lui succéder. Cette « méditation écrite d'un malade qui donne audience à ses souvenirs » a pour but d'aider le jeune homme à se préparer à la rude tâche qui l'attend et lui permettre de réfléchir à l'exercice du pouvoir. Hadrien, sur le ton de la confession, y dresse un bilan de sa vie.

Construire, c'est collaborer avec la terre : c'est mettre une marque humaine sur un paysage qui en sera modifié à jamais ; c'est contribuer aussi à ce lent changement qui est la vie des villes. (p.140)
L'architecture est riche de possibilités plus variées que ne le feraient croire les quatre ordres de Vitruve. (p.142)

Marguerite Yourcenar, *Mémoires d'Hadrien*, Gallimard, folio, Paris, 1974

184

Mémoires d'Hadrien

arts de Néron, mais dépouillé de toute vanité sotté, la bonté de Titus, moins sa fadeur, l'économie de Vespasien sans sa lésinerie ridicule, formaient autant d'exemples que je me proposais à moi-même. Ces princes avaient joué leur rôle dans les affaires humaines ; c'était à moi qu'il incombait désormais de choisir entre leurs actes ceux qu'il importait de continuer, de consolider les meilleurs, de corriger les pires, jusqu'au jour où d'autres hommes, plus ou moins qualifiés, mais également responsables, se chargeraient d'en faire autant des miens.

La dédicace du temple de Vénus et de Rome fut une espèce de triomphe accompagné de courses de chars, de spectacles publics, de distributions d'épices et de parfums. Les vingt-quatre éléphants qui avaient amené à pied d'œuvre ces énormes blocs, diminuant d'autant le travail forcé des esclaves, prirent place dans le cortège, monolithes vivants. La date choisie pour cette fête était le jour anniversaire de la naissance de Rome, le huitième jour qui suit les ides d'avril de l'an huit cent quatre-vingt-deux après la fondation de la Ville. Le printemps romain n'avait jamais été plus doux, plus violent, ni plus bleu. Le même jour, avec une solennité plus grave et comme assourdie, une cérémonie dédicatoire eut lieu à l'intérieur du Panthéon. J'avais corrigé moi-même les plans trop timides de l'architecte Apollodore. Utilisant les arts de la Grèce comme une simple ornementation, un luxe ajouté, j'étais remonté pour la structure même de l'édifice aux temps primitifs et fabuleux de Rome, aux temples ronds de l'Étrurie antique. J'avais voulu que ce sanctuaire de Tous les Dieux reproduisit la forme du globe terrestre et de la sphère stellaire, du globe où se renferment les semences du feu éternel, de la sphère creuse qui contient tout. C'était aussi la forme de ces huttes ancestrales où la fumée des plus anciens foyers humains s'échappait

Sæculum aureum

185

par un orifice situé au faite. La coupole, construite d'une lave dure et légère qui semblait participer encore au mouvement ascendant des flammes, communiquait avec le ciel par un grand trou alternativement noir et bleu. Ce temple ouvert et secret était conçu comme un cadran solaire. Les heures tourneraient en rond sur ces caissons soigneusement polis par des artisans grecs ; le disque du jour y resterait suspendu comme un bouclier d'or ; la pluie formerait sur le pavement une flaque pure ; la prière s'échapperait comme une fumée vers ce vide où nous mettons les dieux. Cette fête fut pour moi une de ces heures où tout converge. Debout au fond de ce puits de jour, j'avais à mes côtés le personnel de mon principat, les matériaux dont se composait mon destin déjà plus qu'à demi édifié d'homme mûr. Je reconnaissais l'austère énergie de Marcus Turbo, serviteur fidèle ; la dignité grondeuse de Servianus, dont les critiques, chuchotées à voix de plus en plus basse, ne m'atteignaient plus ; l'élégance royale de Lucius Céonius ; et, un peu à l'écart, dans cette claire pénombre qui sied aux apparitions divines, le visage rêveur du jeune Grec en qui j'avais incarné ma Fortune. Ma femme, présente elle aussi, venait de recevoir le titre d'impératrice.

Depuis longtemps déjà, je préférais les fables concernant les amours et les querelles des dieux aux commentaires maladroits des philosophes sur la nature divine ; j'acceptais d'être l'image terrestre de ce Jupiter d'autant plus dieu qu'il est homme, soutien du monde, justice incarnée, ordre des choses, amant des Ganymèdes et des Europes, époux négligent d'une Junon amère. Mon esprit, disposé à tout mettre ce jour-là dans une lumière sans ombre, comparait l'impératrice à cette déesse en l'honneur de qui, durant une récente visite à Argos, j'avais consacré un paon d'or orné de pierres précieuses. J'aurais pu me débarrasser par le