

**La pierre: matériau écologique**  
**Gilles Perraudin**  
**Université Languedoc Roussillon**

Ma rencontre avec la pierre eut lieu à un moment particulier de ma carrière d'architecte. Depuis le début de mon activité, mon travail se préoccupe des problèmes écologiques posés par les activités humaines notamment dans l'activité de construction.

Nous savons aujourd'hui que la responsabilité des variations climatiques dues à l'effet de serre est dûe aux émissions de CO2 dans l'atmosphère. L'activité de construction qui implique en premier les architectes est responsable pour 40% de ces émissions. C'est dire l'importance des recherches architecturales pour trouver des solutions limitant ces émissions

Depuis une vingtaine d'années, je développe des projets qui prennent en compte ce que l'on nomme aujourd'hui « Architecture à Développement Durable » (sustainable architecture), mon agence approfondit et développe une réflexion sur l'environnement, les matériaux, les économies d'énergie, les performances climatiques, la tenue dans le temps ...

Depuis une petite maison d'habitation, lauréate du premier concours européen « d'Energie Solaire Passive », en passant par les maisons en Terre à l'Isle d'Abeau, l'Ecole d'Architecture de Lyon, une maison individuelle à Vaise, la Fortbildungakademie de HERNE en Allemagne ou le chai viticole de Vauvert, mon architecture se fonde sur les principes suivants :

- utilisation de matériaux renouvelables (bois, terre, verre, acier, pierre) ;
- mise en œuvre de dispositifs d'économie d'énergie (double façade, enveloppe micro climatique, bâtiment épais) ;
- utilisation des énergies renouvelables (vent, soleil,...) ;

Cette démarche, proche des architecture vernaculaires, renverse et contredit fortement ce que les mouvements d'avant-garde du XXIème siècle ont voulu instituer. A une dimension universelle de l'architecture qui échapperait au contexte

cette démarche se propose de retrouver une dimension tectonique de l'architecture : une architecture profondément influencée par son contexte aussi bien physique, géographique que culturelle au travers notamment des cultures constructives qu'elle utilise.

Ces principes ont trouvés leur application dès mes premiers projets notamment dans la construction de maisons en terre (pisé) à l'île d'Abeau près de Lyon. Fondées sur une culture ancestrale « revisitée » elles utilisent l'énergie solaire comme ressource de chauffage complémentaire par l'intermédiaire d'une toiture transparente. Cette volonté d'utiliser les matériaux et les ressources du site (terre+soleil) font de ce projet ce que j'aime nommer une architecture d' « avant-garde vernaculaire ».

Puis d'autres projets suivirent , parmi les principaux : l'école d'architecture de Lyon, la cité scolaire internationale et enfin le vaste et ambitieux projet de Herne dans la Rhur en Allemagne. Développant à une échelle importante la plupart des principes que j'avais mis en œuvre précédemment il démontre la capacité pour une architecture à s'engager dans une véritable architecture de site, soucieuse de son contexte et des matériaux qu'elle utilise. Le bois provient des proches forêts et la toiture et les façades équipées de cellules photovoltaïques font de ce bâtiment l'un des plus performant sur le plan écologique.

C'est dans ce contexte d'utilisation de matériaux provenant du site que j'ai redécouvert la pierre. La rencontre se fit le long d'une route secondaire descendant du Pont du Gard, sous la forme d'un long mur de hangar érigé par un simple ferrailleur cherchant à cacher ses carcasses de voitures. Peu onéreux par nécessité, ce mur était constitué de blocs de pierre massive de plus d'un mètre de hauteur que les carriers mettaient au rebut pour cause de petits défauts.

Il se trouve que cette terre d'élection de la vigne est également celle de l'architecture de la pierre. Le Pont du Gard, l'abbaye du Thoronet comme les œuvres de Fernand Pouillon se situent à quelques encablures. Faut-il également rappeler que le Languedoc est le berceau de la stéréotomie française comme l'évoquent les termes d'escalier en vis de Saint-Gilles, d'arrière-voûture de Marseille ou de trompe de Montpellier ? Pour tout architecte, cette imposante présence monumentale force le respect. Mais pour nous cette présence de la pierre revêtait également d'autres consonances. La pierre calcaire des monuments exprimait également l'attachement aux ressources locales, à l'économie des carrières et aux savoir-

faire qui les accompagnent. Le souci environnemental rencontrait ici les leçons de l'histoire de l'architecture.

