

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur
et de la recherche scientifique

Université Mohamed Khider Biskra



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة محمد خير بسكرة

الشعبة: هندسة معمارية

الميدان:.. هندسة معمارية، عمران ومهن المدينة

التخصص: هندسة معمارية

المستوى: السنة الأولى هندسة معمارية

cours

MATIÈRE : TMC 1

Préparé par
Dr . Youcef Kamal

Plâtre

Le plâtre est un des plus anciens matériaux de construction utilisés par l'homme, et il est connu depuis l'Antiquité. Il est encore utilisée pour créer des enduits sous sa forme traditionnelle de poudre mélangée à de l'eau, c'est sous la forme d'éléments préfabriqués en usine (carreaux, dalles, plaques) est de plus en plus utilisée pour répondre aux besoins de la construction.

Plâtre

Le plâtre est produit en déshydratant le gypse, une roche naturelle ou un sous-produit de certaines industries, qui est un sulfate de calcium hydraté de formule $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$.

Le sulfate de calcium se rencontre dans la nature principalement sous les deux formes suivantes :

- o hydraté avec deux molécules d'eau par molécule de sulfate de calcium ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) : c'est le gypse ;
- o anhydre (CaSO_4) : c'est l'anhydrite.

Plâtre

- **Le gypse**

Le plâtre est fabriqué à partir de gypse, également connu sous le nom de « di-hydrate de sulfate de calcium ». La cuisson au four le déhydrate et le transforme en plâtre ou en hémi-hydrate de sulfate de calcium.

Le Gypse est constitué essentiellement de Sulfate de Calcium à deux molécules d'eau de formules ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ce qui correspond à environ 79% de Sulfate de calcium associé à 21% d'eau.

Cependant, le gypse n'arrive rarement à cette composition théorique car il contient souvent des impuretés de diverses sortes telles que (calcaire, argile, sable, silicium, magnésie, etc.) et sa teneur en eau peut varier.

Plâtre

- **Le gypse**

Il existe deux grandes catégories de Gypses qui sont :

- **Les Gypses naturels**
- **Les Gypses synthétiques**

Le gypse naturel

Le gypse est une roche sédimentaire soluble dans l'eau de la famille des évaporites.

- Le gypse lamellaire, le fer de lance et le gypse lenticulaire sont les principales variétés trouvées dans la nature sous forme **macro cristallisée**.
- Le gypse albâtre, le gypse fibreux, le gypse saccharoïde et le gypse éolien sont disponibles sous forme **micro cristallisée**.

