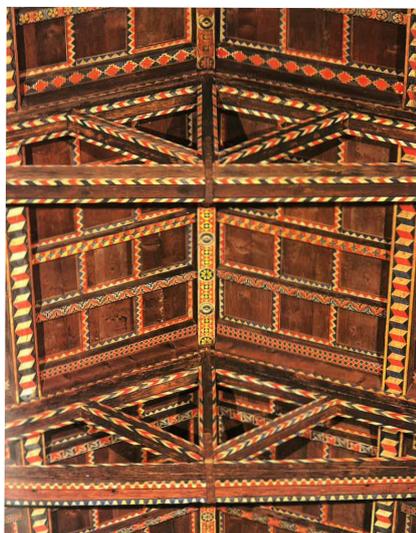


LE BOIS



Poule sous un arbre, photo de Edouard Boubat, 1950 (www.photos-de-france.tumblr.com)



CONSTRUIRE EN BOIS

Texte réf. 1, p. 102 et réf. 24, pp 78-79

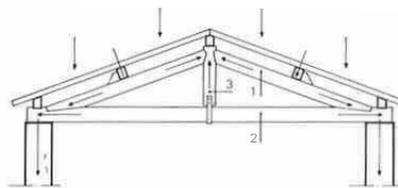
Parmi les plus anciens matériaux de construction, le bois, léger et facile d'emploi, notamment pour la couverture, a été utilisé non seulement seul, mais aussi en association avec le torchis, la paille, la brique et la pierre.

L'homme préhistorique se déplace, il est chasseur et se protège sous des abris rudimentaires. Les moyens mis en oeuvre sont les vannerie (tressage de fibres végétales, paniers) et les ligatures qui n'exigent pas d'outils. Avec la sédentarisation apparaissent les constructions en bois avec assemblages. La prodigieuse invention de la ferme (tirant et arbalétriers) par les Romains démontre un niveau exceptionnel de connaissance du matériau et de la construction. Complété par d'autres matériaux comme le verre et l'acier, il a effectué un spectaculaire retour en force dans l'architecture contemporaine.

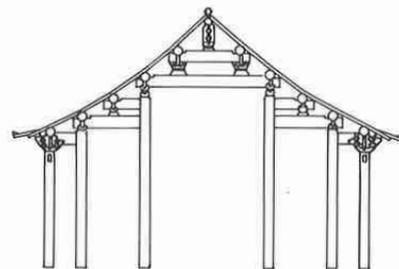
Le bois trouve des usages dans tous les secteurs d'activité : les outils, les bateaux, les instruments de musique, les objets domestiques, les jouets, la sculpture, le mobilier, le chauffage et bien sûr la construction.

Depuis l'Antiquité

Jadis, le bois servait à fabriquer des poutres, des toitures et des portes. Les premières colonnes, les triglyphes ainsi que d'autres éléments structurels étaient probablement en bois avant de conserver leur forme et leur profil lorsque, quelques siècles plus tard, ces mêmes éléments furent produits en pierre. Des ruines de huttes en pisé datant de l'ancienne Egypte et couvertes de roseaux soutenus par des poutres en bois (maisons d'ouvriers de la nécropole de Thèbes) confortent cette théorie. Dans le monde gréco-romain, le bois a servi non seulement pour les toitures des temples et des basiliques, mais aussi pour les habitations de la plèbe, ce qui explique l'incendie de Rome sous le règne de Néron en 64 ap. J.-C.



3.8
Charpente en bois.
Système romain de la ferme triangulée comprenant:
1. Deux arbalétriers comprimés.
2. Un entrait tendu.
3. Un poinçon tendu sollicité vers le haut de l'entrait.



3.9
Système chinois par empilage, à encorbellement, permettant une double orientation horizontale.

Comparaison entre une charpente en bois et système chinois par empilage, à encorbellement. Réf. 1, p. 102

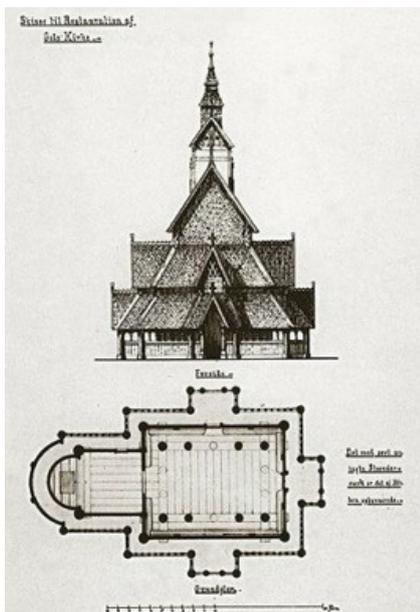
Au milieu : Edicule funéraire en bois d'Ika et de son épouse Imerit, IVe dynastie., Le Caire, Musée archéologique. Réf. 24, p. 78. Les formes de cette construction ne changent pas lorsque la pierre remplace le bois.

A gauche : Toiture en treillis de poutres, XIIIe siècle, Florence, église de Santi Apostoli. Réf. 24, p. 79.



Stav Kirke à Heddal, Norvège. (www.narthex.fr)

Le bois est un matériel abondant en Norvège et il n'est donc pas surprenant que jusqu'à la fin de l'époque médiévale, on y construisit des églises en bois. Les habitants de la Norvège avaient développé durant l'Age viking une très grande maîtrise du travail du bois – leurs constructions navales ont emmené les Scandinaves par delà les mers. « Stavkirke », le terme norvégien que l'on traduit en français par « église en bois debout » vient du norvégien « stav » qui signifie « pieu » et « kirke » pour « église » ; une étymologie qui fait référence aux poteaux de bois qui forment la structure architecturale de base de ces édifices. L'humidité du sol entraînant le pourrissement du bois, les poteaux ne reposent pas à même le sol, trop humide, mais sur de la pierre (stolpekirke). Ce parterre de pierre est couvert d'une plate-forme de bois, sur laquelle les poteaux de bois qui portent l'édifice peuvent prendre appui. (www.narthex.fr/blogs/chroniques-scandinaves/eglises-en-bois-debout)



Stav Kirke, plan Golt.
Prytz, 1883 (www.wikimedia.com)

Dans la continuité de ce modèle qu'est la basilique romaine, les premières églises chrétiennes étaient recouvertes de toitures dites *alla capriata*, structure composée de poutres fixées les unes aux autres et généralement de forme triangulaire (la ferme). Cette forme rappelle celle d'un fond renversé (dans la Norvège médiévale, la structure en bois des bateaux servit de modèle à la StavKirke traditionnelle, une église soutenue par des poteaux de bois). Dans les pays d'Europe centrale et septentrionale, les maisons comme les granges étaient généralement construites en bois. Au fil des siècles, la couverture en matériau minéral fut de plus en plus utilisée à la place du bois qui servit jusqu'à la fin du XVIIe siècle uniquement pour les toitures des bâtiments civils de l'Europe du nord. Il reparut aux Etats-Unis au XIXe siècle avec la structure dite « en cage à oiseau » largement employé de 1870 à 1890 avec le système de singles (bardeaux de bois sur voliges). Au XXe siècle, le bois fut encore utilisé en combinaison avec d'autres matériaux.

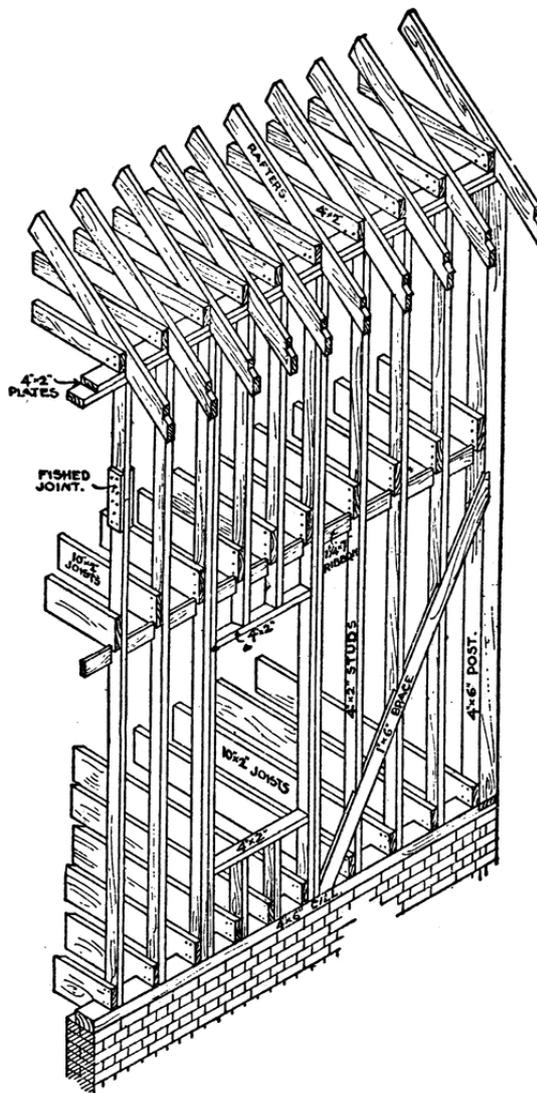


Schéma de construction fondé sur le système «balloon frame», panier, treillis ou cage à oiseau. Utilisée aux Etats-Unis depuis 1833, la structure en treillis ou en cage à oiseau est faite de poutres et poteaux prédécoupés et simplement assemblés par clouage. (www.etc.usf.edu)

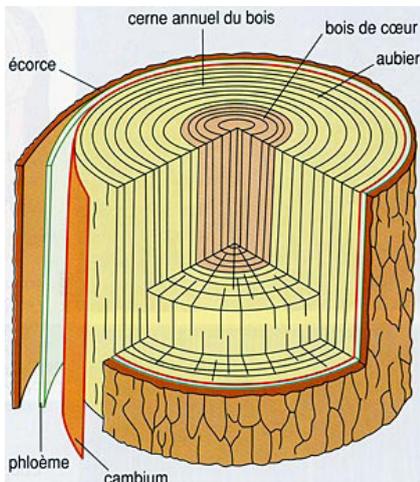


Schéma coupe sur le tronc d'un arbre
(www.cerig.pagora.grenoble-inp.fr)

Ecorce
Aubier, cambium - conduit la sève brute
Coeur, duramen - la partie la plus intéressante au point de vue matériau
Moelle - au centre du tronc, tissu léger et peu résistant.

Dureté, densité	Résineux	Feuillus
Très tendres, très légers	-	peuplier
Tendres, légers	sapin, épicéa	bouleau, tilleul
Mi-durs, mi-lourds	pin, mélèze	chêne, fruitiers
Durs, lourds	if, pitchpin	buis
Très durs	-	quelques essences exotiques

Classification du bois, réf. 1, p 103

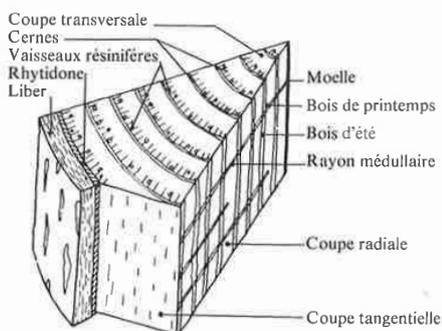


Fig. 1. Coin de bois coupé dans un tronc âgé de 9 ans.

Coupe transversale, radiale et tangentielle
Réf. 5, p. 15

Le matériau

Le bois est un matériau de construction issu de la nature sans transformation importante. Ses qualités dépendent de l'arbre dont il est tiré, de son essence, de son âge, de la qualité du sol, etc. L'utilisation toujours plus importante des dérivés, des lamellés-collés ou autres transformations du bois prouve la crainte qui se manifeste devant tout élément naturel ne répondant pas à des normes exactes.

Le bois est composé de cellules allongées, de différentes natures et réunies par une matière intercellulaire.

Le bois est formé de tissus et c'est un matériau fibreux. Le sens des fibres est appelé *fil du bois*.

Il existe deux classes différentes de bois : les résineux et les feuillus. Les bois sont aussi classés en fonction de la dureté ou de la densité, importante dans la technique et le commerce.

Comme le bois est poreux, plus la surface des pores est grande, relativement à la substance totale, plus le bois est léger. Un bois lourd travaille généralement plus qu'un bois léger (le gonflement du bois provient de l'absorption d'eau par les parois cellulaires ; l'encombrement est d'autant plus grand que le bois est dense). Un bois est d'autant plus résistant qu'il contient des parois cellulaires. Un bois lourd est plus résistant, plus dur et plus stable qu'un bois léger de la même espèce.