Construire en pierre, qui plus est en pierre massive, n'avait malgré tout guère de signification dans la France de cette fin de vingtième siècle qui avait condamné, définitivement semblait-il, en même temps que Fernand Pouillon, toute velléité de recours à ce matériau traditionnel. Remettre ses pas dans les traces de Fernand Pouillon, des moines cisterciens ou des bâtisseurs romains représentait un défi que nul n'avait songé à relever. Il fallait un peu d'irrespect pour les modes de construction dominants (en France celui du béton) et beaucoup de sagacité pour imaginer construire de nouveau en pierre.

## **La pierre matériau écologique**

La pierre est le grand matériau de l'avenir. Fabriquée par la terre qui nous porte et dans le même processus qui nous a vu naître c'est en même temps le seul matériau qui nous survivra. Sa composition nous est familière et provoque sans réticence la sympathie.

La pierre est le matériau qui peut être réutilisé indéfiniment sans dépense d'énergie pour être transformé. L'histoire de l'architecture fourmille d'exemples de réutilisation de pierres « empruntées » à d'autres édifices. Quel matériau peut prétendre à de telles qualités ? Dans la perspective d'une architecture à développement durable, c'est le matériau qui avec le bois et la terre est le plus prometteur.

C'est le matériau le plus abondant à la surface ( et en profondeur ) de la terre. Il est déjà fabriqué. Il n'y a plus qu'à le conditionner et l'assembler. C'est le matériau au plus bas coût énergétique. Il sera obligatoirement le grand matériau du XXI siècle si les hommes veulent préserver leurs conditions de vie sur terre en économisant l'énergie nécessaire à la construction.

## **Caractéristiques et extraction de la pierre**

La pierre que nous utilisons provient d'un bassin d'extraction connue dans le monde entier puisqu'il s'agit du bassin où a été extraite la pierre qui a servi à l'édification du célèbre aqueduc romain, le Pont du Gard. Construit au milieu du 1<sup>er</sup> siècle après J.C, il était destiné à franchir la vallée de la rivière Gardon, pour amener l'eau de la source d'Eure près d'Uzès jusqu'à la ville de Nîmes, et ceci sur une distance de près de 50 km.

C'est cette référence à ce célèbre monument romain qui donne à la pierre du "Pont du Gard" sa réputation exceptionnelle. Le Pont du Gard est un pont à trois niveaux d'arcades qui s'élèvent à près de 50 mètres au-dessus de la rivière.

Le bassin d'extraction est situé à une vingtaine de km au nord-est de Nîmes proche de la ville de Remoulins. Les exploitations sont principalement situées sur les communes de Vers-Pont du Gard et de Castillon du Gard.

C'est une roche sédimentaire, un calcaire de type molasse coquillière un peu gréseuse de couleur blonde, jaune paille, miel, ambré. C'est une pierre datant de l'ère tertiaire, d'environ 15 millions d'années. C'est un calcaire tendre d'une densité moyenne (1800kg/m<sup>3</sup>) dont l'extraction peut se faire mécaniquement en blocs équarris.

Les exploitations actuelles de cette pierre la destinent principalement à usage d'éléments décoratifs : cheminées, "barbecue", balustres, colonnes, parement de sol. Son utilisation en éléments de construction se limite à des parements et assez peu souvent à l'usage d'éléments porteurs.

C'est donc dans une utilisation radicalement différente que nous avons décidé de l'utiliser pour la construction de bâtiments . L'idée de cette utilisation provient d'un constat simple: en réservant la pierre à une utilisation en éléments décoratifs, on condamne une proportion importante de celle-ci (50 à 70 %!) à ne pas être utilisée car comportant des défauts d'aspect. L'élément décoratif, par définition très fin, ne se satisfait pas de la présence de poche d'argile, de variation de teinte ou de veinage. Les variations d'aspects dues à la présence de ces poches d'argile à la densité plus ou moins grande de coquillage conduisent les carriers à "déclasser" une grande partie des pierres extraites.

