



HAL
open science

Béton : les mots et les choses

Cédric Avenier

► **To cite this version:**

Cédric Avenier. Béton : les mots et les choses. Sacré béton ! Fabrique et légende d'un matériau du futur, 2015. hal-01872692

HAL Id: hal-01872692

<https://hal.science/hal-01872692>

Submitted on 12 Sep 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Béton : les mots et les choses

par Cédric Avenier

Rien n'est immuable, ni la chose ni son nom. Aussi, étymologie et sémantique donnent-elle une image assez juste des choses resituées dans une histoire longue. Ciment n'est pas ciment, béton n'est pas béton, et mortier n'est que supposition. Cela résume la complexité du matériau et de son histoire loin d'être achevée. Aujourd'hui, le béton est un mélange de granulats, de sables, et d'un liant à caractère hydraulique (c'est-à-dire qui prend sous l'eau) comme la chaux ou le ciment, et d'eau. Le mortier est fait uniquement de sable et de chaux ou de ciment, sans granulats. Cela n'a pas toujours été le cas. Pour les Romains, qui ne connaissent que la chaux aérienne, très pure, adjuvantée de pouzzolane (note ?) à partir du 1^{er} siècle après J.-C. (1) pour en faire une chaux hydraulique, le ciment, le *caementum* c'est le moellon, une pierre cassée non taillée, un déchet de carrière ou de brique, que l'on ajoute au mortier de chaux pour réaliser l'*opus caementicium*. Un appareil qui a permis de réaliser murs et voûtes en béton plein, dites voûtes concrètes. Par extension ou plutôt par glissement sémantique, par métonymie, le ciment a désigné peu à peu l'ensemble chaux et moellons, à partir de la Renaissance, puis le liant lui-même au XIX^e siècle. De la même façon, le mot mortier viendrait de *mortarium*, récipient dans lequel on fait un mélange, puis le mélange de chaux, de sable et d'eau lui-même. Quant au terme béton, un mauvais agrégat médiéval d'origine vernaculaire, il remplace ciment lorsque ce dernier est classé parmi les liants hydrauliques, au début du XIX^e siècle, puis devient incontournable une fois armé et maîtrisé au début du XX^e siècle.

À l'époque des constructions gothiques

L'histoire de la construction n'ayant pas fait de progrès majeurs durant le Moyen âge, le mot ciment n'est peu ou pas employé. En revanche, le terme béton apparaît à l'époque des constructions gothiques, notamment dans le *Roman de Troie* de Bernard de Saint-Maure, écrit entre 1165 et 1170 – « de fort betun et ciment ». Vers 1250, le registre consulaire de Lyon mentionne des « bectons qui sont en la chastellenie de Miribel pour mettre es pilles du Pont du Rhône »(2), et l'on trouve vers Genève, un dépôt de cailloux agglomérés où coule le Rhône, un lieu-dit Béton (3). En Savoie, on trouve aussi « betton » ou « betonnet », mais ailleurs, en Poitou et en Vendée, « bétin » signifie mauvaise terre ; dans le nord de la France il désigne des « gravats » voire des « immondices », en tout cas un matériau mélangé et de faible résistance. Littré avait fait dériver l'étymologie du latin *bitumen*, bitume (4), et lui préfère l'ancien français « bestonner », « bétorner »(5), qui signifie « tourner en tous sens, agiter », comme le maçon fait sa gâchée dans une auge, en rajoutant que le béton a traditionnellement mauvaise réputation.

