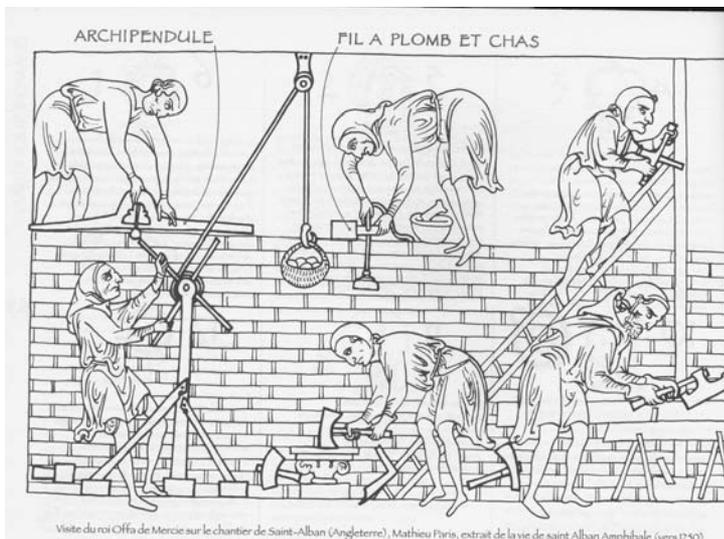


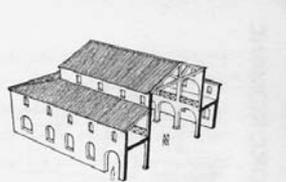
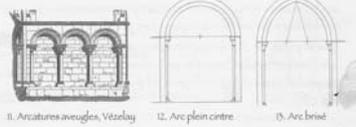
*Histoire des
techniques*

J P Laurent 2008

*Construction
Romane*



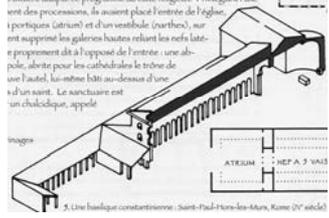
Construction romane



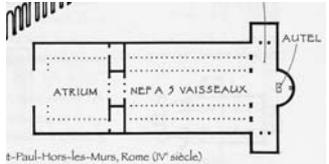
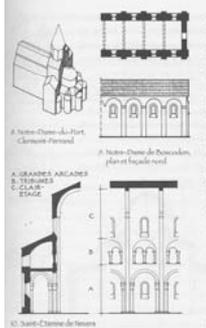
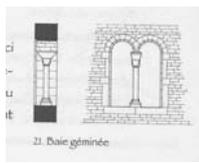
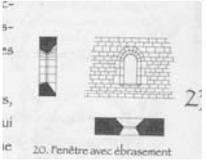
4. Line basilique romaine



Ils avaient adapté ce programme au culte religieux. Privilégiant l'axe des processions, ils avaient placé l'entrée de l'église à portiques (atrium) et d'un vestibule (narthex), sur est supprimé les galeries hautes reliant les nefs latérales et rapproché de l'entrée : une abside, abrite pour les cathédrales le trône de quel l'autel, sur même ligne au-dessus d'une nef d'un saint. Le sanctuaire est un chalcidique, appelé

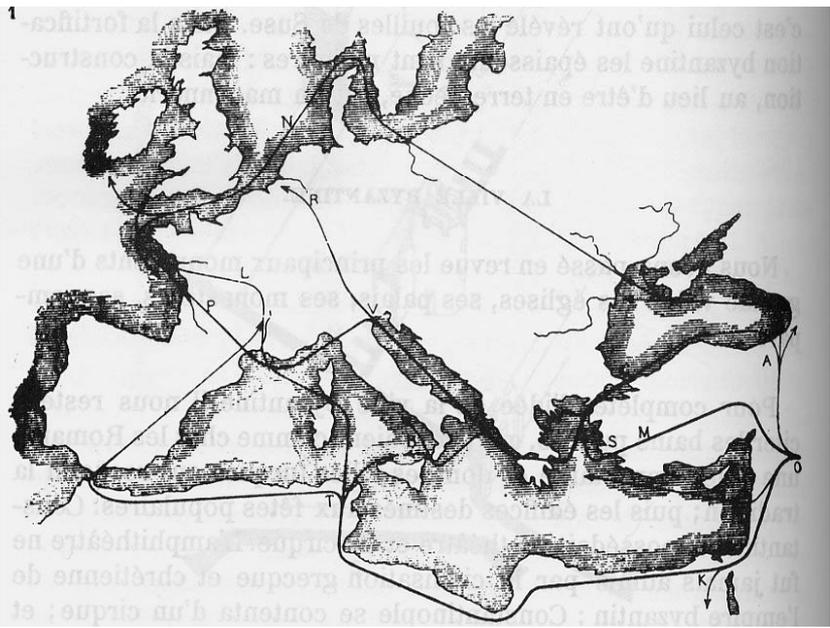


5. Line basilique constantinienne: Saint-Paul-hors-les-Murs, Rome (IV^e siècle)



6. Paul-hors-les-Murs, Rome (IV^e siècle)

INFLUENCES



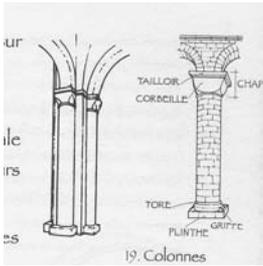
ARCHITECTURE DU MOYEN AGE



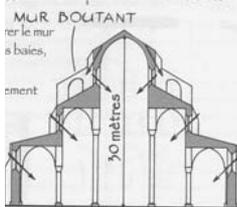
- Moyen age mal connu -
- Avant le 11 eme siècle , on construit peu, invasions barbares en occident
- TERME ROMAN
 - Période romantique
 - Terme roman su 18eme siècle
- Plus grande stabilité à partir du 11 eme siècle – la peste et les grandes épidémies disparaissent la population augmente considérablement – évolution et progrès de l’agriculture – période de reconstruction.
- La vie intellectuelle s’est retirée dans les cloîtres – mutation de la société –
- DU 11 eme au 12 eme siècle réveil brutal , c’est le siècle des grandes entreprises - temps des pèlerinages vers l’orient et donc des influences orientales (pleine prospérité)
- Organisation et vie municipale se re développe
- Mutation de la langue

Mutations ROMAN - GOTHIQUE

- On distingue deux périodes:
- Age de formation reposant sur des emprunts notamment romain mais aussi asiatique :
l’époque romane
- Puis une période d’originalité totale de pleine maîtrise d’un développement constructif à l’image de la société :
la période Gothique



19. Colonnes



Cluny III. Eclairage (flèches noires), poussées (flèches)



Mutations ROMAN - GOTHIQUE

• Roman

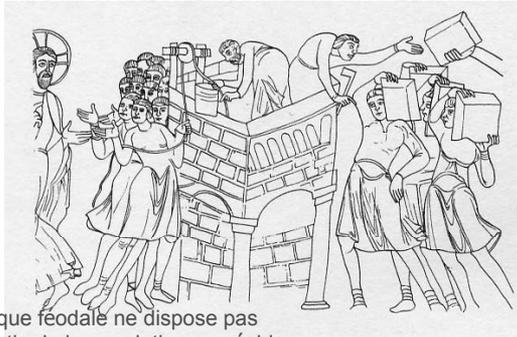
1. La voûte par lit rayonnant s'impose
2. Le Pilier commence à se fractionner
3. Il joue le double rôle de pied droit et de culée amortissant la poussée
4. On n'imagine pas d'autres moyen de contrebalancer les efforts des voûtes que de leur adosser directement des massifs de butée
5. Apparaît un esprit d'analyse propre à cette période et étranger à l'antiquité romaine
6. Concentrer sur la construction de cloître , la construction est entre les mains des religieux

Mutations ROMAN - GOTHIQUE

• Gothique

- Liberté innovation expression
- L'édifice devient un être organisé ou chaque partie constitue un membre ayant sa forme réglée non pas sur un modèle traditionnel mais sur sa fonction
- A l'époque romane , la voûte d'arête était une coque liaisonnée ou les panneaux se tenaient et ne faisaient qu'un
- A l'époque Gothique la voûte se décompose en panneaux indépendants portés par un squelette de nervures
- Les poussées plus ou moins diffuses et peu canalisées se concentrent à l'époque gothique sur la nervure
- La résistance spécifique est identifié
- Le mur plein de l'architecture romane est inutile
- Les percements se multiplient
- L'édifice est organisé comme le société
- Les forces sont guidées à travers des processus de stabilisation plus complexe et moins directe qu pendant le roman (sollicitation va trouver des réaction multiple non localisées au droit de la sollicitation)
- Le pilier n'intervient plus dans la résistance en poussée il reprend que les seules charges verticale
- Les poussées sont dissociées des charges verticales et sont combattues séparément
- Le pilier termine sa décomposition . Il se décompose en autant de membre qu'il a de nervures Il se présente comme un ensemble de colonnettes se continuant en nervure (disparition du tailloir et du chapiteau
- La construction passe aux mains des laïques

CONSTRUCTION ROMANE



• Roman

- Contrairement à l'époque romaine, l'époque féodale ne dispose pas d'unité organisatrice et d'une grande partie de la population corvéable
- Le morcellement social limite le nombre d'ouvriers disponibles
- L'absence de route sectorise chaque régions
- État d'esprit général
 - Penser et concevoir et compter avec
 - Dépense de matière
 - Dépense de main d'œuvre
 - Transports difficiles
- C'est pourquoi l'architecture monolithe qui exige des matériaux à profusion est abandonnée
- L'appareillage à joint vif qui impose un travail de précision , n'était plus de mise