Plâtre

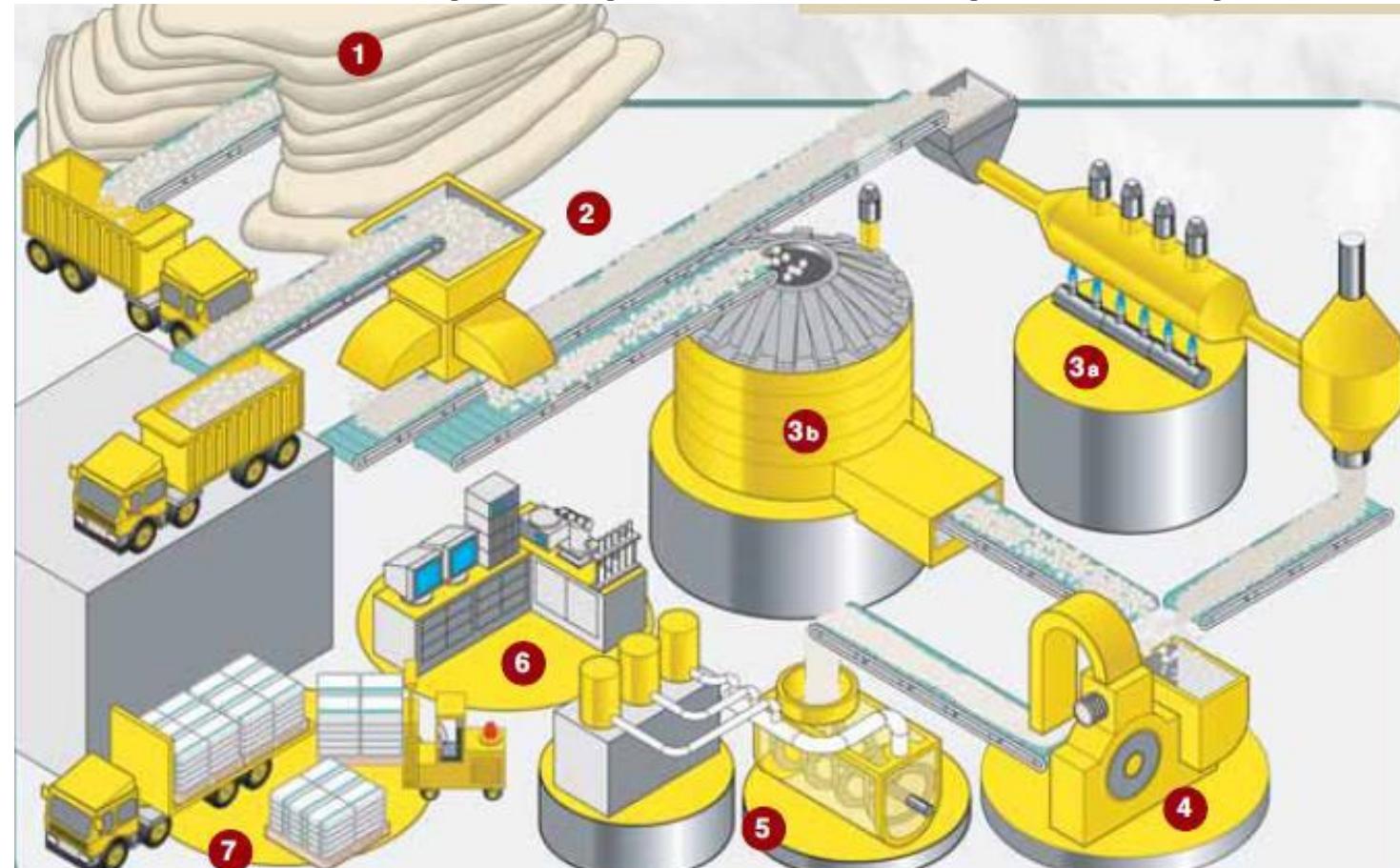
Gypse de synthèse

La réaction chimique industrielle produit principalement du gypse de synthèse. Sa production est limitée pour des raisons techniques, économiques et d'impuretés. En effet, il est nécessaire de procéder à des traitements chimiques coûteux pour éliminer ces impuretés lors de ce type de processus.