Mais Jean-Baptiste La Curne de Sainte-Palaye précise dans son *Dictionnaire historique de l'ancien langage françois*, à l'article « béton », que « bestourné » ou « bestorné » signifie bien renversé, tourné, agité, mais pour une personne, dans le sens de bouleversé. La Curne propose encore à Béton ou Betton le sens de « lait caillé », qu'il emprunte au dictionnaire de Monnet lisant dans les *Contes de Cholières* (6) : « *Colostrum*, le betton, c'est-à-dire premier lait d'une accouchée qui se fait dur et trouée comme une éponge » ; sens que l'on peut rapprocher des laits de chaux et de ciments, ciments de laitiers. Les liens entre la minéralogie et la médecine sont plus

clairs à la lecture des études scientifiques de Louis Vicat, qui essaie de comprendre l'hydraulicité des chaux en analysant comment les calculs, du calcaire, de la pierre, se forment dans le corps, en milieu humide et à l'abri de l'air.

Durant le Siècle des Lumières, siècle des sciences par excellence, le populaire béton utilisé par les constructeurs ou maîtres maçons va faire l'objet de recherches par les « mécaniciens ». Quant au savant ciment, qui réapparaît à la Renaissance grâce à la traduction des ouvrages de Vitruve, il va plutôt être étudié par les « chimistes ». Mais aucune définition n'est encore établie, de même qu'aucune réalité scientifique tangible. En 1753, dans leur *Encyclopédie*, Diderot et D'Alembert écrivent encore à l'article « ciment » : « En terme d'architecture on entend particulièrement par ciment, une sorte de mortier liant qu'on emploie à unir ensemble des briques ou des pierres... Il y en a de deux sortes : le chaud et qui est le plus commun ; il est fait de résine, de cire, de brique broyée et de chaux bouillis ensemble. Il faut mettre au feu les briques qu'on veut cimenter et les appliquer toutes rouges l'une contre l'autre avec du ciment entre deux. On fait moins usage du ciment froid : il est composé de fromage, de lait, de chaux vive et de blanc d'œuf ».

Au XVIII^e siècle et au début du XIX^e siècle, ciment est toujours employé comme équivalent de mortier ou béton, une poudre de brique (ou tuileau) à laquelle on ajoute des pierres. Bernard Forest de Bélidor, dans son *Traité des fortifications* de 1729, essaie de découvrir le rôle de la pouzzolane dans l'hydraulicité des chaux pour fabriquer un bon ciment (7). En 1824, on lit encore : « Les meilleurs ciments se préparent avec les morceaux cassés des briques et tuiles réfractaires bien cuites ; [...] On fait aussi un excellent ciment avec les débris de cazettes à porcelaine ; mais comme ces matériaux sont fort durs et difficiles à écraser, les marchands de ciment y mêlent ordinairement les débris des briques et des tuiles tendres dites de pays ou de Paris ; ils préfèrent même employer ceux-ci seulement. Le ciment que l'on en obtient est de mauvaise qualité et c'est à tort que quelques constructeurs, recherchent, dans le ciment qu'ils achètent, la couleur rouge qui caractérise la plupart des briques, tuiles et poteries mal cuites » (8).

Un ciment dur et résistant à l'eau

En 1756, l'Anglais John Smeaton, en charge de l'édification du phare d'Eddystone, découvre que l'argile joue un rôle dans l'hydraulicité des chaux et renverse la théorie antique et vitruvienne, selon laquelle les bonnes chaux viennent des calcaires les plus purs. Il produit une chaux hydraulique sans pouzzolane. À sa suite, le vicaire anglican James Parker, découvre des galets aux bonnes propriétés sur les plages de l'île de Sheppey (Kent). Il en tire « un mortier ou ciment plus fort et plus dur que n'importe quel mortier ou ciment aujourd'hui préparé de manière artificielle ». Il fait breveter son « ciment de Parker » ou « ciment aquatique » (*water cement*) en 1796. Pour Parker, le ciment est encore du mortier ou béton, mais il s'associe à l'architecte du roi James Wyatt, puis enregistre sa découverte sous le nom commercial de « ciment romain » vers 1799. C'est alors que sa chaux – une chaux hydraulique à prise rapide, soit un ciment naturel à prise prompte, selon la terminologie actuelle – prend le nom de ciment. Le terme ciment romain a vite été dénoncé, mais il persista, car il fit la fortune des fabricants, laissant croire qu'un « secret des Romains » avait été percé. En 1800, le ciment devient un liant, une chaux hydraulique, un plâtre voire un mastic. Pour éviter les amalgames commerciaux et lutter contre les brevets, on appela parfois plâtre-ciment, le ciment naturel à prise rapide découvert à Boulogne par un Anglais en 1802. Les Anglais avaient aussi un *plaster cement*.