CONSTRUCTION ROMANE

• Matériau et mise en oeuvre

- Les matériaux sont de moellons plus ou moins correctement taillés et posés sur lit de mortier
- La pierre devient parement – dépouillement maximal
- La brique plus souvent utilisé pour les arases ,et les parements , les encadrements de baie dans l'antiquité , n'a plus de fonction . La brique est délaissée au moyen age
- Le mortier assume un nouveau rôle
 - Pour les romains c'était la pâte générale d'agrégation
 - Pour les romans c'est la matière d'uniformisation des pressions . Il a un rôle principalement de transmission des pressions

CONSTRUCTION ROMANE

- Matériau et mise en oeuvre

- Peu à peu réapparaît la pose pierre entièrement taillée
- Ce sera définitivement la règle pour l'époque gothique
- Il n'y aura plus de ravalement après la pose
- Les pierres sont épannelées en carrière et taillées à pied d'œuvre dans le chantier (économie de transport , c'est la pierre locale)
- La présence de mortier est impropre au ravalement , ne sont ravalés que les appareils à joints vifs - problème d'ébranler les Mortiers-
- ce mode constructif impose **la vérité d'expression** ,
- il n'y a plus de passage complémentaire reprise ou décoration rapportée . D'autre part les édifices construits étant des églises , une certaine austérité est recherchée
- ce sera l'esprit du moyen âge
- lire les « Pierres sauvages » de F Pouillon abbaye du Thoronet



15. Boscherville



16. Saint-Philibert de Tournus



17. Notre-Dame du Puy

CONSTRUCTION ROMANE

- Matériau et mise en oeuvre

- Sur le chantier , chaque ouvrier a sa pierre : sa personnalité se trouve directement intéressé par le succès . Il suivra sa pierre dans l'édifice .
- C'est l'inverse du régime anonyme romain du travail organisé et irresponsable

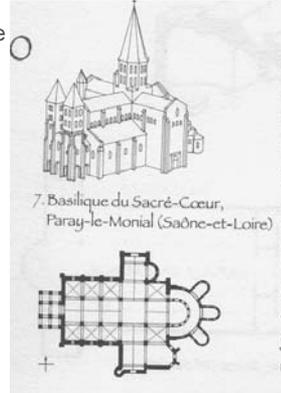


CONSTRUCTION ROMANE

NAISSANCE DU MOUVEMENT RELIGIEUX



- Rivalité entre le pouvoir laïque et religieux jusqu'à ...
- 909 fondation de CLUNY sous la seule responsabilité du pape
- Début d'un grand mouvement pour le développement des ordres et des églises avec l'aide de l'aristocratie-
- Début des croisades
- Très grand essor du monachisme
- abbaye clunisienne très riche et très prospères



CONSTRUCTION ROMANE

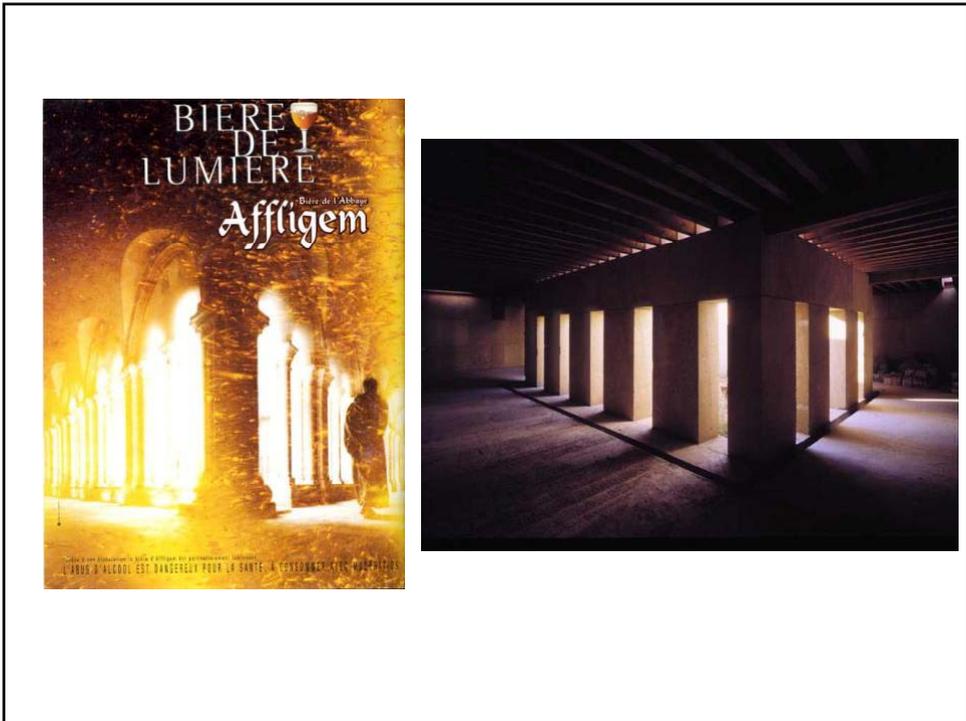
NAISSANCE DU MOUVEMENT RELIGIEUX ABBAYE CISTERCIENNES

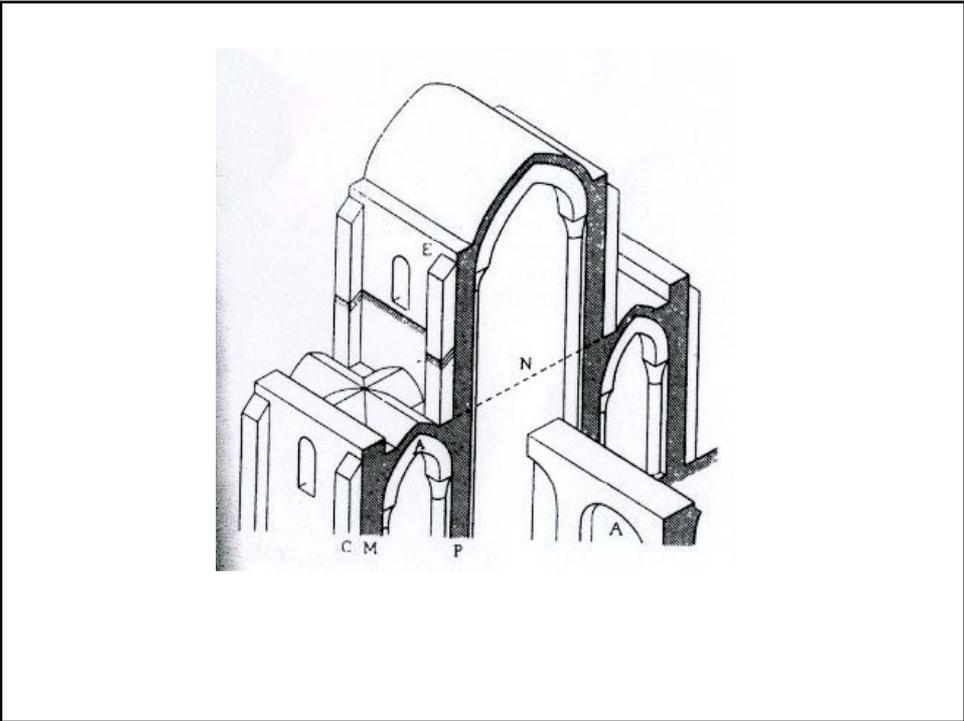
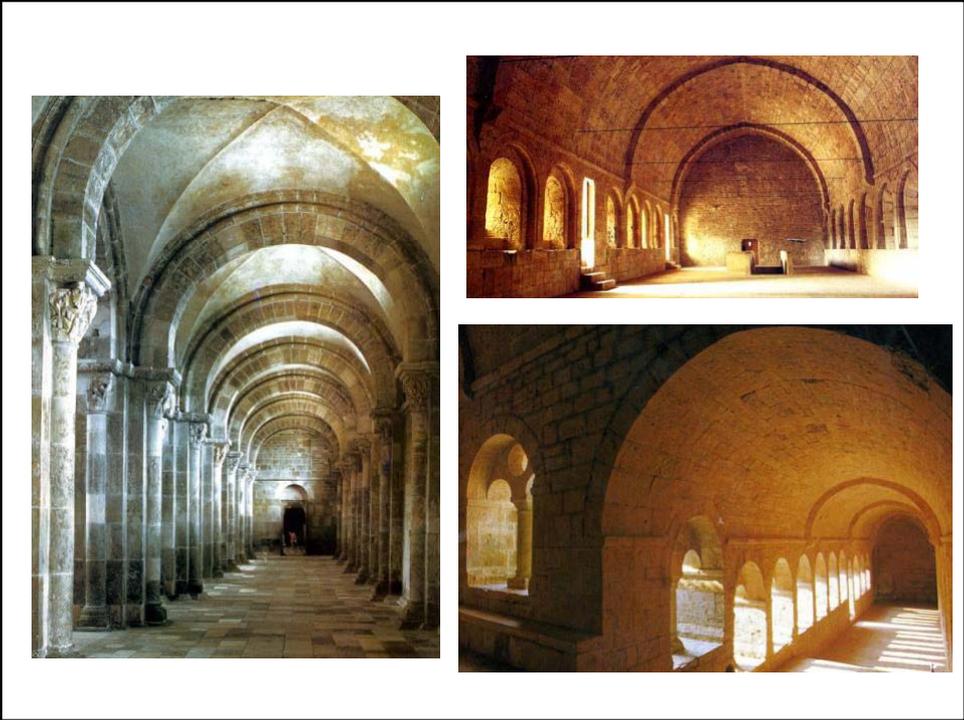
Réaction 1098 de l'abbaye de Citeau par Robert de Molesme création de l'ordre des cisterciens- règles édictée par ST Bernard – très grande rigueur – fini les fastes clunisiens

