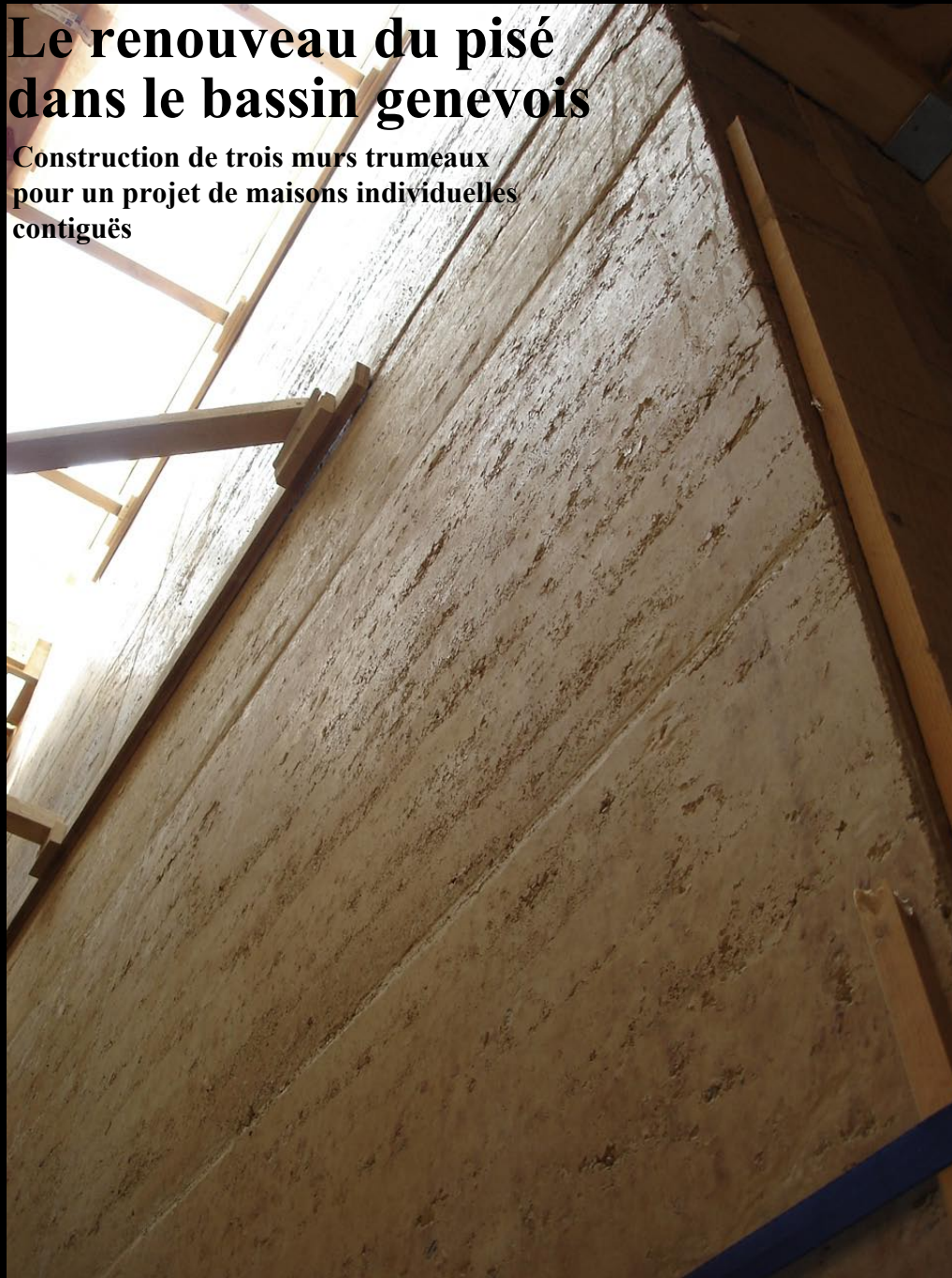


# Le renouveau du pisé dans le bassin genevois

Construction de trois murs trumeaux  
pour un projet de maisons individuelles  
contiguës





**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARCHITECTURE DE GRENOBLE**

BP 2636 - 60, avenue de Constantine - 38036 GRENOBLE Cedex 2

Mémoire du Diplôme de Spécialisation et d'Approfondissement  
DSA- Architecture de Terre 2006-2008

# **Le renouveau du pisé dans le bassin genevois**

**Construction de trois murs trumeaux  
pour un projet de maisons individuelles  
contiguës**

Olivier Krumm, Architecte, France

Soutenance : Grenoble, septembre 2008

## **Directeur d'études**

H. Guillaud, architecte, CEAA-Terre, directeur scientifique du laboratoire CRATerre-ENSAG, maître-assistant classe exceptionnelle à l'ENSAG

## **Jury**

### **Personnalités extérieures invitées**

Andreas Krewet, ingénieur génie civil, DPEA-Terre, entreprise Akterre  
Martin Pointet, architecte, entreprise Caracol

### **Equipe pédagogique du DSA-Terre**

A. Douline, T.S. génie civil, CEAA-Terre, consultant pour Misereor  
H. Guillaud, architecte, CEAA-Terre, directeur scientifique du laboratoire CRATerre-ENSAG, maître-assistant classe exceptionnelle à l'ENSAG  
P. Doat, architecte, conseiller scientifique au laboratoire CRATerre-ENSAG, professeur à l'ENSAG

Ministère de la Culture et de la Communication  
Direction de l'Architecture et du Patrimoine



# Sommaire

Note introductive .....	1
I. Le bassin genevois : un contexte favorable à la présence du pisé	
1. Fondements des cultures constructives locales .....	5
1.1 L'architecture bourgeoise : noblesse de la pierre de taille .....	5
1.2 L'architecture vernaculaire : alliance de la pierre et du bois .....	7
2. La présence du pisé .....	9
2.1 Les traces du pisé .....	9
2.2 Un contexte géographique et géologique favorable .....	11
2.3 L'influence d'Alfred Zschokke .....	15
II. Le renouveau du pisé à travers deux réalisations contemporaines	
1. Un mur d'enceinte de mairie par M. Rauch .....	19
1.1 Le travail de M. Rauch .....	19
1.2 Un projet fondateur à Genève .....	21
2. La réalisation de trois murs trumeaux pour trois villas contigües avec l'entreprise de maçonnerie Arbio .....	23
2.1 Présentation du projet .....	23
2.2 Préparation du chantier .....	29
2.3 Déroulement du chantier .....	33
III. Perspectives de développement	
1. La revalorisation du patrimoine local .....	53
2. L'alternative de l'autoconstruction .....	55
3. La filière bourgeoise .....	57
Éléments de conclusion .....	59
Bibliographie.....	61



# Note introductive

S'appuyant sur les traces existantes d'un savoir-faire de bâtisseurs en pisé dans l'histoire des cultures constructives de la région genevoise, il s'agira ici de porter une réflexion sur le potentiel de renouveau de cette technique, avec, comme point d'ancrage, le récit de la construction de trois murs trumeaux pour un projet de maisons individuelles contiguës, dans la commune du Grand-Saconnex, près de Genève.

Effacée et non-valorisée, l'existence d'un patrimoine en pisé dans la région genevoise paraît, au premier abord, complètement improbable. Mais en y regardant de plus près, on s'aperçoit que ce patrimoine existe et qu'il pourrait même incarner la vitalité des échanges culturels et économiques ayant eu lieu entre la région lyonnaise et le genevois par l'intermédiaire du Rhône. Ainsi, à travers l'exemple vécu de ce projet de construction de trois murs trumeaux, il s'agira de décrypter dans quelles mesures il paraît intéressant de relancer cette filière dans la région par la formation d'artisans locaux et la valorisation des terres locales présentant des caractéristiques similaires avec les terres du Bas-Dauphiné et du Lyonnais.