Le ciment romain est bien le premier liant moderne à porter le nom de ciment avec l'acception actuelle. Victime de son succès, il va bientôt renvoyer à une quantité de

produits d'autant plus différents qu'ils proviennent de carrières diverses. Debaue utilisait comme équivalents au terme « ciment romain » ceux de ciment à prise rapide et de ciment prompt de Vassy (9). Émile Candlot employait les termes de ciment romain, ciment naturel à prise rapide, et ciment prompt (10). Ce ciment étant naturel, produit avec une gangue ayant naturellement la bonne composition, l'origine de la carrière faisait en grande partie sa qualité : on a ainsi vu une quantité de ciments avec des « appellations d'origine contrôlée », ciment de Pouilly, de Vimines, d'Urrugue, de Guéthary, de Lesquibat, de Valentine ou de Roquefort, en France comme à l'étranger. Dans le bassin grenoblois, du fait que le ciment de la Porte de France, à Grenoble, était particulièrement réputé, il y eut même des procès pour usurpation de nom contre des marques déposées « ciment près de Grenoble » (11).

Les scientifiques comme les chimistes Jean-Antoine Chaptal ou Hippolyte-Victor Collet-Descotils, les architectes ingénieurs comme Jean-Baptiste Rondelet, et en premier lieu l'ingénieur Louis Vicat, qui découvre le principe de l'hydraulicité des chaux et publie ses découvertes en 1817, n'utilisent pas ou peu le terme ciment et jamais ciment romain (12). Vicat critique le « ciment romain » d'Alexandre Lacordaire, un ingénieur qui fabrique le ciment de Pouilly depuis 1824, car les Romains n'ont jamais produit, selon lui, de ciment pareil. Et à Grenoble, si un ciment romain a été brièvement produit en 1835, les trente autres cimenteries, probablement sous l'immense influence du Grenoblois Louis Vicat et du minéralogiste Émile Gueymard, avec qui il repérait les carrières pour les donner à exploiter, n'ont jamais utilisé ce nom de ciment romain.

Vicat, établie une classification claire, chaux grasses, chaux maigres, chaux hydrauliques et moyennement hydrauliques, chaux éminemment hydrauliques et chaux limites (trop riches en argiles) dites ciments limites inférieurs, ciments ordinaires, ciments limites supérieurs, puis les pouzzolanes, et qui sont des ciments naturels à prise rapide ou à prise lente quand ils sont surcuits. Apparaissent alors au plan commercial les ciments « gris » ou « brûlés », soit surcuits. Vicat décompose encore les liants entre naturels et artificiels suivant leur mode de fabrication, et explique en 1828 : « Ce qu'on appelle très improprement ciment romain, en Angleterre, n'est autre chose qu'un ciment naturel [...]. On fait à Londres une grande consommation de ce ciment (13) ; mais l'usage en sera infailliblement restreint à mesure que les mortiers de chaux éminemment hydrauliques seront mieux connus, et par conséquent mieux appréciés ». Vicat avait raison, sa chaux limite artificielle, produite par la cuisson à haute température de calcaire et d'argile, avec le clinker (déf. en note ?) comme élément principal, va dominer la construction, mais sous le nom de ciment artificiel ou ciment Portland, à partir des années 1860 et avec les progrès dans la fabrication des fours. Le nom de ciment de Portland avait pourtant été breveté en Angleterre, en 1824, par Joseph Aspdin, un briquetier de Leeds, qui avait appelé sa célèbre chaux hydraulique à prise rapide, un ciment romain donc, du nom des célèbres pierres de Portland dont elle avait la couleur. En 1902, la Commission des chaux et ciments (française ?) utilise le nom Portland pour désigner tous les ciments non naturels. Le succès du nom **P** même engendré l'appellation de ciment Portland naturel pour les ciments naturels surcuits.