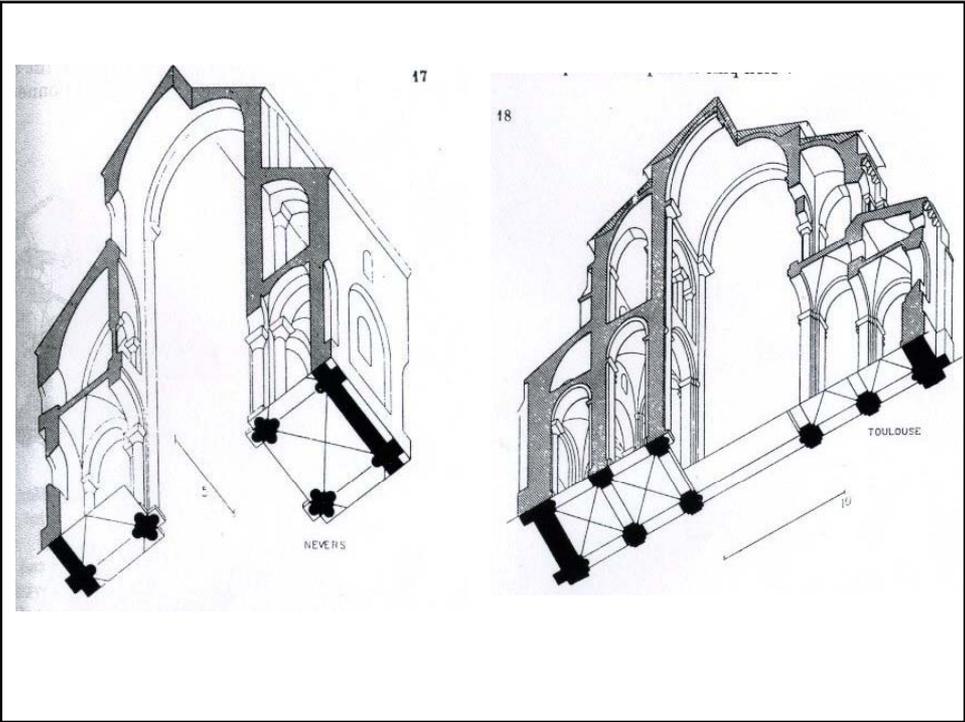
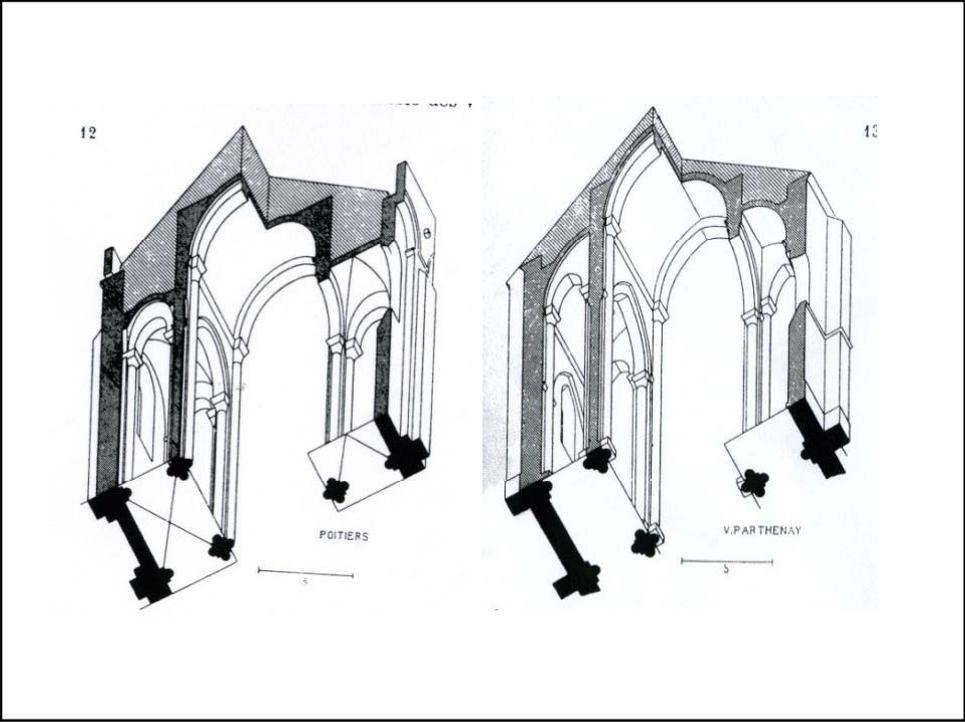
Indépendance des abbayes sur la gestion temporelle- au 11 eme siècle plus de 1000 abbayes construite en europe

- Idéal de pauvreté -humilité – éloignement des affaires du monde organisation entre moines et convers
- Grande influence sur la création des ordres mendiants de
- Crames . franciscains . Bénédictins .augustins, célestin

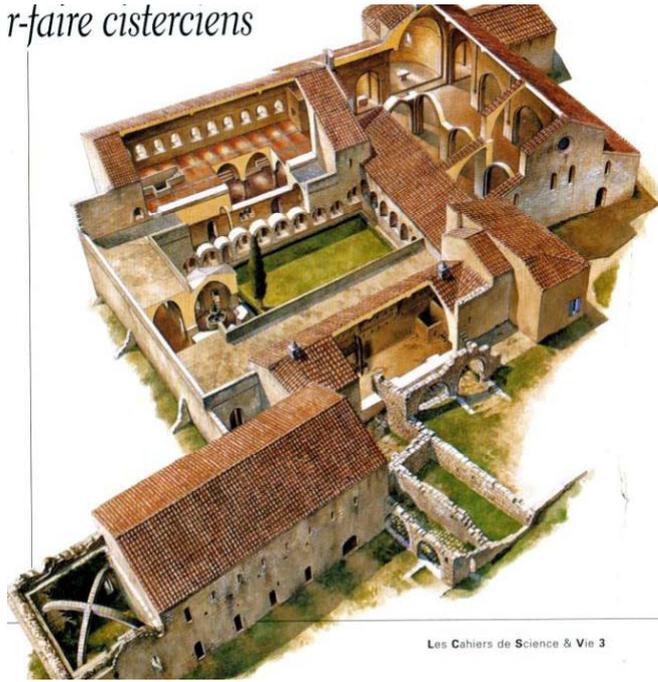




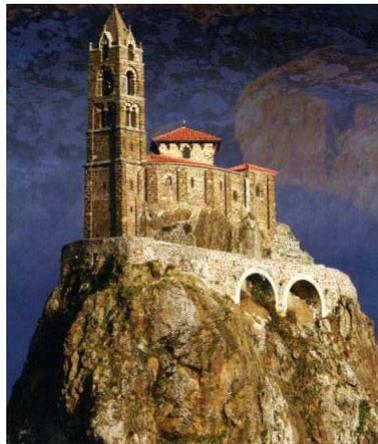




re-faire cisterciens



Les Cahiers de Science & Vie 3



CONSTRUCTION ROMANE

LES BATISSEURS

- Apparition d'une main d'œuvre de plus en plus qualifiée notamment de la naissance du compagnonnage –
- Les maîtres d'ouvrages sont principalement religieux – Ils confient leur projet à un maître d'œuvre à un magister cimentariorum (chef des maçons)
- Placés sous les ordres des maçons viennent ensuite les charpentiers et les menuisiers qui travaillent le bois et le forgeron qui travaille le fer
- Les moines se transforment en bâtisseurs et se font aider par les frères convers dans une logique d'autarcie complète (moines $\frac{3}{4}$ temps : prière et $\frac{1}{4}$ travail tandis que pour les convers 90 % de travail manuel , le reste 10% prières)

CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux

MATERIAUX DE CONSTRUCTION LA PIERRE

- La pierre calcaire , grès et granit
- Les pierres viennent toujours des carrières les plus proches
- De façon générale l'exploitation se concentre sur
- Des bancs de dureté moyenne
- Situé le plus possible à ciel ouvert
- Débitage à l'aide de coins éclateurs

- LA BRIQUE
- La brique est rarement employée à l'époque romane
- Concentrée sur le midi toulousain et les Flandre

- LE MORTIER CHAUX ET SABLE
- Le mortier romain est assez médiocre dans l'ensemble
- Il sert principalement de répartition entre les pierres pour le montage des pierres

CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux



MATERIAUX DE CONSTRUCTION MORTIER

- Les mortiers romans sont maigres c a ,d qu'ils contiennent peu de chaux (mélange normal $\frac{1}{4}$ de chaux pour $\frac{3}{4}$ de sable)
- La chaux est souvent mal cuite (pas assez longtemps à 1000°C (normal 3 jours) ou pas assez chaud)
- Les sables utilisés étaient souvent terreux
- La prise lente de ces mortiers entraîne toujours une déformation de la construction pendant le construction

CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux

MATERIAUX DE CONSTRUCTION

BOIS

- Les constructeurs romans disposaient de grande quantité de chêne, châtaignier , pin et mûleze
- D'après Viollet le duc le MA a exploité en particulier un variété de chêne au tronc très droit abattu vers 60 à 80 ans
- Les bouchers du moyen age ont apporté beaucoup de soins au choix des bois , de l'abattage et à la préparation du bois
- Dans ce domaine les savoirs faire de l'antiquité se sont assez bien conservés

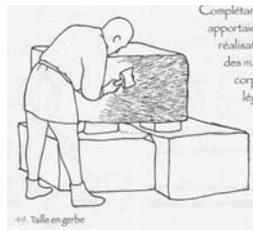
CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux

OUTILS DE CONSTRUCTION

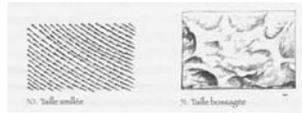
TAILLE DE LA PIERRE

Depuis les romains cet outillage a assez peu varié mais ces sont emploie , sont utilisation qui est lié à l'interprétation de l'époque

- Les tailleurs roman connaissaient peu d'outils mais ils en possédaient une très grande maîtrise,
- **Le pic** pour **épanneler** CAD **façonner grossièrement le bloc issu des carrières**
- Dans certains cas le pic est remplacé par **le marteau têt**



44. Taille en gerbe



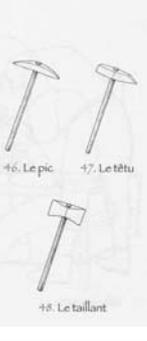
43. Taille smillé

45. Taille bossagée



46. Le pic

47. Le têt

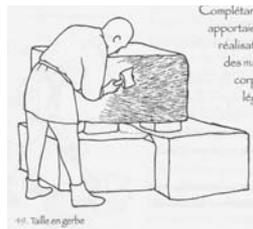


CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux

OUTILS DE CONSTRUCTION

TAILLE DE LA PIERRE

- Le taillant permet de dresser définitivement la face: on dit que la pierre est dressée
- **Le taillant est l'outil spécifique de l'époque romane**, connu depuis l'antiquité ce sont les grands chantiers clunisiens qui le réutilisent. Il est réservé aux pierre **de mi ferme à tendre**
- Pour des pierre plus dure on utilise le pic qui donne des **taille smillé** (sillon courts plus ou moins parallèles
- L'emploi du marteau têt donnait des tailles **bossagées** ou éclatées



44. Taille en gerbe



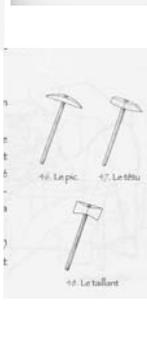
43. Taille smillé

45. Taille bossagée



46. Le pic

47. Le têt

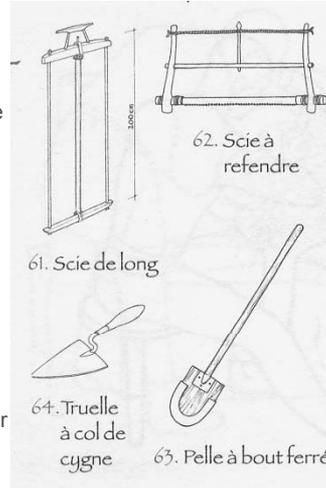
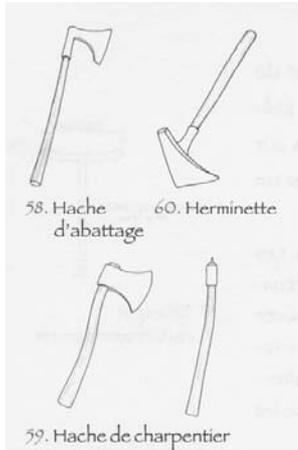


CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux

OUTILS DE CONSTRUCTION

BOIS

- La hache et l'herminette sont les plus utilisées à l'époque romane, on distingue le hache d'abatage et la hache de charpentier destinée à équarrir les grosses pièces
- La scie de long disparue depuis l'antiquité réapparaît au 11 eme siècle



MORTIER

- La pelle de bois à bout ferré et la pose du mortier s'effectue par truelle triangulaire apparue au 11eme siècle : la truelle médiévale est à col de cygne

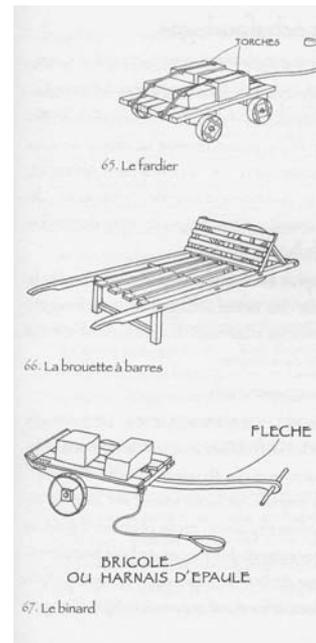
CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux



TRANSPORT ET CHANTIER

MOYENS D'ACHEMINEMENT

- La pierre et le bois sont acheminés par fardier jusqu'au chantier les distances se comptent par journées de bœuf (qui tiraient) le fardier) ce qui équivaut à 30 km
- Sur le chantier les pierre sont transportées par un bard brancard en bois par 2 hommes
- On utilise aussi la brouette à bras
- Le diable ou binard
- Le mortier était transporté à dos d'homme au moyen d'un oiseau auge en bois blanc



CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux

TRANSPORT ET CHANTIER

ECHAFAUDAGE

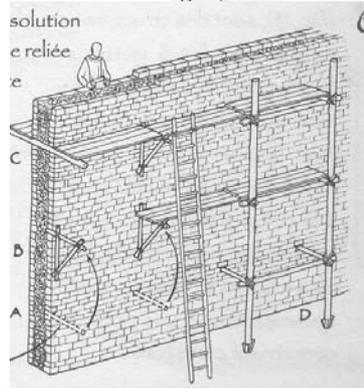
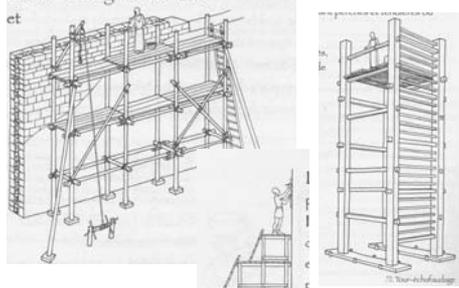
Échafaudage encastré ou indépendant

Les échafaudages encastrés sont les plus employés

- Ils prenaient la construction comme support
- Réserve en montant de trou de boulin
- On retrouve:
 - Encastré à rang de perche
 - Encastré en bascule
 - Encastré à boulin traversant

Les échafaudages indépendants

- Treteau
- Tour bois

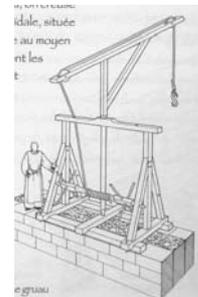
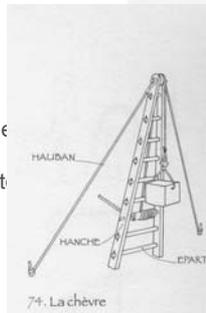
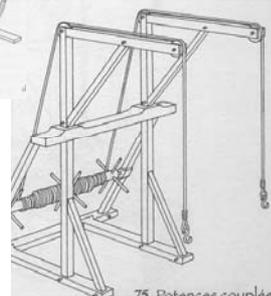
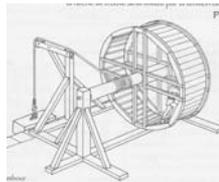


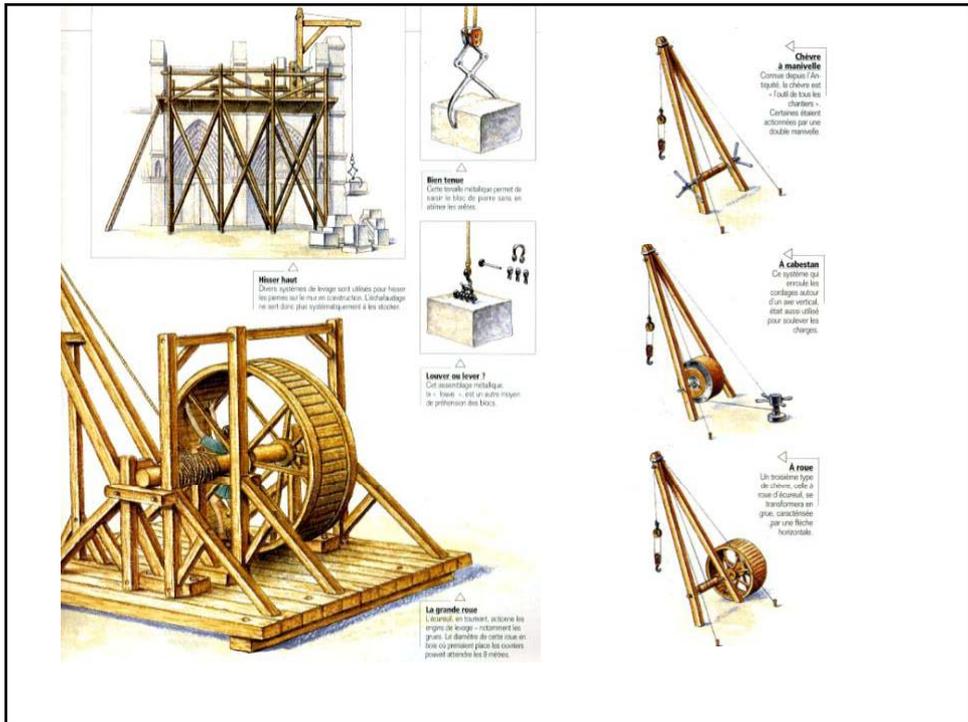
CONSTRUCTION ROMANE- outils et matériaux

TRANSPORT ET CHANTIER

ENGIN DE LEVAGE

- Contrairement à l'époque gothique les engins de levage semblent avoir été peu utilisés
- Poulie
- Chevre
- Potence
- Le fauconneau
- Le treuil à tambour (1 tonne gros chantier)
- Le gruau