Le coût croissant de la main d'œuvre est également un facteur aggravant de la disparition de la maçonnerie de pierre massive.

L'extraction automatisée de la pierre et son faible coût marchand, la facilité des transports et la mécanisation des chantiers valorisant les techniques de mise en œuvre à "sec", changent radicalement le point de vue architectural et constructif. C'est ainsi qu'est née l'idée d'utiliser des blocs de construction de taille importante pour la construction.

La pierre est extraite directement des bancs par sciage automatique grâce à des haveuses et rouilleuses. Les blocs

d'environ 1,10x1,05x2,30 sont ensuite recoupés par des scies circulaires diamantées qui recoupent ces blocs en modules de 0,52x1,05x2,30 et d'un poids approximatif de 2,5 tonnes. Ces blocs sont transportés par camion (10 blocs par voyage) sur le lieu de montage. Une grue mobile de 20 T permet de déchargement et le montage des blocs.

Cette réflexion faite il nous fallut trouver un client qui eut le courage d'accepter l'expérience d'une construction en pierres massives. C'est le besoin de construire une cave viticole pour quelques arpents de vignes que j'avais acquis qui me convainc de tenter l'expérience !

C'est donc sur la base de ces principes que fut développé le premier projet en pierres massives : le chai viticole de Vauvert.

### Le chai viticole de Vauvert

Les blocs sont posés sur un simple béton de propreté de 5 cm d'épaisseur qui assure la planéité horizontale du mur. Le sol de graviers est en effet assez résistant pour supporter la pression des charges transmises.

Les pierres sont ensuite appareillées à sec, c'est-à-dire qu'aucun mortier ne vient assembler les pierres entre elles qui ne sont stables que par la vertu de leur poids. Un joint d'étanchéité à l'air a été posé après le montage des murs.

C'est une construction basse, sans chaînage, bâtie en trois semaines et qui démontre que la construction est une affaire simple. Et que l'architecture ne se révèle pas dans la sophistication technologique mais dans les rapports de proportion et de lumière des éléments constructifs.

Cette construction, érigée pour les besoins d'une exploitation viticole, est la première démonstration de la possibilité du réemploi de la pierre comme matériau de structure dans l'architecture contemporaine. La pierre est ici utilisée à l'état brut et assemblée à joints vifs.

Montée sur trois rangs à l'aide d'une grue mobile, la construction ne nécessite aucun échaffaudage. Le chantier est très rapide (mtrois semaines pour monter les quelques 300 blocs de l'ensemble), très propre (aucun déchet polluant) et très économique.

Le bâtiment est d'une géométrie très simple : une succession de travées d'environ 5 mètres de large couvertes de poutres en bois massif et formant un grand carré de 30 mètres de côté

ouvert en son centre sur un jardin-patio. Il reprend les dispositions traditionnelles des maisons romaines méditerranéennes où la maison s'organise autour d'un patio/impluvium.

La très forte inertie des murs en pierre massive, complétée par celle de la toiture couverte d'une épaisseur de terre, complète les dispositions permettant d'obtenir un confort adapté au climat contrasté du sud de l'Europe. Implanté à proximité de la mer méditerranée, en Camargue, le bâtiment bénéficie d'un confort thermique renforcé par le rafraîchissement procuré par les brises marines qui humidifient la pierre à la porosité ouverte.