De la pierre factice au béton armé

Le terme ciment ayant été confisqué par les scientifiques et utilisé dans la classification des liants hydrauliques aux côtés des chaux, le mot béton réapparaît, d'autant mieux que les recherches et essais des ingénieurs constructeurs se concentrent dans les campagnes françaises. Il y a même une confusion générale dans les produits brevetés. Béton est souvent suivi d'adjectifs qualificatifs comme béton

« monolithe », utilisé par François Martin Lebrun lors de la construction du pont de Grésol en 1835. Ce terme est probablement employé par Louis Vicat, à qui Lebrun avait demandé conseil, ou dans le corps des Ponts et Chaussées, car la société Vicat construisait encore un pont en béton monolithe sur la Gresse en 1867.

Le XIX^e siècle industriel et commercial devient celui des pierres factices, des pierres artificielles et des bétons-pisés. Les pierres artificielles, qui sont constituées de mortier de ciment naturel moulé au gabarit ou dans des moules, remplacent les ornements en stucs dès le début du siècle (14). Elles sont décriées, preuve de leur succès, comme la quintessence du pastiche par John Ruskin, en 1849, dans ses *Les sept lampes de l'architecture* ou par Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc dans ses *Entretiens sur l'architecture* de 1863, puis encore par Adolf Loos, dans *Ornement et crime* en 1908. En Europe, où les procédés de constructions en brique et stuc sont courants, comme en Italie, et notamment à Turin et à Milan, la *pietra artificiale* est présente jusqu'au début du **XX^e** siècle (15).

Les pierres factices dites aussi ciments moulés, qui sont des parpaings en béton de ciment naturel, fins et moulurés, remplacent à moindre coût les blocs de pierre de taille, surtout dans les Alpes françaises, à partir de 1842, date de la création des Ciments de la Porte de France. Elles sont employées à la Casamaures, folie mozarabe construite en face de Porte de France en 1855, ou à l'église Saint-Bruno de Grenoble, entièrement édifiée en pierres factices en 1869. Elles ont, dans un premier temps, davantage de succès que le béton aggloméré de François Coignet de 1855 (16). Coignet conçoit un parpaing modeste qui doit être enduit, comme à l'église du Vésinet, mais qui va devenir le futur « aggro ».

Coignet brevète un autre système, le béton banché à la manière du pisé, sous le nom de « béton-pisé » en 1855, qui est employé pour la construction de ses usines à Saint-Denis. Ce procédé va engendrer le béton armé quand les progrès de la métallurgie permettront d'introduire des barres d'acier.

Le jardinier Joseph Lambot, présente sa *Barque en ciment*, en mortier renforcé avec des barres de métal, nommé ciment armé pour l'Exposition universelle de Paris en 1855. Les armatures métalliques sont une révolution mécanique et le marché prometteur. Aucune règle de construction n'étant définie, les lois sur les brevets maîtrisées, entrepreneurs et ingénieurs brevètent tous leurs systèmes constructifs, le plus souvent avec leurs noms, à commencer par un autre jardinier, Joseph Monier, et ses successeurs ingénieurs Paul Cottancin, Jean Bordenave, Edmond Coignet fils ou encore Thaddeus Hyatt, Conrad Wayss, Ernest Ransome. Le plus célèbre restant François Hennebique et son bureau d'étude qui gère des milliers d'affaires par an.