Défauts ou altérations principaux du bois :

- les noeuds où il y a déviation du fil du bois (jonction tronc-branche)
- les ronces, loupes (excroissance du tronc avec enchevêtrement des fibres) - recherchés en ébénisterie mais rejetés en charpente
- les irrégularités de croissance
- l'échauffure, la pourriture ou altérations diverses (champignons, insectes)

Traction

C'est à la traction que le bois offre le maximum de résistance. La charge de rupture en traction est à peu près deux fois celle de la compression axiale. Toutefois cette caractéristique est fortement influencée par le sens des fibres.

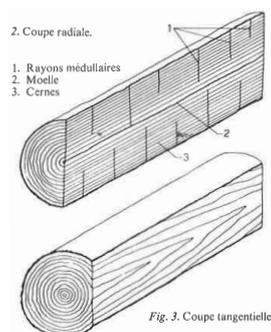


Fig. 3. Coupe tangentielle.

Réf. 5, p. 15

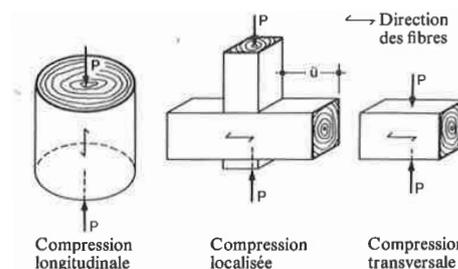
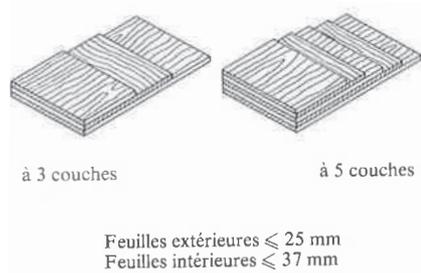


Fig. 35. Efforts de compression longitudinaux et transversaux par rapport aux fibres.

Réf. 5, p. 29

Texte, réf. 1, pp 102-105



Structure des contre-plaquéés, réf. 5, p. 21



Panneaux MDF : panneau de fibres à densité moyenne ou MDF (pour medium density fiberboard, l'appellation anglophone) est un panneau de fibres de bois à moyenne densité (avec des masses volumiques variables : 800 kg/m³ pour le HDF, 750 kg/m³ pour le MDF, 600 kg/m³ pour le light MDF), par opposition aux panneaux de fibres de bois durs (type Isorel ou Unalut) dont la densité est élevée (de l'ordre de 1 000 kg/m³). Également connu sous la dénomination de medium (nom commercial du produit utilisé par la société Isoroy), ce panneau issu d'un procédé industriel continu, est constitué de fibres de bois et d'un liant synthétique à base de résine urée-formol que l'on soumet à des contraintes de température et de pression. (fr.wikipedia.org)



Panneaux OSB : panneau de lamelles minces, longues et orientées ou OSB (pour Oriented Strand Board, l'appellation anglophone) est un panneau en plusieurs couches principalement constitué de lamelles de bois et liées ensemble avec un liant. Appelés aussi panneau de particules orientées, panneau à copeaux orientés, panneau structural orienté ou Aspenite au Québec. L'épaisseur de ce type de panneau est de 6 à 25 mm. Il est composé de copeaux de bois orientés dans des directions spécifiques, et collés ensemble par une résine, le liant. Il est utilisé dans la construction en bois comme panneau de contreventement, en toiture et plancher. (fr.wikipedia.org)

Les éléments

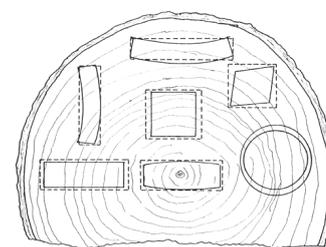
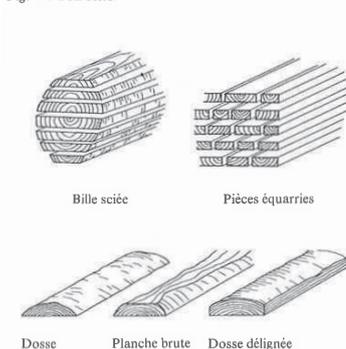
Bois ronds

Troncs ébranchés et écorcés souvent non traités. Utilisés surtout dans les échafaudages et constructions rurales, servant de poutres ou étais dans les ponts provisoires ou de pieux battus dans les fondations.

Bois sciés

Tronc écorcé, débité en scierie en différentes dimensions. En débitant simultanément des planches et des lattes, on peut en règle générale tirer un maximum d'un tronc.

Fig. 17. Bois sciés.

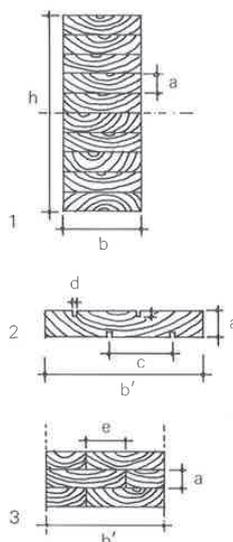


Distorsion du bois amputable au retrait (www.fao.org)

A gauche : bois sciés, réf. 5, p 21

Lamellé-collé

Système qui consiste à assembler par collage des pièces de dimensions relativement grandes afin d'obtenir des éléments de construction très importants, poutres de grande portée par exemple. Amélioration très importante de la résistance. Utilisation optimale du bois.



3.14

Bois lamellé-collé.

Se compose de plusieurs planches collées horizontalement les unes sur les autres. L'épaisseur de ces planches ne devrait pas être supérieure à 30 mm, pouvant atteindre 40 mm lorsque le bois est particulièrement bien choisi et séché et que les éléments de construction ne sont pas exposés à des variations climatiques importantes.

- a Epaisseur de la planche.
- b Largeur ≤ 20 cm.
- b' Largeur > 20 cm.
- c Écartement des gorges de décharges ≤ 35 mm.
- d Largeur de la gorge de décharge de 0,15 à 0,2 a.
- e Décalage = ≥ 2 a.
- h Hauteur de la poutre.

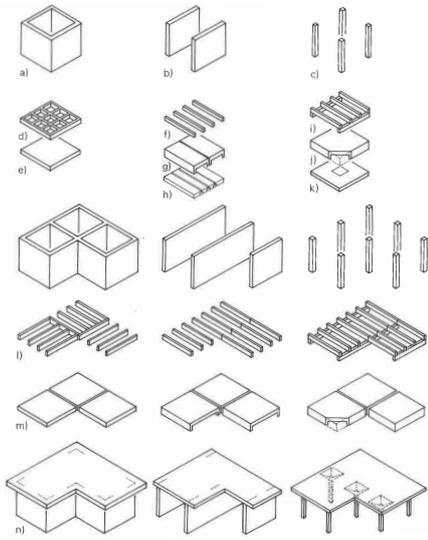
1. Les planches rabotées et larges de 20 cm au maximum sont superposées et collées, le cœur toujours orienté vers le dessus, à l'exception de la première planche qui est placée à l'inverse des autres.
2. Si la largeur dépasse 20 cm, il faut pratiquer des gorges de décharge sur toute la longueur, et sur les deux faces.
3. Si la poutre dépasse 20 cm de largeur, il est possible de mettre deux planches côte à côte en décalant les joints.

Matériaux dérivés du bois :

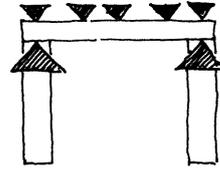
- le contre-plaqué ;
- le panneau de fibres agglomérés (MDF) ;
- le panneau de copeaux (OSB).

Réalisés par pressage de particules de bois encollés à taille variable.

Les planchers

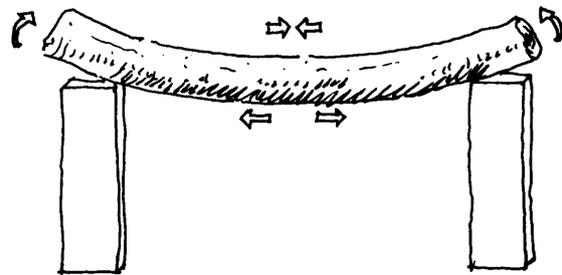


Système dalle-plancher, réf. 1, p. 465



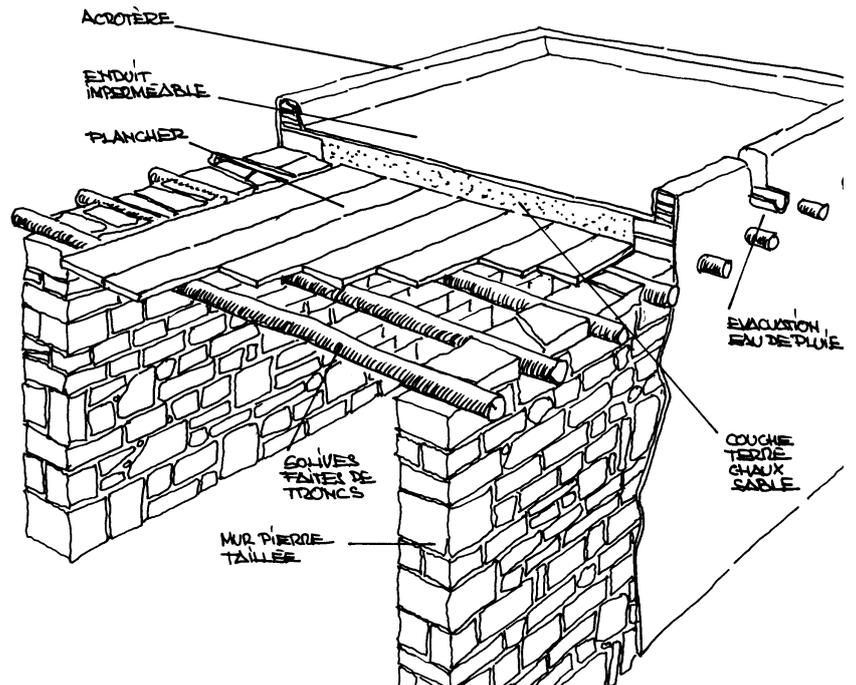
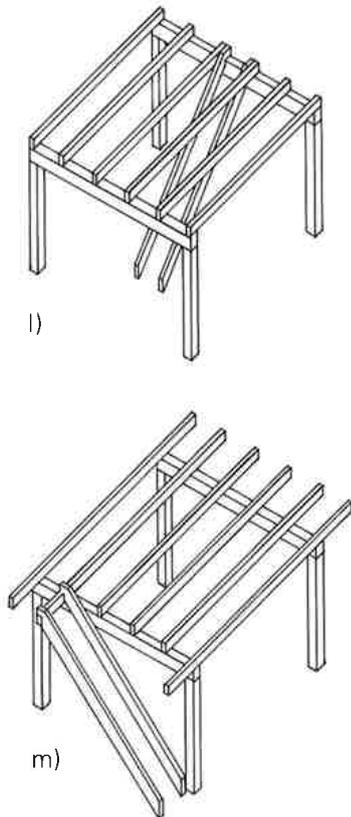
Matériaux souples

Le bois et l'acier sont des matériaux souples qui résistent bien aux efforts de traction un peu moins bien aux efforts de compression, leur déformation devenant inacceptable en construction (flèche trop importante).



Toit et terrasse - bâtiment à plusieurs étages

Dans le bassin méditerranéen, en Afrique du Nord par exemple, la terrasse sert également de toiture. Rendue imperméable par une couche épaisse de terre et de chaux mélangée ou d'argile pure (terre glaise) elle permet aussi de récupérer l'eau de pluie.