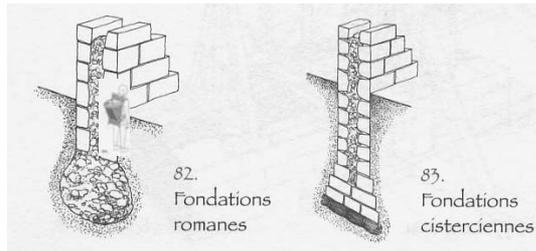


CONSTRUCTION ROMANE- Techniques de construction



FONDATEMENTS

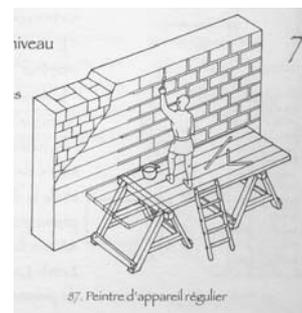
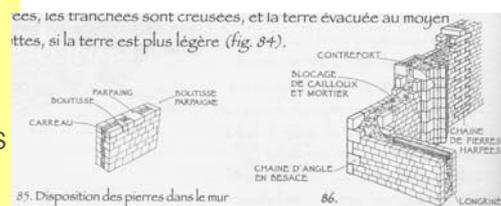
- Mauvaise qualité des fondation , taille modeste des églises
- Elles sont constituées par des blocages pierre et mortier formant un empattement
- Les fondations sont peu profondes
- Economie de matériaux coûteux et locaux



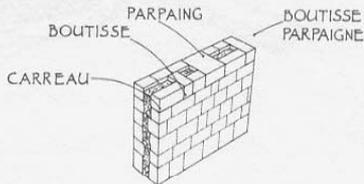
CONSTRUCTION ROMANE- Techniques de construction

LA CONSTRUCTION DES MURS

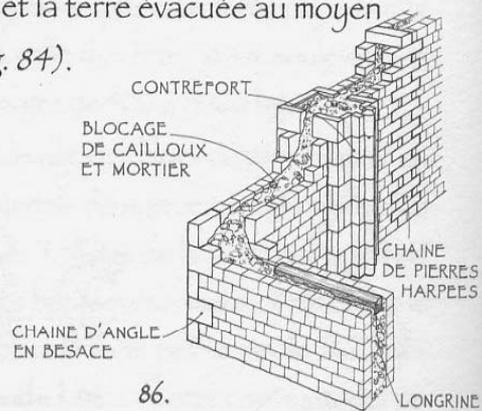
- Presque toutes les maçonneries romanes sont constituées de pierres taillées
- Construction de deux murs en moyen appareil (cad bloc de 20 à 40 cm) , en carreau, en boutisse , ou en parpaing
- Harpage
- Chaîne de pierre
-
- Les assises sont montées les unes après les autres en fonctions en fonction du lit de la carrière, les hauteurs de lit sont irrégulières



ées, les tranchées sont creusées, et la terre évacuée au moyen
ottes, si la terre est plus légère (fig. 84).



85. Disposition des pierres dans le mur

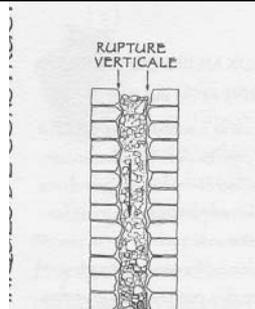


86.

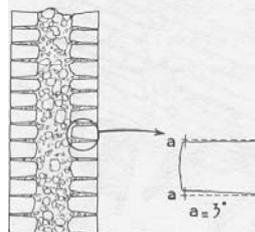
CONSTRUCTION ROMANE- Techniques de construction

LA CONSTRUCTION DES MURS

- Les pierre sont posées à bain de mortier
- Le maçon étale une couche de mortier sur le dessus d'une assise
- Ensuite il place sur ce mortier les pierres de l'assise supérieure
- Il tasse ces pierres en frappant avec un maillet en bois jusqu'au refus du mortier (débordement , compression maximum)
- Tassement intérieur du blocage
- Le manque de cohésion des parois de blocage
- Évolution en épaississant les joints des maçons cistercien



88. Tassement
du blocage intérieur

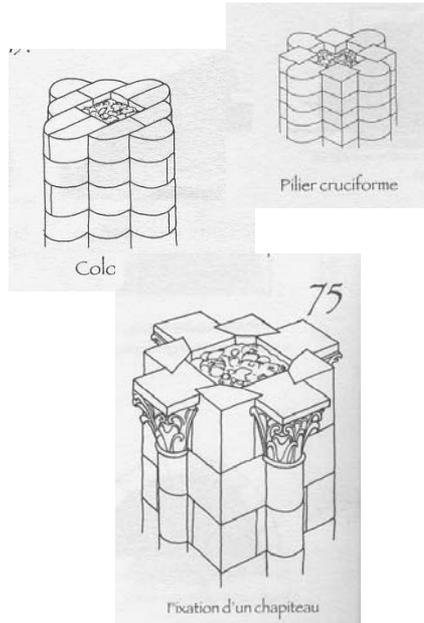


89. Maçonnerie cistercienne

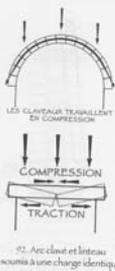
CONSTRUCTION ROMANE- Techniques de construction

LA CONSTRUCTION DES MURS, colonnes

- Comme les murs les piliers romans sont conçus selon le principe du parement en pierre de taille entourant un blocage de mortier et de moellons
- La forme la plus courante est le pilier cruciforme

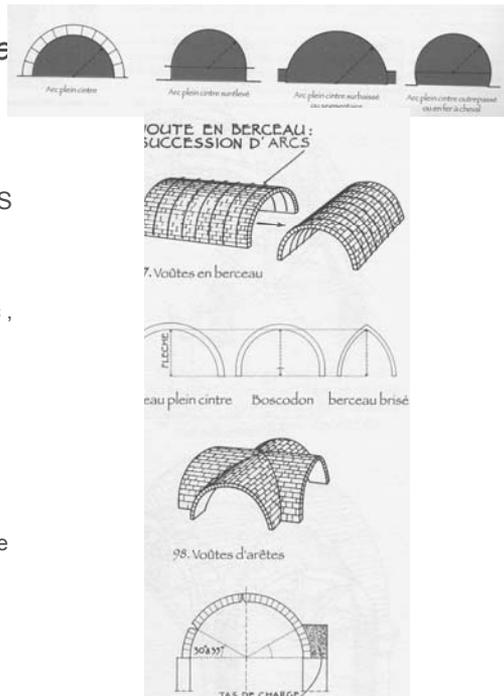


CONSTRUCTION ROMANE- Techniques de construction

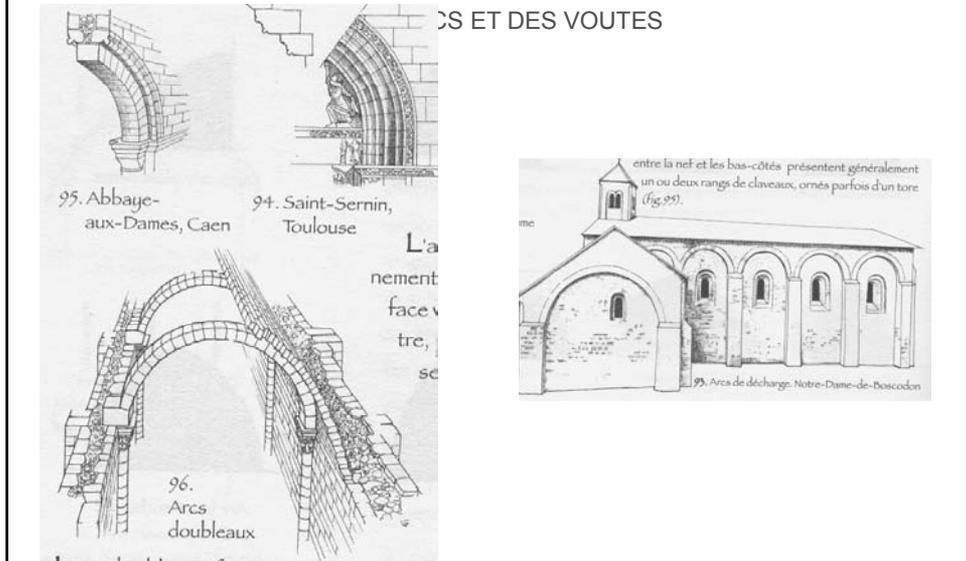


CONSTRUCTION DES ARCS ET DES VOUTES

- Comme les murs les piliers L'arc , assemblage appareillé de claveaux reposant sur 2 points d'appui
- L'arc permet de transférer une charge pseudo verticale , contrairement au linteau
 - Archivolte : arc qui couvre une baie
 - Arc doubleau : renfort de la voûte
 - La voûte en berceau
 - La voûte d'arête
 - Particularité de la voûte d'arête romane les arcs diagonaux sont plein cintre

