



Terre et Pierre
Expertise et Innovation

« Futuribles » des Métiers de la pierre Contribution du CTMNC Département Pierre Naturelle

La construction neuve et la rénovation sont deux domaines actuellement très investis par les acteurs de la construction en pierre naturelle.

Depuis une quinzaine d'années, la construction en pierre massive fait l'objet d'un véritable regain d'intérêt auprès des architectes expérimentés, mais également de la part des jeunes architectes. Les exemples d'architecture contemporaine employant totalement ou partiellement de la pierre naturelle extraite en France sont multiples. On en compte plus de 400 en Languedoc Roussillon, avec l'emploi de calcaires, pour la réalisation de chais viticoles, maisons individuelles ou logements collectifs et/ou HLM, locaux professionnels, bâtiments publics en pierre massive, rénovation de façades de magasins ou de bâtiments religieux...

L'ensemble de ces nouveaux chantiers sollicitent bien évidemment de nombreux professionnels, aux compétences diverses. On y retrouve donc les producteurs de ces pierres extraites en carrières, à l'aide de technologies modernes, soit volontairement de façon traditionnelle par forage, des tailleurs de pierre, des maîtres d'ouvrage, des architectes et des bureaux d'études, d'autres maîtres d'œuvre, des artisans qu'ils soient ou non Compagnons du Devoir pour la pose, et des calepineurs.

Construire en pierre massive, c'est d'abord concevoir un projet fondé sur la connaissance du matériau employé et de la réglementation en vigueur (comportement du matériau dans l'édifice, justifications calculatoires d'aptitude aux fonctions, respect des obligations environnementales). **Le CTMNC**, en tant que Centre Technique et Industriel de la pierre naturelle, s'attache à diffuser auprès des industriels, des prescripteurs et des maîtres d'ouvrages, l'information technique et réglementaire nécessaire (fondée sur les résultats d'essais réalisés en son sein sur matériaux et ouvrages, sur un suivi normatif et législatif, et sur une veille sectorielle, technologique et environnementale).

Pour un projet de construction en pierre naturelle massive, **le concepteur compose à partir des caractéristiques mais aussi des dimensions du produit. La connaissance du mode d'extraction et de transformation du bloc en carrière est nécessaire.** La maçonnerie en pierre massive a souvent la particularité de mettre en œuvre de manière mécanisée et simplifiée **de grands modules**, ce qui diminue le nombre de tâches d'intervention pour constituer un mur de façade. **Il s'agit le plus souvent de maçonnerie non armée**, la cohésion entre blocs provient de la combinaison poids + frottement associée à des plans de rigidification transversaux. Dans le cas où des renforcements dans la maçonnerie sont nécessaires, il existe quatre recours possibles : une maçonnerie armée, une

maçonnerie confinée ou chaînée à l'aide de raidisseurs verticaux et horizontaux, une réalisation de sommiers de répartition dans un autre matériau ou une substitution ponctuelle d'éléments structurels en un autre matériau. La maçonnerie **de petits éléments en pierre** est, elle, caractérisée par une importante densité de joints dans l'épaisseur du mur et un rapport élevé entre le joint et le module.

Les structures en pierre massive sont des structures continues en blocs appareillés pour lesquelles les logiciels et les savoir-faire des bureaux d'études ne sont pas les plus adaptés : le **recours à des modélisations par éléments discrets** ou disjoints est le plus pertinent pour la maçonnerie en pierre. Celles-ci permettent de prévoir précisément le comportement d'une structure en intégrant les modifications structurales dues aux déplacements relatifs d'éléments les uns par rapport aux autres. Pour une bonne économie de moyens mis en œuvre, il s'agit d'appréhender la structure de façon globale en établissant un schéma statique, dans lequel les éléments de pierre ne sont soumis qu'à des efforts de compression, puisque le matériau pierre ne résiste pas en traction et donc en flexion.

Privés de flexion, les ouvrages en pierre doivent être connectés à des éléments permettant de redistribuer horizontalement les efforts sur des éléments résistant verticalement. Les contreventements en maçonnerie de pierre massive sont traditionnellement des croix métalliques de St André et, face aux actions sismiques, la seule solution préconisée actuellement est de mettre en place une armature béton rigidifiant beaucoup trop la structure. Mais le mur en pierre, constitué de faille (le joint assemblé par frottement), possède la capacité de s'adapter au sol. **Les poteaux isolés d'un ouvrage en pierre** gardent leur cohésion par précontrainte naturelle, mais il est nécessaire d'organiser les forces horizontales par modélisation. **Les contreforts**, harpés avec le mur, peuvent de temps en temps être en bois, en maçonnerie de brique ou de béton. **Les poutres** sont réalisées par appareillage de pierre ou bien en acier, bois, béton, et peuvent alors être cachées dans une peau en pierre non porteuse. **Pour une ouverture** dans le mur, un franchissement du mur (monolithe ou « appareillé ») et un calepinage adapté sont nécessaires. Enfin, **la solidité de l'ouvrage en pierre dépend également des liaisons** entre les murs et les poteaux en pierre avec d'autres systèmes constructifs : sol et fondation, plancher, menuiseries, toiture ou même autre type de façade.