La méthodologie de travail passera tout d'abord par une brève étude contextuelle étudiant, entre autres, l'histoire des cultures constructives de la région et la place des savoir-faire du pisé, puis de présenter l'angle d'approche adopté pour la mise en place du projet du Grand-Saconnex, que ce soit au niveau de l'équipe d'intervenants réunis (artisan, formateurs, ingénieur civil...), des étapes de travail (journée de sensibilisation, échantillons proposés, mise en place du chantier...)... Enfin, il s'agira d'effectuer un bilan de ce projet tout en mettant en perspective les stratégies envisagées pour enrichir et développer cette redécouverte du pisé et de la construction en terre dans la région.

L'objectif principal de ce travail est de questionner la viabilité de ce

projet de revalorisation et de développement du pisé, et plus généralement, de la construction en terre dans la région genevoise, tant au niveau des possibilités d'élargissement du réseau d'acteurs de la filière que des opportunités économiques offertes par la région.

Enfin, il sera intéressant de porter un regard parallèle sur les autres filières traditionnelles, à savoir la culture de la construction en pierre et en bois.

Ce document est autant destiné à être lu en tant que mémoire de DSA-Architecture de Terre que par des élus du bassin genevois, ou encore des acteurs locaux que cela intéresse. Dans ce sens, il ne s'affiche en aucun cas comme un travail approfondi de recherche et d'investigation universitaire, mais plutôt comme la mise en perspective synthétique d'une expérience vécue au travers d'une histoire et d'un devenir potentiel.



Le bassin genevois : un contexte  
favorable à la présence du pisé



Nef centrale de la cathédrale Saint-Pierre, édifice du XII<sup>ème</sup> siècle, dont la réforme protestante du XVI<sup>ème</sup> siècle a largement transformé l'intérieur au regard de sa philosophie d'austérité (destruction des ornements et peintures), et a ainsi mis à nu l'ensemble des appareillages en pierre qui la constitue.  
Photo : CHARDONNENS G., Genève, vieille-ville, vieilles rues, Editions Slatkine, Genève, 1999.



Cette maison de la rue de l'Evêché, près de la cathédrale, est un exemple typique de demeure en pierres taillées que l'on peut trouver en vieille ville de Genève .

Photo : Genève, vieille-ville, vieilles rues, Op.Cit.



Bâtiment principal de l'université des Bastions de Genève dont tout le rez-de-chaussée et les encadrements sont en molasse.

# 1. Fondements des cultures constructives locales

## 1.1 L'architecture bourgeoise : noblesse de la pierre de taille



Maison bourgeoise du centre-ville de Genève. Le bâtiment est bâti en molasse avec son soubassement en calcaire.



La molasse est une pierre très friable qui s'use relativement vite dans le temps.

Le bassin genevois est riche en ressources permettant de construire en pierre : bancs de molasse et de calcaire, galets de rivière, moellons, sable, graviers, argile.

Alors que les maisons paysannes sont généralement bâties avec les matériaux disponibles sur place ou à proximité immédiate vu le coût élevé du transport (le bois jusqu'au Moyen-Âge puis la pierre locale à partir du XVI<sup>ème</sup> siècle), les bâtiments prestigieux rattachés à l'Etat, à la religion ou au privé sont pratiquement systématiquement réalisés en pierre, et de surcroît, en pierre de taille apparente sans enduits.

Pour construire ces édifices, on fait venir, par voie lacustre tout d'abord, de la molasse de carrières proches de Lausanne, d'une meilleure qualité que celle de Genève. Dès le début du XIX<sup>ème</sup> siècle, la construction de la route du Simplon par Napoléon permettant de relier le canton du Valais à l'Italie, entraîne l'ouverture de nouvelles carrières, faisant naître une véritable industrie autour de l'extraction de ce matériau. Aux alentours de 1860, celui-ci occupe la première des marchandises recensées au port de Genève.

L'emploi de diverses pierres (granit du Valais, pierres dures de la région lyonnaise et de Bourgogne...) se généralise dans l'architecture locale avec les possibilités offertes par les nouveaux moyens de transports (le chemin de fer fait son apparition en Suisse en 1858), mais la plupart des bâtiments prestigieux continuent d'être bâties en pierres locales, soit en calcaire et molasse taillés d'excellentes qualités.<sup>1</sup>

1. ROLAND I., ACKERMANN I., HANS-MOËVI M., ZUMKELLER D., Les maisons rurales du canton de Genève, Éditions Slatkine et Société suisse des traditions populaires, Genève, 2006.



Maison paysanne de la première moitié du XIX<sup>ème</sup> siècle, typique des bâtisses agricole de la région.  
Photos de ces deux pages extraites de : Les maisons rurales du canton de Genève, Op. Cit.



Dépendance agricole postérieure à 1850.  
L'étage est fermé par un bardage à claire-voie.  
Ce cas de figure se retrouve souvent : utilisation de maçonnerie au rez et d'une ossature bois à l'étage.



## 1.2 L'architecture vernaculaire : alliance de la pierre et du bois



Trois types de maçonnerie en moellons (de haut en bas) : provenance géologique diverses non-équarris, molasse de carrière partiellement équarris, calcaire partiellement équarris soigneusement appareillés.

Il semblerait que le colombage rempli en torchis ou en maçonnerie d'adobe est connu depuis l'époque Néolithique et s'emploie fréquemment à Genève durant l'Antiquité et au Moyen-Âge dans la construction populaire. La conquête des Romains dès le II<sup>ème</sup> siècle av. J.-C. introduit largement l'usage de la pierre sans pour autant évincer le bois, dont les ressources abondent dans la région.

Comme indiqué dans le chapitre précédent, ce n'est qu'aux alentours du XVI<sup>ème</sup> siècle que l'usage de la pierre devient plus courante. Celle-ci reste réservée aux édifices cossus et à la partie habitation mais, progressivement, elle gagne l'ensemble de l'édifice et la quasi-totalité des constructions. Comme dans d'autres régions françaises ou suisses, ce phénomène se développe également suite aux problèmes d'incendies criminels ou accidentels rencontrés avec les constructions en bois. Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, suite à la surexploitation des forêts genevoises, on assiste à une domination générale de la maçonnerie de pierre dans les campagnes genevoises. Le bois reste utilisé pour les charpentes, solives et cloisons mais ce n'est qu'au début du XIX<sup>ème</sup> siècle qu'il redevient d'un usage courant pour clore l'étage des locaux d'exploitation.<sup>2</sup>

L'abondance des ressources en bois et en pierre a donc largement développé les cultures constructives qui s'y réfèrent. D'autres matériaux de construction ont également été introduits dans la région, comme la brique ou le béton de chaux, mais c'est principalement le bois et la pierre qui prédominèrent ici.

Pour ce qui est de l'emploi de la terre crue, il est attesté en ce qui concerne l'utilisation de mortier, d'adobe pour le remplissage de certaines constructions en pans de bois, mais surtout, pour un patrimoine encore présent aujourd'hui et non-négligeable, pour le pisé qui se développa fortement au cours du XVIII<sup>ème</sup> siècle mais dont il est probable qu'il est connu depuis bien plus longtemps.

2. Op.cit.



Ferme de Confignon partiellement construite en pisé. Le mur pignon est en «boulet», terme désignant la maçonnerie en gros galets, et les façades latérales sont en terre.



Maison en pisé située au centre du village de Meyrin, répertoriée par le groupe de recherche sur le pisé de l'EPFL.  
Photo extraite de la postface de : Bâtir en pisé, Op.Cit



Mur intérieur de la grange d'une maison paysanne avec traces de badigeon à la chaux.  
Photo extraite de : Les maisons rurales du canton de Genève, Op. Cit.



Mur intérieur de la grange d'une maison paysanne avec les trous de réservation pour les clés de banche.  
Photo extraite de : Les maisons rurales du canton de Genève, Op. Cit.

## 2. La présence du pisé

### 2.1 Les traces du pisé



Mairie de Vandoeuvres, l'un des rares exemples de maisons de maître construites en pisé.  
Photo extraite de : CHAILLOT CALAME B., Mairie de Vandoeuvres, restauration des dépendances, fascicule édité par la commune, Genève, 2007.