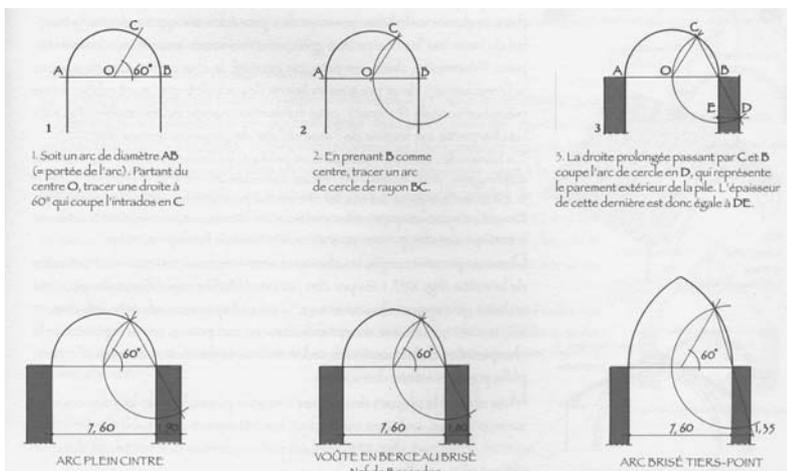


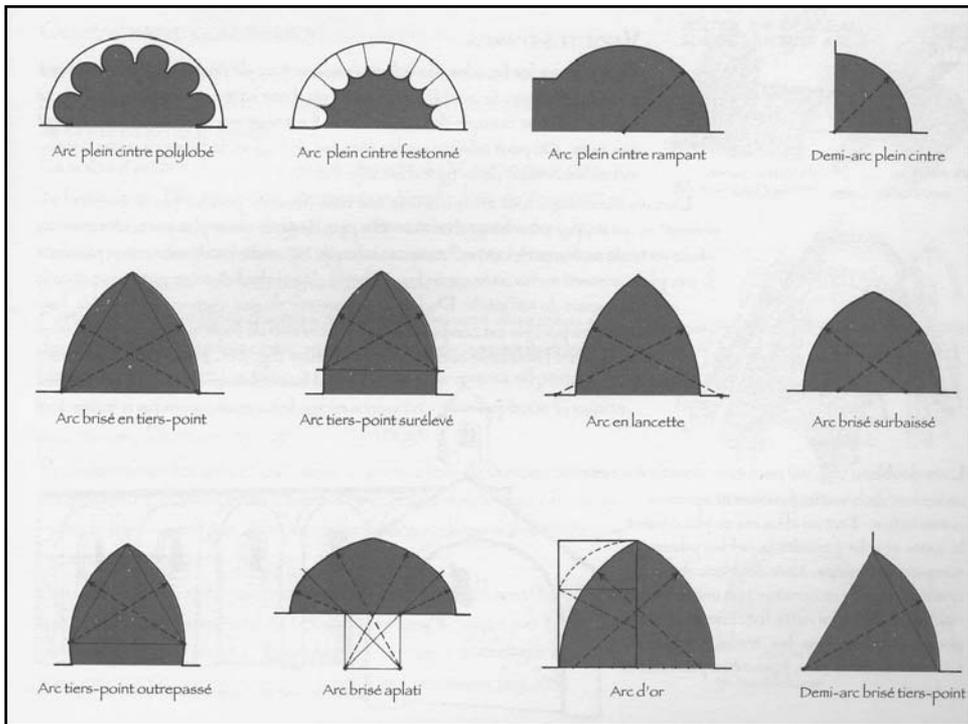
CONSTRUCTION ROMANE- Techniques de construction



CONSTRUCTION ROMANE- Techniques de construction

- LA CONSTRUCTION DES ARCS ET DES VOUTES
- Contrôle du rein au 1/5 de la voûte et chargement (faiblesse de l'arc)
- L'épaisseur du pilier provient des architectes byzantins methode graphique
- Les arcs sont construits sur cintres

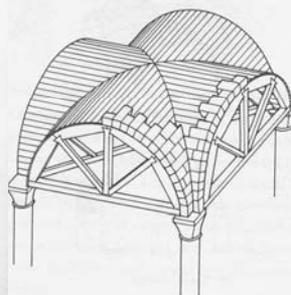
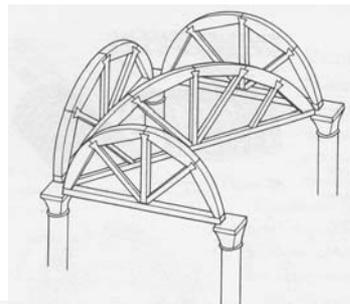
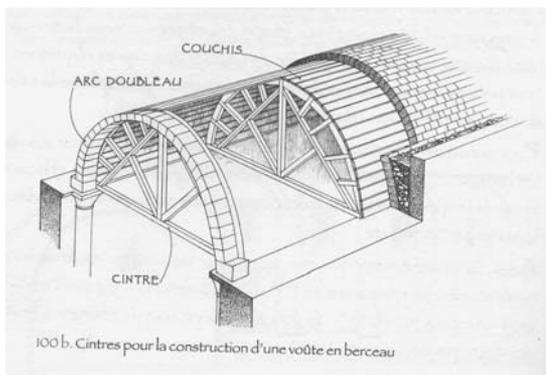




CONSTRUCTION ROMANE- Techniques de construction

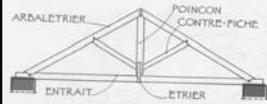
LA CONSTRUCTION DES ARCS ET DES VOUTES

Réalisation par cintrage

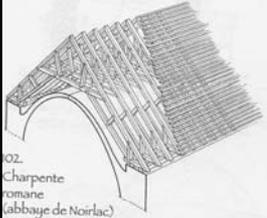


Construction

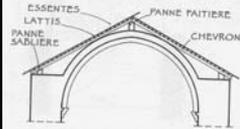
romane



101. Ferme latine



102. Charpente romane (abbaye de Noirlac)

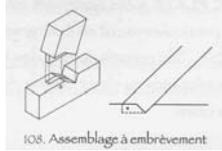


103. Charpente romane primitive

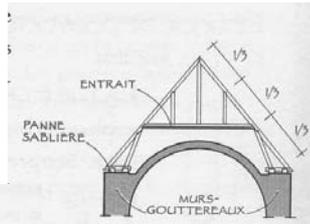
106. Assemblage à mi-bois



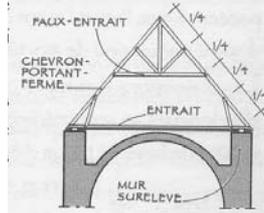
107. Assemblage à queue d'aronde



108. Assemblage à embrèvement



104. Ferme à entrain retroussé



105. Ferme à entrain non retroussé

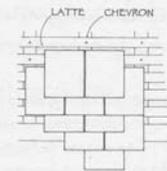
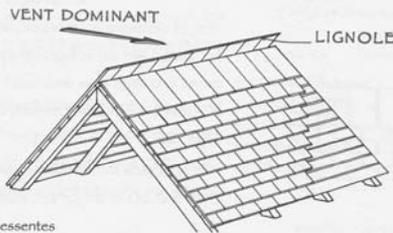
83

Construction

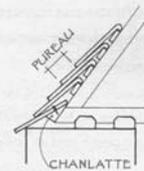
romane

109. Principe de pose des tuiles creuses

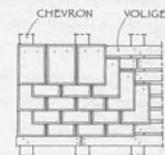
1. Un premier rang de tuiles formant canal est posé, chaque tuile est calée sur le côté par une poignée de mortier.
2. Un deuxième rang de tuiles vient recouvrir les premières au $\frac{1}{3}$ de leur longueur.
3. Une tuile couvrante est posée sur les rangs précédents. Sa partie la plus large est située à la moitié de la longueur du premier rang de tuiles.
4. Une seconde tuile couvrante est placée sur la tuile couvrante précédente, au tiers de sa longueur.



110. Pose des tuiles plates



111. Pose des tuiles plates



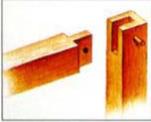
112. Pose des ardoises



Mi-bois. Technique permettant l'assemblage de deux pièces sans provoquer de surpoids. C'est le cas général pour l'assemblage des entrails ou des bûchers dans une sablière.

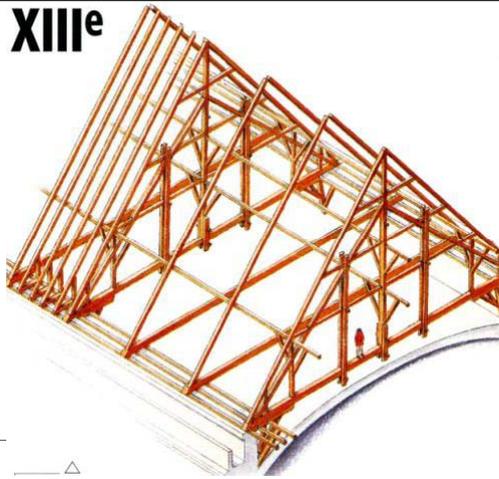


Queue d'aronde ou demi-queue d'aronde. Selon la technique du mi-bois, cet assemblage permet à une pièce d'éviter, par sa forme en queue d'aronde, de sortir de sa position et de résister à la traction.

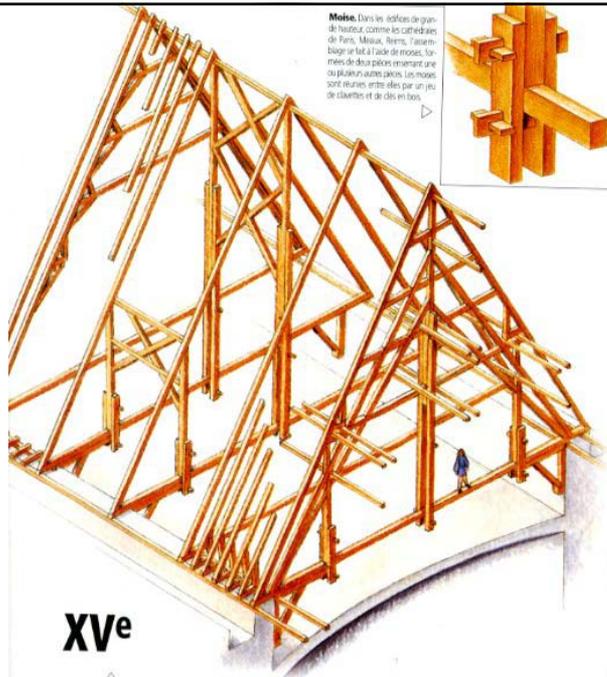
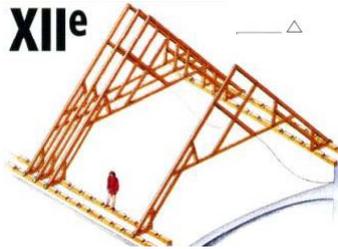


Tenon et mortaise. Apparue dès le X^e siècle, cette technique devient la seule utilisée à partir du XV^e siècle. La pièce mâle, le tenon, entre dans la mortaise, au cœur de l'autre pièce, évidée pour la recevoir.