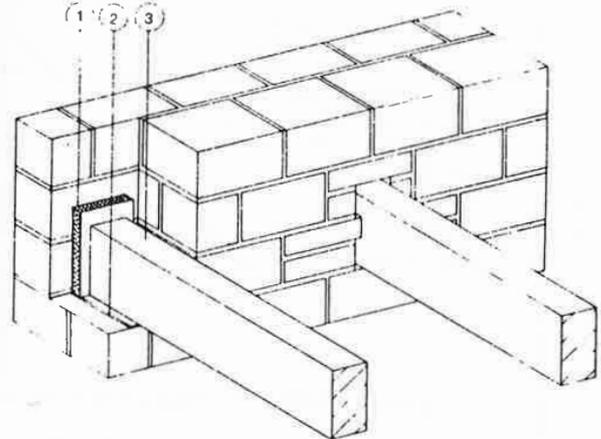
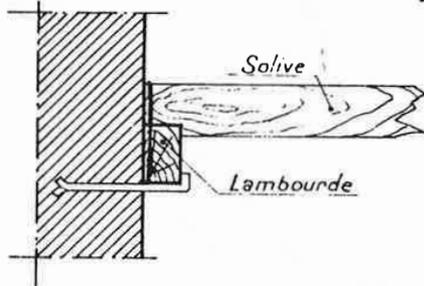


Escaliers dans planchers, réf. 1, p. 466

Réf. 4, pp 12, 14

Planchers Planchers en bois

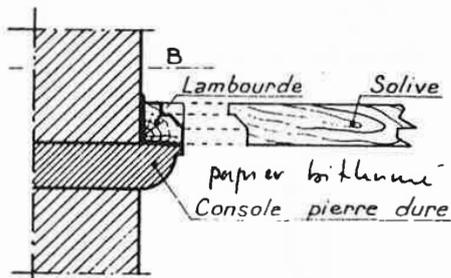
Appui dans un mur en briques cuites (*Lignum*)



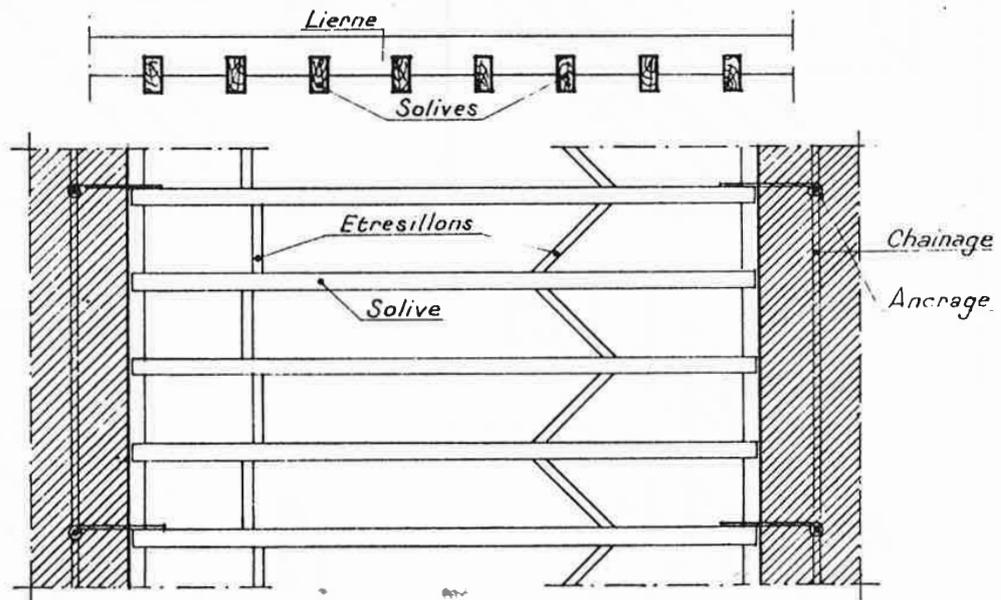
- 1 Plaque isolante
- 2 Papier bitumé
- 3 Solive

En général, la profondeur de l'appui à la tête de la solive doit mesurer au moins 0.7 fois la hauteur de la poutre

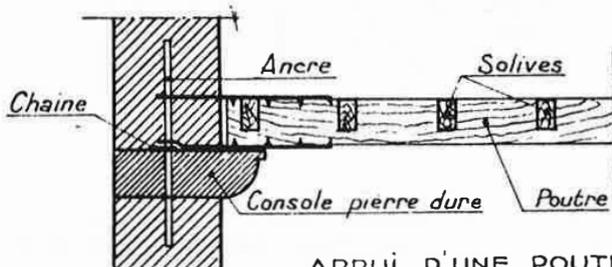
Les têtes des poutres ne doivent pas être crépies; en bout et sur les côtés, on laisse un espace libre d'au moins 2 cm.



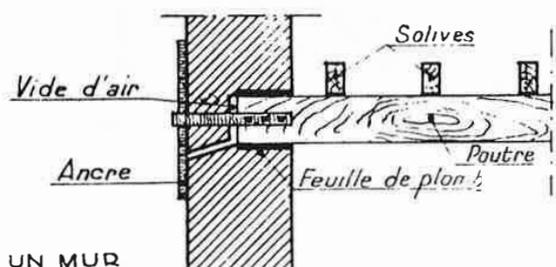
APPUI DES SOLIVES SUR LES MURS



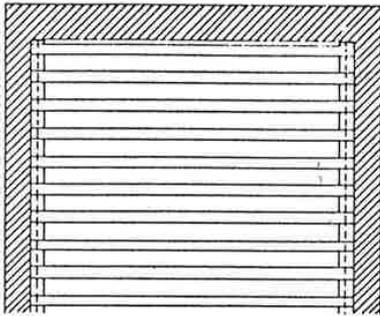
PLAN D'UN PLANCHER EN BOIS SIMPLE



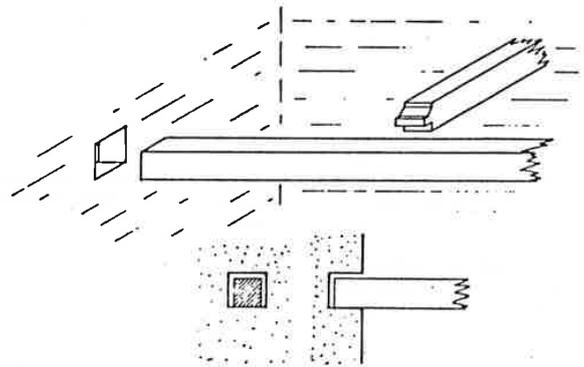
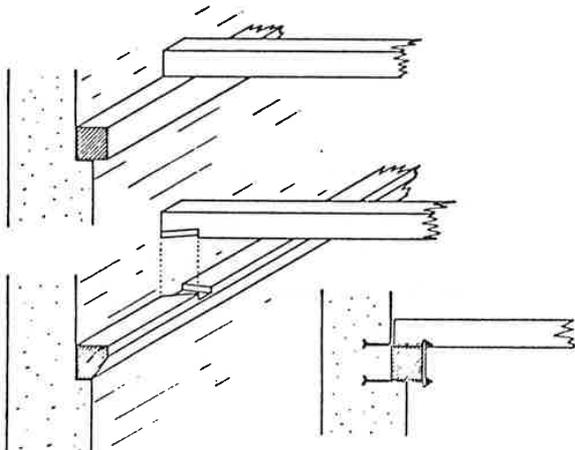
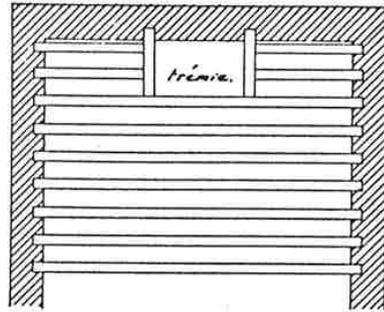
APPUI D'UNE POUTRE SUR UN MUR



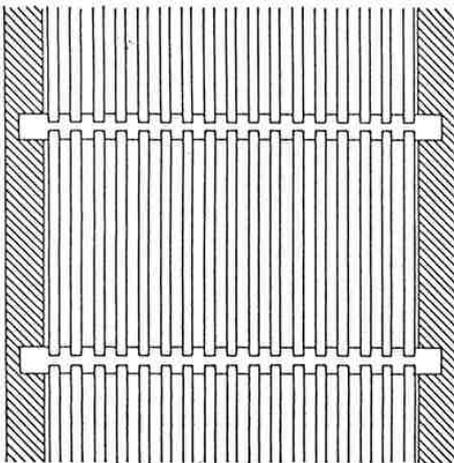
PLANCHER SIMPLE



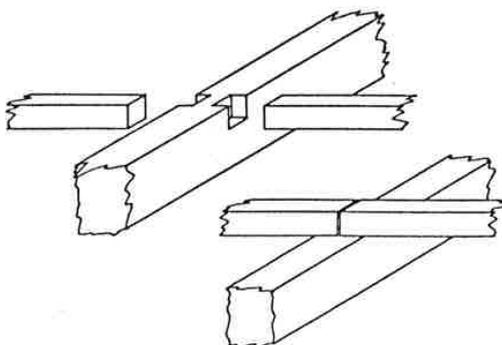
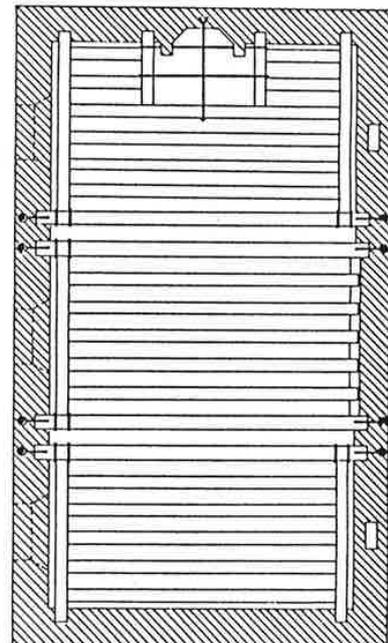
Plancher simple.



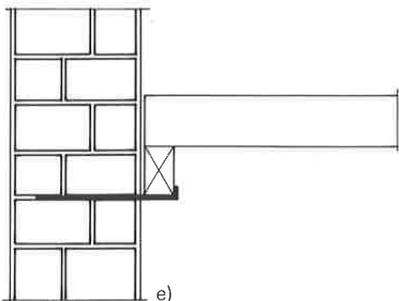
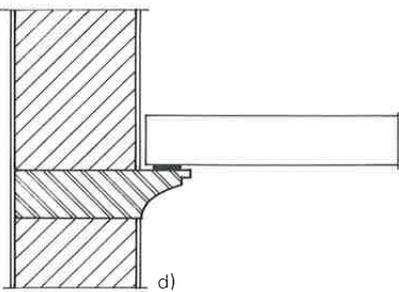
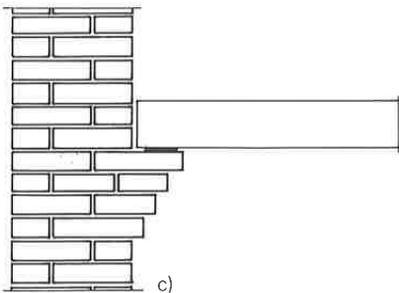
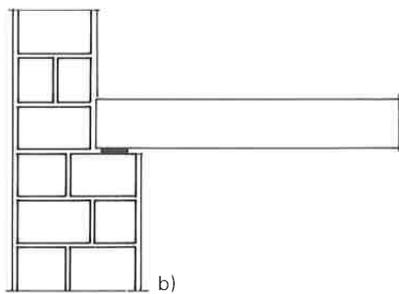
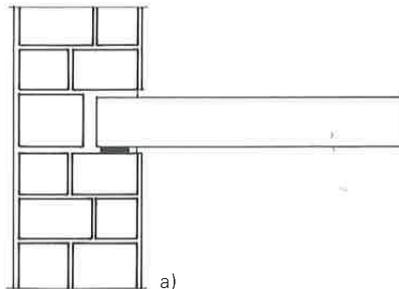
PLANCHER COMPOSE



PLANCHER COMPOSÉ



Assemblages solivages et poutraisons
Réf. 1, pp 467 et 470.



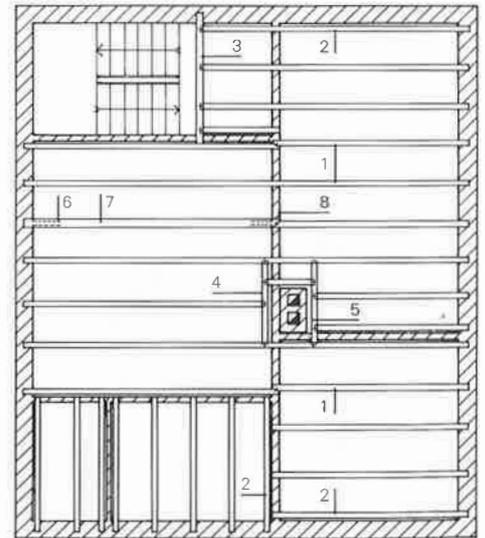
17.4

Solivage ou poutraisons.

1. Solive.
2. Solive de rive.
3. Poutre palière.
4. Chevêtre.
5. Chevêtre de cheminée.
6. Paroi non porteuse.
7. Solive renforcée sous paroi.
8. Mur porteur.

