

---

## Terres cuites et Maçonneries



---

### Plan

#### 1. Historique

#### 2. Produits en terre cuite

#### 3. Matière première

#### 4. Fabrication

- 4.1 Extraction et préparation de la terre
- 4.2 Façonnage
- 4.3 Séchage
- 4.4 Cuisson

#### 5. Propriétés de la terre cuite

- 5.1 Porosité
- 5.2 Adsorption
- 5.3 Absorption capillaire et saturation
- 5.4 Résistance au gel
- 5.6 Propriétés physiques
- 5.5 Propriétés mécaniques

#### 6. MAÇONNERIES

- 6.1 Définition et fonctions
- 6.2 Briques
- 6.3 Mortiers
- 6.4 Appareils et fabrication
- 6.5 Classification des maçonneries
- 6.6 Propriétés mécanique des maçonneries
- 6.6 Exigences relatives aux briques et agglomérés pour maçonnerie ordinaire
- 6.7 Exigences relatives à la maçonnerie ordinaire
- 6.8 Défauts dans la maçonnerie
- 6.9 Durabilité

---

## Bref historique

---

### Quelques repères:

~ 8000 av: J.C. plus anciennes briques de l'histoire (terre crue - Jericho)

~ 7000 - 6000 av: J.C. premières céramiques

~ 5000 - 4500 av: J.C. première briques en T. C.

~ 3000 av: J.C. première véritable utilisation de la T. C.

vers -2000 av: J.C. 1 pièce d'argent = 14'400 briques crues ou 504 briques cuites, soit 1 à 30

-612 - 539 av: J.C. Babylone: briques cuites 5 x plus chères



**Ziggourat de Dour - Ountash (Iran) ~1260-1235 av. J. C.**

---



5

**Aqua Claudia construction: 32 - 58 ap. J. -C. , longueur 74 km**

---



6

## Théâtre de Taormina (IIIe siècle av. J.-C.) - Sicile

---



7

## Arc (théâtre de Taormina - Sicile)

---

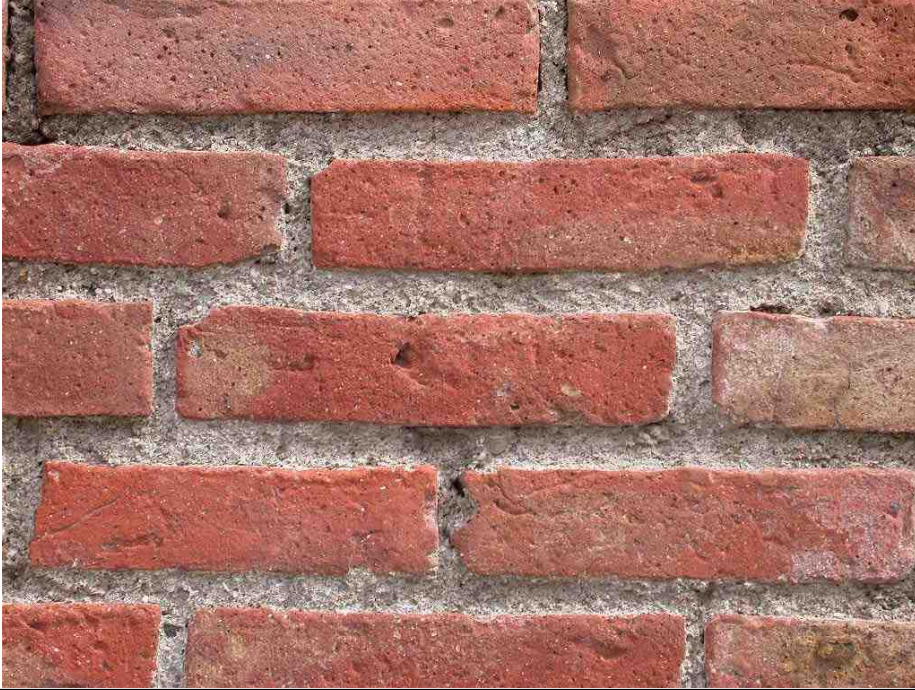


8



## Théâtre de Taormina - Sicile

---



9

## Historique: porche à Pompei

---



10

**Epoque médiévale: Albi (1260 - 1480), Cathédrale Sainte-Cécile**

---



11

**Citadelle à Boukhara (Ouzbékistan)**

(détruite en 1220 et reconstruite plusieurs fois)

---



2

## Viaduc de Digswell (1848-1850)

hauteur 30.5 m - longueur: 1390 m - 40 arches – 13 millions de briques



13

### 2. PRODUITS EN TERRE CUITE

- briques : normales et modulaires, briques apparentes
- tuiles : tuiles plates, tuiles à emboîtement, divers éléments pour la toiture
- carrelages : avec ou sans émail
- tuyaux
- poterie
- argiles expansées

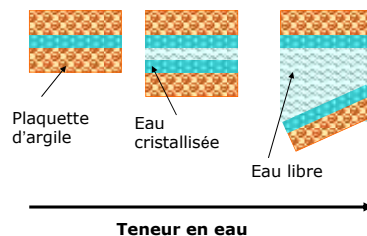


cohérent      plastique      fluide

### 3. MATIERE PREMIERE

Le matériau utilisé pour la terre cuite contient de l'argile ; il s'agit de plaquettes dont la surface est chargée négativement. Une plaquette peut donc attirer :

- une autre plaquette
- des ions de charge opposée (cations)
- les molécules polaires ( $H_2O$ ).



En Suisse, les terres argileuses sont pauvres en argile (30 - 50 %), elles contiennent du quartz et du calcite, ainsi que du feldspath ou de la dolomite comme éléments secondaires.