*Pierre sur pierre, le chai de Gilles Perraudin scande la simple règle d'empilement des blocs. Retrouvant une démarche proche du Minimalisme, la matière élémentaire devient l'argument du projet, chaque pierre énonçant en même temps que sa nature physique son principe d'assemblage. Le rythme naît du respect de cette simple règle : rythme de la "colonnade" et des ouvertures, rythme de l'appareillage des murs aveugles. Le plan, lui, est l'émanation, dans sa trame orthogonale régulière, de cette scansion du module de 2,10 m x 1,05 m x 0,52 m. Au centre du dispositif, le modèle du cloître cistercien revient pour offrir un puits de lumière qui jette ses ombres sur le promenoir circulaire.*

*On est saisi par cette simplicité de mise en œuvre, cette évidence qui impose le fait architectural. On se surprendrait à évoquer les "proportions humaines" de cet habitat ; quelque chose qui tiendrait à la taille des ouvertures, à l'épaisseur de la paroi, à la richesse de la matière... Mais saura-t-on jamais précisément à qualité exacte renvoyer cette notion ambiguë de "proportions humaines". Il faut cependant reconnaître que l'on ne peut s'empêcher d'évoquer ce terme "d'humain" pour qualifier cette architecture.*

*Pourtant, et contradictoirement, tout ici évoquerait plutôt la présence des forces démiurgiques plutôt qu'humaines. La masse imposante des blocs posés en linteau fait sentir le combat contre les forces de la gravité évoquant quelque Atlas ; l'appareillage "cyclopéen" semble avoir convoquer l'entremise de puissances telluriques. Parcourant l'édifice, s'impose à nous la réminiscence des temples égyptiens, des pierres levées, des dolmens, de ces architectures sacrées dont la première des caractéristiques est d'exclure le profane, l'humain, au profit du divin. Mais ne serait-ce pas de cette dialectique du sacré au profane, de leur absence ou de leur présence, que cette architecture arriverait à conquérir ce supplément d'humanité qui nous envoûte. Dieux ou diable, ce sont peut-être ces puissances sacrées évoquées dans l'appareillage même des blocs qui nous feraient accéder à cet*

*impalpable sentiment d'humanité.* Phillipe Potié *TECTONIQUE DES BLOCS* in scrittura della pietra 2001

Fort de ce premier exemple nous avons décidé de poursuivre cette expérience dans des projets plus ambitieux. L'occasion nous en fut donnée pour la construction d'un Centre de Formation des Apprentis situé à Nîmes-Marguerittes

Dérivé des recherches sur les enveloppes « microclimatiques », cet ensemble unitaire permet d'organiser des espaces intermédiaires protégés. Dans le contexte d'un climat méditerranéen dominé par le mistral, c'est sur l'hypothèse de la fragmentation des espaces extérieurs de distribution que ce projet s'appuie pour créer des « microclimats ». Le résultat est à l'image d'une chartreuse, lieu de vie, d'études et d'échanges.

Le site du projet est un site typique du paysage des garrigues nîmoises. Il s'agit d'une ancienne oliveraie présentant un continuum planté exceptionnel. Afin de préserver cette échelle particulière, dont la composante principale est l'étendue, les bâtiments seront sur un seul niveau dont la hauteur n'excèdera pas celle de la frondaison des oliviers.

L'ensemble est organisé sur deux grands axes principaux : Sur l'axe Est-Ouest, axe majeur, sont rassemblés les éléments « spécifiques » du programme (hall d'accueil, administration, CRI et vie scolaire), et sur l'axe Nord-Sud on trouve les éléments de la vie quotidienne (vie scolaire, enseignement général et filières de formation). Passages, cours et jardins enrichissent la distribution tout en la hiérarchisant à partir des axes principaux. Cette "chartreuse" sera noyée dans la végétation des oliviers qui seront replantés autour et dans le bâtiment. (les oliviers existants ont été déplacés avant le chantier, mis en jauge et replantés en fin de construction).

L'ensemble de la construction utilise la pierre de Vers (Pont du Gard) comme murs porteurs massifs de 50 cm d'épaisseur. C'est un matériau de grande noblesse qui contribuera à donner au CFA une image valorisante de la formation des apprentis. Par son image de pérennité, elle donne l'impression d'un bâtiment inscrit depuis toujours dans son paysage d'oliviers. Son poids lui confère une grande inertie thermique et phonique, deux qualités qui, dans ce site aux fortes variations de température et proche d'un réseau routier, sont indispensables.