UN CHEVÊTRE :

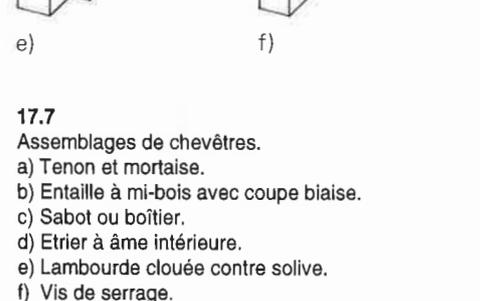
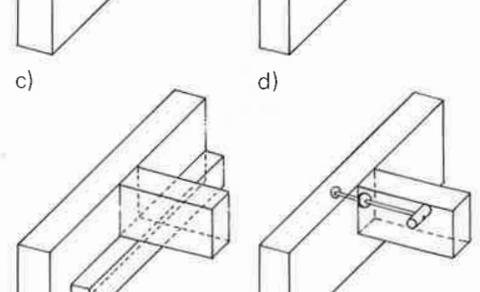
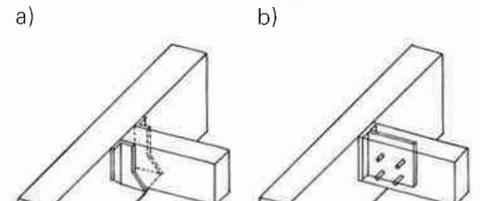
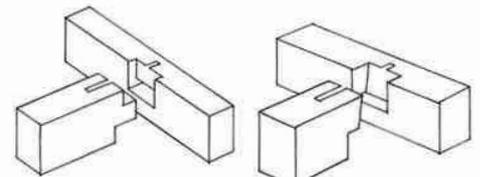
Pièce de charpente dans laquelle on emboîte, on assemble, par entailles ou dans les clavages, les solives, pour les empêcher de tomber dans le vide. Cette pièce peut être également en fer. Pièce de bois ou de fer que l'on place dans un plancher, parallèlement au mur, pour établir l'âtre d'une cheminée, et supporter les solives qui ne peuvent être scellées dans le mur.



17.6

Appuis de solives.

- a) Encastrement dans la maçonnerie: type d'appui le plus courant, le plus ancien mais aussi celui qui cause le plus grand nombre de cas de pourrissement des extrémités des solives dû à l'accumulation d'humidité provenant de l'extérieur (mauvaise isolation thermique, infiltration des eaux pluviales), ou de l'intérieur (condensation, eaux de lavage, etc.); un espace est en principe réservé autour de l'about pour lui permettre de respirer mais il est fréquemment obturé par des matériaux divers; si la solive est sèche, la tête doit être pour le moins protégée par un produit hydrofuge ayant un effet fongicide et insecticide; si la solive est humide, il faut prévoir des cales qui permettent une circulation d'air tout autour de la tête.
- b) Décrochement du mur: appui simple sans effet secondaire; la tête peut aussi être posée sur une sablière en bois; la longueur d'appui est en principe de 15 cm.
- c) Console: si le mur est suffisamment massif et stable, un encorbellement est une bonne solution qui conserve l'efficacité de l'isolation thermique du mur extérieur;
- d) La console peut aussi être réalisée par un bandeau de pierre;
- e) Poutre murailleuse ou filière d'appui: le risque de pourrissement est diminué car la solive n'est plus en contact direct avec la maçonnerie; solution adoptée avec des murs en maçonnerie de pierre de gros éléments; peut être utilisée pour la réfection de planchers anciens lorsque les abouts de solives encastrés dans la maçonnerie sont dégradés.



17.7

Assemblages de chevêtres.

- a) Tenon et mortaise.
- b) Entaille à mi-bois avec coupe biseau.
- c) Sabot ou boîtier.
- d) Etrier à âme intérieure.
- e) Lambourde clouée contre solive.
- f) Vis de serrage.

Remplissage entre solives

L'espace entre les solives est généralement occupé par un faux plancher ou *plancher entre-poutre* en bois, posé sur des lambourdes clouées dans le sens longitudinal des solives. L'espace restant entre le faux plancher et le dessus des solives était autrefois rempli de *marin* ou *aire*, mélange de sable fin et de scories. Ce système est maintenant abandonné au profit de matériaux plus efficaces, moins lourds et plus faciles à transporter: laines minérales, liège ou granulés expansés. Bien souvent ces matériaux conditionnent l'écartement des solives.

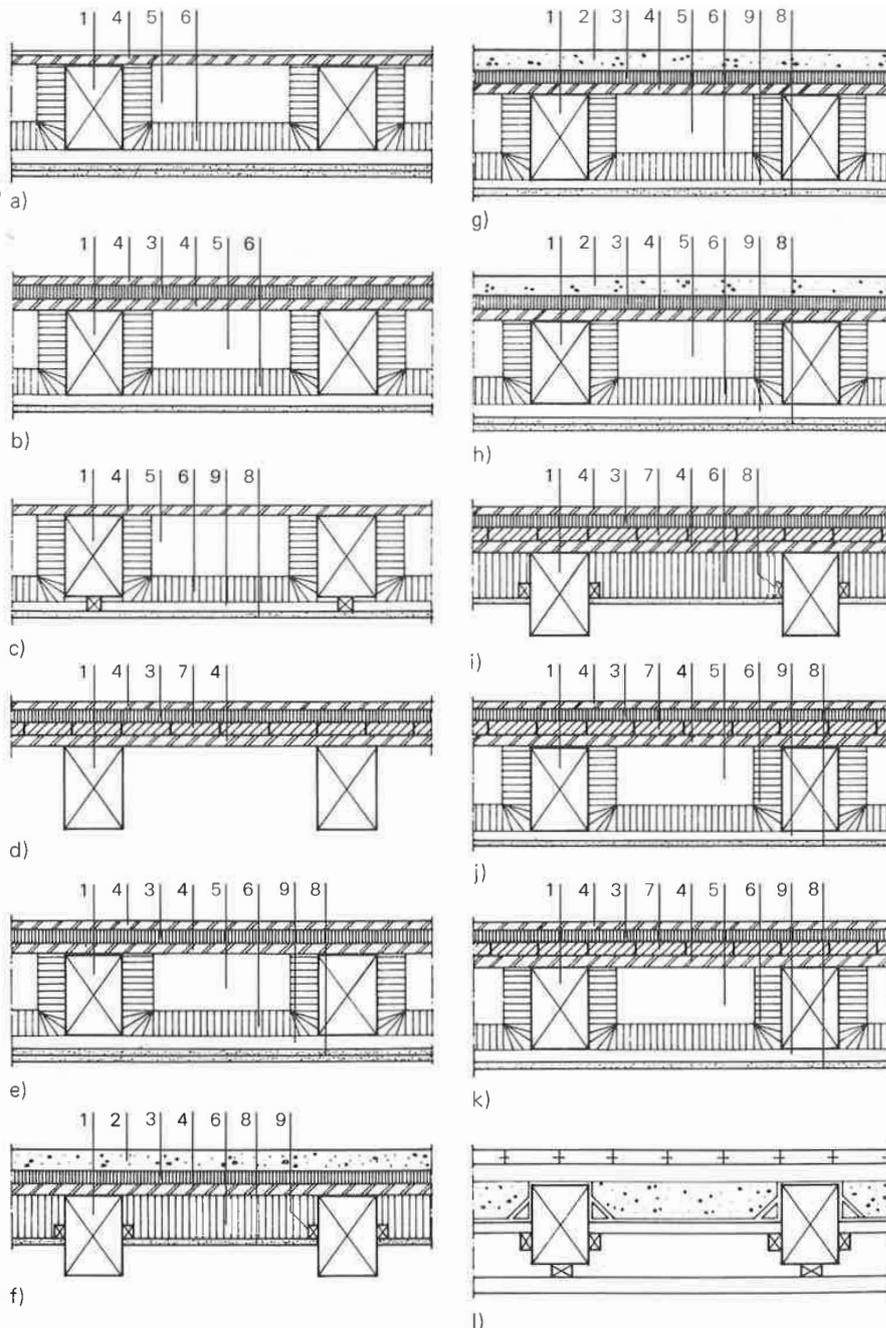
S'il n'y a pas de faux plancher, les *étrésillons* maintiennent un écartement régulier entre les solives et les empêchent de voiler latéralement. Il y a 2 à 3 rangées d'étrésillons pour une portée d'environ 4 mètres.

Sommier

Lorsque la portée devient trop grande, il est nécessaire de disposer un *sommier* en bois ou en profilé métallique (appelé aussi *filet*) qui sera peut-être lui-même allégé par un pilier. Des sabots en bois sont disposés entre le sommet du pilier et le *sommier* pour augmenter la surface de l'appui. Ces différentes pièces sont généralement boulonnées entre elles, pour qu'elles deviennent solidaires et constituent un tout indéformable.

Trémie

La solution la plus simple pour réaliser une trémie est de supprimer quelques solives; c'est la meilleure solution pour créer un escalier. Si l'ouverture est trop grande, particulièrement trop longue, un *chevêtre* reprend les charges des solives interrompues pour les reporter sur les solives adjacentes. Les termes de trémie et de chevêtre s'appliquent aussi aux autres types de planchers.



17.8
Exemples de planchers avec des améliorations acoustiques;
l'indice d'affaiblissement acoustique est donné à titre indicatif et doit être vérifié en fonction des caractéristiques et de l'épaisseur des matériaux utilisés.

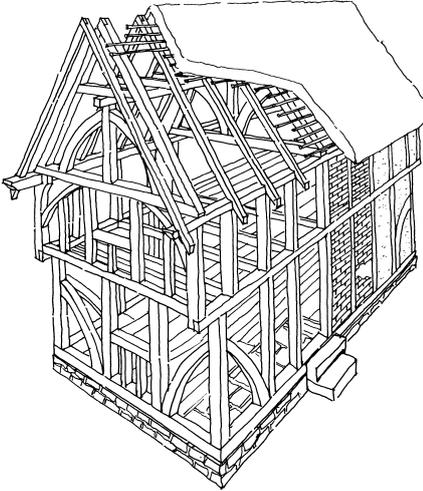
a) Plafond suspendu	45 dB
b) Sol flottant	45 dB
c) Plafond suspendu	45 dB
d) Sol flottant sur pavés de béton	50 dB
e) Sol flottant et plafond suspendu	50 dB
f) Chape ciment et plafond entre solives	50 dB
g) Chape ciment et plafond suspendu	50 dB
h) Chape ciment et plafond suspendu	50 dB
i) Pavés de béton et plafond entre solives	50 dB
j) Pavés de béton et plafond suspendu	55 dB

k) Pavés de béton et plafond suspendu 55 dB
l) Construction ancienne avec marin; la transmission s'effectue essentiellement par la poutraison; il faudrait insérer une couche isolante sur les solives et un sous-plafond.

1. Solive en bois.
2. Chape ciment.
3. Isolation dense.
4. Panneau de particules.
5. Vide.
6. Isolation.
7. Plaquettes de béton.
8. Lattis ou plaques de plâtre.
9. Lattage.

Réf. 1, p. 471

La ferme

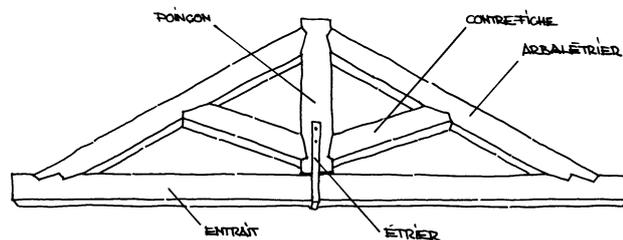


Dans les maisons traditionnelles à colombages, aussi bien en France (au Nord), en Allemagne, aux Pays-Bas ou en Angleterre, la structure est constituée d'une charpente faite de poutres et de poteaux, maintenue par des clous et des emboîtements (tenons, mortaises, embrèvements et chevilles). Les murs remplissaient les intervalles laissés par la structure et pouvaient être en terre, en joncs tressés enduits de terre et de chaux ou en briques soit apparentes ou enduites de mortier à base de chaux.
Réf. 4, p. 39

C'est aux Romains que nous devons l'invention de la ferme. Les modèles les plus simples ont la forme d'un triangle : deux poutres inclinées appelées arbalétriers s'enchevêtrent solidement au moyen de tenons, mortaises, embrèvements et chevilles ; sur une troisième poutre horizontale appelée entrain ou tirant.

Actuellement, les fermes, plus élaborées, sont également dotées d'un poinçon qui retient le tirant et l'empêche de ployer ; et de deux contre-fiches soutiens des arbalétriers.

Des fermes plus importantes, contenant deux niveaux, ont une triangulation indéformable plus complexe, avec deux tirants ou avec des entrains retroussés, de multiples contre-fiches et bras de forces.