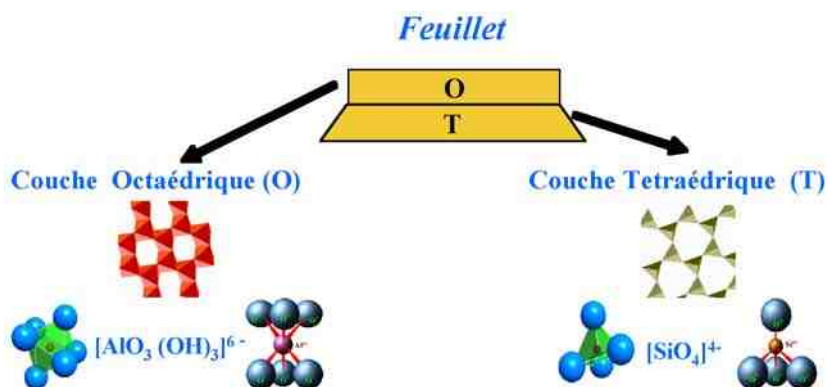
### 3. MATIERE PREMIERE

Les argiles sont des **silicates d'alumine hydratés**.

Minéraux cristallisés basés sur l'empilement de deux types de feuillets :

**Feuillets siliceux (silice SiO<sub>2</sub>) : Couche de tétraèdres de silice**

**Feuillets hydro-alumineux (Al(OH)<sub>3</sub>) : Couche d'octaèdres d'alumine hydratée**



### 3. MATIERE PREMIERE

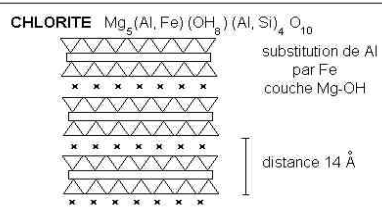
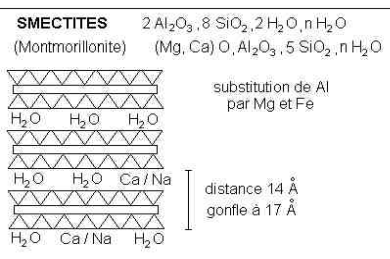
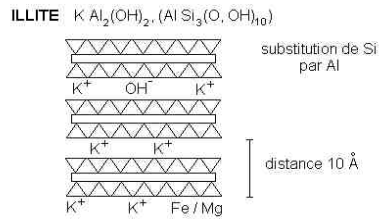
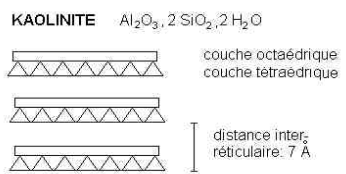
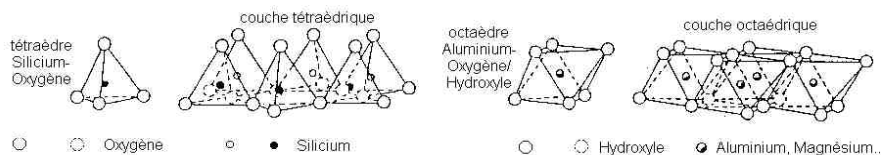
**Les 4 types principaux d'argiles :**

	Types d'argile			
	Kaolinite	Illite (mica)	Chlorite	Montmorillonite
		<p>● ion potassium</p>		<p>plusieurs couches d'eau</p>
Surface spécifique (m <sup>2</sup> /g)	15	80	80	800
Gonflement en présence d'eau	faible	moyen à fort	moyen	très fort
Il existe des mélanges de ces 4 types d'argiles formant les interstratifiés				



### 3. MATIERE PREMIERE

#### Les 4 types principaux d'argiles :



### 3. MATIERE PREMIERE

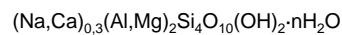
Kaolinite,  
 $Al_2Si_2O_5(OH)_4$



Kaolin (Gaoling, Collines Hautes )



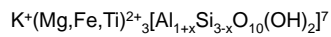
Montmorillonite  
(Montmorillon, France)



### 3. MATIERE PREMIERE

---

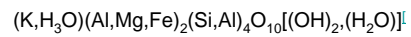
Chlorite (verdâtre)



(altération du mica noir)



Illite (Illinois, USA)



### 3. MATIERE PREMIERE

---

Minéraux essentiels dans la fabrication des TC :

- **Argile** : pour assurer la plasticité
- **Fondant** comme le feldspath (matériau qui abaisse le point de fusion)
- **Filler** ou **dégraissant** généralement inerte comme le quartz qui amène la résistance et diminue le retrait lors du séchage

### 3. MATIERE PREMIERE

#### Composition et granulométrie d'une terre argileuse suisse (nord)

GRANULOMETRIE	argileux < 2 $\mu$	fines de 2 à 20 $\mu$ m	sables > 20 $\mu$
		70%	27%
<b>COMPOSITION</b>			
Montmorillonite	25%		minéraux argileux 54%
Illite	15%		
Kaolinite	10%		
Chlorite	4%		
quartz SiO <sub>2</sub>	20%		autres minéraux 46%
Calcite CaCO <sub>3</sub>	19%		
Dolomite CaMg 2(CO <sub>3</sub> )	4%		
Feldspath (K, Na, Ca,)AlSiO <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	3%		

### 4. Terre cuite - Fabrication (1)



#### Extraction

Les matières premières pour la production des briques et des tuiles sont des marnes et argiles que l'on trouve dans la nature. Leurs propriétés diffèrent selon leur teneur en minéraux argileux, chaux, quartz, carbonates et oxyde de fer (couleur et structure du produit fini). L'extraction des glaises s'effectue mécaniquement à ciel ouvert.



#### Mélange

Les glaises provenant de couches ou carrières différentes sont transportées à la briqueterie où elles sont mélangées suivant un dosage déterminé. Toute une série d'opérations est nécessaire au mélange intensif des glaises et cela avec addition d'eau pour obtenir la plasticité désirée.





## Terre cuite - Fabrication (2)

### Broyage

Parallèlement au mélange, le broyage s'opère également en plusieurs opérations. Il a pour but d'obtenir le degré de finesse voulu des matières premières. La composition et le dosage régulier de ces dernières garantissent la qualité constante du produit fini.



### Façonnage des briques crues

Selon le procédé de fabrication, après addition d'eau et de vapeur, la glaise est devenue une masse plastique que l'on peut façonner. Dans la mouleuse à vis sans fin, cette masse est pressée à travers une filière qui lui confère sa forme et sa perforation spécifiques. Un appareil de coupe automatique débite les pièces aux dimensions voulues.