Au premier abord, on serait tenté de croire que la culture constructive du pisé ne s'est pas développée à Genève. Les ressources de pierre et de bois y sont abondantes et les manifestations de leur emploi dans l'architecture locale omniprésentes. Mais une fois quelques recherches effectuées, on découvre que cette culture fut bel et bien développée et qu'elle a même pris une ampleur non-négligeable à une certaine époque de renouveau partagé avec les régions françaises voisines au XVIII<sup>ème</sup> siècle.

Je pris tout d'abord connaissance d'informations glanées ça et là auprès de professionnels de la construction s'intéressant à la question m'affirmant que quelques édifices du bassin genevois étaient en pisé. Ensuite, après m'être penché sur les publications attestant de ce regain d'intérêt pour le pisé au XVIII<sup>ème</sup> siècle, je découvris qu'un groupe de recherche de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) travailla sur la question dans les années 80, ce qui me permit d'avoir un regard relativement récent sur le sujet à l'échelle fédérale.<sup>3</sup>

Mais, au delà des livres, ce sont les rencontres qui furent les plus passionnantes et les plus inattendues dans cette recherche.

En premier lieu, c'est une visite de la ferme dans laquelle habite une collègue qui, sans m'y attendre, s'avéra être partiellement construite en pisé. En en discutant avec elle, elle m'assura qu'il en était de même pour d'autres bâtisses du village.

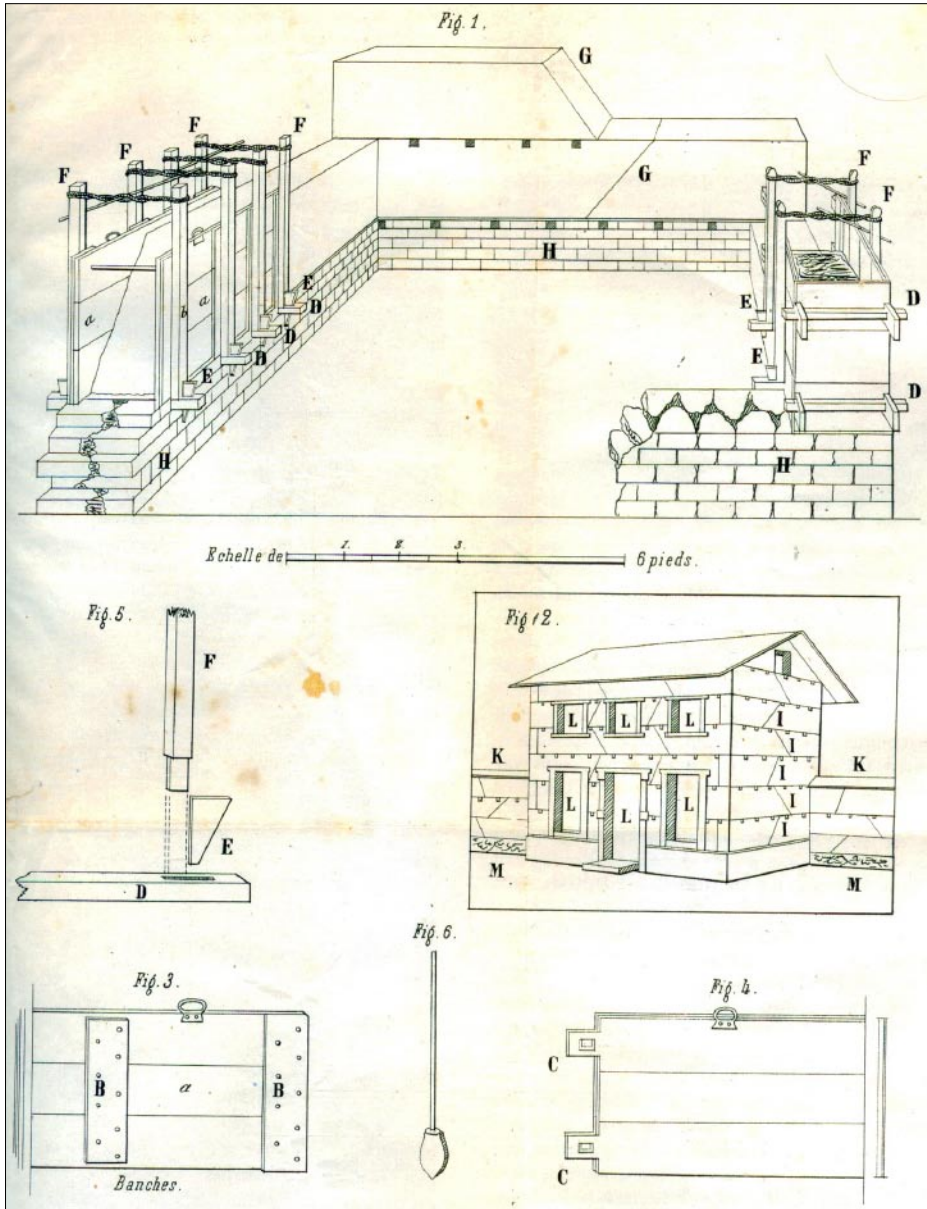
En second lieu, ce furent les discussions avec les ouvriers fréquentés sur le chantier faisant l'objet de ce mémoire qui m'apportèrent le plus d'informations. En discutant des murs en terre pendant le «bouquet» de chantier (apéritif organisé avec tous les acteurs du projet dès la mise hors d'eau du bâtiment), ce fut d'abord le charpentier qui m'indiqua qu'il avait travaillé récemment sur la transformation d'une grande bâtisse en pisé puis le maçon qui m'invita à venir sur un de ses chantiers dont certains murs étaient également en pisé.

Toutes ces découvertes m'assurèrent que le pisé était bel et bien là et qu'il s'agissait d'une culture constructive qui avait pris racine.<sup>4</sup>

3. Texte de postface de la traduction de l'ouvrage de ZSCHOKKE A., *Anleitung zum Pisé-Bau, Mit Spezieller Rückficht auf das Verfahren bei den Bauten im Kanton Aargau, Gauerländer, Verlags, Haran, 1849.* Traduction française : Werner H., *Bâtir en pisé, EPFL, Lausanne, 1983.*

4. D'après l'ouvrage «Les maisons rurales du canton de Genève» cité précédemment, 35 bâtiments en pisé ont été recensés sur le canton, en plus de ceux qui ont déjà été détruits, mais, d'après les auteurs, le recours systématique au crépis laisse à penser que ce nombre est bien plus important.





Construction d'un mur en pisé, planche extraite du *Mémoire sur la bâtisse en terre* de Louis Raymond. Source : Les maisons rurales du canton de Genève, op.cit.



## 2.2 Un contexte géographique et géologique favorable

En 1857, la Direction d'Industrie et d'Agriculture de l'Institut National genevois finance une publication sur la technique du pisé, dans l'élan de la politique hygiéniste de l'époque qui cherche à développer des techniques de construction plus solides, non-soumises aux risques d'incendie et surtout économiques pour l'habitat des classes pauvres. Dans cet ouvrage, «Mémoire sur la bâtisse en terre», l'auteur nous explique comment cette technique fut introduite au XVIII<sup>ème</sup> siècle par un maçon français :