Plâtre

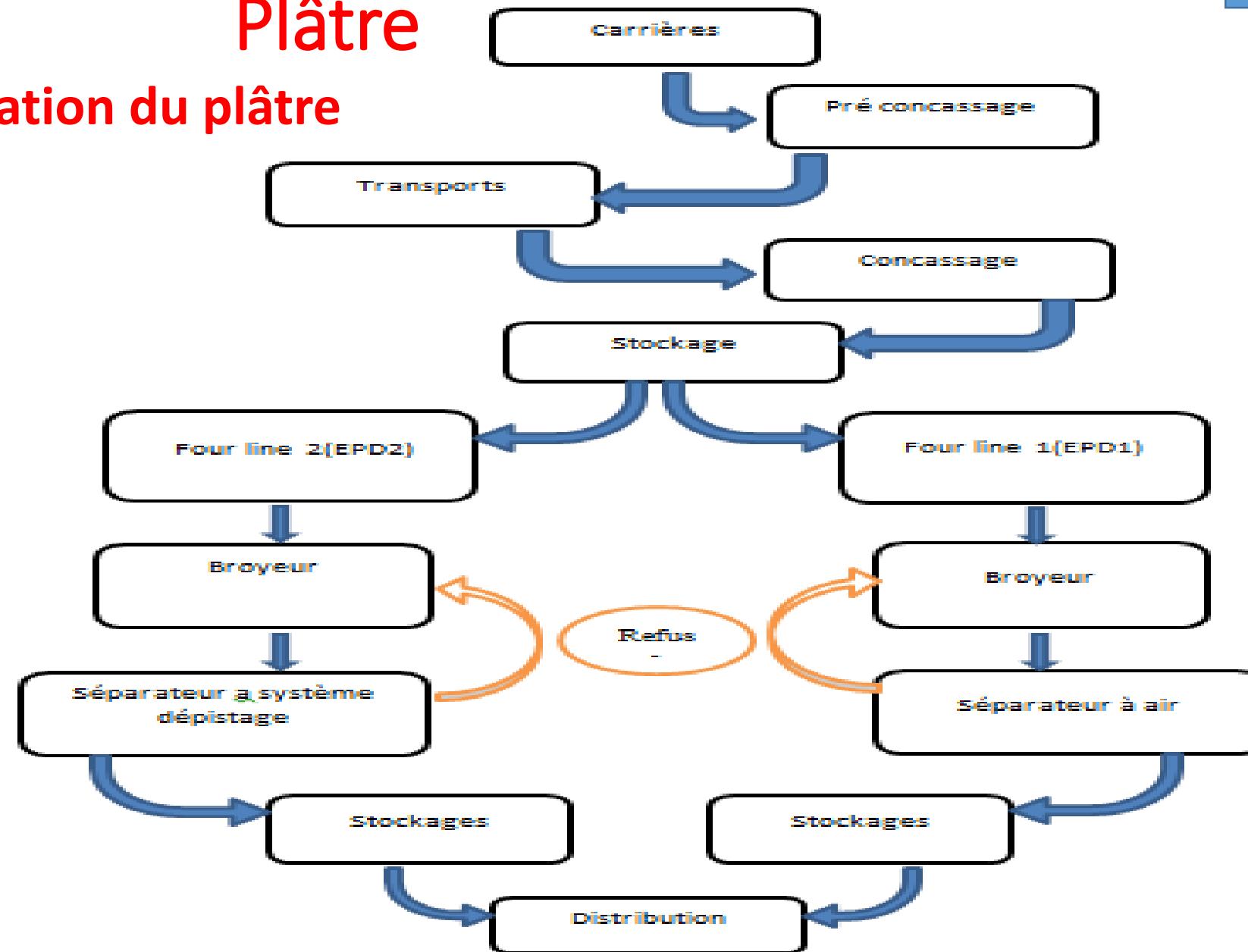
- **Fabrication du plâtre**

Les étapes suivantes sont suivies pour produire du plâtre à partir de gypse naturel :



Plâtre

- **Fabrication du plâtre**



Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

1. L'extraction

Le plâtre provient du Gypse. Il peut être extrait à ciel ouvert ou en carrière souterraine.



Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

2. Concassage-calibrage

Avant d'être introduit dans les fours, le gypse est concassé et criblé avec recyclage. Avant d'être cuit, le gypse peut éventuellement être séché dans des cylindres rotatifs.

Le but du concassage est de convertir le gypse extrait de la carrière en produits plus fins.

En général, les blocs de plus de 100 mm ne sont plus présents après le concassage.

Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

3. La cuisson

La cuisson permet d'obtenir les divers éléments constitutifs du plâtre par une déshydratation plus ou moins poussée du gypse :



Il existe de nombreux appareillages de cuisson que l'on classe habituellement suivant :

- **le mode de cuisson : atmosphère sèche ou humide ;**
- **le type de four : fixe, rotatif ou autre.**

Donc la cuisson se fait suivant deux voies :

Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

3. La cuisson



Four cuisson du gypse

Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

3. La cuisson

1-Voie sèche

Elle est effectuée afin d'obtenir la plus grande partie du plâtre possible. Grâce à des températures variant entre 110 et 180°C dans des fours discontinus à chauffage indirect, elle permet l'obtention du semi-hydrate. Il est composé de 94% de CaSO₄ cristallisé et 6% de H₂O.