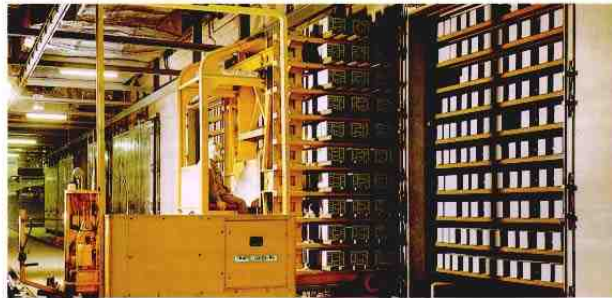
## Terre cuite - Fabrication (3)

### Séchage

Après la mise en forme, une partie de l'eau contenue dans les pièces est extraite par séchage naturel ou artificiel. Les produits subissent une diminution de volume et acquièrent la dureté qui permet leur manutention.

#### Engobage

Après séchage, les tuiles reçoivent une ou plusieurs couches d'engobe destinées à leur donner des teintes unies ou flammées, correspondant par ex. aux toitures anciennes.



### Cuisson

Tout d'abord, la brique crue perd sa faculté de devenir encore une masse plastique en présence d'eau; elle devient un produit fini vers 1000° par transformation chimique et minéralogique. Toute la cuisson, du préchauffage au refroidissement, dure environ 48 heures; le produit reste toutefois au maximum pendant 10 heures en plein feu.



## Terre cuite - Fabrication (4)

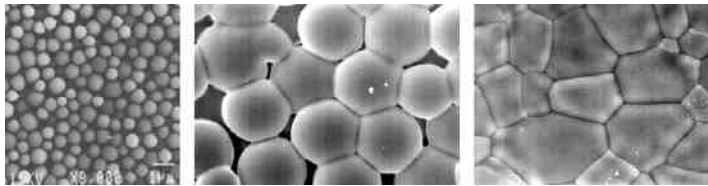
Les qualités recherchées sont :

- bonne résistance mécanique
- insensibilité à l'eau

→ cuisson à 1000°C pendant 10 à 30 heures  
refroidissement avec un palier vers 600°C.

Les deux processus physiques qui vont donner la cohésion sont :

### 1. frittage (*température < point de fusion*)



Formation de cou



- Modifie de la granulométrie
- Augmente la résistance mécanique
- Diminue la porosité

## Terre cuite - Fabrication (5)

### 2. transformation de phase et vitrification:

• De 650° à 750°C :  $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2 \uparrow$

• A plus haute température :

$\text{CaO} + \text{Quartz} + \text{argile} \rightarrow$  composés typiques (plagioclases, gehlenite, diopside, wollastonite)

• Le quartz se transforme pour former une autre structure vers 650°C

• création d'une phase vitreuse grâce aux fondants comme le potassium

- Lors du refroidissement → Phases cristallines et amorphes refroidissement
  - la phase vitreuse se transforme partiellement en mullite
  - la cristobalite redevient du quartz, ce qui peut provoquer des contraintes internes (changement de volume), d'où le palier de 600°C pour limiter le phénomène

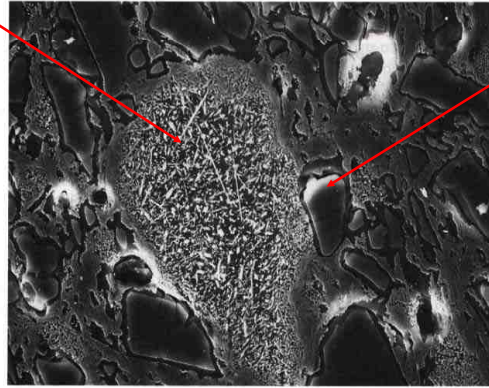
Durant la vitrification la phase liquide coule autour des particules non fondues et en remplissant les pores du à la tension de surface. Ce phénomène est accompagné du retrait. Durant le refroidissement, la phase vitreuse forme la matrice contenant les particules non-réagies et des pores.

Le degré de vitrification influence les propriétés des terres cuites telles que résistance, durabilité et densité. Il dépend de la température de cuisson. Pour les terres cuites la température se situant autour de 1000°C, le produit est poreux. Cependant, on évite la vitrification complète car l'objet devient mou .

## Terre cuite - Fabrication (5)

---

Mullite



Quartz

27

## Terre cuite - Fabrication (5)

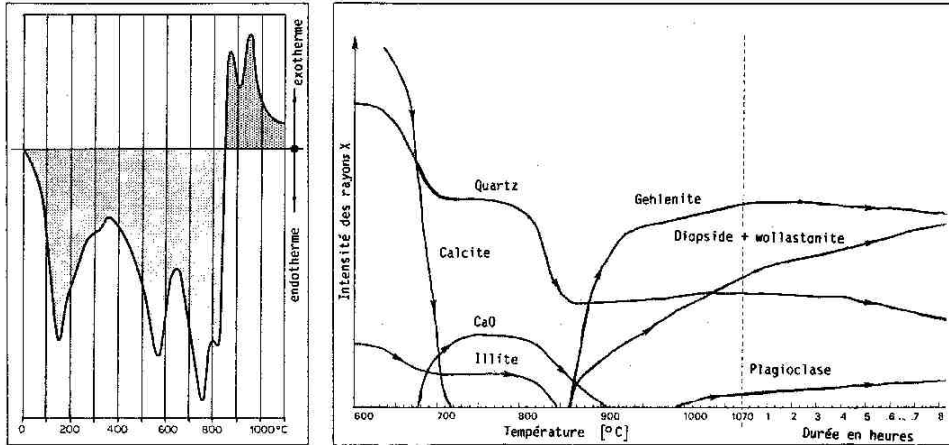
---

Température	Transformation
Jusqu'à 200°C	Evacuation de l'eau adsorbée
De 200 à 450°C	Décomposition des matières organiques
De 400 à 550°C	Départ de l'eau de constitution des argiles
De 800 à 950°C	Dépendant de la nature des argiles, formation de nouvelles phases telles que spinelle, hématite, corindon Décomposition du carbonate de calcium
De 970 à 1300°C	Fusion progressive des minéraux antérieurs et cristallisation de la mullite
Température > 750°	Cristallisation de nouveaux composés et densification définitive
Refroidissement	Contractions thermiques plus ou moins régulières

28



## Terre cuite - Fabrication (5)



Analyse thermique différentielle et analyse des intensités des pics de diffraction par rayon X en fonction de la température pour une argile pour tuile (vitesse de chauffage 1°C/min).

