



Entre pierre et béton, les ciments moulés dans l'architecture au XIX e siècle

Cédric Avenier

► To cite this version:

Cédric Avenier. Entre pierre et béton, les ciments moulés dans l'architecture au XIX e siècle. Congrès national des Sociétés historiques et scientifiques, Apr 2006, Grenoble, France. <hal-01872660>

HAL Id: hal-01872660

<https://hal.science/hal-01872660v1>

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.



HAL Authorization

Entre pierre et béton, les ciments moulés dans l'architecture au XIX^e siècle

Cédric AVENIER

Chercheur au laboratoire Cultures constructives de l'école nationale supérieure d'architecture de Grenoble

Coffrages et moulages des premiers bétons modernes

Les histoires de l'architecture de la période 1820-1880, dates limites de la création des premières cimenteries et de l'avènement du béton armé, font rarement cas de l'architecture cimentière car on ne traite pas de son long cheminement depuis son apparition jusqu'aux premières grandes applications. Pour cause, nous n'assistons pas - et dans aucun pays - à un ralliement rapide et définitif aux principes d'une architecture moderne déduite des possibilités techniques offertes à la disposition du constructeur par la machine et l'industrie ; il y a eu cependant des ingénieurs, mécaniciens ou architectes, persuadés des capacités positives des techniques nouvelles mises par l'industrie à la disposition des constructeurs¹. De ces groupes émergèrent des chefs de files dont certaines archives nous dévoilent des secrets de fabrication.

Comme de nombreuses matières nouvelles, les premiers liants hydrauliques (qui prennent sous l'eau) à prise contrôlée, les chaux hydrauliques et les ciments prompts naturels, découverts fortuitement à la toute fin du XVIII^e siècle et produits scientifiquement au début du XIX^e siècle (à partir des théories de Louis Vicat sur l'hydraulicité) étaient attendus non comme des matériaux² mais comme des produits améliorants un matériau : le béton de chaux. Ne remettant pas en cause les systèmes constructifs traditionnels, ils n'ont pas supporté d'hésitations³. Les chaux hydrauliques, produites dès 1818 à Nemours (Seine-et-Marne), à Paris en 1821 ou au Teil (Ardèche) par Pavin de Lafarge en 1833, remplaçaient les chaux grasses avec pouzzolane. Les ciments prompts - chimiquement des chaux riches en argile et cuits comme telles entre 900° et 1100°C -, déjà produits par James Parker sur l'île de Sheppey (Angleterre) en 1796⁴, servaient d'adjuvants aux chaux grasses en remplaçant les pouzzolanes. À partir de leurs capacités, des ingénieurs comme Maurice Fleuret en 1807 dans *L'art de composer des pierres factices* ou l'architecte Jean-Baptiste Rondelet en 1817 dans son *Traité théorique et pratique de l'art de bâtir* préconisèrent de couler du béton dans des moules qu'on appareillerait à la manière des pierres tailles ; idée reprise à l'Exposition universelle de 1834. On devait mettre en œuvre une architecture nouvelle fondée sur le coffrage. Un demi-siècle d'essais parfois confus fut nécessaire pour convaincre de la solidité des bétons de ciments ; puis ils furent concurrencés et bientôt dépassés par les bétons armés, composés de ciments artificiels lents dits portlands cuits sur le principe de la clinkérisation à 1450° C.

1. Pierre Francastel, *Art et technique aux XIX^e et XX^e siècles*, Paris, Denoël, 1979, p. 90.

2. Cyrille Simonnet, *Le béton, histoire d'un matériau*, Marseille, Parenthèse, 2005, 192 p.

3. Antoine Picon, «Problèmes théoriques, doctrinaux et professionnels posés par l'introduction d'un nouveau matériau», dans Frédéric Seitz (dir.), *Métal et architecture en France au XIX^e et XX^e siècles*, Paris, éd. de l'E.H.E.S.S., 1994, p. 49.

4. André Guillaume, *Bâtir la ville. Révolution industrielle dans les matériaux de construction. France-Grande-Bretagne (1760-1840)*, Champ Vallon, 1995, p. 148 sqq.

