

# Bicentenaire du ciment artificiel

## Deux siècles d'innovation et de création

En 1817 naît dans l'esprit de Louis Vicat l'idée d'une "chaux factice", nommée par la suite "ciment artificiel". Cette invention s'inscrit dans une vaste et passionnante aventure collective, qui a débuté dans l'antiquité et qui mêle ingéniosité et innovation, mais aussi concurrence économique et politique... Une histoire du ciment indissociable de celle du béton, dont il est l'indispensable liant.

1<sup>ER</sup> SIÈCLE  
AVANT J.-C.

### LE MORTIER ROMAIN

La chaux est connue et utilisée depuis la plus haute antiquité, de l'Asie mineure jusqu'à la Grèce, et même au delà des océans (Bali, les Mayas...).

Mais ce sont les Romains qui ont démultiplié l'efficacité et la durabilité de ce liant, en l'additionnant de matériaux pouzzolaniques (d'origine volcanique), puis de débris de tuiles ou de briques.

Le mortier romain est à l'origine d'ouvrages remarquables, d'une durabilité exceptionnelle, comme le Panthéon de Rome.



1796

### UNE CHAUX HYDRAULIQUE BAPTISÉE "CIMENT ROMAIN"

James Parker découvre sur l'île de Sheppey, en Grande-Bretagne, un calcaire suffisamment argileux pour donner une chaux hydraulique à prise rapide après une cuisson à 900 °C. Il vend son brevet à Samuel Wyatt qui produit un ciment sous la marque Parker & Wyatt.

En 1798, une publicité donne à ce ciment le nom commercial de "Roman cement".

Ce ciment à prise rapide est particulièrement fin et moulable. Il est encore commercialisé actuellement, sous le nom de "Ciment Naturel Prompt".

1817  
1818

### DE LA "CHAUX FACTICE" AU CIMENT ARTIFICIEL

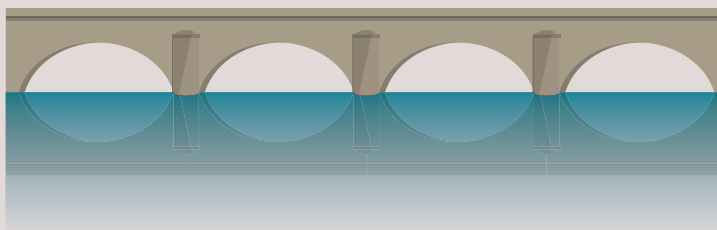
En 1812, Vicat est chargé de la construction du pont de Souillac, sur la Dordogne. Confronté au défi de construire les fondations de sept arches dans une rivière torrentielle, il effectue de nombreuses recherches pour trouver de nouvelles formules, afin de créer une "chaux factice" plus performante.

En amont du pont, il découvre des dépôts d'argile rougeâtre (silicate d'alumine) et des fragments de stalactites (calcaire pur). Il les cuit, et trouve au produit obtenu des propriétés de prise hydraulique (il durcit mélangé à l'eau). Des expérimentations systématiques de cuisson lui permettent de constater qu'une juste proportion d'argile augmente la résistance du mortier.

En 1817, il rédige un premier mémoire où il expose les résultats de ses expériences.

En 1818, il publie la théorie de l'hydraulicité dans son traité sur les chaux de construction, en donnant une méthode précise de mesure de l'énergie hydraulique des liants. C'est le début de l'ère du ciment artificiel.

PONT DE SOUILLAC



**1824**

## INVENTION DU CIMENT PORTLAND

Le britannique Joseph Aspdin dépose un brevet pour le "ciment Portland", obtenu en cuisant à haute température un mélange de calcaire et d'argiles. On reprocha le caractère vague de ce brevet (sans doute pour éviter la concurrence). Le premier ciment Portland était un ciment "prompt" (à prise rapide). Le fils d'Aspdin, William, industrialise l'invention de son père, qui sera utilisée par Sir Marc Isambard Brunel (lui-même assisté par son fils Isambard Kingdom Brunel) dans la construction du tunnel sous la Tamise, malgré son coût bien plus élevé que le meilleur "ciment romain".

**1847**  
**1848**

## PREMIÈRE USINE DE CIMENT EN FRANCE

Émile Dupont et Charles Demarle ouvrent à Boulogne-sur-Mer une petite usine de ciment à prise rapide dit "ciment romain". Quelques années plus tard, le "Ciment Portland naturel de Boulogne-sur-Mer" obtient une première médaille à l'exposition universelle de Paris.