## Composition d'une terre cuite de Suisse

COMPOSITION D'UNE TERRE CUITE		
Quartz	SiO <sub>2</sub>	15 à 30 %
Gehlenite	2CaO • Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> • SiO <sub>2</sub>	1 à 15 %
Diopside	CaO • MgO • 2SiO <sub>2</sub>	10 à 25 %
Wollastonite	CaO • SiO <sub>2</sub>	3 à 10 %
Plagioclases	Na <sub>x</sub> Ca <sub>1-x</sub> Al <sub>1+x</sub> Si <sub>2+x</sub> O <sub>8</sub>	5 à 20 %
Hématite	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2 à 8 %
Chaux vive	CaO	1 %
Mullite	Al <sub>6</sub> Si <sub>2</sub> O <sub>13</sub>	25 à 45 %
Phase vitreuse		

## Terre cuite - Fabrication (6)

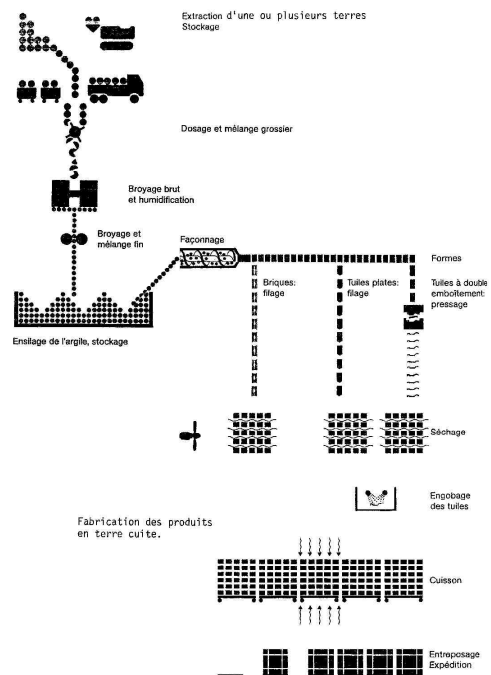


### Entrepôt et expédition

Après la cuisson, les briques et les tuiles sont conditionnées et empilées. Une partie des palettes de briques peuvent encore être placées sous housse (feuille plastique), ce qui les protège des intempéries lors de l'entreposage sur les chantiers et qui facilite leur transport.



## Terre cuite - Fabrication (7)



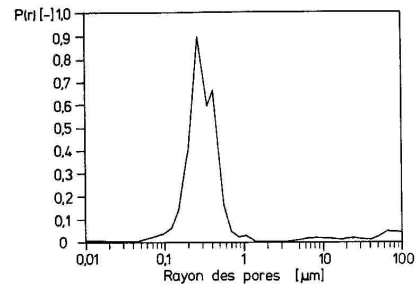
## 5. PROPRIETES DE LA TERRE CUITE

Les propriétés de la terre cuite sont dues à la matière première et à la cuisson ==> essentiellement la porosité.

### 5.1 Porosité

définition : 
$$\text{porosité} = \frac{V_{\text{pores}}}{V_{\text{total}}}$$

- La porosité des produits en TC varie de quelques pour-cent à plus de 50 %.
- Pour les briques en TC, 20 à 55%
- A cause du filage, pas de gros pores, mais des fissures.
- Certains micropores disparaissent pendant le frittage et la création de la phase vitreuse.
- Porosité resserrée au tour d'un seul pic 0.1 à 1 µm  
→ □□□ comportement particulier en présence d'eau.



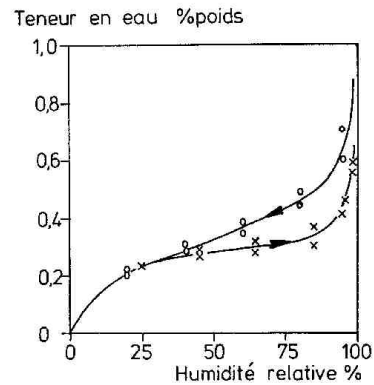
Distribution de la taille des pores.

Porosité resserrée  
au tour d'un seul pic  
0.1 à 1 µm

33

### 5.2 Adsorption

La terre cuite adsorbe peu car elle n'a pas de micropores. L'isotherme d'adsorption est plat jusqu'à 90%.



Isotherme d'adsorption d'une terre cuite avec 31 % de porosité ouverte.

34



### 5.3 Absorption capillaire et saturation

non valable pour les micropores

$$\Delta M = \alpha \sqrt{t}$$

$\Delta M$  [kg/m<sup>2</sup>] : eau absorbée par unité de surface

$\alpha$  [kg/(m<sup>2</sup>·s<sup>1/2</sup>)] : coeff. d'absorption capillaire

$t$  [s] : temps

Loi déduite du mouvement d'eau dans les capillaires décrite par les équations suivantes :

- Pression due à la tension de vapeur

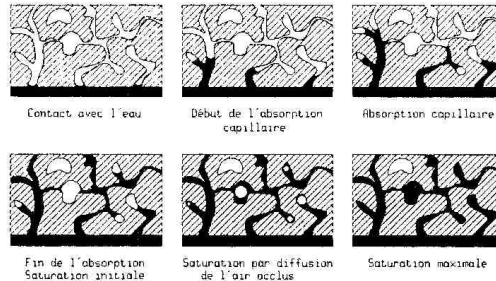
$$\Delta p = -\frac{2\gamma \cos \theta}{r}$$

avec

$r$  : rayon de capillaire [m]

$\gamma$  : tension de surface [N/m]

$\theta$  : angle de mouillage



Représentation de l'absorption et de la saturation dans un réseau de capillaire.

