

## **Ciment artificiel**

Le ciment est le constituant de base du béton. C'est un liant qui permet de coller entre eux les autres constituants (sable et granulats) en lui ajoutant de l'eau.

Depuis l'Antiquité, l'Homme a utilisé un liant naturel à base de chaux puis de pouzzolane. C'est entre la fin du XVIIIe siècle et le début du XIXe siècle que des travaux sont menés sur l'hydraulicité pour expliquer le phénomène de prise des liants hydrauliques.

En 1818, un mélange de silice et de chaux est mis au point, c'est le premier ciment artificiel.

De nos jours le ciment artificiel rentre toujours dans la composition du béton. En France, en 2015, plus de 15 millions de tonnes de ciment artificiel ont été produites.



Ciment gris

## **Béton moderne**

Les égyptiens et les romains utilisaient des bétons à base de liants naturels pour leurs constructions mais l'histoire du béton « moderne » commence au XVIIIe siècle.

A partir de la seconde moitié du XIX siècle la situation économique et sociale a favorisé le développement industriel du ciment artificiel et donc du matériau béton. Depuis cette période, la formulation des bétons ne cesse de s'améliorer pour s'adapter aux nouvelles contraintes.

Le béton est le produit manufacturé le plus utilisé au monde.



Coulage de béton sur une terrasse

## Béton armé

En 1867 Joseph Monier, jardinier au château de Versailles, a inventé le béton armé pour créer des jardinières à base de fer et de ciment.

Le béton résiste mieux à la compression qu'à la traction, dans le béton armé l'armature permet de renforcer les zones qui subissent de la traction.

Dans le domaine de la construction, le premier plancher en béton armé a été coulé en 1879, le premier immeuble construit par François Hennebique avec des poutres en béton armé date de 1892.

Auguste Perret crée, en 1905, la première entreprise de construction d'ouvrages en béton armé. Il est considéré comme l'un des pères de l'architecture moderne inspirée par le béton armé.

Le béton armé est aujourd'hui le matériau le plus utilisé dans les constructions.



Pont Camille de Hogues à Châtelleraut (1900 - 1<sup>er</sup> grand pont en béton armé), ingénieur François Hennebique.

## **Poutre en béton armé**

En 1867 Joseph Monier, jardinier au château de Versailles, a inventé le béton armé pour créer des jardinières à base de fer et de ciment.

Le béton résiste mieux à la compression qu'à la traction, dans le béton armé l'armature permet de renforcer les zones qui subissent de la traction.

Dans le domaine de la construction, le premier plancher en béton armé a été coulé en 1879, le premier immeuble construit par François Hennebique avec des poutres en béton armé date de 1892.

Auguste Perret crée, en 1905, la première entreprise de construction d'ouvrages en béton armé. Il est considéré comme l'un des pères de l'architecture moderne inspirée par le béton armé.



Immeuble Hennebique 1900 (Paris), photo Gérard Métron, site Structurae.

## Architecture moderne inspirée par le béton armé

En 1867 Joseph Monier, jardinier au château de Versailles, a inventé le béton armé pour créer des jardinières à base de fer et de ciment.

Le béton résiste mieux à la compression qu'à la traction, dans le béton armé l'armature permet de renforcer les zones qui subissent de la traction.

Dans le domaine de la construction, le premier plancher en béton armé a été coulé en 1879, le premier immeuble construit par François Hennebique avec des poutres en béton armé date de 1892.

Auguste Perret crée, en 1905, la première entreprise de construction d'ouvrages en béton armé. Il est considéré comme l'un des pères de l'architecture moderne inspirée par le béton armé.



L'hôtel de ville du Havre 1956, l'architecture moderne par auguste Perret.

## Béton précontraint

Le béton résiste mieux à la compression qu'à la traction. Un câble tendu et noyé dans le béton frais maintient, après durcissement du béton, l'élément de structure en compression quel que soit l'effort appliqué.

La précontrainte a été découverte en 1928 et est toujours très utilisée de nos jours, autant sur des petites structures que de grands ouvrages.



Pont du bras de la Plaine (Ile de la Réunion) en béton précontraint et acier, photo Jacques Mossot, site Structurae.

## BFUP (Béton Fibré Ultra Haute Performance)

C'est un micro béton (le granulats le plus gros est le sable) très compact, avec très peu d'eau (pratiquement pas d'espace vides) et avec des fibres (métalliques et/ou synthétiques). Ce béton est 10 à 20 fois plus résistant en compression et en traction qu'un béton classique. Il a une grande capacité de déformation et une grande imperméabilité à l'eau et au gaz.

Le MuCEM de Marseille, conçu par l'architecte Rudy Ricciotti, a été réalisé en partie avec du BFUP.



Le stade Jean Bouin (Paris) et son enveloppe en BFUP, architecte Rudy Ricciotti.

## Câble de traction

L'ancêtre du câble de traction est la corde réalisée en fibres végétales. Au début du XIX siècle, la chaîne constituée de maillons métalliques reliés entre eux est inventée.

En 1823, pour la construction du pont de Tournon, Marc Séguin utilise un câble avec des fils métalliques placés parallèlement et plus résistants qu'une chaîne.

En 1834 est inventé le câble toronné moderne, c'est à dire un assemblage de torons (tressage circulaire de plusieurs fils).



Câble acier à 7 torons, pont suspendu de Bonneuil Matours (Vienne).

## Lamellé collé

C'est un matériau qui s'obtient par collage de plusieurs petites lamelles de bois, il est ainsi possible de créer des poutres de grande section à partir de petites sections en éliminant les défauts qui existent dans le bois massif (nœuds, trous...).

Les propriétés obtenues sont améliorées par rapport à une poutre de bois massif de mêmes dimensions.



Structure d'un bâtiment en bois lamellé collé

## Structure métallique et ouvrages

Au début du XIXe siècle les innovations dans le domaine de la métallurgie permettent d'améliorer la qualité des aciers et révolutionne le monde de la construction métallique.

L'utilisation d'une ossature métallique permet aux architectes et ingénieurs, comme Victor Baltard et Gustave Eiffel, de construire après 1850, des bâtiments et des ouvrages de plus en plus audacieux, par exemple les Halles de Paris, le viaduc de Garabit (Aveyron) ou la tour Eiffel.



La tour Eiffel

## Structure métallique et bâtiments

Au début du XIXe siècle les innovations dans le domaine de la métallurgie permettent d'améliorer la qualité des aciers et révolutionne le monde de la construction métallique.

L'utilisation d'une ossature métallique permet aux architectes et ingénieurs, comme Victor Baltard et Gustave Eiffel, de construire des bâtiments et des ouvrages de plus en plus audacieux, par exemple les Halles de Paris, le viaduc de Garabit (Aveyron) ou la tour Eiffel.



Halles Baltard à Paris (1870)



## Unité d'habitation

L'unité d'habitation est un type de construction inventé par Le Corbusier au milieu du XXe siècle, dans une France en reconstruction. Elle donne une nouvelle direction à l'habitat collectif.

L'humain est placé au centre de la réflexion, autant dans ses volumes que ses aménagements (Modulor)

Elle est devenue le symbole du mouvement architectural brutaliste et un classique de l'architecture moderne.



Unité d'habitation, la cité radieuse (Marseille)

Source [www.flickr.com](http://www.flickr.com)