Concernant la mise en œuvre de la pierre massive, un espace de stockage horizontal sur le chantier est nécessaire. **Les blocs sont découpés sur place** à la tronçonneuse, au marteau piqueur ou à la scie diamantée. On utilise généralement une pince à pierre pour la préhension et, pour le levage, une grue munie d'une flèche télescopique pour positionner la pierre au bon endroit. La pose de modules massifs comporte deux étapes : pose par lit des blocs, décalage d'un lit sur l'autre. **La parfaite réalisation du premier rang de blocs est primordiale** pour la suite du chantier, puisque l'ensemble du montage des murs en dépend. Un grand niveau, une lunette ou un laser sont utilisés pour vérifier la mise à niveau ; chaque bloc, réglé à la pose, peut être repositionné si nécessaire. Le parfait alignement de l'ensemble est réalisé par la mise en place d'un cordeau.

Le calepinage, dont dépend fortement la stabilité d'un ouvrage en pierre, donne à l'architecte un rôle majeur dans la conception, en relation étroite avec l'ingénieur. Il s'agit ici de respecter les joints verticaux croisés (éviter le « coup de sabre »), d'empêcher les murs de « s'écarter » aux angles par harpage. Le mortier, qui n'a qu'un rôle d'étanchéité à l'air et à l'eau, est appliqué à l'aide d'une truelle, mais il existe des édifices montés sans mortier (le chai de Vauvert, par exemple). Les joints, en mortier batard de chaux aérienne et de ciment blanc, sont réalisés à l'aide de cales permettant un espacement régulier, retirées après séchage. Le rejointement se réalise une fois le mur monté et la maçonnerie

stabilisée. Enfin, **les murs de refend et les cloisons** sont généralement encastrés dans les murs porteurs en pierre.

EXEMPLES RECENTS DE CHANTIERS ET REALISATIONS EN PIERRE NATURELLE EN FRANCE :

BUREAUX ET LOCAUX D'ACTIVITES EN PIERRE MASSIVE :

- **Bureaux de l'agence d'architecture de Richard Teissier à Castelnaud-le-Lez (34)**, réalisée en pierre de Beaulieu (carrière Jean-Noël Farusseng) et bois, notamment avec une porte d'entrée en pierre massive pivotante à double vantail, de finition striée.
- **La Maison de la Pierre du Sud de l'Oise**, conçue par l'architecte Bruno Croizé (et AYBC en pierre de Saint-Maximin banc Roche Franche (carrière Rocamat) et en pierre de Saint-Maximin banc de Liais (carrière Rocamat) pour les revêtements de sol avec un calepinage traditionnel.
- **Maison de maître à Narbonne (11)** en pierre de Beaulieu (carrière Proroch) par K Barnac pour la pose et Guy Vitrou & Olivier Jaroszek (carrière Proroch) pour le calepinage.
- **ZAC Les Carrés de Lenfant à Aix-en-Provence**, pour Figuière Promotion par Jean-Michel Battesti, pose par Technipose, immeubles en pierre du Gard.
- **Hangar agricole à Lançon de Provence**, en autoconstruction, en pierre de Vers Pont-du-Gard.
- **Villa La Charmeuse Fleurie**, par l'architecte Jean Paul Laurent, en pierre du Pont-du-Gard.
- **Atelier relais à Beaucaire**, en pierre de Pont-du-Gard.
- **Local à Calvisson** pour la Mairie de Calvisson par la SARL Cardin Gabriel, pose par la SARL Rousselet, Etablissement Graille pour la maçonnerie, en pierre de Pont-du-Gard.
- **Bureau et entrepôts au Canet (Hérault)**, en pierre de Pont-du-Gard.
- **Cabinet dentaire à Salon de Provence**, en pierre d'Estailades, pose par Darves Blanc.
- **Bureaux à Aix-en-Provence** pour Figuière Promotion, en pierre de Pont-du-Gard.
- **Centre commercial à Aix-en-Provence** par l'architecte Raphaël Soucaret et Fabrice Musu (A.M.O) pour SCI ERPA, en pierre de Fontvieille.
- **Confiserie du Roy-René** pour Gulizzy par Léon Grosse, en pierre de Castillon.

RENOVATION EN PIERRE DE BATIMENT EXISTANT :

- Réfection de la **façade du magasin Monoprix sur la Place de la Comédie à Montpellier**, dans le style du XIX^{ème} siècle (fenêtres cintrées et moulurées, consoles) sculptées par le Meilleur Ouvrier de France Frédéric Matan et son confrère Joseph Rius en pierre de Beaulieu (carrière Proroch).