35

- Pression due au frottement de l'eau contre les parois (Poiseuille):

$$\Delta p = \frac{8\eta vx}{r^2}$$

avec

$\eta$  : Viscosité [Pas]

$x$  : hauteur de la montée capillaire [m]

$v$  = vitesse du fluide [m/s]

$$\alpha = \rho \sqrt{\frac{\gamma \cos \theta}{2\eta}} \cdot \pi r^{5/2}$$

< dépend:

- des propriétés de l'eau

- de la géométrie des capillaires (distribution des pores):

- pores fins : absorption lente malgré que la pression capillaire soit plus grande

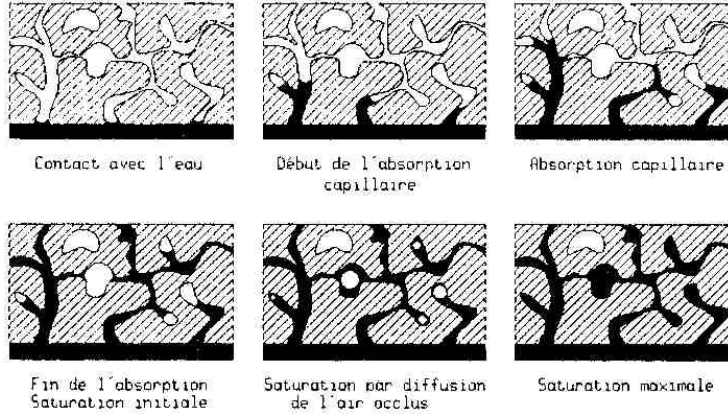
- pores grossiers : absorption plus rapide.

**$\alpha = 50 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{1/2})$  pour la terre cuite**

**$\alpha = 10 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{1/2})$  pour une pâte de ciment.**

36

## Absorption capillaire et saturation



Représentation de l'absorption et de la saturation dans un réseau de capillaire.

37

Coefficient de saturation :

$$S = \frac{\text{Volume d'eau dans les pores}}{\text{Volume des pores}}$$

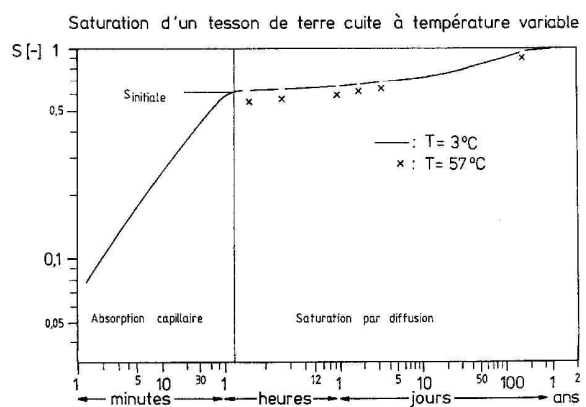
### Variations climatiques

$$S_2 = 1 - (1 - S_1) \frac{T_1 P_2}{T_2 P_1}$$

$S_{1,2}$  : saturation sous le climat 1,2

$T_{1,2}$  : température sous le climat 1,2

$P_{1,2}$  : pression sous le climat 1,2

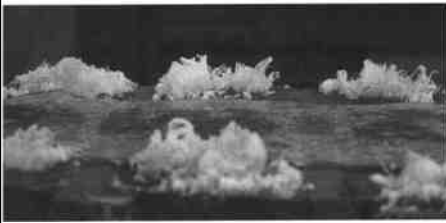


Mesure de la saturation d'un tesson de terre cuite à long terme et avec des variations de température.

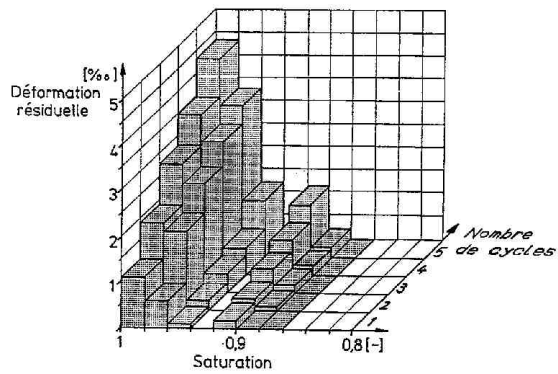
38

## 5.4 Résistance au gel

Si le volume d'air occlus est faible, i. e.  $S > 91\%$ , les dégâts sont certains. Même à valeur inférieure, des dégâts sont possibles si les bulles d'air sont distantes ; le flux d'eau devient important et engendre des pressions dynamiques



*Expulsion de la glace à partir des pores et fissures d'une brique saturée lors du gel*  
Materials in construction, G. D. Taylor



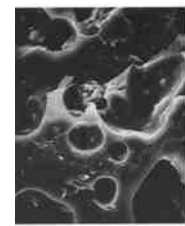
Influence de la saturation et du nombre de cycles de gel-dégel sur les déformations résiduelles d'un tessou de terre cuite (la déformation résiduelle mesurée à la fin d'un cycle de gel-dégel est l'image du degré de dégradation de la structure).

39

La résistance au gel d'une brique est liée plus à la distribution de taille des pores qu'à la porosité totale.



(a)



(b)

*Microstructure d'une brique (b) non gélive et une brique (a) gélive*  
Materials in construction, G. D. Taylor

40

---

## 5.5 Propriétés mécaniques

Elles dépendent de :

- la direction de filage
- la porosité

$$E = E_0 \cdot (1 - c \cdot P)$$

avec c : coefficient ( $\approx 2$ )

P : porosité (brique: P = 40 %)

$$E_{//} : \sim 1000 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{\perp} : \sim 8000 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{\text{traction}} : \quad \begin{array}{l} \sigma_{//} : 0 - 15 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{\perp} : 4 - 10 \text{ N/mm}^2 \end{array}$$

$$\sigma_{\text{compression}} : \quad \begin{array}{l} \sigma_{//} : 30 - 60 \text{ N/mm}^2 \\ \sigma_{\perp} : 15 - 40 \text{ N/mm}^2 \end{array}$$

La Résistance est testée sur 10 briques.

41

---

## 5.6 Propriétés physiques

- insensible à l'eau
- séchage rapide
- ne pas utiliser les briques de fabrication récente (Gonflement à la sortie du four)  
A stocker quelques semaines avant utilisation

### Coefficient de dilatation

faible :  $5 - 8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ , ce qui peut provoquer une incompatibilité avec les mortiers et autres ( $10 - 12 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ).

