

# Physico-Chimie des matériaux du génie civil

## Introduction

---

Optimisation des propriétés des différents matériaux utilisés :

- isolant acoustique par absorption : mousse d'aluminium, laine de roche perforée
- transparent : meilleure gestion de la lumière

liens composition chimique – comportement mécanique

## *Les grandes classes de matériaux*

Les matériaux composites

---

composite = matrice (phase continue) + renforts (hétérogénéités).


Assemblage d'au moins deux matériaux : matériau plus performant

Matrice : organique (bois), minérale (verre) ou métallique (acier, tungstène)

Mélange : granulats + liant + adjuvant

- les enrobés bitumeux
  - o bitume : ensemble des produits organiques (carbone et hydrogène)

Exemple de liants hydrauliques

- l'argile séchée
- le plâtre ( $\text{CaSO}_4$ ) issu de la gypse cuite à  $200^\circ\text{C}$  ( $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ )
- la chaux :
  - o terme générique : produit obtenu par calcination de pierre calcaire
  - o chaux aérienne : à partir de calcaire pur
    - synthèse :
      1. cuisson ( $\text{CaO}$ ) dans un four
      2. extinction ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) par ajout d'eau. poudre
      3. carbonation ( $\text{CaCO}_3$ ). solide. Prise longue  mortier
    - utilisation :
      - industrie : traitement des eaux (permet la floculation)
      - route (sous forme de chaux vive)
      - bâtiment
  - o chaux magnésienne : utilisé en agriculture
  - o chaux hydraulique : même synthèse que chaux aérienne mais à partir de calcaire contenant des silicates (Al ou Mg)
    - plus courant car calcaire pur rare !!
    - prise plus rapide
- le ciment  $\text{CaO}, \text{SiO}_2$  ou  $\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3$ 
  - o matière première : calcaire (80%), argiles ( $\text{SiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3, \dots$  20 %) et ajouts (pyrite, bauxite).
  - o fabrication du Ciment artificiel de Portland :
    1. préhomogénéisation : mélange des différents constituants broyés en phase solide
    2. cuisson à haute température ( $1450^\circ\text{C}$ ) dans un four en forme de tube (avec flamme à  $2000^\circ\text{C}$ )

3. trempe : obtention d'un produit vitrifié : le clinker
  4. ajout de gypse et éventuellement d'autres substances (cendres volcaniques, laitons, pouzzolanes...). But : réguler la prise
  5. broyage : ciment
- le ciment dépend de sa composition en matières premières, de la finesse de la matière crue, de la cuisson (T, trempe) et des ajouts : dénomination particulière :
    - CEM II : catégorie
    - A B C : quantité des constituants autres que clinker
    - M (S-V) : ajout
    - 42,5 : classe de résistance (28 jours)
    - N : sous-classe de résistance (à court terme)
  - prise et durcissement
    - hydratation : adsorption + hydrolyse + dissolution + cristallisation
    - prise : passage de l'état de suspension en phase aqueuse à un solide : qq minutes à qq heures
    - durcissement : évolution des caractéristiques physique et méca du matériau
    - réactions peu exothermiques ( $T = 70^{\circ}\text{C}$ )
    - peu d'eau : 25L pour 100 kg

#### Les Granulats :

- matériaux d'origine minérale : gravillon, sable, filler)
- rôle : squelette
- module de finesse : caractère plus ou moins fin d'un sable
  - mesure du % qui passe à travers les différents tamis.courbe sigmoïde.
  - Idéal : 2,2 à 2,8
- rapport Gravillon/Sable : % gravillon
  -

#### Le béton : liant hydraulique

- matériau composite le plus utilisé dans le monde : coulé sur place, façonnable à volonté...
- **béton = ciment (7 à 14 % du volume) + granulats (60 à 70 %) + eau (14 à 22 %) + adjuvant (moins de 2 %) + air (1 à 6 %)**
  - ciment + eau = pâte de ciment
  - pâte + sable = mortier
  - mortier + granulats = béton
- insuffisances : résistance en traction (qq MPa), fissuration, liaison entre élément
- historique : béton armé (1850) et béton précontraint (1928 : Freyssinet. Mis en compression préalable afin d'être plus résistant en traction.)
- les différents bétons :
  - bétons courants : travaux publiques, bâtiment
  - bétons lourds : (protection radiation)
  - bétons de granulats légers :
  - bétons cellulaires : problèmes d'isolation dans le bâtiment
  - bétons de fibre : dallage, mobilier urbain

- problème : compromis entre résistance mécanique et ouvrabilité
- cinétique