Le mortier hydroplastique de François Lebrun : un mélange bâtard

Le principe du coffrage pour les élévations, sans remonter à l'architecture romaine, était connu grâce aux pisés banchés, fréquents dans les campagnes du sud-ouest français, du Lyonnais ou des Chambarands d'Isère. La terre argileuse était damée entre des planches de bois retirées ensuite. François Cointereaux fit des essais de construction moulée avec du pisé amélioré par l'addition de chaux. Issu d'une famille d'entrepreneurs à Lyon, il avait travaillé dans un prieuré de Grenoble où un jacobin l'aida à rédiger une notice pour l'Académie de Picardie en 1784. Mais son modeste produit ne fut remarqué que dans le monde paysan⁵.

François-Martin Lebrun, architecte à Montauban, habitait Marsac dans le Tarn et Garonne, région de pisé. Il collabora avec son frère Auguste, architecte départemental qui, entrepreneur des travaux de navigation entre Albi et Gaillac vers 1825 et curieux des travaux de Vicat à Souillac⁶, apprit à connaître les chaux hydrauliques. François se mit lui-même à la recherche de nouveaux liants hydrauliques et de nouveaux systèmes de construction. En 1829, il accrut sa propriété le long du Tarn d'une carrière. Il produisit de la chaux avec laquelle il composa un béton pour édifier une maison et un moulin. Ce béton résultait d'un « mélange de chaux en poudre et de cendre de houille à la terre mêlée de gravier »⁷, un mortier de type pouzzolanique, béton de chaux grasse avec divers additifs qu'il nomma « mortier hydroplastique ». Il réalisa ensuite et pour la première fois des bétons en élévation à l'école de Gaillac, au temple protestant de Corbarieu en 1835 puis le pont de Grésol, de 12 m d'ouverture et 6 m de largeur, construit en trois mois entièrement en « mortier de béton »⁸.

Les constructions connues de ce pionnier ont finalement peu marqué le monde de la construction car elles étaient trop affranchies des doctrines en cours et bâties de manière trop empiriques. Les essais de Lebrun étaient déjà compromis par les rapports de son frère Auguste à Louis Vicat :

« Je ne puis pas considérer les procédés de son invention. [...]. Mon frère pourrait très bien employer la chaux hydraulique naturelle bien préparée et bien choisie, à la place de ses combinaisons, et réussir dans ses projets »⁹.

Lebrun reçut une médaille de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale¹⁰ puis les « éloges et encouragements » de Louis Vicat à propos de ses systèmes de coffrages pour exécuter des bétons monolithiques décrits comme des « applications que les modernes dans l'intérêt de l'exécution économique de beaucoup de travaux tardent trop à imiter », mais il ne reçut aucune commande architecturale importante car Vicat avait bien analysé, non sans ironie, la fabrication de ses chaux et ciments :

« Je suis à comprendre comment un praticien tel que M. Lebrun a pu donner le nom de ciment à quelque chose d'aussi déplorablement médiocre que cette espèce de mortier »¹¹.

5. Peter Collins, *Splendeurs du béton : les prédécesseurs et l'œuvre d'Auguste Perret* (titre original : *Concrete*, 1958), Paris, Hazan, 1995, pp. 23-54.

6. Fonds privé G.D : Auguste Lebrun, Architecte du département du Tarn et Garonne, *Renseignements sur François Martin Lebrun fournis à Louis Vicat sur sa propre demande*, 13 juin 1849.

7. François Martin Lebrun, « Compte rendu de communication au cercle de la presse scientifique », dans *Les Nouvelles annales de la construction*, décembre 1859.

8. François Martin Lebrun, *Traité pratique de l'art de bâtir en béton*, Paris, Carillan-Goeury, 1843.

9. Fonds privé G.D : Auguste Lebrun, Architecte du département du Tarn et Garonne, *Renseignements sur François Martin Lebrun fournis à Louis Vicat sur sa propre demande*, 13 juin 1849.

10. *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale*, 1836, pp. 320-322.

11. Fonds privé G.D : Louis Vicat, *Observations sur un nouveau système de préparation et d'emploi des mortiers et ciments hydrauliques, présenté à l'administration des Ponts et Chaussées par M. Lebrun, entrepreneur dans le département du Tarn*, (envoyées au ministre des Travaux publics), 29 juillet 1849.

Le béton-pisé de François Coignet : à la chaux hydraulique

François Coignet était originaire de Lyon et fils d'un industriel fabricant de colle et produits chimiques. Il reprit l'entreprise en 1846 et implanta une usine à Saint-Denis près de Paris pour la construction de laquelle il utilisa des agglomérés de béton inspirés du pisé lyonnais. L'usine et sa maison ont été visitées par une commission de quatorze architectes présidée par Henri Labrousse qui en dit :

« Tous ces travaux ont été exécutés en béton pisé, moulé et massif. M. Coignet a fait usage de mélanges de différentes matières de peu de valeur, avec la chaux soit grasse, soit hydraulique ; et ces mélanges ont été moulés et comprimés par les procédés usités pour la fabrication du pisé. De là le nom de béton-pisé qu'il a donné à ce mode de construction »¹².