**Conductibilité thermique** :  $\lambda = \lambda_0(1 - P)$

$$P \approx 40 \%$$

$$\lambda = 0.8 \text{ W/(m.K)}$$

42



---

## 6. Maçonnerie

---

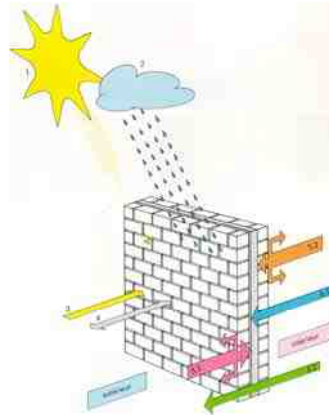
### 6.1 Définition de la maçonnerie

- Ensemble composite de matériaux pierreux lié par du mortier et se comportant comme un tout
- Élément composite brique-mortier
- Discontinuité dans les matériaux
- La cohésion entre les joints est négligée et la résistance à la traction est considérée comme nulle



## Deux fonctions principales

- statique  
résistance
  - murs porteurs
- enveloppe  
physique
  - protection contre les intempéries
  - isolation et inertie thermique
  - isolement et absorption phonique
  - protection incendie
- esthétique
  - aspect de la construction



## Le dimensionnement doit assurer :

- **Sécurité structurale**

Sollicitation sous charge et actions directes:

- poids propre
- charges utiles
- neige et vent

$$S_d < R_d$$

- **Aptitude au service**

Sollicitation sous charge et actions indirectes (déformation imposée):

- retrait, fluage
- tassement d'appui

## Matériaux

---

### Matériaux traditionnels

<i>Briques</i>	<i>Liants</i>
Briques d'argile crues Pierres et pierraille Terre cuite	Argile Chaux Plâtre Bitume

### Matériaux modernes

<i>Briques</i>	<i>Liants</i>
Terre cuite Briques silico-calcaire Agglomérés de ciment Béton cellulaire	Plâtre Chaux Chaux Hydr. Ciment

47

## 6.2 Briques

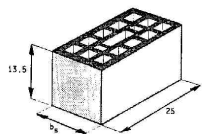
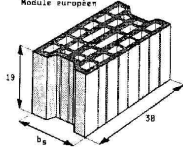
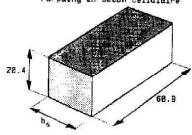
---

### *Types de briques et formats*

- briques en terre cuite
- briques en béton :
  - haute résistance et durabilité
  - ne pas lier avec d'autres types de brique
  - certaines formes sont utilisées pour le pavement
- briques silico-calcaires
  - ne pas lier avec d'autres types de brique
  -
- briques en béton cellulaire

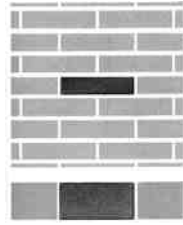
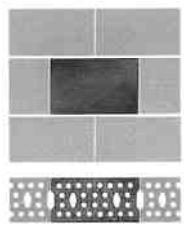
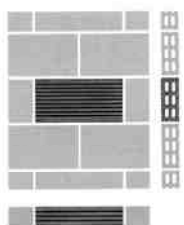

48

## Formats

 <p style="text-align: center; font-size: small;">Types de brique : terre cuite, béton, silico-calcaire</p>	 <p style="text-align: center; font-size: small;">Types de brique : terre cuite, béton</p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Format normal N largeur <math>b_s</math> : 10, 12, 15, 18, 25cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Module européen M (le mortier de joint vertical n'est pas apparent) largeur <math>b_s</math> : 7.5, 10, 12.5, 15, 17.5, 20 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Brique pleine</li> </ul>

49

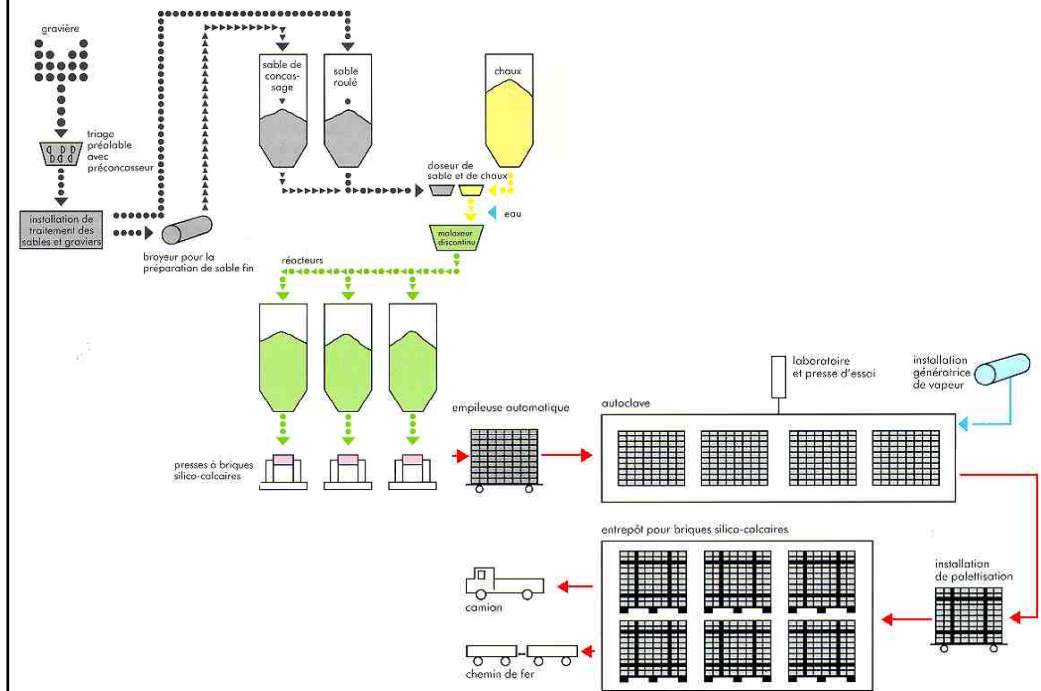
Dans le cas des briques en terre cuite, on désigne par :