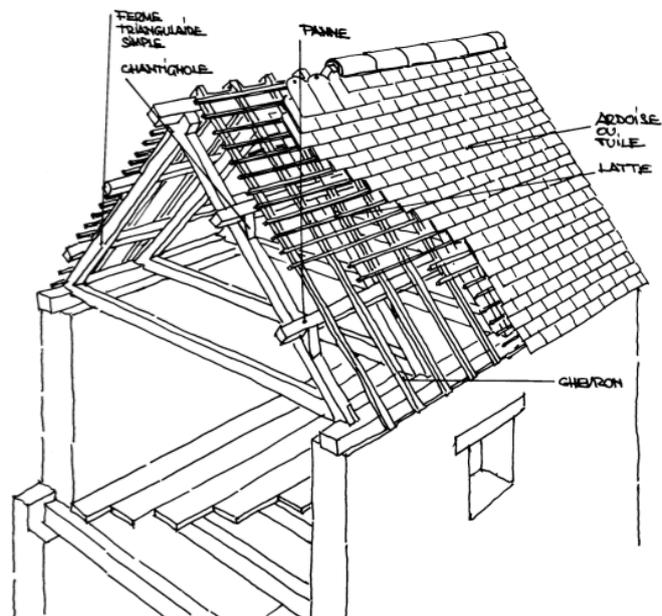
Les parties du toit.

Un toit traditionnel se compose de deux parties :

- une structure porteuse
- un manteau de couverture

La charpente se compose des fermes assemblées, complétées perpendiculairement par des pannes et des chevrons placés dans le sens du toit qui sont les porteurs de la couverture.

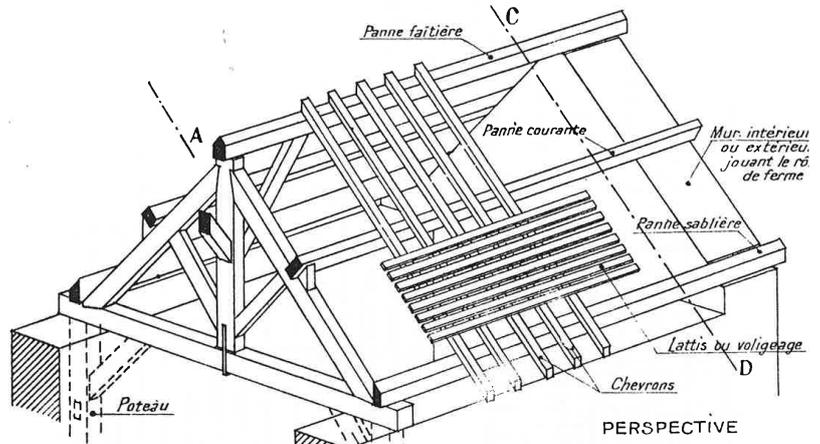
La couverture repose sur un lattage cloué sur les chevrons et support de l'ardoise, de la tuile en terre cuite ou d'autre type de couverture. Autrefois le chaume était courant de même qu'en montagne le tavillon (fines lames de bois posés à recouvrement) ou dans certaines régions des plaques de granit (Valais). Des couvertures en tôle de cuivre ou de zinc (actuellement zinctitane) sont également possibles ; leur support est un plancher loué en pente sur les chevrons, en lieu et place du lattage, que l'on appelle voligeage.



A droite : Réf. 4, p. 20

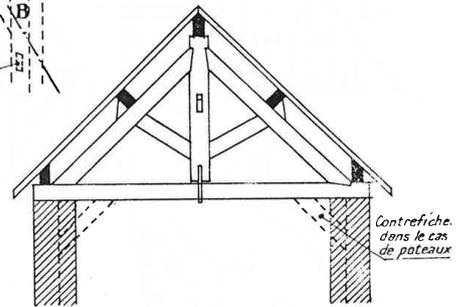
La charpente

Ferme à une panne

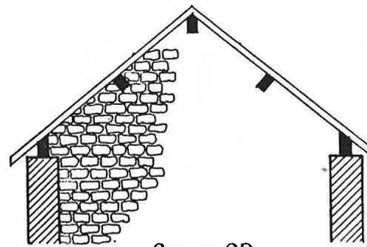


PERSPECTIVE

Contreventement perpendiculaire dans le cas de poteaux

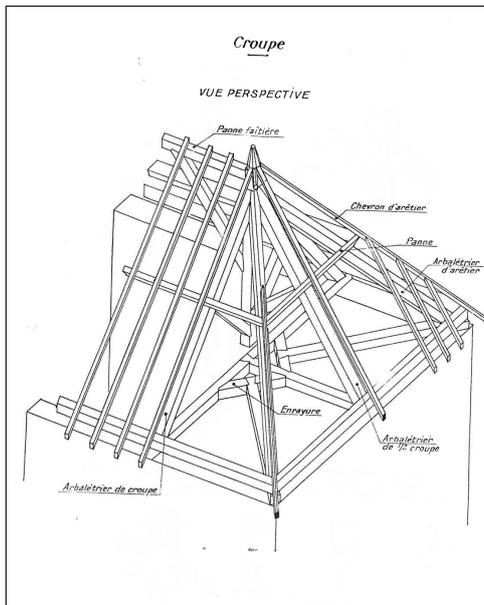


Coupe AB



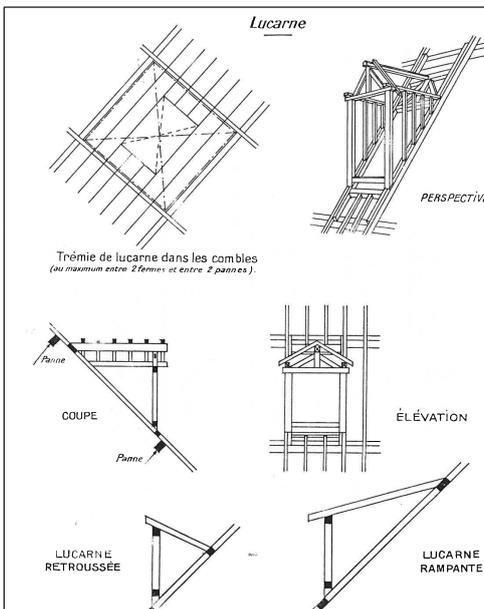
Coupe CD

A droite : Ferme à une panne
Encadrés : croupe, noue et lucarne
Réf. cours de construction EAUG



Croupe

VUE PERSPECTIVE



Lucarne

PERSPECTIVE

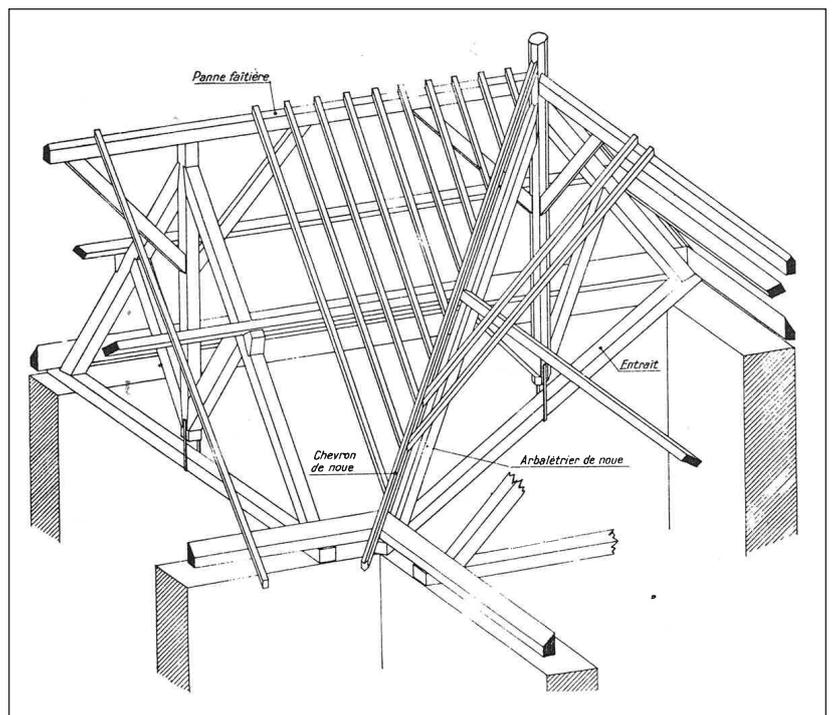
Trémie de lucarne dans les combles (au maximum entre 2 fermes et entre 2 pannes)

COUPE

ÉLEVATION

LUCARNE RETROUSSÉE

LUCARNE RAMPANTE



Les assemblages

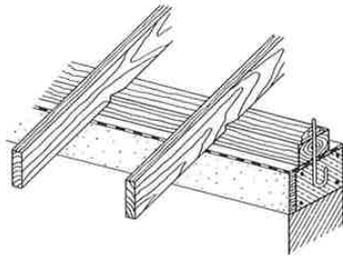


Fig. 62. Sablière, ancrée pour mieux résister aux effets d'aspiration, posée sur une couche isolante (sans joint, asphalté coulé autour de l'ancrage) reposant sur un mur ou fixée dans le béton par un fer recourbé.

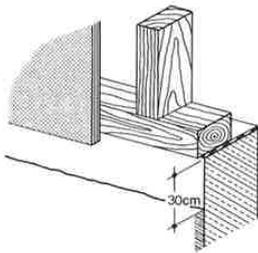


Fig. 63. Paroi en bois posée sur un socle massif: traverse en saillie située au minimum à 30 cm du sol (projections d'eau) et posée sur une couche isolante; jet d'eau sur la face extérieure (lambrissage de bois, panneau d'aggloméré, plaque d'amiante-ciment, tôle ondulée trapézoïdale, etc.).

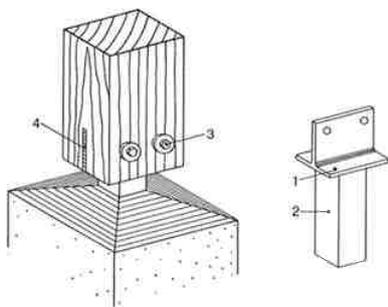


Fig. 61. Pied de poteau sur socle de béton: 1. profilé métallique soudé en T ou demi-I; patin encastré dans le bois de bout; 2. tube carré; 3. boulon; 4. entaille garnie d'un mastic souple ou n'allant pas de bout en bout.

Fig. 1a. Embrèvement simple: le talon doit être suffisamment long.

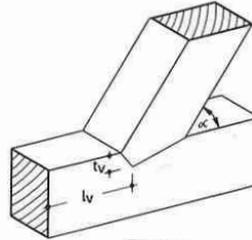


Fig. 1b. Embrèvement en gorge, pour une longueur de talon tout juste suffisante.

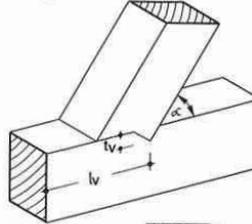


Fig. 1c. Embrèvement double, pour effort d'arbalétrier particulièrement important.

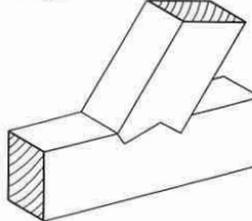


Fig. 2. Embrèvement double, renforcé par des éclisses. Exemple: embrèvement d'une ferme triangulée à membrure supérieure en deux parties et membrure inférieure en une seule partie.

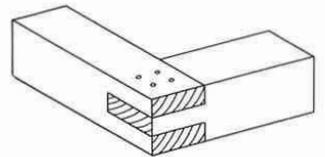
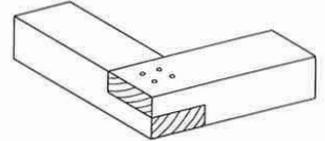
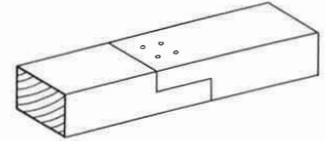
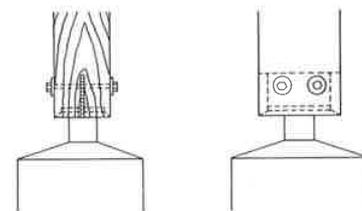
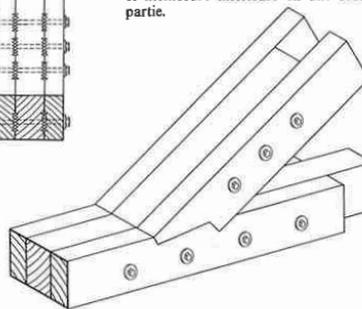


Fig. 3. En haut: mi-bois pour joints de sablières, traverses, poutres appuyées. Au milieu: mi-bois pour sablières. En bas: enfourchement.