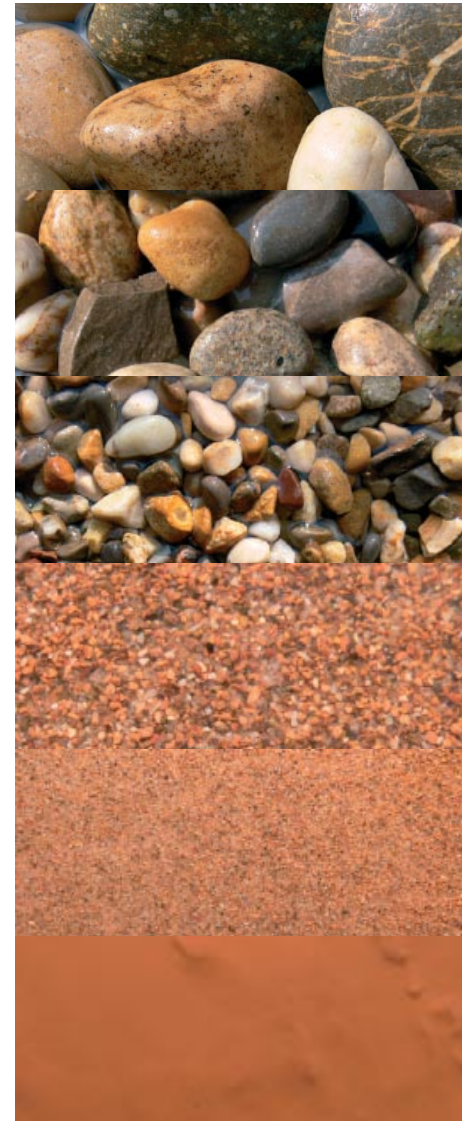
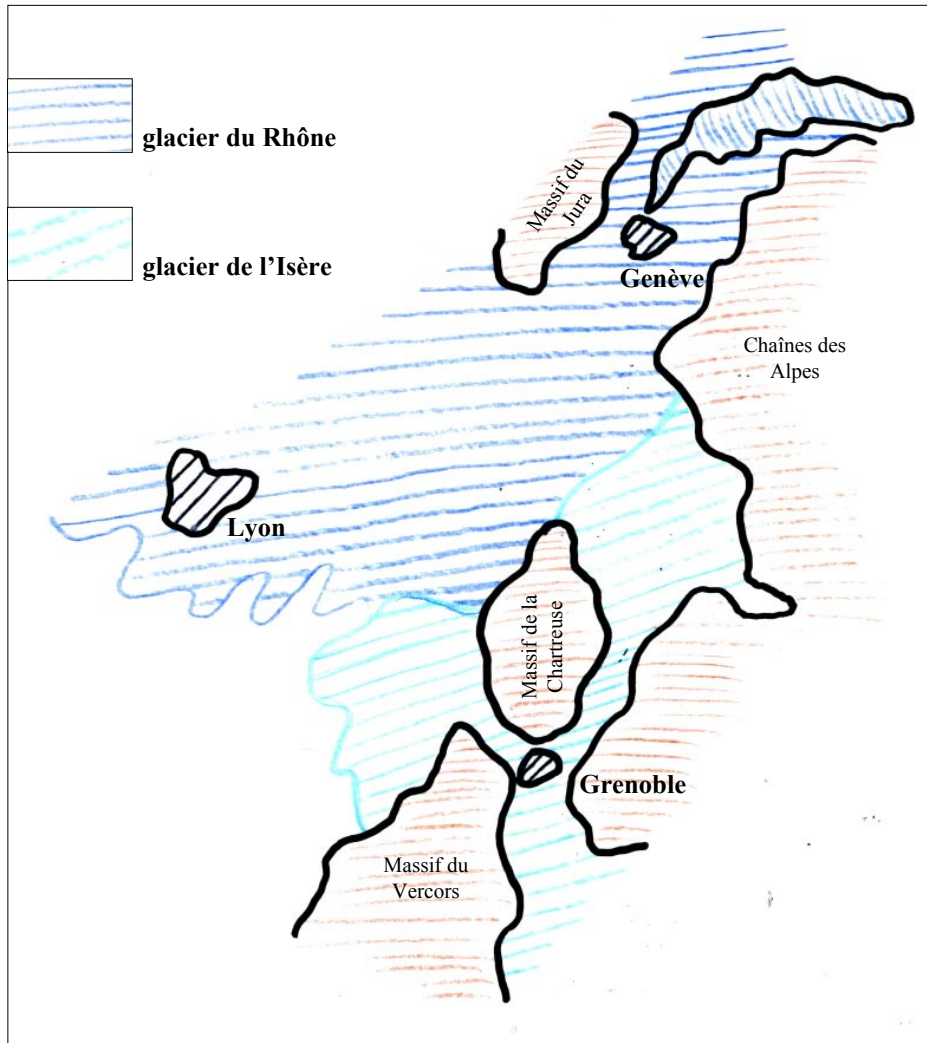
*«Il y a quatre-vingt dix ans environ, qu'un ouvrier charpentier de Lyon - dénommé Ronchet - chassé de sa patrie par le manque d'ouvrage, passa le Jura, et vint à Genève pour exercer son état ; il fut employé, en cette qualité, près de Chêne. Comme il était aussi ouvrier piseur, il remarqua la bonté des terres argileuses du sous-sol de toute cette partie de la frontière, touchant le territoire de la République de Genève, pour la construction des maisons. Il proposa à un particulier, qui voulait faire bâtir une ferme, de la lui construire économiquement ; l'offre fut acceptée, et l'ouvrier lyonnais se mit à l'oeuvre et l'exécuta en pisé. - La maison qu'il fit existe encore et est située sur la route de Chêne à Jussy. Elle est très connue sous son nom primitif ; (...) on n'a qu'à demander la maison de terre.»<sup>4</sup>*

Cette hypothèse est reprise par une étude de l'École Polytechnique Fédérale de Lausanne qui assure que la technique du pisé est connue depuis fort longtemps et qu'elle aurait été introduite par des maçons venant de la région du Bugey et du Lyonnais.

On voit donc ici l'importance de la situation géographique de Genève et de ses liens économiques et culturels avec les villes et territoires bordant le Rhône.<sup>5</sup> C'est à travers une tradition d'échanges économiques et culturels avec ces régions que le pisé s'est installé dans le bassin genevois, où la pierre et le bois ne manquaient pas mais où l'on découvrit que la terre était propice à cette technique qui présentait des avantages singuliers.

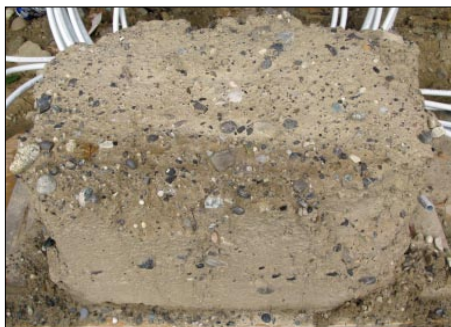
4. RAYMOND L., Mémoire sur la bâtisse en terre, Imprimerie d'Elie Carey, Genève, 1857.

5. BUYSENS D., Genève-Lyon : art et architecture au fil du Rhône, Genava, revue d'histoire de l'art et d'archéologie, Genève, 1997

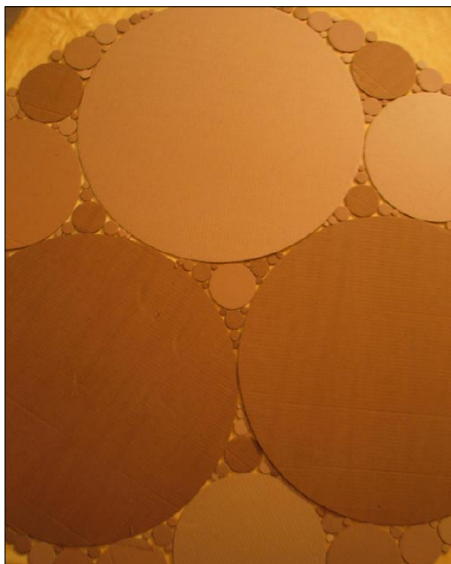


L'étendue des glaciers du Rhône et de l'Isère à l'ère quaternaire, ainsi que la futur trajectoire des fleuves. Ce sont les dépôts fluvio-glaciaires qui ont contribué à former les terres de ces régions dont la plus grande caractéristique est d'être formé de nombreux grains de tailles très diverses et de forme ronde.

Diverses tailles de grains composants les terres du dauphinée ou du genevois. Photos : Romain Anger - Laetitia Fontaine / CRAterre - ENSAG



Échantillon réalisé avec le public lors d'une journée porte ouverte organisée sur le chantier des villas contigües. On voit très bien la composition de cette terre aux nombreux grains de tailles diverses (l'échantillon est resté sur le chantier, à la pluie, ce qui a érodé la couche d'argile superficielle).