Le semi-hydrate est floconneux avec des fissures écaillées et forme des mélanges épais mais peu résistants avec l'eau. Il nécessite une quantité importante d'eau de gâchage (70%, au lieu de 35% pour la variété alpha, à finesse égale), et son temps de prise est plus long que celui du plâtre alpha.

Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

3. La cuisson

1-Voie sèche

- L'anhydrite soluble ($\text{CaSO}_4 \text{ III}$), qui est instable car il est très avide d'eau, peut être obtenu à 180°C ($170 < T < 250^\circ\text{C}$). Lorsqu'il est ajouté au plâtre classique, il active la prise.
- Le surcuit ou anhydrite insoluble ($\text{CaSO}_4 \text{ II}$) est obtenu par cuisson dans des fours continus à chauffage direct à des températures allant de 400 à 600°C . Il est toujours possible de le faire en se combinant à l'eau (plâtre hydraulique), mais cela prend du temps. Pour la fabrication de plâtres pour enduits, il est ajouté au semi-hydrate dans une proportion d'environ trente pour cent.

Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

3. La cuisson

1-Voie sèche

- Un produit inerte incapable de prendre est produit à des températures allant de 600 à 900°C. L'anhydrite soluble CaSO₄ II est produit à une prise très lente (plusieurs heures à 15 jours et plus) si la température de cuisson est supérieure à 1100°C.
- Lorsque la température de cuisson atteint 1350°C, l'anhydrite fond et se dissocie.

Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

3. La cuisson

2-Voie humide

- La cuisson est effectuée dans un milieu aqueux à une température supérieure à 100°C, soit dans une autoclave sous pression (2 à 12 atmosphères), soit dans une solution saline concentrée. Le semi-hydrate α , qui est compact, cristallin et faiblement soluble dans l'eau, est obtenu à l'aide de ce processus. Il donne des produits fluides.
- Il est fabriqué en **plâtre dentaire** et a une forte résistance mécanique.

Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

4. Le broyage

Apres la cuisson, les pierres sont broyées selon 2 principes :

- **Le broyage standard**

Le plâtre est réduit en particules de 200μ grâce a un système de marteaux en rotation a l'intérieur d'un tamis (garantie d'une granulométrie maximale).

Plâtre

- **Fabrication du plâtre**

Le broyage/sélectage

Comme dans le broyage standard, le plâtre est broyé par des marteaux en rotation puis aspire à travers une “cage d’écureuil” en rotation. Selon son poids (donc sa taille), le grain de plâtre, soumis à 2 forces opposées (centrifuge et aspiration), traverse ou non la cage d’écureuil.

- **Fabrication du plâtre**

5. Le mélange et l'ajout

Plâtre

On incorpore des adjuvants tels que le ciment blanc, la chaux aérienne, la résine synthétique, le modificateur de prise, etc. aux mélanges de plâtres Bêta et Alpha dans des proportions très variables en fonction de l'utilisation prévue du produit final. Il est également possible d'ajouter des granulats légers. Ces derniers confèrent au matériau une fluidité, une expansion et une cinétique spécifiques. Cela crée une gamme de produits pour chaque utilisation spécifique.

- **Fabrication du plâtre**

Plâtre

6. Le contrôle et la validation des produits

L'humidité et la pureté du gypse sont régulièrement vérifiées en amont (après l'extraction). Des échantillons sont ensuite prélevés tout au long du processus de fabrication et surveillés en laboratoire.

7. Le conditionnement

Le plâtre est vendu en vrac ou en sacs de papier de 25 ou 40 kg.

Plâtre

- Propriétés principales du plâtre

Plâtre Gros :

Le refus au tamis de 800 μ varie entre 5 et 20%,

Eau de gâchage : 75 à 100%

Temps de prise : 8 à 25 minutes,

Consommation : 8kg/m² (5 m² / sac de 40 kg),

Composition mortier :

i. 1 : 3 pondéral (sable fin 0 / 2),

Plâtre

- Propriétés principales du plâtre

Plâtre Gros :

ii. bâtard : 3 vol. plâtre, 1 vol. de chaux grasse, 2 vol. de sable lavé (0/2) et 1,5 vol. d'eau.