XIII^e

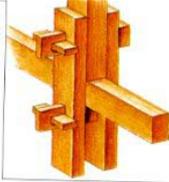


XIII^e



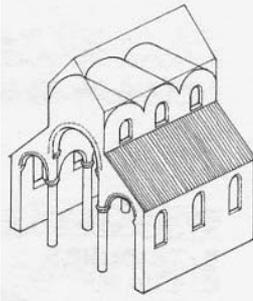
XV^e

Moise. Dans les édifices de grande hauteur, comme les cathédrales de Paris, Meaux, Reims, l'assemblage se fait à l'aide de moises, formées de deux pièces encastrant une ou plusieurs autres pièces. Les moises sont maintenues entre elles par un jeu de clavettes et de clés en bois.

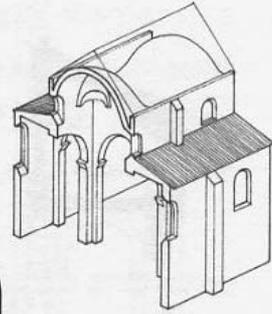




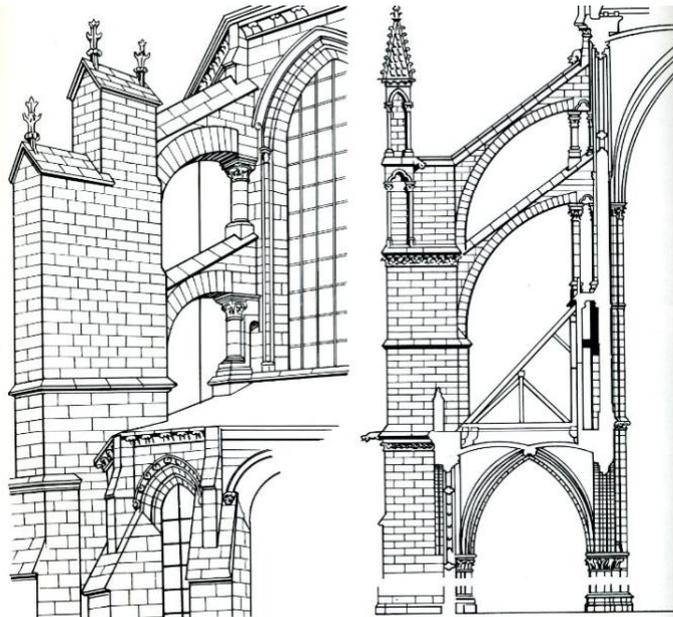
15. Boscherville

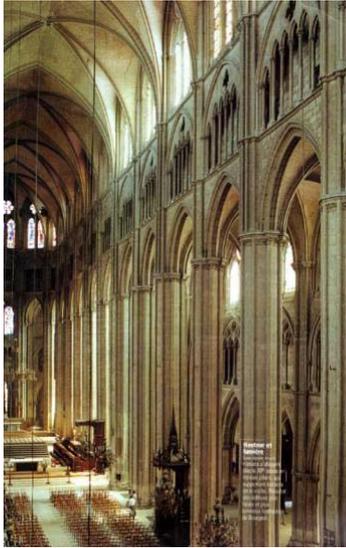


16. Saint-Philibert
de Tournus

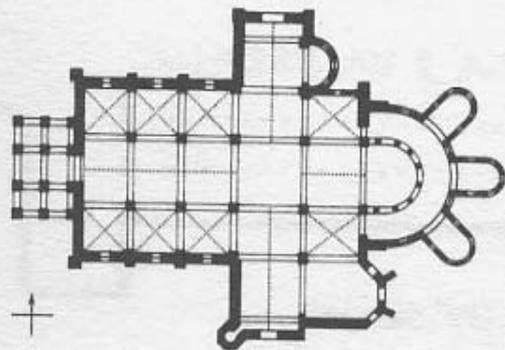


17. Notre-Dame
du Puy





7. Basilique du Sacré-Cœur,
Paray-le-Monial (Saône-et-Loire)



Sénanque.

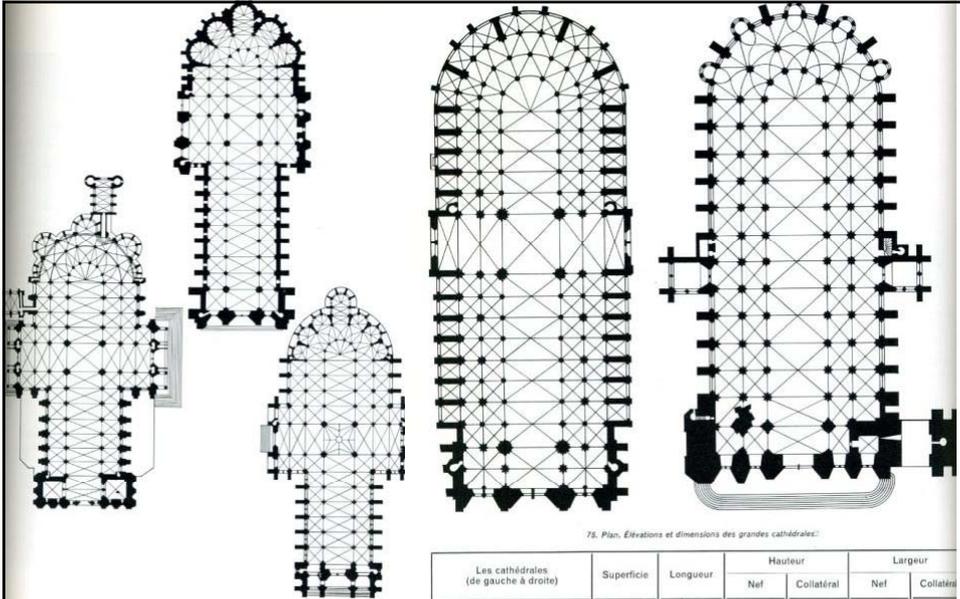
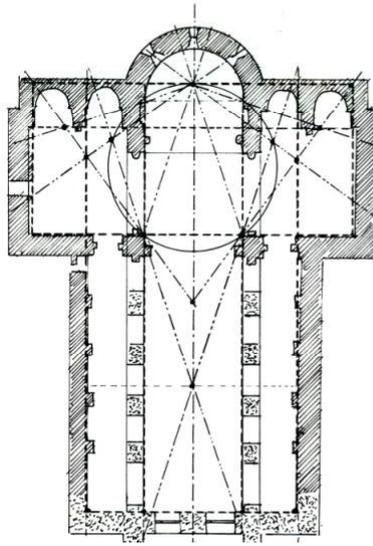
"Chaque pierre v
s'ajoute à d'autres pie
des scribes et des ma

"Tout ce vaste vo
tel central, et s'emp

Le même tre
pentagone et du n
sœurs de Froven
travaillé les com
des pierres, leur a
montrer le mêm
naissance des vols
que les Maîtres de
d'exécution souv
un contrat oral é
sur les pierres q



"Ou encore, pa
des fils rigides des
et les courbes de tou
dessins en plan, ces



75. Plan, Elevations et dimensions des grandes cathédrales:

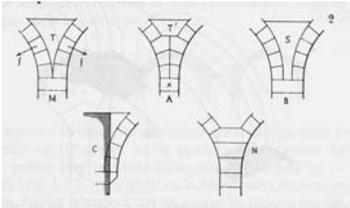
| Les cathédrales (de gauche à droite) | Superficie | Longueur | Hauteur | | Largeur | |
|---|----------------------|----------|---------|------------|---------|------------|
| | | | Nef | Collatéral | Nef | Collatéral |
| Notre-Dame-de-Paris | 5 500 m ² | 130,00 m | 35,00 m | 9,50 m | 12,50 m | |
| Saint-Etienne-de-Bourges | 6 200 m ² | 117,95 m | 37,15 m | 21,30 m | 15,00 m | 5,65 m |
| Notre-Dame-de-Chartres | 5 800 m ² | 130,20 m | 36,95 m | 13,85 m | 16,40 m | 8,20 m |
| Notre-Dame-de-Reims | 6 650 m ² | 138,69 m | 37,95 m | 16,40 m | 14,65 m | 7,74 m |
| Notre-Dame-d'Amiens | 7 700 m ² | 133,50 m | 42,50 m | 18,80 m | 14,60 m | 8,65 m |