Empilement théorique des grains d'une terre à pisé.  
Photos : Romain Anger - Laetitia Fontaine /  
CRAterre - ENSAG

Car, effectivement, un autre facteur a joué un rôle important dans le développement du pisé genevois : la qualité des terres. En effet, on peut observer que de nombreuses terres du bassin genevois ont des caractéristiques très proches de celles du Bas-Dauphinée, vers Grenoble, à savoir des grains de tailles très diverses et de forme ronde. Ces propriétés conviennent particulièrement bien à la réalisation d'excellents pisés.

On peut expliquer cela par une histoire géologique commune.

En effet, ces terres ont essentiellement été formées à l'ère quaternaire, ère d'alternance entre période chaude et période froide (glacière), pendant lesquelles les glaciers et les cours d'eau ont transporté et déposé des grains de toutes tailles (des rochers, graviers, sables, limons jusqu'aux argiles).<sup>6</sup>

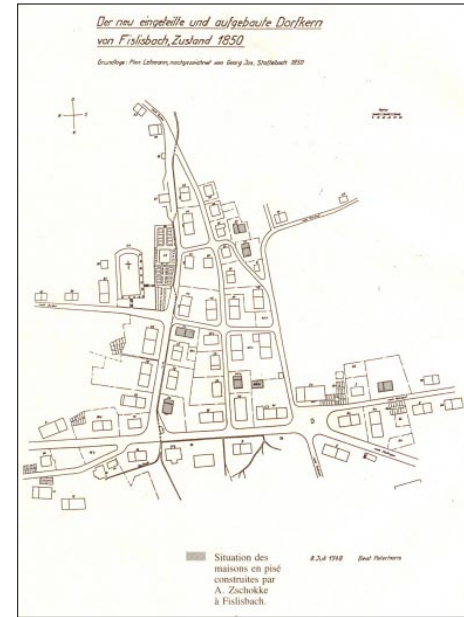
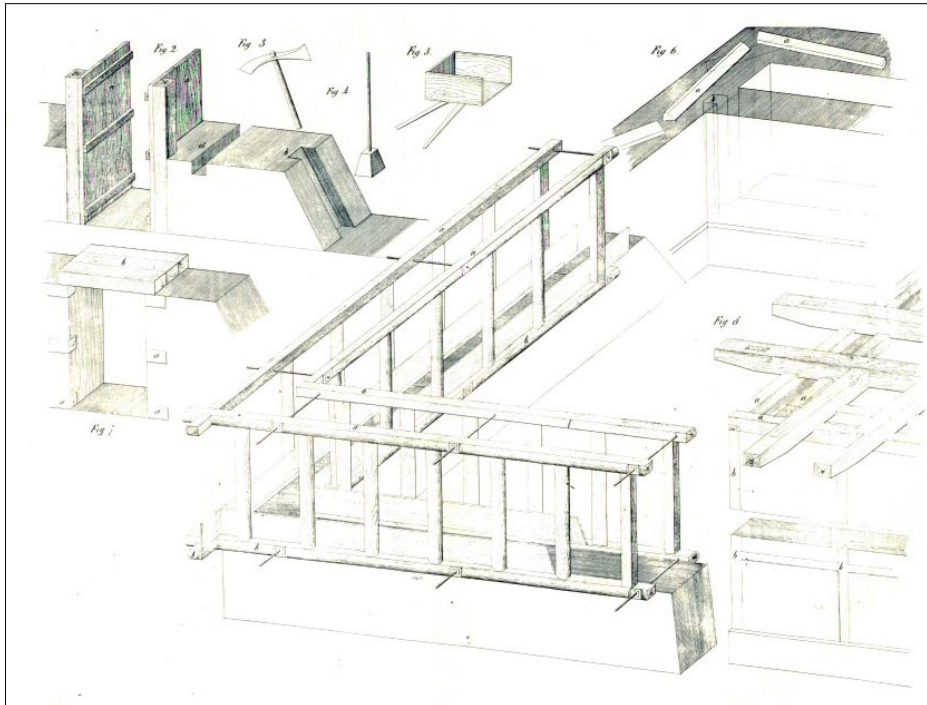
La présence parallèle de glaciers et de fleuves dans le bassin genevois et le Bas-Dauphinée (le Rhône pour les deux mais l'Isère, aussi, pour ce dernier) a contribué à composer des terres dont les propriétés qui nous intéressent sont similaires.

Un large spectre granulométrique (des grains de tailles très diverses) permet de composer un pisé très dense, donc très dur, car il ne reste que peu de vide entre eux (de 25 à 35% selon la qualité du pisé ; voir photo ci-contre décrivant le principe théorique). De plus, la faible proportion d'argile est optimum pour enrober ces grains et les lier entre eux.

En outre, de part leur forme ronde produite par l'usure des voyages dans l'eau des fleuves et les glaciers, ils s'assemblent particulièrement bien lorsqu'on les compacte ensemble.

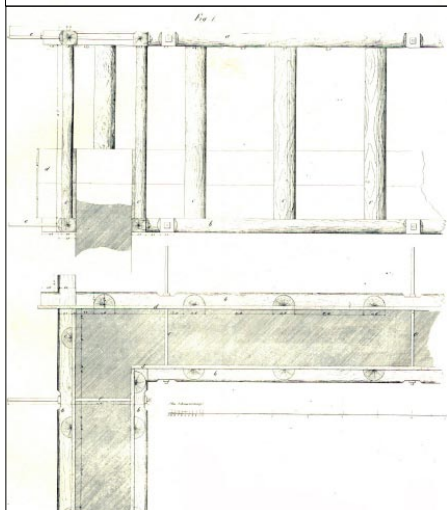
Pour toutes ces raisons, les terres de ces régions sont excellentes pour produire un pisé particulièrement résistant et très peu soumis au retrait que provoque l'argile en séchant et entraîne des fissurations.

6. ANGER R., Grains de bâtisseurs, Mémoire de DSA-architecture de terre, Grenoble, 2005.



Plan de Fislisbach, datant de 1850 et indiquant les emplacements des maisons construites par Zschokke.

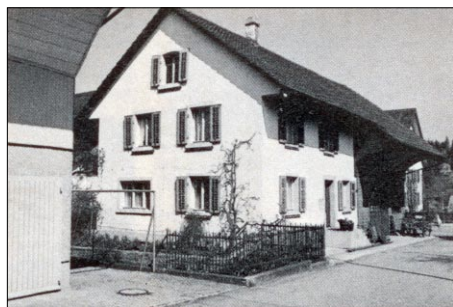
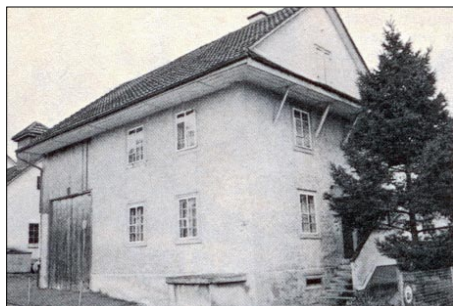
Plan extrait de l'ouvrage de Zschokke.



Planches extraites de l'ouvrage de Zschokke.



## 2.3 L'influence d'Alfred Zschokke



Photos de deux fermes construites par Zschokke toujours existantes à Fislisbach.  
Photo extraite de la postface de : Bâtir en pisé,  
Op.Cit

C'est en 1849 que paraît le manuel de construction en pisé relatant la technique et l'expérience de la réalisation de huit fermes dans le canton d'Argovie par l'architecte Alfred Zschokke.

En effet, un an avant cette publication, suite aux ravages d'un incendie sur le village de Fislisbach, la commission de reconstruction du canton la confie au jeune architecte passionné par la technique du pisé.

Mais Zschokke est vu d'un très mauvais œil par les maçons et leurs fournisseurs locaux car, non seulement le matériau est gratuit, mais, en plus, le pisé rendait l'autoconstruction possible. Ainsi, il arrive à démontrer dans son document que ses bâtiments aux qualités indéniables coûtent trois fois moins cher que ceux en maçonnerie de pierre. Pour une maison rurale de deux étages habitables de 100m<sup>2</sup>, construite par huit personnes non-qualifiées et un maître piseur, 16 jours de travail suffisent à la mettre hors d'eau.