Le succès public de cette construction nous donna confiance pour projeter un bâtiment très ambitieux : le Collège de Vauvert

Malheureusement nous avons surestimé la capacité de résistance des entreprises dominantes sur le marché de la construction, qui, sur un projet d'une telle ampleur, craignirent pour leur domination technologique. Sans soutien des responsables politiques peu conscients des enjeux d'avenir le projet, bien qu'étudié jusque dans ses moindres détails, ne vit jamais le jour.

Le collège de Vauvert reprend le concept de l'enveloppe "micro-climatique" développé dans de nombreux projets et déjà abouti dans le bâtiment de Herne Sodingen en Allemagne. Si le bâtiment dans la Ruhr est adapté au climat océanique nordique, le collège de Vauvert en est la déclinaison méditerranéenne.

L'enveloppe est constituée d'une enceinte de pierres massives surmontée d'une toiture lourde percée de larges ouvertures. Ce "clos" majestueux procure ombrage et fraîcheur et crée un micro-climat à l'image des grands palais du sud de l'Europe où les espaces et les cours intérieures s'enchaînent et s'imbriquent pour former un continuum spatial confortable quelque soient les saisons. Cours fermées protégées du vent froid, ouvertes au soleil d'hiver, et ombragées l'été pour provoquer des courants d'air frais. La toiture est perçue comme unitaire car les grands percements circulaires enchaînent et unifient la séquence des cours intérieures. Les rythmes variés des façades harmonisent les cours entre elles.

Les unités fonctionnelles trouvent leur place à l'intérieur de cette enveloppe micro-climatique. Elles sont disposées en fonction de leur rôle. Face au paysage au Nord/Ouest s'alignent les classes de cours distribuées par une longue rue intérieure de deux à trois niveaux sur 200 mètres de long. De l'autre côté de cette rue sont disposés les fonctions collectives du collège : l'ensemble de la restauration, l'ensemble hall/salle polyvalente/CDI, l'administration, l'enseignement spécialisé et enfin les logements de fonction orientés vers le Sud-Ouest.

Ce projet est surtout une nouvelle et déterminante étape dans la revitalisation de l'emploi de la pierre comme matériau de construction contemporain. Utilisée sur une échelle importante (6000m<sup>3</sup> de pierres), elle marquera le projet d'une présence considérable en provoquant un rapport exceptionnel entre le bâtiment et le paysage du sud de la Costière, sur lequel le collège s'implante.

Malgré cet échec douloureux nous avons continué à promouvoir d'autres projets sur la base de la même technologie. Ainsi fut

projetée la cave de Nizas. C'est un bâtiment destiné à abriter les activités d'une entreprise viticole.

C'est un bâtiment en pierre massive qui utilise l'inertie comme facteur de confort et de conservation du vin. L'épaisseur des murs et de la toiture, la parcimonie des ouvertures et l'utilisation de puits provençaux (réseau de tubes enterrés dans le sol permettant de tempérer l'air de ventilation) concourt à cet objectif : celui d'atteindre une température absorbant les variations estivales et hivernales.

Pour cette cave tous les matériaux, ceux de la structure comme des finitions, ont un label de haute qualité environnementale délivré par un laboratoire agréé. L'extrême sensibilité du vin aux influences des produits chimiques contenus dans les matériaux fait des caves viticoles un excellent terrain expérimental en termes de H.Q.E.

Cette cave est située sur le terrain d'une ancienne vigne, en bordure du village et jouxtant un petit lotissement récent. Le bâtiment, de 61 mètres de long, 11 mètres de large et sur une hauteur de 5,60 mètres, s'implante suivant un axe nord-sud.

Cette disposition linéaire, caractérise l'architecture du bâtiment. Elle est faite de deux blocs alignés de part et d'autre d'une petite cour, entrée principale de l'édifice. Au Nord, les fonctions principales, cuverie, chai de vieillissement et stockage du vin. Au Sud, les bureaux, stockage des matières sèches et la zone réservée au matériel agricole.

Le bloc Nord, d'environ 40 mètres de long, est à demi enfoncé dans le terrain. Cette disposition accompagnée d'une toiture lourde couverte de terre assure le bon équilibre thermique. Un système de ventilation contrôlée par puits provençaux tempère l'air en assurant, été comme hiver, le lissage des écarts des températures extérieures. Les volumes occupent la totalité de la hauteur de l'édifice et sont éclairés naturellement par une fente de lumière en haut du mur.