Tenons

Les tenons servent à maintenir deux pièces de bois dans leurs positions respectives, par exemple pour fixer latéralement des éléments comprimés tels que les appuis, arbalétriers, diagonales, aisseliers (fig. 4). Comme l'aire d'appui est diminuée par la mortaise — dont le fond ne peut pas être pris en compte — il faut renoncer à pratiquer un tenon sur les éléments fortement sollicités à la compression et assurer le maintien latéral par d'autres moyens (éclisses en bois ou en acier, cornières d'acier, etc.). On ne se sert plus des tenons cloués ou vissés sur des traverses pour absorber une partie des efforts de traction.

Fig. 4a) Tenon simple interdisant le déplacement latéral des traverses ou autres éléments comprimés.

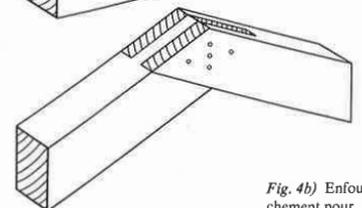
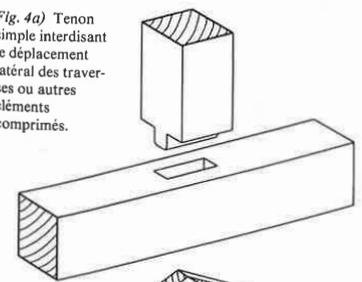
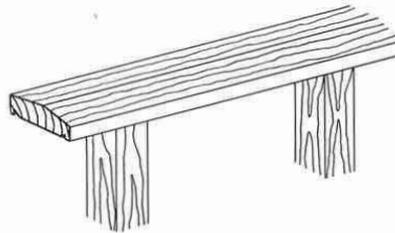


Fig. 4b) Enfourchement pour chevrons non appuyés sur des faîtages.

Revêtements

Pour protéger les éléments en bois simples, tels que poteaux de clôture, piliers de pergola, meubles de jardin, etc., il convient de les scier en oblique et de les recouvrir de plusieurs couches de bouche-pores; il faut à tout prix éviter de les scier à l'horizontale pour empêcher l'eau d'y stagner.



Sur les traverses des barrières — de préférence en chêne ou en bois de cœur de mélèze —, les gouttes s'écouleront plus facilement si elles sont dotées de jets d'eau. Les bouts de ferme non recouverts devraient être protégés par un enduit.

Les poutres collées en saillie peuvent être protégées contre les infiltrations d'eau dans les joints de retrait par une tôle de cuivre, les surfaces de bout l'étant par une planche ou un contre-plaqué résistant aux intempéries, vissé en laissant ou non un espace, dont l'extrémité inférieure est sciee en oblique.

sibilité supplémentaire de ventilation horizontale due aux effets de pression et d'aspiration du vent.

Le bois de substructure doit être traité avec un produit de protection approprié (VOB).

— Les planches disposées verticalement, formule qui est à utiliser de préférence pour les façades non protégées et sans avant-toit, permettent un écoulement plus rapide de l'eau.

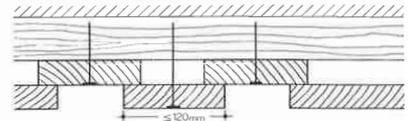


Fig. 53. Planches simples: rabotées ou brutes de sciage; la fixation ne doit pas empêcher les planches de travailler.

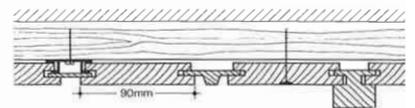


Fig. 54. Planches acoustiques (selon DIN 68127) avec ressort simple ou baguette profilée. Fixation visible, par boulons ou clous, ou par agrafes invisibles. Autres possibilités: planches chanfreinées à rainure et languette, frisettes (voir p. 20).

Dans les revêtements horizontaux, les planches ne doivent pas être aboutées aux extrémités, ce qui permet de les contrôler à tout moment et de les traiter ultérieurement.

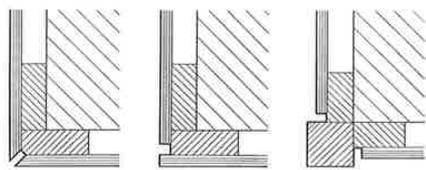


Fig. 57. Assemblages d'angle des revêtements horizontaux.

Les joints verticaux des panneaux d'agglomérés servant de parements doivent avoir une largeur de 3 mm par mètre linéaire de panneau. Il faut tout particulièrement veiller à protéger les bords des panneaux de types a et b.

Fig. 58. Joints verticaux: a) fausse languette encastrée (par exemple en contre-plaqué); b) profil creux en néoprène (engagé en état de vacuité, percé après pose pour s'adapter au creux); c) profil rapporté (métal ou plastique); d) joint d'étanchéité en matériau à élasticité permanente.

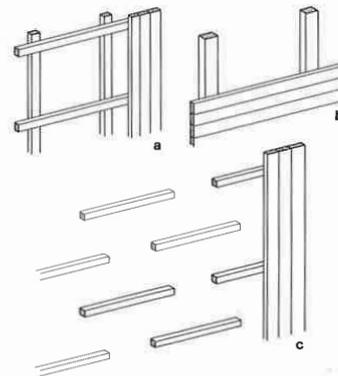
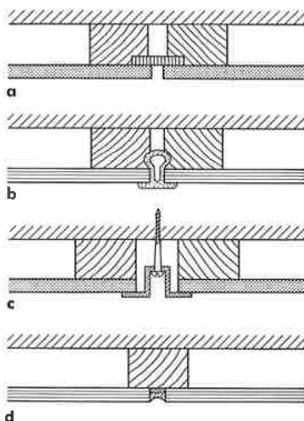


Fig. 52. Revêtements de planches: a) revêtement vertical sur treillage; b) revêtement horizontal; c) revêtement vertical posé sur des lattes décalées.

Dans tous les cas, les bardages extérieurs en bois doivent être aérés sur toute leur surface interne, l'humidité pouvant y pénétrer — par exemple lors d'une averse — même si leur exécution est irréprochable. Les orifices d'entrée et de sortie de l'air doivent avoir une section égale au minimum à 1/500 de la surface de la paroi. Il faut que le «tirage» de bas en haut, provoqué par l'échauffement de la couche d'air emprisonné entre la paroi et le revêtement, puisse toujours se faire.

Etant donné que les lattes porteuses sont forcément placées horizontalement, les revêtements de planches verticales offrent, pour autant que les orifices d'entrée et de sortie soient disposés convenablement, une pos-

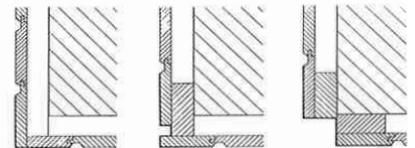


Fig. 55. Assemblages d'angle pour revêtements de planches verticales.

— Revêtements de planches horizontales: les planches à recouvrement profilées et à bords parallèles doivent se chevaucher sur une distance représentant au minimum 12% de leur largeur, et jamais inférieure à 10 mm (VOB).

Autres possibilités:

Planches à recouvrement; leurs joints étant dépourvus de jet d'eau, les planches chanfreinées à rainure et languette, ainsi que les planches profilées à rainure boutée (voir p. 20) ne peuvent être utilisées qu'à condition d'être abritées.

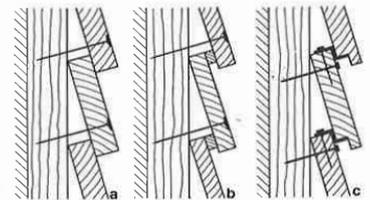


Fig. 56. Planches à recouvrement: les types b et c doivent être utilisés de préférence — et toujours sur les façades exposées aux averses — parce qu'ils assurent un meilleur écoulement de l'eau. Les fixations sont visibles sur a et b et invisibles sur c.

Ref. 5, p. 36

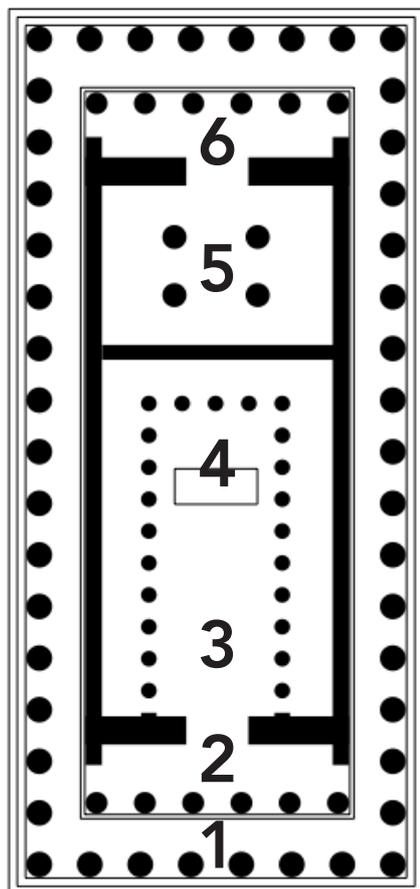
LA GRECE ANTIQUE



C'est la structure qui fait la lumière. Paestum est beau parce que cela représente le commencement de l'architecture. C'est le moment où les murs se séparent et où les colonnes apparaissent, le moment où la musique pénètre en architecture. La colonne est née du mur. A mon avis, la colonne fut vraiment le début de l'architecture parce qu'elle donna une image claire de ce qui est lumière et de ce qui n'est pas lumière. La colonne se sent forte non pas à l'intérieur d'elle-même, mais à l'extérieur.

Extraits de L.I. Kahn, *Silence et Lumière*, réf.16

0 5 10 15 20 m



BOIS VERSUS PIERRE

Le Temple

Réf. 22, p. 9

A l'instar des Egyptiens du Nouvel Empire, les Grecs concevaient le temple comme une véritable habitation d'un dieu, dont la statue n'était accessible qu'aux prêtres. La civilisation minoenne et la civilisation mycénienne, qui célébraient leurs cultes dans les maisons et les palais, ou bien en plein air, n'ont pas construit de temples. Cependant, le palais crétois et le mégaron mycénien inspireront la conception du temple grec ultérieurement, notamment au niveau de l'entrée et du porche.

Le temple grec apparaît autour du IXe siècle av. J.-C., avec les mêmes matériaux de construction que ceux servant à bâtir les maisons. Ce qui permet de supposer qu'il est issu de l'architecture domestique : ses murs, posés sur des soubassements en pierre, sont en brique crue et recouverts de stuc. Afin de mettre en valeur ce sanctuaire, ou cella, on lui ajouta dans un premier temps devant, puis tout autour, une salle soutenue par des piliers en bois. Ses colonnades extérieures portent les poutres en bois, de même que sa charpente coiffée d'une toiture en chaume recouverte d'argile (des décors sont alors possibles sur la toiture et les parois extérieures). Ces temples sont alors de simples cabanes qui abritent les statues de culte. Durant l'époque archaïque et jusqu'au VIIe siècle, ces constructions restent relativement pauvres et sont donc périssables, d'où l'absence de traces d'habitations.

Le remplacement progressif du bois par la pierre permit une renaissance générale de l'édifice en pierre, disparu depuis l'époque mycénienne. Des éléments de style ancien furent repris. La colonne dorique avec son chapiteau pourrait avoir été inspirée par le relief de la Porte des Lionnes à Mycènes. Toutefois, les Doriens n'amaincissaient pas leurs colonnes vers la base, comme la colonne « crétoise » de Mycènes, mais vers le haut, comme les Egyptiens, avec lesquels des rapports existaient au moins depuis le VIIIe siècle av. J.-C.