**USINE DE BOULOGNE-SUR-MER**



**1862**

## DÉCOUVERTE DU CIMENT DE LAITIER

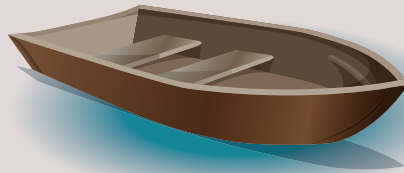
L'allemand Emil Langen, démontre qu'un mélange de "laitier" (scories issues des hauts fourneaux) broyé et de chaux donne naissance à un liant hydraulique. C'est en 1882 que son compatriote Prussing introduit le laitier granulé en cimenterie, mélangé au clinker.

**(1848)**  
**1867**

## INVENTION DU "CIMENT ARMÉ"

L'ingénieur Joseph Louis Lambot invente en 1848 une barque en "Ferciment", baptisée le "bateau-ciment", qui est présentée à l'Exposition Universelle de 1855.

Mais c'est à un jardinier, Joseph Monier que revient l'invention du "ciment armé". Il dépose, entre 1867 et 1891, des brevets relatifs à un système à base de fer et de ciment pour fabriquer des bacs à fleurs, des tuyaux et des réservoirs à eau.



**LE BATEAU-CIMENT**

**1887**

## HENRY LE CHATELIER DÉFINIT LA CHIMIE DES CEMENTS

Dans les années 1880, le chimiste Henry Le Chatelier prône une science utile, qu'il appelle la "science industrielle". En 1887, il publie une thèse sur la constitution des mortiers hydrauliques, qui pour la première fois définit précisément la chimie des ciments, mettant en évidence les composants du clinker et expliquant le mécanisme de la prise.

**1892**

## BÉTON ARMÉ DE FRANÇOIS HENNEBIQUE

François Hennebique dépose un brevet dans lequel il place les fers en fonction des contraintes et préconise l'emploi d'étriers pour relier les fers longitudinaux. Simple et efficace, ce système est accessible à une main-d'œuvre peu formée. Hennebique se lance dans une vaste et ambitieuse stratégie de promotion et de diffusion qui le mènera rapidement à une situation de quasi monopole. En 1901, à Bourg-la-Reine, il conçoit sa "villa Hennebique" comme une démonstration des possibilités du béton armé.

**VILLA HENNEBIQUE**



**1908**

## CIMENT SULFATÉ

En 1907, le Professeur Hans Kühl établit l'effet accélérateur de l'hydroxyde de sodium et des ions sulfate sur le durcissement du laitier granulé de haut-fourneau. En 1908, il dépose un brevet pour la production du ciment sulfaté, dont le processus d'hydratation est ralenti du fait de la réactivité particulière de ses constituants.

## CIMENT FONDU OU CIMENT ALUMINEUX

Alors qu'il était à la recherche d'un liant hydraulique qui ne soit attaqué ni par l'eau de mer ni par les eaux sulfatées, Jules Bied, directeur du laboratoire de la société Pavin de Lafarge, découvre le "Ciment Fondu". À base d'aluminates de calcium, il offre les propriétés recherchées : résistance aux agressions chimiques, aux variations de température...

**1921**

## CIMENT BLANC ET "SUPERBLANC"

Si l'on parle de "ciment blanc" dès le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, c'est Lafarge qui fixe son principe de fabrication et dépose le premier brevet en 1921.

En 1932, Lafarge lancera le "SuperBlanc", utilisé dès 1936 à Rio de Janeiro pour les façades du ministère de l'Éducation nationale, sous l'influence de Le Corbusier.

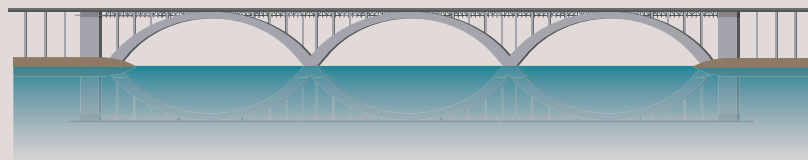
**1928**

## EUGÈNE FREYSSINET INVENTE LE BÉTON PRÉCONTRAIN

Dès 1903, lors de sa formation à l'École des Ponts et Chaussées, Eugène Freyssinet a une intuition: la composition hybride, ferraille et béton, est source de fissures potentielles car elle résiste mal aux tractions. Il imagine un procédé permettant d'utiliser le béton seul, en le comprimant dès sa mise en œuvre afin qu'il puisse absorber ces tractions qui vont agir en le "décomprimant".

Directeur technique de l'entreprise Limousin, il utilise ses ouvrages comme modèles expérimentaux. Ses recherches aboutissent en 1926, avec la construction du majestueux pont de Plougastel.

Il publie une première synthèse de ses travaux, en 1928, qui lui vaut une reconnaissance mondiale.



**PONT DE PLOUGASTEL**

**1951**

## CIMENT AUX CENDRES VOLANTES

Si l'utilisation de la cendre de houille dans les mortiers était expérimentée dès le XVIII<sup>e</sup> siècle, les premières recherches sur leur "pouzzolanité" débutent en 1914.