Il breveta son procédé à béton en 1855 dont le principe, le même que celui de Lebrun, et ancestral chez les maçons, consistait à réaliser un mortier de chaux avec très peu d'eau et à le comprimer fortement. Ses propres maçons ajoutaient du ciment portland afin d'obtenir la prise plus rapidement¹³.

Coignet réalisa de nombreuses constructions : l'église Sainte-Marguerite du Vésinet en 1864, les digues de la baie de Saint-Jean-de-Luz de 1857 à 1893, une partie de l'aqueduc de Vannes de 1867 à 1874, etc. Il vendit aussi ses brevets à des sociétés dont la *New York and Long Island Coignet Stone C^y* qui bâtit le Cleft-ridge span en 1871-1872, premier pont en pierres artificielles des U.S.A, dessiné par Calvert et Vaux au Prospect Park de Brooklyn. Mais Coignet était fouriériste, qui suffit à le décrédibiliser auprès de Napoléon III. Il s'est surtout acharné à publier ses méthodes et à prendre des brevets (plus de cinquante opuscules et une quinzaine de brevets) au lieu de construire. Il s'opposait là aux entrepreneurs peu habitués aux protections juridiques concernant leurs propres savoirs faire. Ses théories n'étaient ni excellentes ni appréciées des Ponts et Chaussées :

« Le béton de M. Coignet [...] paraît de tout point inférieur à la maçonnerie faite par les procédés déjà connus »¹⁴.

Sa première commande, Sainte-Marguerite du Vésinet, fut mal reçue par la *Revue générale d'architecture et des travaux publics* qui précise dans un ton ruskinien en 1865 :

« La façade est assez monumentale. Le reste, en fil de fer, en mortier, que sais-je ! De cette façon on atténue la dépense, on supprime les points d'appui, on supprime je ne sais quoi encore ».

L'architecte lui-même, Auguste Boileau, qui se vit imposer le béton par le maître d'œuvre Alphonse Pallu, reniait son œuvre en décochant dans *Le Moniteur des architectes* de décembre 1867 :

« Perméabilité prononcée ; Dilatabilité et contractabilité sensibles ; Adhérence difficile entre les différentes couches ; Irrégularité des formes décoratives ; Economie non justifiée ».

Les pierres factices de ciment prompt : une réussite anonyme

Boileau qui n'avait pas apprécié le béton Coignet reconnaissait pour Sainte-Marguerite que « La véritable économie des moulages en béton est pour les pièces accessoires de décoration qui doivent être reproduites un grand nombre de fois » ; ce que permit en fait la rapidité et la force de la prise des ciments prompts naturels. Les carrières exploitables étaient trop disséminées pour qu'il y ait une production régulière. Dans la région de Vassy et Pouilly, produits dès la fin des années 1820, et de Grenoble, à partir de 1835, ils

12. *Annales de la construction*, avril 1857.

13. Émile Candlot, *Ciments et chaux hydrauliques, fabrication, propriétés, emplois*, Paris, Librairie Polytechnique, Baudry et Cie éd., 2^{ème} éd., 1891, pp. 217-218.

14. Fonds privé G.D : Un ingénieur des Ponts et Chaussées de Bayonne, *Essai de béton maigre aggloméré de M. Coignet envoyé à Louis Vicat*, 5 octobre 1859.

eurent un grand succès pour réaliser des pierres factices qui remplacèrent toutes les formes de pierres tant décoratives dans les jardins que techniques en architecture. Elles ne transformaient pas la conception de l'architecture statique ni même son aspect général malgré la belle couleur ocre du prompt mais permettaient à la nouvelle bourgeoisie de bâtir des immeubles parementés à moindre coût¹⁵.