La mesure et l'homme grec

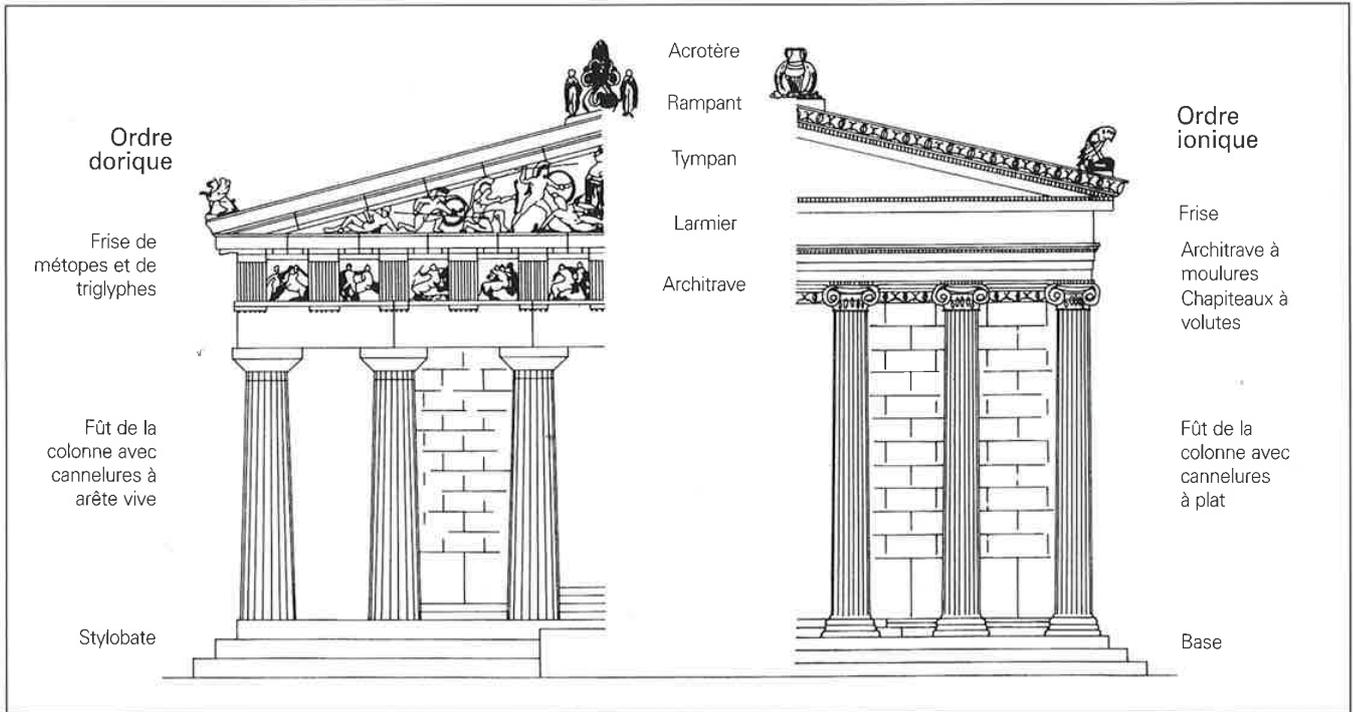
Réf. 17, pp 40-42

Le temple grec est une grande sculpture. Il est constitué d'un soubassement surélevé sur lequel s'appuient une série de colonnes, surmontées d'un entablement continu qui supporte le toit. Certes, il existe une cellule qui, pendant la période archaïque constitua l'unique noyau du temple – donc un espace interne mais cet espace ne fut jamais pensé d'une façon créatrice, car il ne correspondait à aucune fonction sociale : c'était un espace non fermé, mais pratiquement clos.

Le temple grec n'était pas conçu comme la maison des fidèles mais comme la demeure impénétrable des dieux. Les rites se déroulaient au dehors, autour du temple, et toute l'attention et l'amour des architectes sculpteurs furent voués à transformer les colonnes en chefs-d'œuvre et à couvrir les poutres, les toits et les murs de splendide bas-reliefs.

Les architectes s'exprimèrent surtout en plein air, en des endroits sacrés, dans les théâtres, sur les acropoles. L'histoire de l'architecture des acropoles est essentiellement urbanistique, triomphale par le sens humain de ses proportions et de son échelle, par la grâce incomparable de ses cultures calmes et reposantes, isolée de tout problème social, autonome dans son charme contemplatif.

Plan du Parthénon, Acropole d'Athènes, Grèce
1 péristyle, 2 pronaos, 3 cella, 4 statue divine, 5 parthénon, 6 opisthodomos
447-432 av. J.-C, réf 22, p. 11.



Encadré, réf. 22, p 8.

Texte réf. 21, pp 29-31

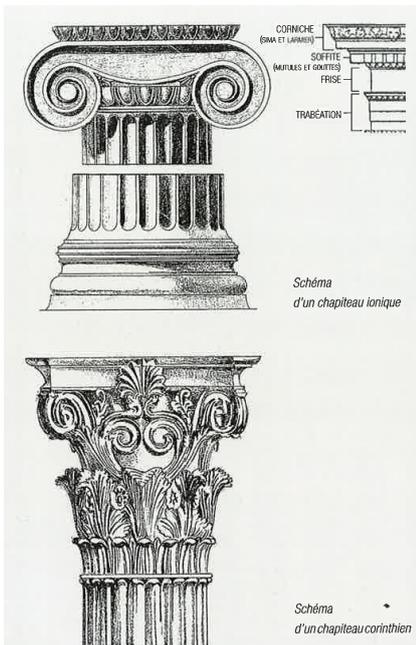
L'apport de la Grèce classique avec l'établissement et la codification des ordres architecturaux a été fondamental. Répandus dans toutes les parties du monde antique, par l'expansion de l'Empire romain, les ordres architecturaux nés en Grèce ont survécu à l'effondrement de Rome pour constituer le code de base du langage architectural occidental jusqu'à la fin du XIXe siècle. Les ordres principaux sont le dorique, l'ionique et le corinthien, auxquels on peut rajouter le toscan et le composite. Réf. 24, p 114.

Ordre de l'édifice

Ce souci de construction logique de la forme s'exprime à travers l'ordre des éléments de la **colonne** et de l'**entablement**, base du système architectural grec. L'ordre de la colonne constitue une unité minimale, un principe de résolution statique, d'expression et de production d'unités architecturales ultérieures. La règle est le *kanon* ou modèle ; la loi est la *mimesis*, la correspondance des propositions et des formes avec les fondements de l'univers naturel scrutés par la philosophie, perçus par les sens et reproduits par l'art. Bref, l'unification de toutes les parties en un organisme parfait, rapporté à un module de base.

En Grèce continentale, l'ordre ionique est présent dans les petits édifices des trésors offerts au sanctuaire de Delphes par les villes de Marseille, Siphnos et Cnide (550-525 av. J.-C.). L'architecture ionique révèle sa vocation décorative dégagée de toute préoccupation de style : les volutes du chapiteau type sont remplacées par des feuilles de palme, des caryatides se substituent aux colonnes, les murs s'orientent diversement.

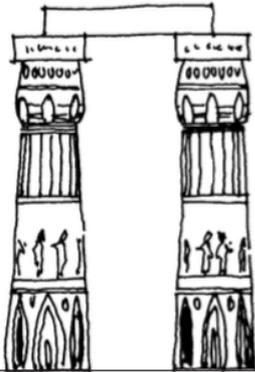
Le temple d'Athéna (v. 500 av. J.-C.) à Paestum se caractérise par la présence simultanée de deux ordres, dorique à l'extérieur et ionique à l'intérieur, avec une gradation spatiale de type ionique. Tandis que l'influence ionique s'exerce en Occident, un mouvement inverse, visant à une codification, s'opère en Grèce.



A gauche : Chapiteaux ionique et corinthien, réf. 24, p 115.



Dolmen, St-Nazaire, France (fr.wikipedia.org)



Trilith égyptien, réf. 4, p. 11

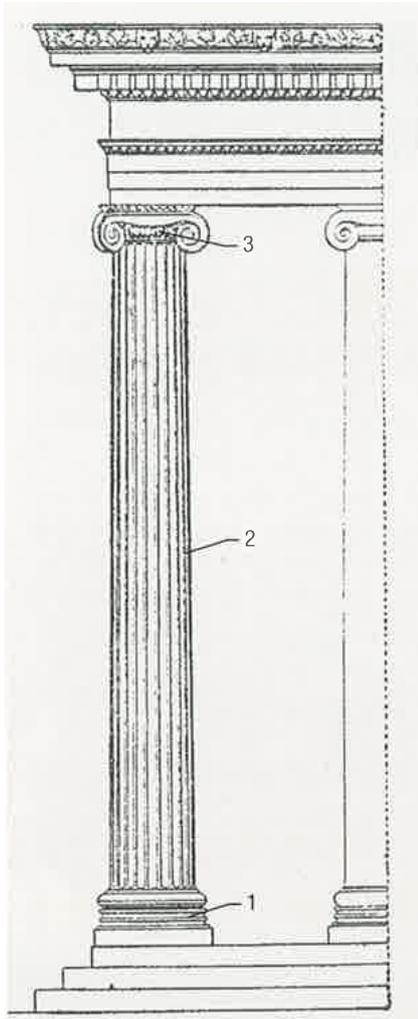


Schéma d'une colonne classique
1. Base ; 2. Fût ; 3. Chapiteau - Réf. 24, pp 86-87

Les colonnes

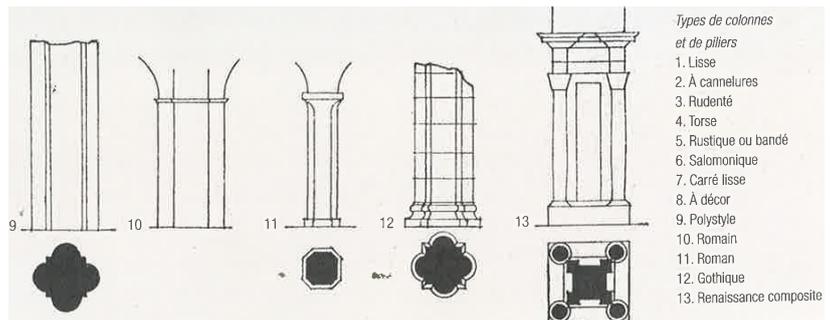
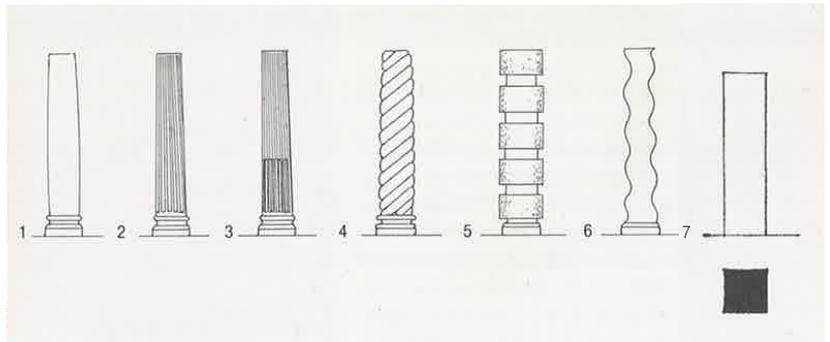
Réf. 24, pp 86-87

Tout édifice est d'une part constitué d'éléments verticaux porteurs qui soutiennent le poids de la construction, ce sont les murs, les colonnes, les piliers, les poteaux et d'autre part les éléments horizontaux portés que constituent les planchers. Dans l'antiquité, on utilisait le même matériau, la pierre aussi bien pour les éléments porteurs que les éléments portés. Cette structure de base utilisée par les Egyptiens et les Grecs était appelée **trilith** (trois pierres). Le trilith se compose de deux pierres verticales, les pieds-droits et d'une pierre horizontale appelée architrave ou couverte.

Les colonnes, piliers, pilastres et autres lésènes (bandes verticales de faible relief dans l'épaisseur d'un mur extérieur) sont des éléments verticaux codifiés par le langage architectural.

La **colonne** est un élément de soutien remplissant la fonction structurelle de relier la base d'un bâtiment à sa partie haute. Elle est composée d'une partie centrale, le fût, posée sur la base et coiffée par le chapiteau. Le fût de la colonne est monolithique, celui du pilier peut être fait de pierre ou de briques. Comme le chapiteau, le fût répond à des critères de classification stylistiques selon les différents «ordres».

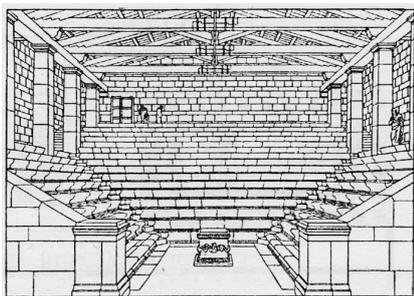
Le **pilier** est un élément structurel vertical de forme carrée, rectangulaire, polygonale ou composée. Sa fonction étant de supporter des arcs, des plafonds ou des linteaux, il représente une évolution du composant du trilith. Construits en pierre ou maçonnés, les piliers ne sont pas classés selon un ordre architectural. Variantes : pilier polystyle ou **pilastre** lorsque sa structure comprend des demi-colonnes ajoutées au fût principal (Moyen-Age) ; en béton armé, le pilier à champignon, reliant la base du bâtiment à la semelle du plancher supérieur.