Plâtre Fin :

Le refus au tamis de $800\mu < 1\%$, et le refus à $200\mu = 25\%$,

Eau de gâchage : 40 à 100%

Temps de prise : 30 à 60 minutes

Consommation : 8 à 12 kg/m²,

La masse volumique apparente varie entre 600 et 1300 kg/m³

La surface spécifique de 1500 à 8000 cm²/g.

Plâtre

- **Propriétés principales du plâtre**
- La nature du plâtre, la température ambiante, la quantité d'eau de gâchage, les adjuvants et d'autres facteurs influencent la durée de prise.
- Le plâtre a un temps de prise court et un durcissement rapide.
- Le plâtre s'hydrate avec une expansion de 0,3 à 1,5 % selon le type de plâtre, suivie d'un léger retrait dû à l'évaporation de l'eau (1/10e du gonflement).

Plâtre

- **Propriétés principales du plâtre**
- Le plâtre est particulièrement adapté aux moulages car il pénètre en force dans tous les creux du moule en raison de sa propriété d'expansion.
- Le plâtre est une substance poreuse. Il est éventable et à la vapeur d'eau. Le plâtre humide favorise la formation de moisissures, ce qui accélère sa dégradation. Il n'est pas conseillé d'utiliser le plâtre seul pour les revêtements extérieurs.

Plâtre

- **Propriétés principales du plâtre**
- Le plâtre est incombustible. Le plâtre (gypse) libère 18 à 20 % de son eau de constitution lors d'un incendie. La face non exposée reste sous la limite de $T=140^{\circ}\text{C}$ spécifiée par la réglementation. Par exemple, une porte métallique sans revêtement ne résiste pas au feu ; une porte recouverte d'un enduit de plâtre de 2 cm résiste au feu pendant 30 minutes.
- Le plâtre a un coefficient de conductibilité thermique faible de 0,4 à 0,6 $\text{kcal}/\text{m.h.}^{\circ}\text{C}$. C'est un excellent isolant phonique et thermique.

Plâtre

- Propriétés principales du plâtre

Tableau 5 – Caractéristiques thermiques du plâtre

Matériau ou application	Masse volumique sèche ρ (kg/m ³)	Conductivité thermique utile λ (W . m ⁻¹ . K ⁻¹)	Capacité thermique massique c_p (J . kg ⁻¹ . K ⁻¹)	Facteur de résistance à la vapeur d'eau μ	
				sec	humide
Plâtre	600	0,18	1 000	10	4
Plâtre	900	0,30	1 000	10	4
Plâtre	1 200	0,43	1 000	10	4
Plâtre	1 500	0,56	1 000	10	4
Plaque de plâtre	900	0,25	1 000	10	4
Enduit isolant au plâtre	600	0,18	1 000	10	6
Enduit plâtre	1 000	0,40	1 000	10	6
Enduit plâtre	1 300	0,57	1 000	10	6
Plâtre et sable	1 600	0,80	1 000	10	6

Plâtre

- **Utilisation dans le bâtiment**
- **1. Enduits :**

Un mortier très utilisé comme enduit extérieur et intérieur est créé en combinant du plâtre avec du sable et de la chaux grasse (10 à 15%).

Le gros plâtre est utilisé pour la première couche d'application sur les murs, les plafonds et les planchers .

La dernière couche de finition est faite avec du plâtre fin.

Plâtre

- **Utilisation dans le bâtiment**

2. Matériaux de construction:

- Le plâtre peut être armé avec des fibres. Le staff est utilisé en décoration et est fait de plâtre armé de filasse de chanvre.
- Le plâtre est utilisé pour fabriquer des carreaux et des plaques, qui sont souvent utilisées pour cloisonner. Les plaques sont des sandwich en plâtre qui sont compris entre deux feuilles de carton.