Le bloc Sud comprend le stockage des matières sèches, à l'étage, des bureaux éclairés par une série de fenêtres verticales vers l'Est où est la vue, et enfin, à l'extrémité Sud, le garage du matériel agricole qui est impérativement fermé par rapport aux autres fonctions.

La construction est en pierres massives de 65 cm d'épaisseur assemblées par joint à la chaux naturelle. Tout l'édifice est conçu à partir de la ressource d'une carrière particulière où l'extraction des blocs permettait l'utilisation de pierre

sciée sur trois faces pour garantir les dimensions d'assises et la finition extérieure. À l'intérieur le mur garde les traces de son extraction brute de la carrière.

La toiture est supportée par les murs et une série de doubles poteaux qui délimitent à la manière d'une nef des collatéraux occupés par les cuves ou le stockage. Les poutres principales en béton franchissent la nef en s'appuyant sur les poteaux et les murs en reprenant les poutres précontraintes du franchissement secondaire. Ces planchers, poutres et entrevous sont entièrement en terre cuite et le plafond présente une surface continue de matière rouge brique.

L'étanchéité, puis l'isolation, sont couvertes d'un complexe lourd (pouzzolane+terre végétale) de 40 cm d'épaisseur.

Les menuiseries extérieures sont en acier rouillé et stabilisé et les fentes de lumière sont fermées par des verres moulés armés.

La cour est couverte par une structure de bois bruts brise soleil que protègent de simples profils de verre armés.

L'édifice, aux formes simples s'impose discrètement dans le paysage. Le rythme des ouvertures, la vibration des lumières, le jeu des matières (pierre +verre +acier) sont pensés dans une recherche d'équilibres subtiles et savants. Il oppose un extérieur lisse et éclatant à un intérieur rustique et de pénombre. Le plafond, comme un ciel rougeoyant constellé d'étoiles, flotte sur les murs qui sont comme les parois d'une carrière. La masse extraordinairement pesante de l'édifice donne une apparence d'intense légèreté et la rugosité s'oppose aux lumières douces et caressantes.

Enfin, le budget de cette construction est celui d'un hangar agricole dont la surface n'exige réglementairement (en France) pas le recours à un architecte..

Cette série d'expérience avec la pierre nous ont aussi conduit à refonder notre approche conceptuelle de l'architecture. L'utilisation de la pierre et des règles qu'elle impose, sont l'occasion d'un travail de réflexion et de questionnement sur l'écriture architecturale.

Les contraintes qu'impose la technologie de la construction en pierres massives et cyclopéennes sont considérables. Peu d'opération sont possibles : poser une pierre sur une autre, passer de l'horizontale à la verticale, franchir sur une distance limitée.

Or, en adoptant les principes du groupe littéraire de l'Oulipo\*, ces règles strictes ont pour effet de " désinhiber " le créateur en lui offrant un espace créatif immense car détaché de lui-même. Ainsi la contrainte, en levant les inhibitions, libère et crée la forme. Elle libère l'imaginaire de l'individu de son carcan psychique.

Mais elle libère aussi l'architecture en distanciant l'œuvre du créateur Cette distance imposée oblige le créateur à concentrer sa tâche sur le simple fait architectural. Puisque le "poids" de la matière, ses règles rigoureuses d'assemblage et son système implacable de formes s'imposent, il ne reste plus à l'architecte qu'à faire œuvre d'architecture. La pierre devient alors un révélateur d'architecture. L'architecte est libre de se concentrer sur l'essentiel: le silence et la lumière, ou si l'on préfère - la matière et le sens-.

C'est ainsi que la pierre, ce matériau de notre histoire, s'offre par ses vertus, comme le matériau de notre futur.

gilles perraudin LYON le 12 avril 04

" Oulipo " : Ouvroir de littérature potentiel. Groupe littéraire fondé par Raymond Queneau et Georges Perec