Les définitions se stabilisent à la fin du XIX^e siècle, probablement avec l'importance de la granulométrie pour la composition des bétons, avec la modélisation du comportement mécanique des bétons armés, des publications comme celles d'Émile Candlot (17), les premiers cours de béton armé à l'école des Ponts et Chaussées par Charles Rabut en 1897, la revue *Le béton armé*, fondée en juin 1898 par la firme Hennebique, ou l'ouvrage de Paul Christophe, *Le béton armé et ses applications* en 1902. Néanmoins, en 1900, la Commission des ciments armés est instituée (dont émane la circulaire de 1906 = note ?). En 1902 Berger et Guillerme publient *La construction en ciment armé*. Le terme ciment armé est encore employé par l'architecte Anatole de Baudot qui utilise le système Cottancin pour l'église Saint-Jean de Montmartre ou par l'ingénieur Napoléon de Tedesco (18), Jean Bordenave avec le sidérociment, ou Pier-Luigi Nervi et le ferrociment. Les termes sont définitivement fixés dans les années 1920 dans les ouvrages destinés aux entreprises de construction comme ceux de Georges Debès (19).

Sauf pour quelques ciments nouveaux, l'artificiel à double cuisson de Vicat (cuisson des gangues séparées, mélange précis, puis cuisson du mélange) le ciment fondu (très alumineux et rapide), le ciment blanc (chaux lourdes), les ciments de laitiers (de haut fourneaux) ou les ciments de grappiers (incuits) de Lafarge, ou encore le ciment électrique de la Société coloniale des chaux et ciment de Marseille, tant vanté par Auguste Perret, il n'y aura plus de nouveau ciment. Seuls les bétons vont évoluer encore un peu, le temps que les ingénieurs établissent les notes de calculs, puis qu'Armand Considère invente le béton fretté en 1900 et Eugène Freyssinet le béton précontraint en 1933. Les techniques de mise en œuvre, de plus en plus mécanisées, vont s'améliorer avec les bétons vibrés et pervibrés, compactés, et plus tard, pompés, projetés ou tapissés.

Un enjeu esthétique, technique et économique

L'aspect des bétons, désormais présent dans toutes les constructions, devient un enjeu esthétique, technique et économique après la Première Guerre Mondiale. La halle du centenaire à Breslau (1913) de Max Berg pousse les Français à essayer de combler leur retard dans le design industriel face aux Allemands. Les ponts de Robert Maillart, les constructions de Tony Garnier ou d'Auguste Perret et l'architecture du Mouvement moderne constituent un éloge de la matière. Une masse de définitions autant que de finitions, au moins égale aux traitements des parements de la pierre, apparaît alors : béton lisse, béton piqué, béton bouchardé, béton poli et autre mortier lavé, tyrolienne, frotté fin ou granito. Après la Seconde Guerre Mondiale et surtout pendant les Trente Glorieuses, on apprécie la matière brute, simple. Arrivent les bétons bruts, bétons banchés planchés, balayés, brossés, sablés. Les années 1990 amènent les bétons cirés, désactivés ou colorés.

Les termes ciment, mortier et béton sont donc fixés depuis un siècle. Dans les pays anglo-saxons le béton se nomme *concrete*, faisant peut-être un lien avec les « voûtes concrètes » romaines, tout comme les Anglais avaient utilisé le terme ciment romain. Les rivalités franco-anglaises n'auraient pas permis que les Anglais utilisent un nom français. En Italie, béton se traduit *calcestruzzo*, ne rompant pas avec le procédé à la chaux antique. Ailleurs, Néerlandais, Allemands, Portugais, Hongrois, Danois ou Indonésiens utilisent le vocable de l'inventeur français en employant tout simplement « béton ».

Les normes et règlements ne sauraient permettre autre chose qu'un langage commun précis, et un lexique cimentier, souvent intégré à la fin des ouvrages qui lui sont consacrés, contient plus de deux cents mots. Pourtant, la recherche scientifique a permis l'apparition de nouveaux produits technologiques très performants, appelés bétons et qui finalement n'en sont pas. Le mot béton, s'il peut être négatif à l'esprit dans le verbe « bétonner », est devenu positif dans le sens de solidité. Aussi, les mousses de ciment sont-elles appelées bétons cellulaires pour donner une idée de robustesse. Les bétons cirés sont le plus souvent des chapes avec des produits de cure, quand ce ne sont pas de simples enduits décoratifs. Les mortiers de ciment avec fibres, des ciments fibrés sans granulats particulièrement performants en terme de résistance, ont été appelés bétons fibrés à ultra-hautes performances (ou BFUP).