Types de colonnes et de piliers

1. Lisse
2. À cannelures
3. Rudenté
4. Torsé
5. Rustique ou bandé
6. Salomonique
7. Carré lisse
8. À décor
9. Polystyle
10. Romain
11. Roman
12. Gothique
13. Renaissance composite

Types de colonnes, réf. 24, pp 86-87



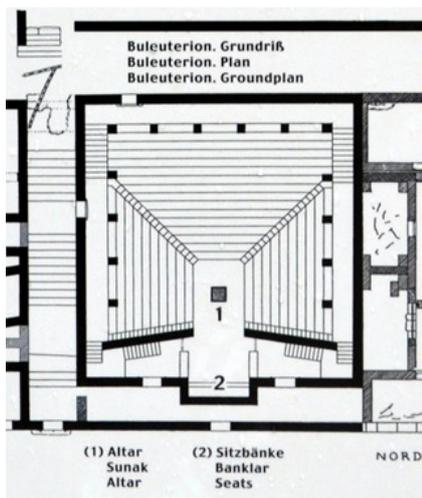
Texte réf. 21, pp 31-46

Forme de la polis, les complexes monumentaux

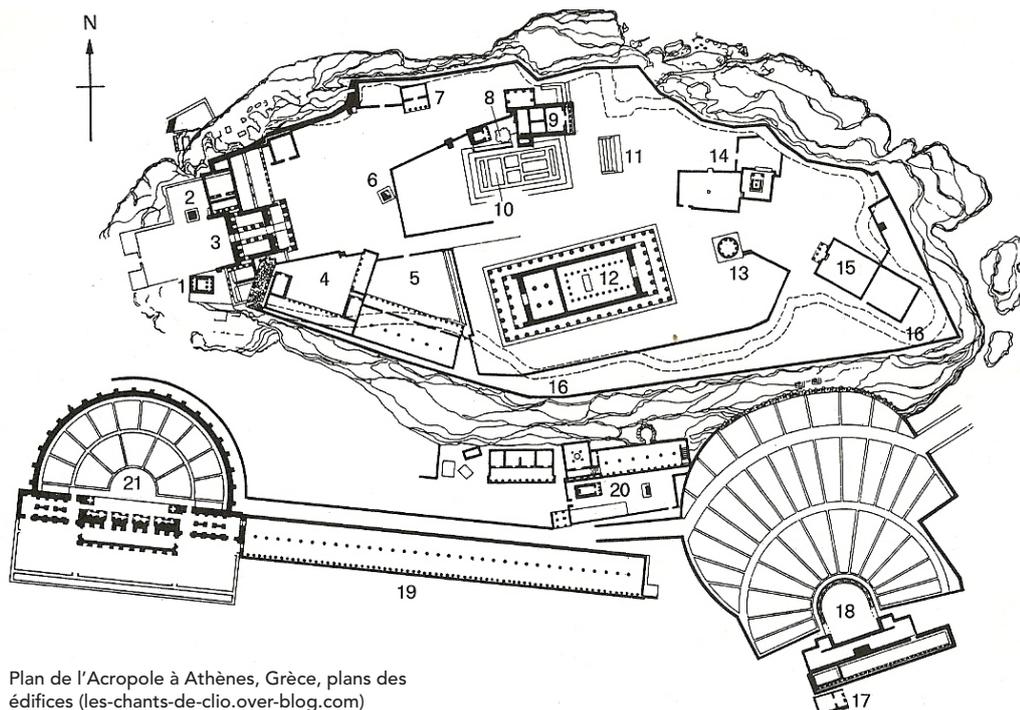
Aux Ve-IVe siècles av. J.-C., l'invention de types d'édifices et le perfectionnement de ceux qui existaient déjà créent des formes adaptées à la vie politique de la cité et des territoires environnants. Les décisions se prenaient sur l'**acropole**, dans le temple de la divinité protectrice puis plus tard dans des espaces de réunion ouverts, proche des acropoles. A Athènes, la place publique, **agora**, occupe un espace réduit au pied de la ville haute. Bien qu'un certain ordre lui soit conféré par les portiques de ses extrémités, c'est encore la disposition fortuite de ses édifices qui caractérise l'espace public. Le **stoa** est le portique qui encadre les lieux de rassemblement. Le **bouleuterion**, salle du conseil des Anciens, présente un plan carré avec des sièges disposés en hémicycle. Le **théâtre** reste étranger à la structure urbaine : il continue à s'inscrire dans le paysage naturel et participe à la vie de la polis sans pour autant devenir un édifice monumental.

Tous les bâtiments d'un même site ne participent pas d'un plan d'ensemble et semblent être placés en désordre, pourtant ils sont soumis à une **règle d'harmonie et unis par des rapports de proportions entre leurs volumes**. Ce lien est renforcé par des rapports visuels et les points de vue divers sur les édifices. Des astuces visuelles et l'examen des parcours dictent l'aménagement des grands sanctuaires de Delphes et d'Olympie.

L'organisation des rapports entre édifices appartenant à un complexe, religieux ou civil, reste ouvert et rejette les critères de symétrie axiale.



Bouleuterion de Priene, Turquie
Vue perspective intérieure (www.forumancient-coins.com) et plan (lh5.ggph.com)



Les principaux monuments (jusqu'à l'époque romaine) visibles ou identifiés dans l'enceinte de l'Acropole et sur son versant sud :

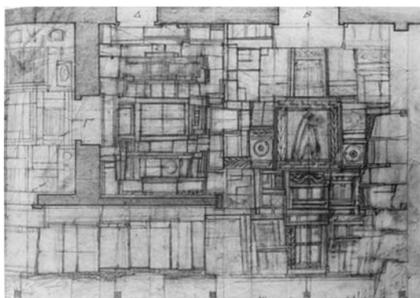
- 1) temple d'Athéna Nikè;
- 2) monument d'Agrippa;
- 3) Propylées;
- 4) temple d'Artémis Brauronia;
- 5) Chalcothèque;
- 6) statue d'Athéna Promachos;
- 7) maison des Arrhéphores;
- 8) Pandroséion;
- 9) Érechthéion;
- 10) ancien temple d'Athéna Polias;
- 11) autel d'Athéna;
- 12) Parthénon;
- 13) temple de Rome et d'Auguste;
- 14) sanctuaire de Zeus Polieus;
- 15) hérôon de Pandion;
- 16) mur Pélasgique;
- 17) temple de Dionysos;
- 18) théâtre de Dionysos;
- 19) portique d'Eumène;
- 20) Asclépiéion;
- 21) Odéon d'Hérode Atticus.

Plan de l'Acropole à Athènes, Grèce, plans des édifices (les-chants-de-clio.over-blog.com)

A PROPOS



Etude pour le réseau des sentiers piétonniers dans le paysage sous l'Acropole.
Dessins de D. Pikionis
(photos www.alchetron.com, www.danpearsonstudio.com, www.pinterest.com)



Dimitris Pikionis régionaliste des années 50

par Alexander Tzonis & Liane Lefaivre



Pikionis, circa 1955.

Dimitris Pikionis est l'un des architectes les plus fascinants de ce siècle. Bien qu'il ait peu bâti, encore moins écrit, qu'il ait passé la majeure partie de sa vie dans un pays excentré et qu'une grande institution ne se soit engagée à perpétuer sa mémoire, trente ans après sa mort (1968), sa réputation ne cesse de croître. La fascination qu'exerce Pikionis aujourd'hui va d'autant moins de soi qu'il présentait des caractéristiques totalement contradictoires. S'agissait-il d'un régionaliste rétrograde, nostalgique de la fin du XIX^e siècle, chauvin et atavique impliqué dans les projets mineurs d'un pays mineur, ou d'un créateur en avance sur son temps, d'un régionaliste moderne critique des pratiques architecturales contemporaines?

C'est à la lumière de ces écrits qu'il convient d'examiner le chef-d'œuvre de Pikionis, peut-être la seule œuvre qui lui vaille une place parmi les grands architectes de ce siècle, à savoir les sentiers conduisant à l'Acropole et au sommet de la colline de Philopappos (1950-1957). Ce projet englobe par ailleurs la reconstruction d'une petite église ainsi qu'un modeste café en plein air. Un aperçu des intentions et des méthodes de création de Pikionis dans le cadre de ce projet nous est également fourni par un document publié en réaction à une crise survenue en 1955. Le ministre des Travaux publics (Constantin Karamanlis, futur Premier ministre, puis Président de la République) s'inquiétant du retard et du coût croissant du projet, reproche notamment à Pikionis de ne pas avoir fourni de plans



de travail pour l'atelier, générant ainsi des retards et des coûts considérables. Pikionis proteste contre ces pressions en envoyant au ministre une lettre élaborée, mélange de remarques pratiques et de réflexions philosophiques. Dans cette lettre, Pikionis assume l'entière responsabilité du retard mais souligne la nécessité de « s'élever au-dessus de l'attitude conventionnelle et éphémère typique de notre époque », déclarant qu'il « ne tolère pas l'usage des banalités de la mode actuelle » sur le site et ajoutant : « ce qui est couramment désigné comme la supervision architecturale est un terme totalement inadéquat pour ce projet, qui nécessite un exercice intensif de la libre initiative sur le site même ». Il poursuit en affirmant que ces travaux ne nécessitent pas de plans, car il considère les conventions professionnelles contemporaines de la « représentation architecturale » comme totalement inadéquates. « Les plans et les instructions », explique-t-il, « sont insuffisants ici, car le plan n'est pas applicable en l'état, mais sert uniquement de modèle représentant une idée générale qui requiert une in-

terprétation constante ». L'architecte « construit lui-même l'œuvre par l'intermédiaire des artisans et des maçons ». Pour un projet de l'ampleur des sentiers de l'Acropole et de la colline de Philopappos, le but de Pikionis est de produire une « architecture vivante » plutôt que « dénuée de vie et d'imagination ». Pour cela, les représentations standard rigides sont inadéquates. Il conclut sa lettre par une devise héritée de la Grèce antique, totalement inadéquate pour un ministre des Travaux publics réputé pour son efficacité, réputation qui va le suivre jusqu'à l'apogée de sa carrière politique : « Dépêchez-vous lentement » (7).

Pikionis aura le dernier mot. Il parvient à mener à bien ce vaste projet à l'aide d'un système de représentation ouvert et souple fait d'instructions orales, d'essais, d'improvisations et de révisions. Il n'hésite pas à adopter à plusieurs reprises les improvisations suggérées par les techniciens, principalement inspirés par les contraintes immédiates du site et notamment par les matériaux disponibles : fragments de pierre ou éléments architecturaux trouvés dans des édifices néo-classiques démolis des environs. Ce sera également l'approche adoptée par les Eames lors de la construction de leur propre demeure de Pacific Palisades à la fin des années 1940, qui suscitera une polémique autour de leur refus de considérer ce projet comme une entité autonome et fermée.

Le caractère ouvert de ce processus, qui absorbe les accidents, exploite les conditions du site et s'auto-célèbre, n'est pas sans évoquer les travaux de Le Corbusier sur la matière et l'esthétique du béton brut au début des années 1950, quand il saisit la spontanéité du geste humain et les accidents de coulage dans les Unités d'habitation de Marseille. Ce sont également le processus et le temps qui président à la conception de l'espace situé entre l'entrée de l'Acropole et le sommet de la colline de Philopappos.

Comme nous l'avons déjà dit, les efforts déployés par Pikionis pour élaborer un principe reliant les bâtiments à leur environnement dans le cadre d'une théorie générale du paysage moderne s'inspirent principalement des travaux de Ruskin. Une étude plus attentive des idées de Pikionis révèle toutefois qu'elles ont leur origine dans les théories des Pictoriques et plus près de nous dans les écrits avec lesquels il s'est familiarisé durant ses études à Paris, à savoir ceux de Choisy et de Le Corbusier. C'est Choisy, dans l'analyse des qualités de l'espace de l'Acropole qu'il présente sous le titre « Le pittoresque dans l'art grec » dans son *Histoire de l'Architecture* (8), qui interprète « l'apparence plus irrégulière » du plan de l'Acropole comme une composition délibérée dont la signification apparaît lorsque l'on se déplace à travers lui et autour des édifices. Choisy souligne ainsi l'importance des vues obliques des bâtiments plutôt que d'une vue statique et frontale, et oppose la « symétrie géométrale » des édifices classiques à la « symétrie optique » de l'Acropole. L'assemblage des édifices de l'Acropole constitue une composition non pas statique mais « pittoresque », un « sentier » à travers un groupe d'objets « traité comme un paysage ».

Revue amc, n° 99, juin-juillet 1999, pp 60-69