Mais c'est en 1937, aux États-Unis, qu'apparaît le terme "cendres volantes", et que se développent les recherches sur leur utilisation dans les bétons de masse.

En France, à partir de 1950, Alfred Jarrige démontre l'intérêt de remplacer une partie du clinker par des cendres volantes et, en 1951, Fouilloux brevète un ciment qu'il nomme pouzzolano-métallurgique, obtenu par co-broyage d'environ 50 % de clinker Portland et 50 % d'un mélange de laitier et de cendres volantes. Son usage s'intensifie dans les années 70.

**1980**

## NAISSANCE DES BHP (BÉTONS HAUTES PERFORMANCES)

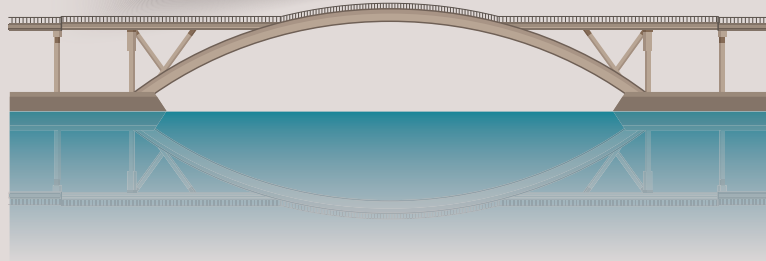
Au début des années 80, on découvre le moyen d'augmenter la résistance du béton en augmentant sa compacité grâce à un fort dosage en ciment, à l'utilisation de poudres minérales ou de granulats ultra fins, et en réduisant sa teneur en eau avec des adjuvants plastifiants et superplastifiants.

**1997**

## INVENTION DES “BFUP”

En 1994, sur la base de l'invention de Pierre Richard, des recherches aboutissent en 1997 au premier “Béton Fibré à Ultra Hautes performances”. Il est utilisé cette même année pour la construction de la passerelle piétonne, d'une portée de 60 mètres, de l'Université de Sherbrooke, au Canada, puis pour la passerelle de la paix, à Séoul, réalisée par l'architecte Rudy Ricciotti en 2002, d'une portée de 120 mètres.

### PASSERELLE DE LA PAIX À SÉOUL



**2003**

## BÉTONS AUTONETTOYANTS ET DÉPOLLUANTS

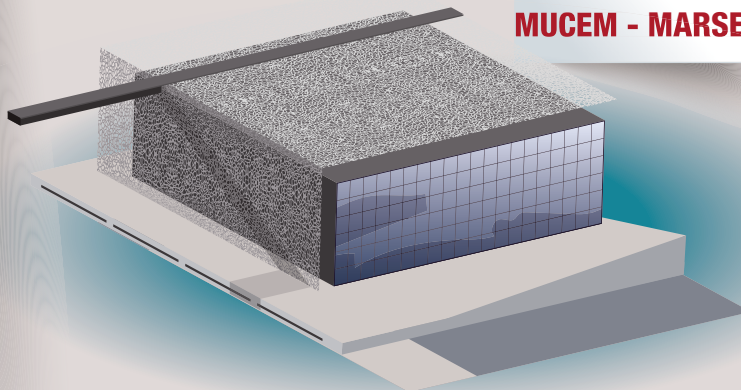
Richard Meier est le premier à exploiter les propriétés autonettoyantes d'un béton créé spécialement à sa demande pour la construction de l'Église du Jubilé à Rome, inaugurée en 2003. C'est le point de départ du développement des bétons dépolluants, dotés des propriétés de photocatalyseur du dioxyde de titane (TiO<sub>2</sub>).

**2013**

## LES BFUP, SOURCES D'INNOVATIONS ARCHITECTURALES

Les BFUP libèrent la créativité des architectes. Leurs applications architecturales sont innombrables, partout dans le monde. Parmi des dizaines d'exemples, on peut voir à Montpellier le pont de la République ou la toiture monumentale et ajourée de la gare de TGV, et à Marseille, les panneaux de dentelles ornant les façades et le toit du MuCEM, inauguré en 2013 et conçu par l'architecte Rudy Ricciotti.

### MUCEM - MARSEILLE



**2017**

## LE BÉTON, MATÉRIAU DU FUTUR

Béton drainant, biosourcé, scintillant, translucide, connecté, photovoltaïque, tactile... Le matériau béton est une source perpétuelle d'innovations, toujours plus nombreuses et utiles. Quant aux cimenteries, elles valorisent toujours plus de déchets, participant à l'économie circulaire, et cherchent sans cesse à réduire leurs émissions de gaz à effet de serre.