Au début du XIX^e siècle, le terme ciment était utilisé de façon générique pour vendre la qualité imaginaire d'un béton antique romain, alors que le « pauvre » béton devait se cacher derrière les « nobles » pierres factices. Avec le béton armé, à partir de 1890-1910, le béton a conquis ses lettres de robustesse. Il est désormais employé à tout va. Désormais, tout ce qui est solide devient béton.

NOTES :

¹ Vitruve, *De architectura*, Livre II, chap. 6.

² *Trésors de la langue française*, art. "béton", (référence à compléter ?)

³ Joseph Dutens, *Histoire de la navigation intérieure de la France...*, 1829, II, p. 100

⁴ Émile Littré, *Dictionnaire de la langue française*, 1889, art. "béton" in André Guillaume, *Bâtir la ville*, p. 156.

⁵ Frédéric Godefroy, *Dictionnaire de l'ancienne langue française et de tous ses dialectes du IXe au XVe siècle*, 1881, art. « Béton ».

⁶ Nicolas de Cholières, *Contes et discours bigarres deduits en neuf matinées*, 1610, (fol. 254)

⁷ Bernard Forest de Bélidor, *La Science des ingénieurs dans la conduite des travaux de fortification et d'architecture civile*, 1729.

⁸ *Dictionnaire technologique*, article « Ciment », Paris, 1824, t. V, p. 285.

⁹ Alphonse Debauve, *Procédés et matériaux de construction*, Paris, t. III, 1886, p. 312.

¹⁰ Émile Candlot, *Ciments et chaux hydrauliques. Fabrication, propriétés, emplois*, Paris, 1891.

¹¹ Cédric Avenier, *Ciments d'églises, semences de chrétiens...* (référence à compléter ?)

¹² Pour la restauration des Monuments historiques, on utilisait le terme de mastic au lieu de ciment romain, voir Amandine Royer, « Le « ciment romain » en France : un matériau du XIX^e siècle méconnu » in "Les ciments naturels", dossier spécial, sous la dir. d'Isabelle Pallot-Frossard et Véronique Vergès-Belmin, in *Monumental*, juin 2006.

¹³ Le chantier du tunnel sous la Tamise, à Londres (365 mètres de long), par l'ingénieur français Marc Isambard Brunel, dure de 1825 à 1842, avec du ciment romain de la firme Francis & White.

¹⁴ Fleuret, *L'art de composer des pierres factices aussi dures que le caillou et recherches sur la manière de bâtir des Anciens, sur la préparation, l'emploi et les causes du durcissement de leurs mortiers*, Paris, 1807, 2 vol. François Cointereaux, *Application des pierres factices aux travaux militaires, et conseils aux militaires de tout grade*, Paris, 1811.

¹⁵ Cédric Avenier, *Ciment naturel*, Grenoble, Glénat, 2007, 176 p.

¹⁶ François Coignet, « Exposition universelle. Constructions économiques en béton pisé », in *Journal l'ingénieur*, Paris, 1^{er} novembre 1855, 11 p.

¹⁷ Émile Candlot, *Ciments et chaux hydrauliques, fabrication, propriétés, emplois*, Paris, Librairie Polytechnique, Baudry et Cie éd., 1891, 346 p.

¹⁸ Napoléon de Tedesco, « Cours de ciment armé, à l'usage de tous », in *Revue des matériaux de construction et de travaux publics*, Paris, 1919, 146 p.

¹⁹ Georges Debès, *Maçonneries, béton, béton armé, chaux et ciments, mortiers, pierres naturelles et artificielles, plâtre, goudron et bitume*, Paris, Eyrolles, 1931, 627 p.