			
<p><b>Briques pleines :</b> les briques sans trous utilisées pour éléments porteurs apparents;</p>	<p><b>Briques perforées :</b> les briques qui comportent des trous perpendiculaires aux plans de pose, on les utilise pour des éléments porteurs et isolants</p>	<p><b>Briques creuses :</b> les briques avec des trous parallèles au lit de pose; la surface des vides peut être plus importante que la surface de la matière; utilisées pour des cloisons et des doublages, en raison de leur légèreté et de leur isolation thermique</p>	<p><b>Briques de parement :</b> les briques fabriquées en différents formats pour maçonnerie apparente;</p>

50



## Brique silico-calcaire - Fabrication



## 6.3 Mortiers

### 6.2.1 Définition

sable  $\varnothing < 8\text{mm}$  + eau + liant

Trois domaines d'utilisation :

- jointoyage des maçonneries (liaison, compense les inégalités, répartit les charges)
- chapes
- crépis et enduits

### 6.2.2 Constituants

#### sables

propre, pas de matières nuisibles, selon le fuseau idéal

#### liants

le choix dépend de la fonction

- *CP* ; courant mais mise en œuvre difficile, bonne résistance mécanique
- *chaux hydraulique* ; mise en œuvre facile, faible résistance mécanique, bas module d'élasticité (cuisson des calcaire marneux ou calcaire + 6 à 12% d'argile, de 900 à 1200°C; donne CaO + composés hydraulique)
- chaux éteinte ; durcissement très lent, s'utilise comme ajout
- liants organiques ; bonne résistance mécanique et à l'usure, époxydes et polyuréthannes



**eau**

limpide, incolore et inodore

**adjuvants**

**Choix du mortier:** doit être adapté au type de maçonnerie (apparente intérieure, apparente extérieure, ..... Etc)

Résistance à l'effort => CP

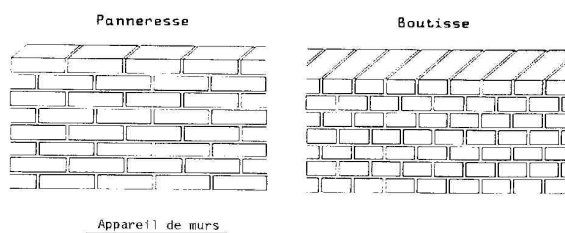
Murs non porteurs => bâtard, grande déformabilité, peu de fissure, le mur suit les déformations du support (retrait et flexion de la dalle)

Armature métallique dans le mortier pour résistance plus élevée et prévenir les fissures

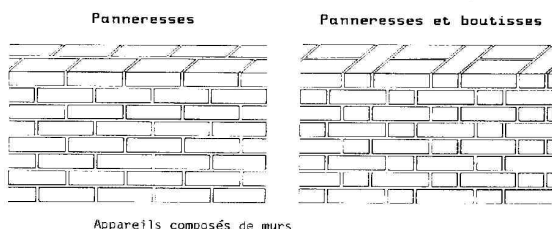
Type de mortier	Dosage	B <sub>w</sub> 28j
Mortier Bâtard	250 kg/m <sup>3</sup> chaux hydraul. + 100 kg/m <sup>3</sup> CP	>3.5MPa
Mortier de ciment	300 kg/m <sup>3</sup> à 400 kg/m <sup>3</sup> CP	>20MPa

**6.4 Appareils et fabrication**

**Mode de disposition :**

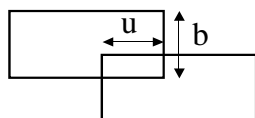


L'épaisseur du mur peut être aussi composée de plusieurs briques.

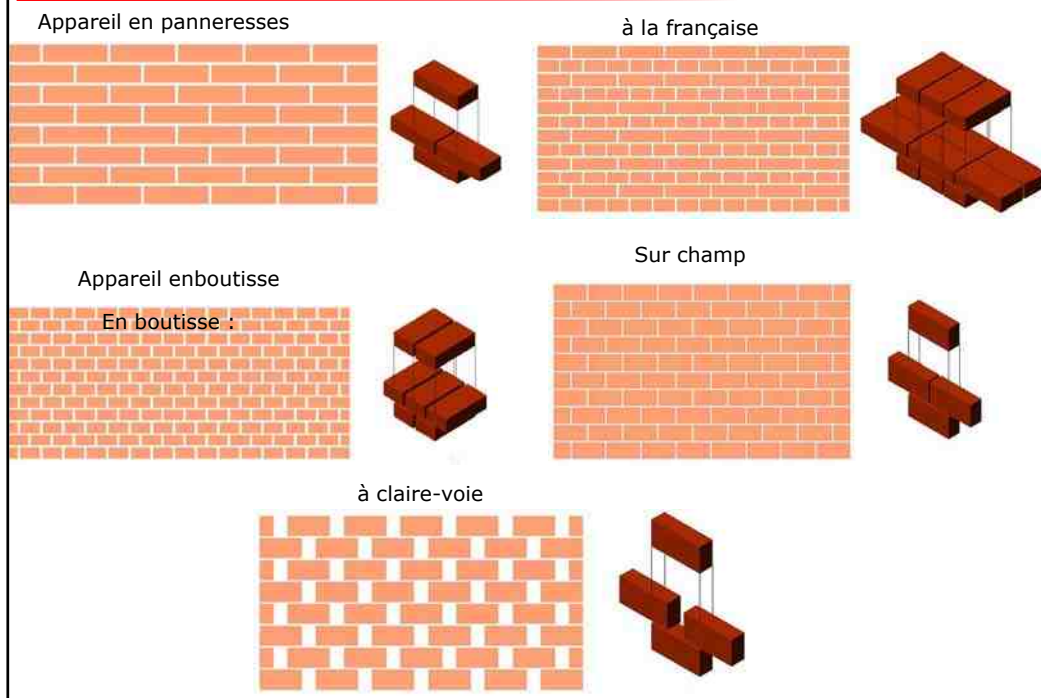


**Chevauchement :**

$$u \geq 0.3b$$



## 6.4 Appareils et fabrication



## 6.5 classification des maçonneries selon SIA 266

<b>MB</b>	<b>maçonnerie de briques</b> (p. ex. briques de <b>terre cuite</b> )
<b>MBL</b>	<b>maçonnerie de briques légères</b>
<b>MC</b>	<b>maçonnerie d'agglomérés liés au ciment</b> (p. ex. agglomérés de béton)
<b>MCL</b>	<b>maçonnerie d'agglomérés liés au ciment, à granulats légers</b>
<b>MK</b>	<b>maçonnerie de briques durcies par procédé hydrothermique</b> (p. ex. briques <b>silico-calcaires</b> )
<b>MP</b>	<b>maçonnerie d'agglomérés légers durcis par procédé hydrothermique</b> (p. ex. <b>béton cellulaire</b> )
<b>MPL</b>	<b>maçonnerie d'agglomérés légers de faible masse volumique, durcis par procédé hydrothermique</b>