Construction
romane



atinn per

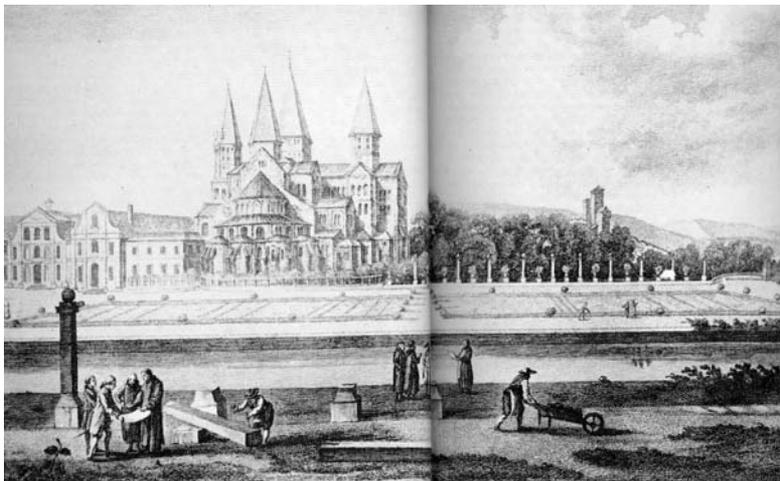
Construction



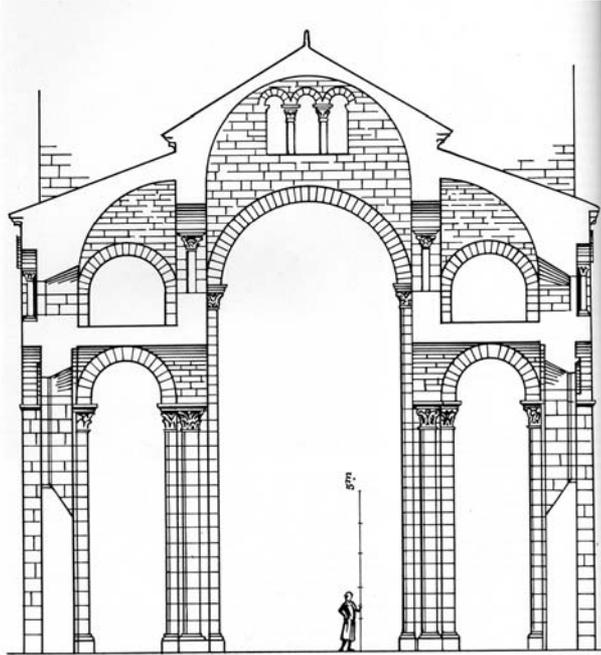
*Construction
romane*



*Construction
romane*



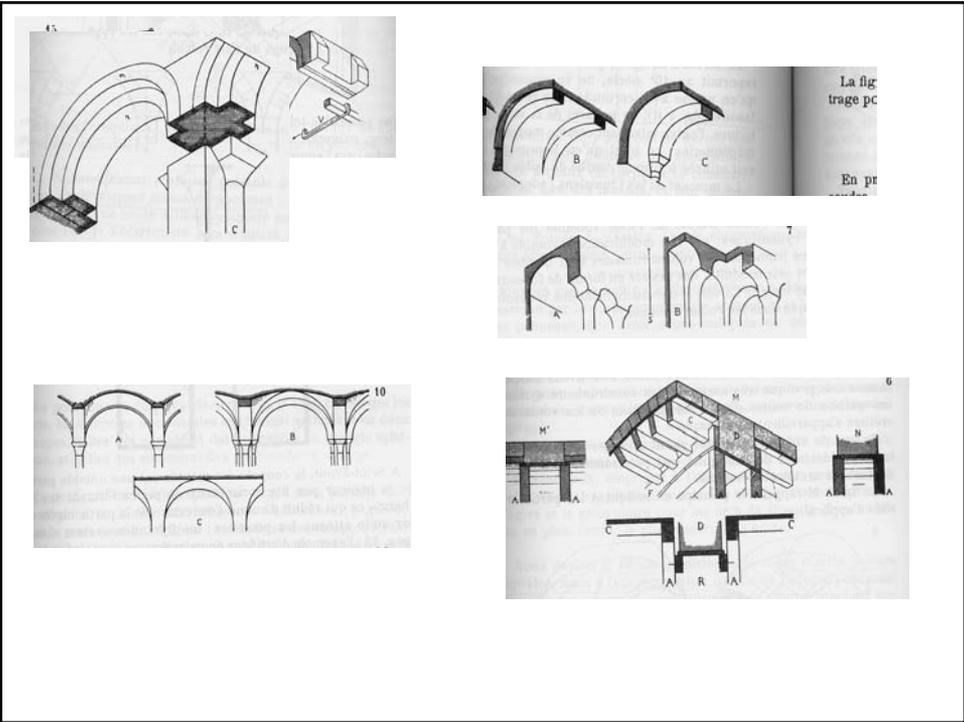
Construction
romane



kilomètres de l'abbaye. Elle s'appelle ainsi en 1257, Obazine dispose d'une grange à La Morinière dans l'île d'Oléron, à deux cent cinquante kilomètres à vol d'oiseau. En 1255, on ne s'étonne pas que Fossanova possède une grange à vingt-quatre journées de marche de l'abbaye.

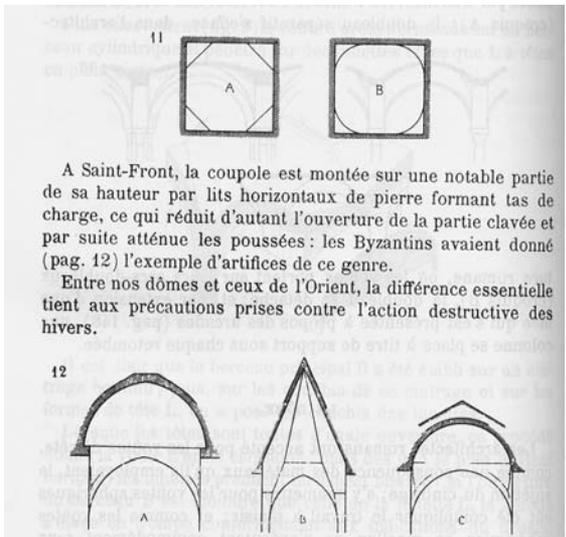
la communauté, devient rapidement une grande entreprise où chaque exploitation tend à avoir une fonction spécifique.



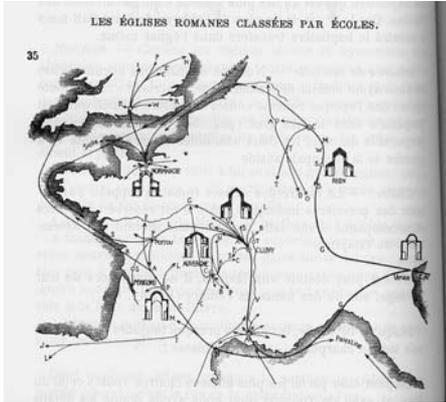
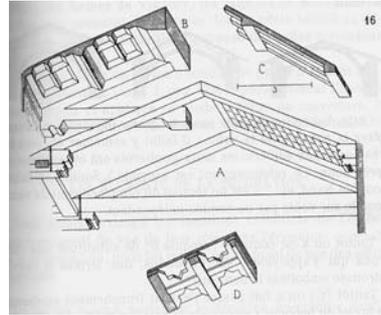


Construction

romane

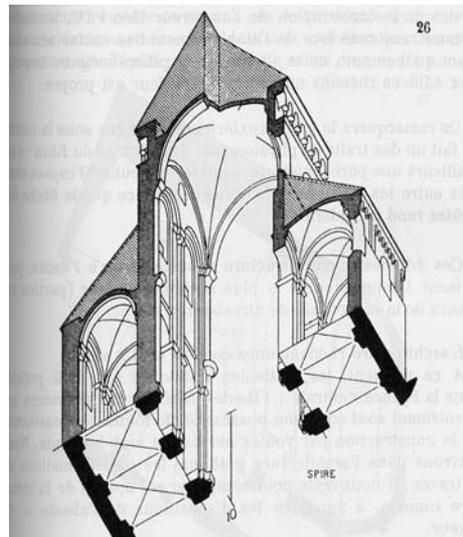


Construction

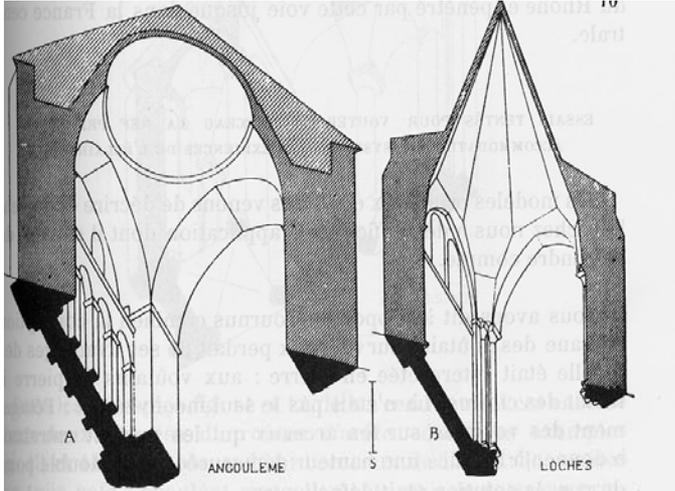


Construction

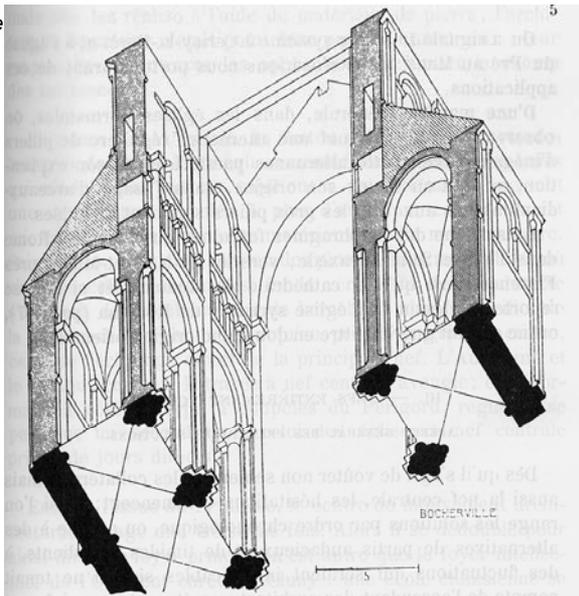
romane



Construction
romane



Construction
romane



Construction

roi