Le béton était composé pour moitié ou un tiers de ciment prompt et moitié ou deux tiers de sable et granulats ronds. La prise du prompt facilitait un démoulage rapide mais nécessitait un savoir-faire important, justement à cause de sa promptitude. Dans les années 1860, on ajoutait une part de ciment naturel à prise lente pour la ralentir ou bien on surcuisait le prompt. La technique de moulage était celle des sculpteurs. L'architecte faisait un dessin grandeur nature et le confiait à l'entrepreneur, un sculpteur ou un estampeur pour réaliser le modèle en plâtre de Paris, parfois en pierre de taille. Ce modèle permettait de tirer un moule en bois dur ou blanc, pour les pièces simples, en zinc épais pour les grandes séries. Il était construit en plusieurs morceaux afin de permettre un démoulage à bon creux. Pour faciliter ce démoulage, il était badigeonné d'huile, d'eau de savon ou d'un produit gras non tachant. Le béton pâteux était ensuite coulé et pilonné pour éliminer les bulles d'air et les vides. Quand le dessin des pièces était complexe ou qu'il y avait des contre-dépouilles, le moule était à creux perdu, en plâtre, en argile et parfois en ciment pur et cassé au démoulage. Les pierres factices étaient fabriquées en petites séries, quelques dizaines de pièces car les moules de bois se détérioraient et les architectes dessinaient des ornements nouveaux à chaque construction. Les très grandes séries commencèrent vers 1910 avec des agglomérés de béton très sobres pour les constructions économiques¹⁶.

Ayant fait ses preuves de robustesse, les pierres factices de ciment prompt furent employées par les architectes notamment en Isère grâce aux importantes carrières de la Porte de France ou la Pérelle de Vicat (dernières en activité dans le monde) et parce que ces architectes, souvent liés aux familles de l'industrie cimentière, connurent et apprivoisèrent la matière. Elles remplaçaient les pierres de tailles aux endroits les plus sensibles des constructions : rampes et balustrades, chambranles de portes et des fenêtres, colonnes et chapiteaux, pierres d'angles, dallages et carrelages. Eugène Péronnet construisit la maison des frères Breton à Claix dès 1842. L'architecte diocésain Alfred Berruyer, un pionnier, utilisa le moulage de prompt en 1850 au château de Murinais (Isère, détruit), pour les églises Saint-Bruno de Voiron en 1857 ou Saint-Bruno de Grenoble en 1869 entièrement en ciment prompt¹⁷. La Casamaures, petit palais mozarabe ceint de colonnes à chapiteaux à feuilles d'eau et arcs outrepassés, fut édifié au-dessus de l'Isère à Grenoble, dans les années 1855. Les architectes de Grenoble fondèrent l'École de sculpture industrielle et de moulages en 1882 et offrirent à la ville un beau moment d'architecture avec les quartiers Victor-Hugo et Saint-Bruno.

Le moulage eut aussi un grand succès en Italie. Le plus bel exemple est sans doute la galerie Vittorio-Emanuele II de Milan, bâtie en 1867 où abondent les bas-reliefs à l'antique en ciment prompt. Vers 1900, des architectes comme Giuseppe Sommaruga, Giulio Ulisse Arata ou Luigi Broggi utilisèrent encore la *pietra artificiale* (moulée avec du ciment prompt ou du portland) comme un moyen pratique et élégant de promouvoir le style liberty¹⁸. Les Milanais développèrent même une technique sculpturale : couler un bloc de béton de ciment prompt puis, une fois monté en maçonnerie, le sculpter au ciseau

15. Voir Isabelle Pallot-Frossard (dir.), Cédric Avenier, Emmanuel Cailleux, Christophe Gosselin, Amandine Royer, Véronique Vergès-Belmin, « Les ciments naturels » dans *Monumental*, (revue du L.R.M.H.), juin 2006, dossier pp. 88-111.

16. Cédric Avenier, *Ciments d'églises, semences de chrétiens. Constructions religieuses et industrie cimentière en Isère*, thèse de doctorat, Université de Grenoble II Pierre-Mendès France, Thierry Dufrêne (dir.), 2004, vol. I, p. 390 sqq.

17. Cédric Avenier, « De la raison en architecture : projets et chantiers des églises Saint-Bruno de Grenoble et de Voiron au XIX^e siècle », *Livraison d'histoire de l'architecture*, (revue de l'École des Chartes et de l'Université Panthéon-Sorbonne), 1^{er} semestre 2006, pp. 97-118.