Les pressions s'enchaînent (sabotage sur chantier, bagarres, propagande anti-pisé...) et, au final, sur les cinquante maisons à construire, seuls huit seront réalisés. Au final, Zschokke aura réussi à faire taire ses opposants. À l'issue du chantier, ses ouvrages sont un succès.

Il compilera donc l'ensemble de cette expérience dans cet ouvrage très remarqué en Suisse dans les milieux scientifiques où la rigueur technique et économique (il chiffrera de manière très précise l'ensemble des coûts induits par la construction) côtoie l'enthousiasme d'un jeune architecte convaincu des bienfaits de cette technique.<sup>7</sup>

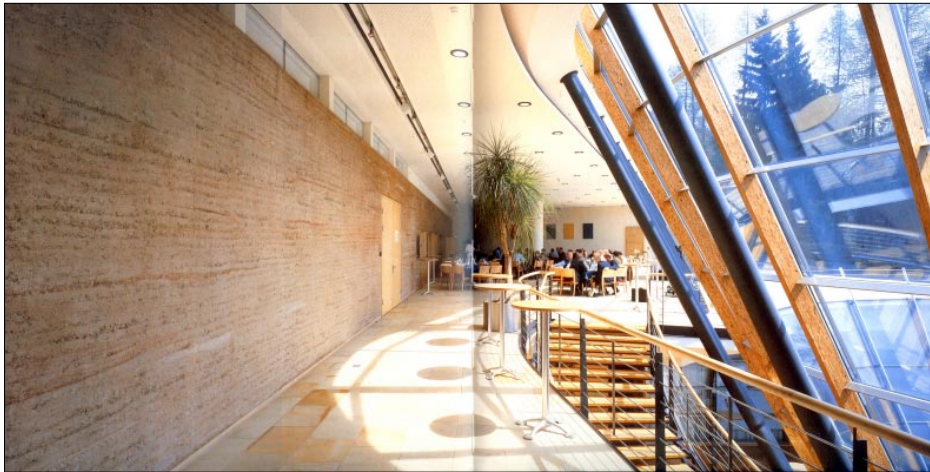
Cinquante ans après les écrits de Cointreaux, personnage pionnier dans la revalorisation du pisé au XVIII<sup>ème</sup> siècle, ce sont les mêmes arguments qui conduisent Zschokke à défendre cette technique de construction qui était déjà connue en Suisse depuis longtemps, selon certaines hypothèses d'archéologue lui attribuant une origine gallo-romaine.

7. ZSCHOKKE A., Anleitung zum Pisé-Bau, Mit Spezieller Rückficht auf das Verfahren bei den Bauten im Kanton Aargau, Gauerländer, Verlags, Haran, 1849.

Traduction française : Werner H., Bâtir en pisé, EPFL, Lausanne, 1983.



# Le renouveau du pisé à travers deux réalisations contemporaines



Maison de Martin Rauch, à Schlins. Des lits de briques cuites horizontales sont régulièrement disposés pour limiter l'érosion du mur dans le temps.  
Source : Le Temps, Genève, 9 juillet 2008.

Murs dans l'hôpital de Feldkirch, en Autriche : l'expression même du travail d'artiste de Martin Rauch qui joue avec les couleurs et le marquage volontaire du mur lorsqu'il est frais.  
Photos extraites de : Kapfinger O., Martin Rauch, Lehm und architektur, Éditions Birkhäuser, Basel, 2001.



# 1. Un mur d'enceinte de mairie par M. Rauch

## 1.1 Le travail de Martin Rauch



Coffrage réalisés pour bâtir la chapelle de la réconciliation, à Berlin, un bâtiment de forme ovoïde en pisé.

Photo extraites de : Martin Rauch, *Lehm und architektur*, Op. Cit.

Martin Rauch est un artisan-artiste autrichien reconnu comme l'une des figures incontournables de la construction en pisé. Céramiste de formation, il s'intéresse depuis longtemps à cette technique et son potentiel expressif.

Passionné par les possibilités offertes par le matériau terre, il mène un véritable travail de recherche lié à la plastique de la matière, aux combinaisons possibles avec d'autres matériaux ou encore à l'optimisation de la mise en oeuvre.

Pour ce qui est du travail de finition, l'artiste «scarifie» le mur lorsqu'il est frais en tapant au marteau sur diverses formes de pièces métalliques, utilise des terres de couleurs pour créer des strates variées ou encore joue avec les proportions de grains dans la terre pour donner un aspect final plus ou moins brut.

Pour limiter l'érosion des murs en pisé et conserver des débords de toits très limités, il utilise des briques cuites disposées en lits horizontaux. Enfin, dans un souci d'augmentation de rendement ou encore de possibilité formel, Martin Rauch a beaucoup travaillé sur les modalités de mise en oeuvre du matériau. Ainsi, il a développé une technique de fabrication de coffrage lui permettant de créer des murs courbes et de damer la terre avec un rouleau compresseur remplaçant le fouloir pneumatique (sorte de marteau piqueur à bout plat fonctionnant à air comprimé et permettant au piseur de compacter la terre plus rapidement en produisant moins d'efforts).

C'est donc cet artiste qui fut contacté pour réaliser ce projet de construction de mur d'enceinte en pisé du parc de la mairie de Confignon, un village situé en bordure de la ville de Genève. Les travaux se déroulèrent au cours de l'année 2007 et constituèrent la première étape du retour de cette technique dans le bassin genevois, après, certainement, plus d'un demi-siècle d'absence.



Mur d'enceinte de la mairie de Confignon réalisé en 2007. L'effet des strates rompant avec la pente du terrain est particulièrement mis en valeur par l'utilisation de terre rouge et de couches de chaux à certains endroits.



Un camion-grue est utilisé pour disposer la terre dans les coffrages.  
Photo : Ch. Von During



Des panneaux fins de contreplaqué sont disposés à l'intérieur des banches pour que les joints de coffrage n'apparaissent pas au final.  
Photo : Ch. Von During

## 1.2 Un projet fondateur à Genève



La fameuse machine que Martin Rauch a mis au point pour pisser la terre de manière mécanique.  
Photo : Ch. Von During

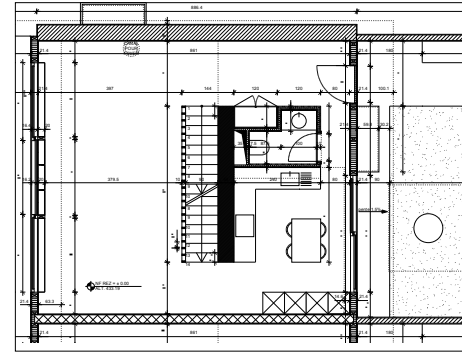
Ce projet s'inscrit dans une volonté de revalorisation de ces éléments architecturaux très présents dans la campagne genevoise. Au-delà de leur fonction protectrice, les murs d'enceinte délimitaient les domaines et participaient, entre autres, à la gestion des différences de niveaux. Les différentes techniques employées pour les construire nous renseignent aujourd'hui sur les diverses cultures constructives développées dans la région aux diverses époques de son histoire.<sup>8</sup>

À l'origine, le choix du pisé n'était pas clair. Le conseil municipal hésitait avec une construction en «boulet» (terme local désignant la technique de maçonnerie en gros galets de rivière) mais c'est l'architecte du projet qui proposa de construire ce mur en pisé, convaincu depuis longtemps des richesses de cette technique et habitant, lui-même, dans une bâtisse du village possédant une partie en terre. Après de longues discussions, on opta pour cette option, non sans difficultés à convaincre certains élus.