BATIMENTS PUBLICS :

- **Hôpital d'Uzès**, par Agence Architecture Brayer-Hugon, pose par Bargeton, en pierre de Pont-du-Gard.
- **Crèche de La Ruche Enchantée à Montfrin** par SAS Laithier et Inextenso, en pierre de Fontvieille.
- **Centre de pré-archivage du Ministère de la Justice à St Gilles près de Nîmes**, par l'architecte Jean Michel Battesti, pose : Reynald Hide (CPM), en pierre de Vers Pont-du-Gard.
- **Ecole à St Gilles**, pour SEGARD par Ecostudio, en pierre de Vers Pont-du-Gard et en pierre du Pont-du-gard.
- **Espace d'accueil de la CAF à Beaucaire**, par SCOP Ecostudio pour la Mairie de Beaucaire, en pierre de Vers Pont-du-Gard.
- **Centre d'accueil et de loisirs maternels à Beaucaire**, par SCOP Ecostudio pour la Mairie de Beaucaire, en pierre de Vers Pont-du-Gard.
- **Crèche de Saint Pargoire** par l'architecte Olivier Schertleib, pose par la SARL CGC.
- **Lycée à Baillargues** par l'agence d'architecture Boyer-Percheron-Assus & Associé, pose par CGC, en pierre de Vers Pont-du-Gard.
- **Extension du C.F.A. à Marguerittes** pour la CCI Languedoc/CCI Nîmes par SELARL Portal Thomas Teissier Architecture, en pierre de Pont-du-Gard.
- **EHPAD à Fons Outre Gardon (Gard)**, bâtiment en pierre du Pont-du-Gard pour l'Hôpital d'Uzès, par Arc et Types, pose par LOPM.
- **Lycée International à Baillargues**, par l'agence d'architecture Boyer-Percheron-Assus & Associé, en pierre de Pont-du-Gard.
- **Pôle Rugby à St Clément de Rivière près du Pic Saint Loup**, par les architectes Denis Boyer-Guibaud, François Percheron et Antoine Assus, pose par Paje Construction, en pierre du Pont-du-Gard.
- **Pôle de la Petite Enfance à Roquemaure**, par Mission Base, EXE, OPC, pour la Communauté de communes de la Côte du Rhône Varoise, en pierre de Pont-du-Gard et en pierre de Vers.

- **Centre éducatif fermé à Marseille**, pour le Ministère de la Justice, par Atelier Grenier d'Architecture & Combas Architectes, en pierre d'Estailades.
- **Ecole maternelle à Combes, commune de Sabran**, par Grenier d'Architecture & L. Breguiboul, JP Poissonnier, EREN, BET OTCE, en pierre de Pont-du-Gard et en pierre de Vers.

ESPACES CULTURELS ET ASSOCIATIFS EN PIERRE MASSIVE :

- **Espace culturel et associatif d'Aureille (13)**, par l'architecte Corinne Chiche, en pierre de Fontvieille et pierre de Vers Pont-du-Gard.
- **Musée des vins à Patrimonio (Haute Corse)**, par les architectes Gilles Perraudin et Elisabeth Polzella, pose par ASR et LABOR, Michel Lauga, en pierre de Vers Pont-du-Gard.

HABITAT SOCIAL EN PIERRE MASSIVE :

- **8 logements individuels gérés par l'OPH du pays de Fontainebleau à Thomery (77)**, conçus par Eliet & Lehmann Architectes avec de la pierre de Noyant Roche Fine (Carrières du Bassin Parisien).
- **48 logements sociaux collectifs de SAHLM Plaine Normandie Icade G3A**, imaginés par Eliet & Lehmann Architectes et Christian Devillers, architecte associé, en pierre de Noyant (Carrières du Bassin Parisien) pour les élévations et en pierre de Caen (Carrières du Bassin Parisien) pour les soubassements.
- **Logements sociaux de la ZAC Monges Croix-du-Sud à Cornebarrieu en banlieue de Toulouse**, par l'architecte Gilles Perraudin pour ADN Patrimoine, en pierre des Estailades.

MAISONS EN PIERRE MASSIVE :

- **Maison à Eygalières** en pierre d'Estailades.
- **Habitations en pierre Vers Pont-du-Gard et en pierre Pont-du-Gard dans le Massif Central.**
- **Villa Vanille à Boisseron proche de Nîmes**, en pierre du Pont-du-Gard.
- **Immeubles à Aix-en-Provence**, en pierre du Pont-du-Gard.

BATIMENTS RELIGIEUX EN PIERRE MASSIVE :

- **Cloître de Puimisson (34)**, conçu par l'architecte Daniel Ferrant en pierre de Beaulieu (carrière Proroch), Atelier du Grain d'Orge pour la transformation et Jean-François Perez (34) pour la pose.