---

On indiquera en outre les exigences auxquelles la maçonnerie doit satisfaire quant à son aptitude au service, à la sécurité structurale ou à une utilisation particulière donnée :

- isolation thermique
- isolement ou absorption phonique
- résistance au feu accru
- résistance statique accrue
- maçonnerie armée
- maçonnerie de doublage extérieur
- maçonnerie apparente intérieure
- maçonnerie apparente extérieure

Selon SIA-266, 2 catégories de maçonnerie :

• **Maçonnerie "standard"**

Les propriétés mécaniques sont définies par la norme

• **Maçonnerie "spécifiée"** (indiquée par la lettre "d")

Les propriétés mécaniques sont définies par les fabricants ou le soumissionnaire

---

## 6.6 Propriétés mécaniques des maçonneries

résistance du mur < résistance des matériaux lors de la mise en charge des contraintes transversales de traction dans le matériau à haut module et des efforts de compression dans l'autre (fretage) □ => par fendage

Il existe de nombreuses propriétés qui sont susceptibles de modifier la résistance à la compression du mur :

- *humidité*
- *temps de charge*
- *capacité d'absorption de la brique*
- *mise en oeuvre*

### Résistance à la traction de la maçonnerie

très faible ( $\sigma_t = 0,2$  à  $1 \text{ N/mm}^2$ ).

influencée par :

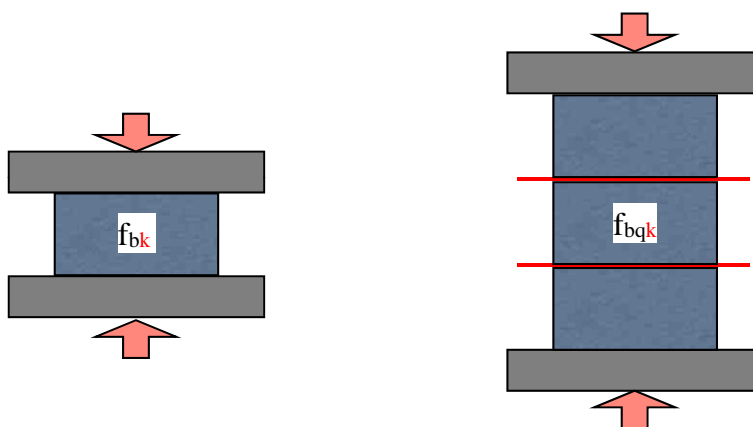
le comportement de l'interface mortier-brique (capacité d'absorption)  
la présence des alvéoles de la brique; on modifie la surface d'adhésion.



## Exigences pour les briques et agglomérés (SIA 266)

Exigences minimales relatives aux parpaings utilisés dans la maçonnerie standard.

Type de parpaings	B	BL	C	CL	K	P	PL
$f_{bk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	28.0	10.0	14.0	2.5	22.0	5.0	2.5
$f_{bqk}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	7.0	3.2	7.0	1.8	7.0	-	-



## 6.7 Exigences relatives à la maçonnerie ordinaire

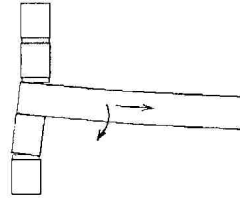
Exigences	Types de maçonnerie						
	MB	MBL	MC	MCL	MK	MP	MPL
Résistance compression $f_x$ [N/mm <sup>2</sup> ]	8.0	4.0	8.0	2.0	7.0	3.2	1.8
Résistance à la traction par flexion $f_{fx}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	0.15	0.10	0.25	0.15	0.15	0.90	0.60
Module d'élasticité $E_x$ [kN/mm <sup>2</sup> ]	4.5	2.5	8.0	2.5	4.0	2.2	1.0

## 6.8 Défauts dans la maçonnerie

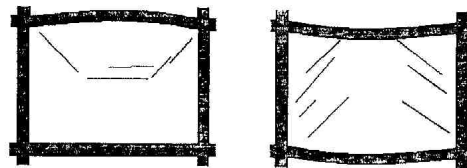
### 6.8.1 Fissuration

#### a) Mouvement des dalles

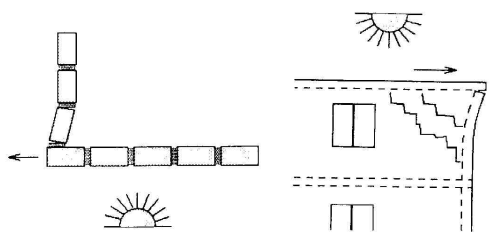
Retrait de dalles posées à l'état frais



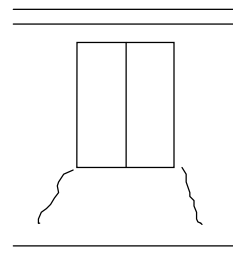
Fléchissement des dalles



#### b) Mouvements de dilatation thermique



#### c) Fissure le long des fenêtres



## 6.9 Durabilité

### 6.9.1 Efflorescences



Type de sel	Provenance
sulfate de calcium	ciment, brique
sulfate de sodium	parfois les sables
sulfates de Na, K ou Mg	formées pendant la cuisson lors du contact avec des fumées chargées de $\text{SO}_2$ ( $\text{SO}_3$ )
chlorures	sel de déverglacement
nitrites	fumier
carbonates	chaux issue de la dissociation du calcaire durant la cuisson a été insuffisamment silicatée, l'efflorescence se développe sous forme de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ qui se transforme par la suite en carbonate

*solutions :*

protection des briques contre l'eau

- eau de pluie
- remontée capillaire
- eau de condensation

**Terre cuite - Efflorescences**

---



**Terre cuite - Efflorescences**

---