18. Cecilia Colombo, « La stagione del cemento artistico a Milano 1900-1915 », dans O. Selvafolta (a cura di), *Costruire in Lombardia 1880-1980*, Electa, Milano 1985, pp. 61-76.

comme à la casa Guazzoni de Gian-Battista Bossi en 1904. Turin, les rues Belfiore, Regina Cristina et Micca présentent d'innombrables exemples dont le plus important est le palais mauresque Bellia édifié par Carlo Ceppi en 1892. La technique eut même un certain succès à Florence avec l'architecte Giovanni Michelazzi qui dessina la casa-galleria en 1911¹⁹. Là où s'ouvrirent des carrières de prompt furent produites des pierres factices : Gottfried Semper pour l'Académie des beaux-arts de Vienne dès 1873, Zsigmund Melczar pour des édifices de Bratislava vers 1900 ou Jan Zawiejski pour l'Académie du Commerce de Cracovie en 1904-1906.

Le coffrage ou moulage, produit industriel imitant la pierre, était considéré comme la quintessence du pastiche ; ce que rappelaient le théoricien John Ruskin en 1849 dans ses *Les sept lampes de l'architecture* ou Eugène-Emmanuel Viollet-le-Duc dans ses *Entretiens sur l'architecture* de 1863, tous deux devisant du mensonge et de la vérité en architecture. De nombreux architectes s'empêchèrent alors de comprendre comment des matériaux destinés aux besoins industriels pouvaient intéresser les beaux-arts. On trouva néanmoins des applications concrètes quand les ciments prompts, après avoir servi d'adjuvants aux chaux grasses, permirent des moulages d'ornementations fins et à moindre coût. Il fallut encore deux générations d'utilisateurs convaincus et libres pour prouver les capacités du béton à égaler la pierre. Les premiers ciments portlands apparurent vers 1850, Joseph Monier en vantait les mérites techniques avec son coûteux et empirique ciment armé dans les années 1860, suivi par le rationalisme structural du béton armé de François Hennebique à partir des années 1880 ; ce qui offrit un grand débouché aux industries cimentières vers 1900. Le béton de ciment, désormais armé, était inéluctablement lié au métal et à sa technologie grâce aux calculs scientifiques d'Edmond Coignet, de Napoléon de Tedesco ou Charles Rabut et au discours sur l'esthétique du monolithisme d'Anatole de Baudot permettant à l'architecture de se débarrasser de ses préjugés classiques.

L'architecture du moulage n'incarne donc pas une période organique de l'architecture mais au contraire une période de transition entre l'architecture de pierre de taille et le béton armé. Elle forme plutôt un courant parallèle car, si elle provenait de l'architecture classique, elle n'engendrait pas le béton armé. Elle répondait aux besoins de la société industrielle mais sans perdre les valeurs traditionnelles. C'est pourquoi on a tendance à dater l'architecture moderne de 1920, d'après le nom de quelques novateurs, alors qu'elle s'est constituée dès les balbutiements de l'industrie, mais avec une influence restreinte. Ainsi, du temps de l'invention d'un matériau à son utilisation révolutionnaire, il y eut un temps de gestation de l'intelligence des constructions, avec une évolution parallèle des théories de l'architecture et des pratiques cimentières jusqu'à leur rencontre positive. Cette période de mutation architecturale s'est faite de manière discrète avec des constructions mineures. On ne peut les négliger, car elles furent les liens, les relais qui permirent d'offrir un crédit aux ciments.

Résumé

Entre l'architecture de pierres de taille et celle de béton armé, apparu vers 1890, une période de transition est méconnue. Quelques essayistes ont composé, au XIX^e siècle, une architecture associant les principes architectoniques classiques et les bétons faits avec les tout nouveaux ciments : une architecture de pierres factices de ciment moulé. L'architecture de l'Isère - patrie de Louis Vicat, inventeur des ciments - et grande productrice de ciments, et les richesses archivistes du département (notices de cimentiers, cahiers des charges, correspondance d'architecte) ouvrent une voie historique nouvelle associant pratique et théorie. Déjà, nous voyons que la fabrication de ces pierres factices est héritée du moulage en sculpture, que la fabrication en série reste artisanale, que la qualité naturelle des ciments et les traditions entrepreneuriales nous emmènent loin des poncifs développés par les architectes académiques ou par les entrepreneurs inventeurs de l'époque.

Bibliographie

Cédric Avenier (dir.), *Ciment naturel*, Grenoble, Glénat, 2007, 176 p.

19. « Pietra artificiale », dans *Docomomo giornale*, n°19, mars 2006, pp. 4-5.

Illustrations

Figure 1 - Église Sainte-Marguerite du Vésinet, 1864. Architecte Auguste Boileau, entrepreneur François Coignet. Béton aggloméré Coignet et pierres factices.