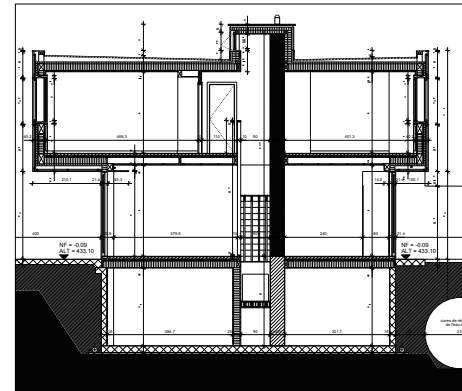
Ce fut la première expérience de retour de cette technique dans le bassin genevois. M. Rauch se réjouit de trouver, sous l'ancien mur, une terre qui convienne mais rajouta, tout de même, des graviers au mélange pour donner un aspect rugueux à la surface. Il joua également avec de discrètes couches de couleurs ce qui amplifia la présence des strates de terre comprimée. En effet, le mur étant situé dans une pente forte, l'artiste opta pour l'accentuation des couches, disposées de manière horizontale, qui tranchent avec la pente et donne un effet troublant à l'ensemble. On peut, aujourd'hui, regretter que certaines pathologies apparaissent déjà sur cet ouvrage (eaux de ruissellement mal canalisées qui érodent la base du mur en partie haute) ce qui conforte les nombreux détracteurs du projet dans le village et, même, au sein du conseil municipal. Malgré cela, cet ouvrage restera une formidable occasion d'encouragement et un déclencheur pour, entre autres, le projet présenté ci-après.

8. cf. panneau d'information installé dans le parc de la mairie expliquant également comment le mur en terre fut bâti et la présence de cette technique dans l'histoire architecturale du village.





Plan du rez-de-chaussée de la villa A. Le mur en pisé est au centre de l'espace, séparant la cuisine du séjour orienté au sud.



Le mur traverse toute l'habitation avec, pour le sous-sol, de la brique monomur, puis, pour le rez-de-chaussée et l'étage, le pisé.

Façade nord (en haut) et sud du projet des trois villas contiguës au Grand-Saconnex, près de Genève. Alors que l'entrée nord donne un caractère très privé à chacune des maisons, le jardin et l'architecture de la façade sud tendent à éliminer ces individualités.

Images et plans : s2vd

## 2. Trois murs trumeaux pour trois villas contiguës

### 2.1 Présentation du projet



Photo de l'ancienne villa des années 30 qui fut démolie.

À l'origine, ce projet est le fruit d'une histoire familiale. Christian Von During, l'architecte, a vécu sa jeunesse avec ses parents et ses trois frères sur cette parcelle de 2000 m<sup>2</sup> dans une maison pavillonnaire des années 30. Il y a quelques années, suite au décès de M. Von During et au départ des enfants du foyer familial, Mme Von During décida de vendre la maison et de s'installer ailleurs pour des raisons symboliques et financières. C'est alors que son fils, sous l'étiquette de son bureau d'architecte s2vd<sup>9</sup>, lui proposa de transformer le lieu plutôt que de le quitter en démolissant l'ancienne maison et en densifiant la parcelle, construisant ainsi trois maisons mitoyennes.

Il s'agissait donc plus d'une nouvelle vie du lieu et d'un enrichissement du patrimoine que d'une séparation brutale.

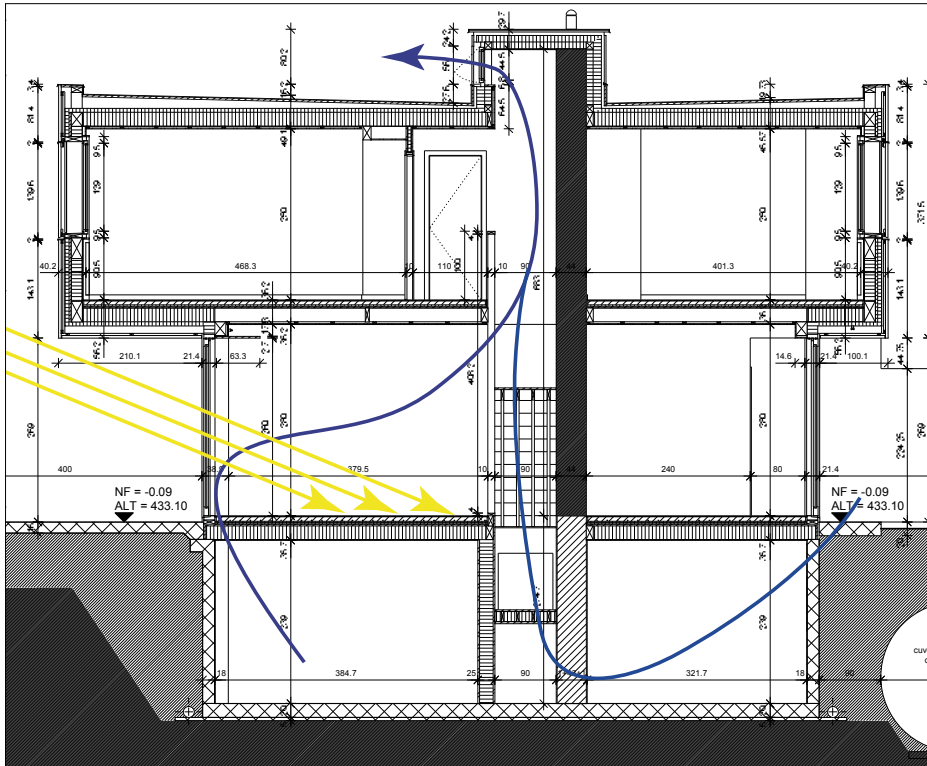
#### **Un travail autour des limites privé/public.**

L'intention première du projet était de rompre avec l'occupation conventionnelle pavillonnaire. Le bâtiment se divise en deux zones bien distinctes : un jardin collectif au sud-ouest sans aucune limite perceptible entre les villas et trois patios privatifs, au nord-est, protégés de la voie de desserte par un garage et une entrée piétonne, opposant ainsi au caractère public du jardin un espace très intime. Architecturalement, ce parti pris s'exprime par un traitement linéaire des ouvertures et de la façade au sud (glissières pour volet en bardage continues, calepinage non-interruptu) et une division très forte des espaces au nord soulignée par des murs mitoyens particulièrement hauts.

#### **L'expression contemporaine d'une logique vernaculaire.**

Le système constructif mis en oeuvre est largement inspiré de l'habitat rural local. En effet, il s'agit de profiter de la régulation thermique apportée par l'inertie de la masse dans les parties basses du bâtiment et d'utiliser la simplicité d'une ossature bois bien isolée dans les parties hautes.

9. [www.s2vd.ch](http://www.s2vd.ch)



Coupe sur une des villa : en jaune, les apports solaires passifs d'hiver atteignent le salon alors qu'en été, le porte-à-faux le protège du soleil dont les rayons ont un angle d'inclinaison plus important ; en bleu, l'air frais de la cave entrant par le saut-de-loup et les clapets ouvrants du salon circule dans la maison en passant par la trémie de l'escalier et en sortant par le lanterneau de toiture, créant ainsi une ventilation rafraîchissante naturelle.

Clapets ouvrant tels qu'ils sont actuellement posés sur le chantier. Des plaques de plexiglas ouvrantes les recouvriront.



Le saut de loup côté patio permettant d'amener de l'air frais et de la lumière naturelle à la cave.

Cette disposition amena tout naturellement les stratégies suivantes :

- pour assurer le confort thermique hivernal, de larges baies vitrées occupent toute la façade sud-ouest du rez-de-chaussée en profitant des apports solaires passifs dont les calories s'accumulent dans la masse. Le chauffage d'appoint est, lui, assuré par une pompe à chaleur.
- pour prévenir des surchauffes estivales, d'une part le porte-à-faux important de l'ossature bois joue le rôle de protection solaire au sud-ouest tout en protégeant les terrasses des intempéries, et d'autre part, une ventilation naturelle est réalisée par un système d'ouvertures sur le sous-sol au sud-ouest et au nord-ouest (clapets ouvrants dans le salon et saut de loup côté patio) entraînant l'air frais dans la trémie de l'escalier qui est, ensuite, aspiré par les ouvertures des lanterneaux en toiture.

Cette conception architecturale d'une simplicité exemplaire a la vertu de tisser des liens avec les cultures constructives locales en leur empruntant une logique fonctionnelle développée par bon sens et nécessité tout en s'exprimant de manière contemporaine.