CHAI ET CAVES VITICOLES EN PIERRE MASSIVE :

- **Chai du Château des Hospitaliers**, conçu par l'architecte Bruno Aportat et le bureau d'études Calder Ingénierie en pierre de Vers Pont-du-Gard (carrière SOC), auto-construit par le viticulteur Serge Marin-Pierrat.
- **Chai du Mas Jullien à Jonquières (34)**, imaginé par l'architecte Alain Fraysse et un de ses élèves en pierre de Vers Pont-du-Gard (carrière SOC) posée par l'entreprise Castagner.
- **Extension du chai du Domaine Pichon Le Grand Val (34)**, réalisée par les architectes Fayolle Pilon en pierre de Vers Pont-du-Gard (carrière SOC).
- **Chai du Domaine du Montillet au lieu-dit Le Montellier (42)** de l'exploitant viticole M. Montez, en pierre de Beaulieu (carrière Proroch) maçonnée par l'entreprise Rivory S.A..
- **Chai du Domaine Ray-Jane au Plan-du-Castellet près de Bandol (83)**, par CARRE et Andrea Kraft, Atelier Sol Invictus (tailleur de pierre David Chamard-Boudet), le compagnon charpentier Eric Hort et Benoît Inard d'Argence pour la taille et la mise en œuvre de la pierre de Vers Pont-du-Gard (Carrières de Provence).
- **Chai à Narbonne (11)** en pierre de Beaulieu (carrière Proroch), Atelier Philippe d'Art (30) pour la pose et Guy Vitrou & Olivier Jaroszek (carrière Proroch) pour le calepinage.
- **Cave viticole à Vailhauquès**, pose par SARL JEFS, en pierre de Vers Pont-du-Gard,
- **Cave viticole à Gallician** en pierre du Pont-du-Gard.
- **Cave Clos de l'Amandaie à Aumelas près de Montpellier**, en pierre du Pont-du-Gard.
- **Cave Clos Saint Conti à Muriel-les-Montpellier**, en pierre du Pont-du-Gard.
- **Cave Breton à Saint Bauzille de la Sylve**, par la SARL Coste-Bro et APD Architecture, en pierre du Pont-du-Gard.
- **Domaine Clos des Augustins (Hérault)**, en pierre de Pont-du-Gard.
- **Domaine OTT au Château de Selle à Taradeau**, pour Louis Roederer et Les domaines OTT, par l'architecte Carl Fredrik Svenstedt, BET Viticole, Ducoin SAS Ingénierie, Beccamel Mallard, en pierre de Pont-du-Gard.
- **Cave du domaine viticole à Beauvoisin proche de Nîmes**, en pierre du Pont-du-Gard.

- **Domaine des Quatre Amours à Bélarga**, en pierre de Fontvieille.
- **Domaine Ribiera à Aspiran** en pierre du Pont-du-Gard, pose par Raynald Hide.
- **Chai de Latour-de-France**, pour SCEA Roc des Anges, par Florian Faucheux, architecte Elisabeth Polzella, en pierre du Pont-du-Gard.
- **Cave viticole à Maury (66)**, par SCI Thunevin Calvet, AZ Architecte (Pascal Carrere), en pierre de Pont-du-Gard.
- **Chai Clos des Roses à Fréjus**, par M. Caranoni, pose par Etablissements Barbero, en pierre de Pont-du-Gard ou en pierre de Vers.
- **Chai viticole à Venterol**, par Calder Ingénierie, pose par Rodari Charles et Fils, en pierre du Pont-du-Gard.
- **Cave de Saint Mathieu à Trévières**, en pierre du Pont-du-Gard

ENSEMBLE DES SOURCES UTILISEES POUR CETTE SYNTHESE :

- « **Construire en pierre massive, Petit guide technique** » par Jean Paul LAURENT (ingénieur et architecte Calder Ingénierie), avec l'ADEME, la Région et la DRIRE du Languedoc Roussillon, l'association Pierres du Sud, 2011.

- « **Construire en pierre de taille aujourd'hui : Musée des vins et jardin ampélographique Patrimoine, Haute-Corse** » par Gilles PERRAUDIN (architecte), Les Presses du Réel, 2013.

- **Ressources du site Internet « Construire en pierre massive » des Carrières de Provence** (Paul MARIOTTA) qui exploitent les pierres calcaires de Provence : Estailades, Fontvieille et Pont-du-Gard/Vers Pont-du-Gard : www.pierremassive.com.

- articles de la revue « **Pierre Actual** », Editions Le Mausolée.

AUTRE SOURCE UTILE :

- « **Construction et restauration des bâtiments en pierre** » par Jean-Marc LAURENT, Editions Vial, 2007.