Figure 2 - Moulage de pierres factices en ciment prompt à la Porte de France, Grenoble.
Les grandes usines de Turgan, Paris, Berger, juin 1892.



Figure 3 - Moulage de pierres factices, usines Cuynat, Grenoble, vers 1910.
Cliché anonyme, coll. Mme Jean Mazaré.



Figure 4 - Église Saint-Bruno de Grenoble, pierres factices en béton de ciment prompt, 1869-1881. Architectes successifs : Alphonse Durand, Eugène Péronnet, Alfred Berruyer. Cliché C. Avenier 2004



Figure 5 - Alfred Berruyer, *Eglise de Roybon (Isère)*, coupe et dessins, 15 mai 1874.
(Archives départementales de l'Isère : 27 J 1/77)

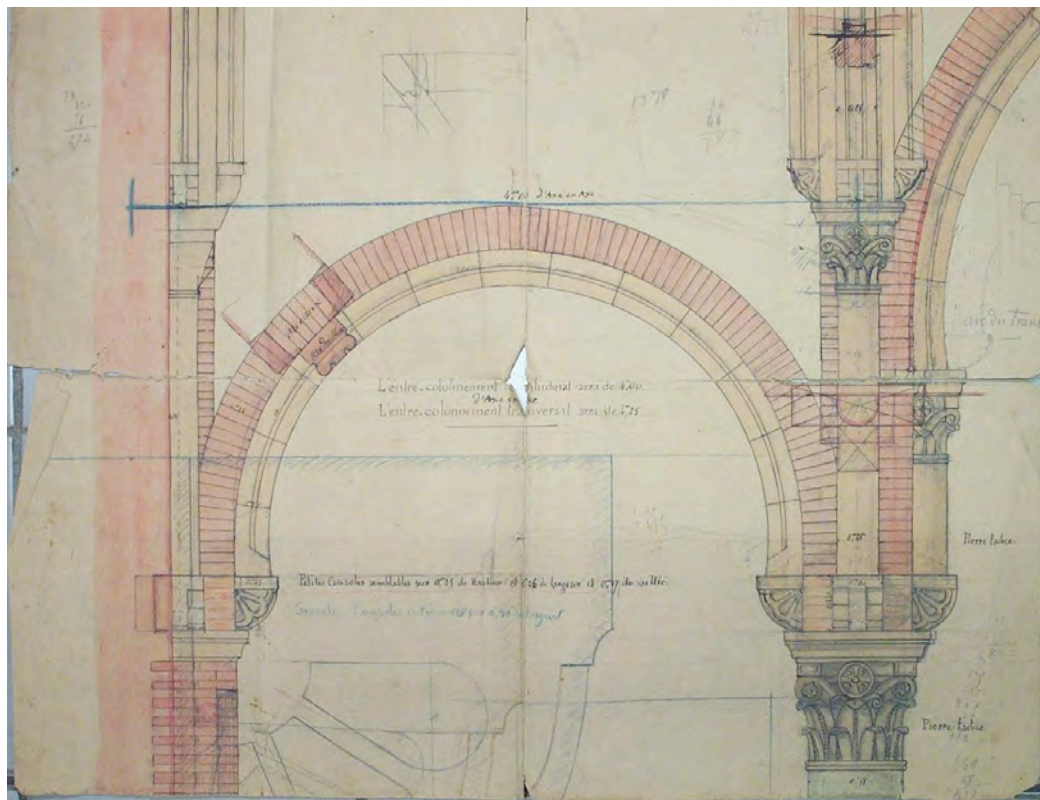


Figure 6 - Galerie Victor-Emmanuel II, portail intérieur en arc de triomphe, Architecte :Guiseppe Mengoni, Milan, 1867. Ciment prompt moulé pur. Cliché C. Avenier 2006



Figure 7 - Casa Guazzoni, détail de balcon, Milan, 1904. Architecte Gian-Battista Bossi. Blocs de béton de ciment en prompt taillés au ciseau. Cliché C. Avenier 2006



Figure 8 - Via Micca, Turin, divers immeubles en pierres factices. Cliché C. Avenier 2006



Figure 9 - Maison privée, Reithlegasse, Vienne, 1878. Architecte Theophil Hansen. Cliché C. Avenier 2006



Figure 10 - Maison privée, détail du soubassement, Reithlegasse, Vienne, 1878. Architecte Theophil Hansen. Cliché C. Avenier 2006