### **Le rôle expressif et fonctionnel du mur en pisé.**

L'idée du mur en pisé est présente depuis les premières esquisses du projet. Dès le début, l'architecte avait à l'esprit la présence d'un grand mur trumeau massif qui traverserait chaque maison de bas en haut tout en séparant l'espace en deux. Attiré depuis longtemps par la technique du pisé, c'est à la suite d'une visite dans le Bas-Dauphinée avec l'ingénieur civil, M. Schwartz, passionné de pisé de longues date, et la venue de M. Rauch pour la réalisation du mur d'enceinte de la mairie de Confignon, qu'il se décida à trouver une entreprise qui soit à même de réaliser ces murs à Genève.

L'utilisation de cette technique répondait à plusieurs exigences. D'une part, le pisé offrait une présence fortement démarquée du reste des revêtements intérieurs et l'expression d'un monolithe massif et autonome. D'autre part, il jouait un rôle de régulateur thermique et





Plan masse du projet. La densification de l'habitat est à son maximum par rapport au coefficient d'occupation des sol autorisé dans cette partie de la commune.

Images et plans : s2vd

Cheminement depuis le salon jusqu'aux chambres. La cloison à claire-voie, supportant la trémie, se transforme en garde-corps à l'étage.



hygrométrique particulièrement efficace. Enfin, dans une optique d'utilisation de matériaux à faible énergie grise incorporée, l'utilisation de la terre excavée pour le terrassement était particulièrement adaptée.

La richesse de ce projet tient au fait qu'il s'inscrit au carrefour de plusieurs réflexions fondamentales pour la construction architectural contemporaine.

D'une part, il s'insère dans la continuité du paysage culturel architectural genevois en s'emparant de ses logiques constructives économique et écologique. D'autre part, il s'engage dans la remise en cause de la solution pavillonnaire conventionnelle en participant à la densification de l'habitat individuel et en réinsufflant une dynamique sociale perdue dans la relation au voisinage.



Journée de sensibilisation à la construction en terre locale. L'ajout d'eau à la terre était fait au sol et les échantillons dans des coffrages préalablement réalisés.



Décoffrage du premier échantillon et coffrage du second, en arrière-plan, avec stabilisation à 7% de chaux.

## 2.2 Préparation du chantier



Essais de dosage en sable d'enduits en terre après tamisage de la terre à pisé locale.

À mon arrivée dans le bureau d'architecte atba<sup>10</sup>, je fus d'emblée sollicité pour m'occuper du projet de construction des trois murs trumeaux en pisé du projet.

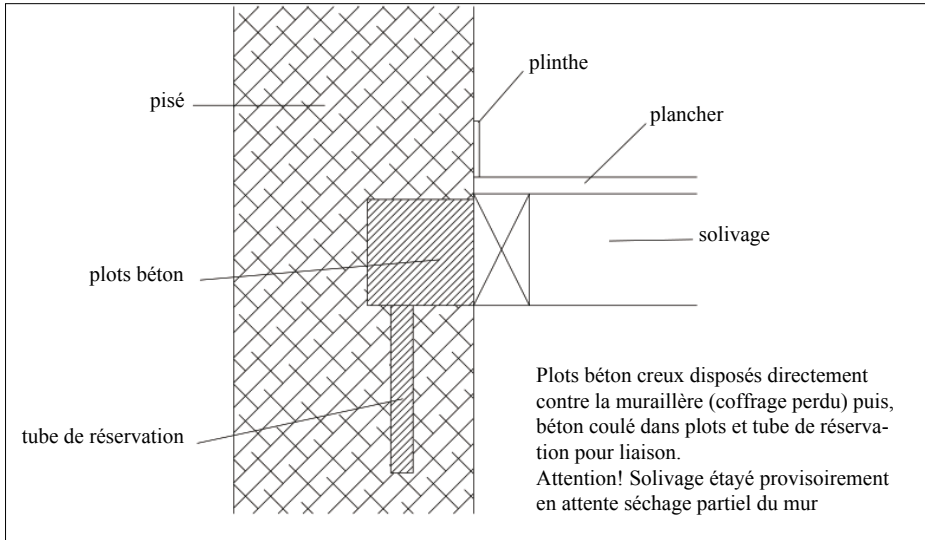
Il s'agissait, avant tout, de discuter avec l'architecte et mes collègues des détails de conception, des contraintes techniques, de la mise en place du chantier ou encore du devis; mais il fut très vite convenu qu'ils ne chercheraient pas d'entreprises et que je m'occuperais d'en diriger la réalisation en collaboration avec l'entreprise Arbio<sup>11</sup>, artisans-maçons lausannois spécialisés dans l'isolation en béton de chanvre. Déjà, lors de notre rencontre avec Stéphane Fuchs, fondateur d'atba, nous avons parlé de sa volonté de développer l'utilisation de techniques alternatives et traditionnelles au sein d'atba, voir de réfléchir à l'éventualité de monter une structure parallèle d'entreprise de construction et de formation réunissant artisans et architectes. Ce projet en constitue donc les prémises.

La préparation du chantier se déclina en plusieurs étapes, soit:

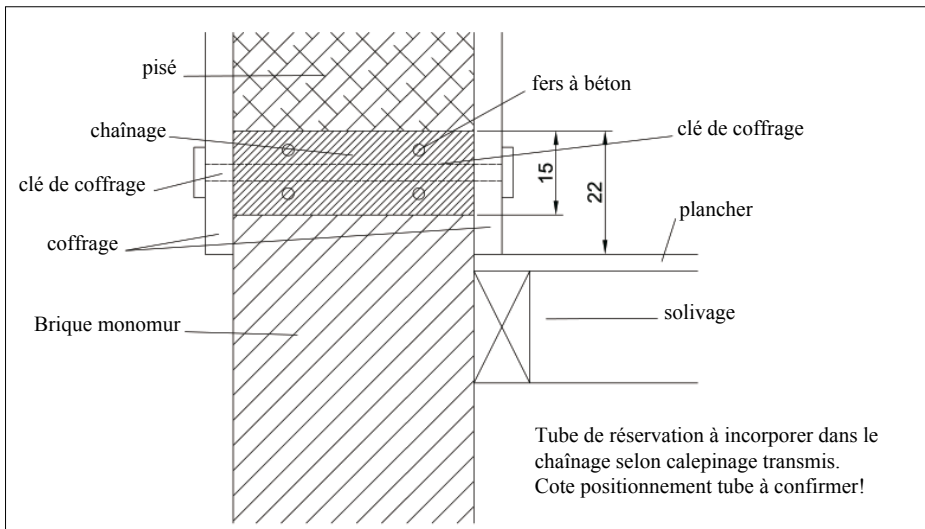
- la réalisation de petits échantillons en pisé avec la terre concernée pour évaluer ses caractéristiques et sa convenance à la construction en pisé (échantillons réalisés une seconde fois avec l'entreprise Caracol pour confirmer mon avis technique)
- la réalisation d'une journée de sensibilisation à la technique du pisé avec les futurs habitants, les membres d'atba et d'autres personnes intéressées, pour construire deux échantillons de 120cm x 75cm x 40cm avec la terre extraite du terrain. Un échantillon était brut et l'autre stabilisé à la chaux. Des essais d'incrustation, de chanfreins différents ont été faits et ces éléments feront référence pour le projet (ils nous permettront également, une fois secs, de tester différentes méthodes de stabilisation de surface, de brossage ainsi que la résistance à l'abrasion). Des essais de dosage d'enduits en terre ont également été réalisés.

10. [www.atba.ch](http://www.atba.ch)

11. [www.arbio.ch](http://www.arbio.ch)



Mise en oeuvre du mur en brique monomur, base du futur mur en pisé.



Solivage posé contre le mur en terre cuite avec les réservations pour les clés de départ du coffrage.

Phase d'étude des détails techniques de la jonction avec le solivage sur rez, en haut, et la terre cuite, en bas. Le mur en pisé s'édifie dans la continuité d'un mur en brique monomur et soutient le plancher sur rez ainsi que la toiture.



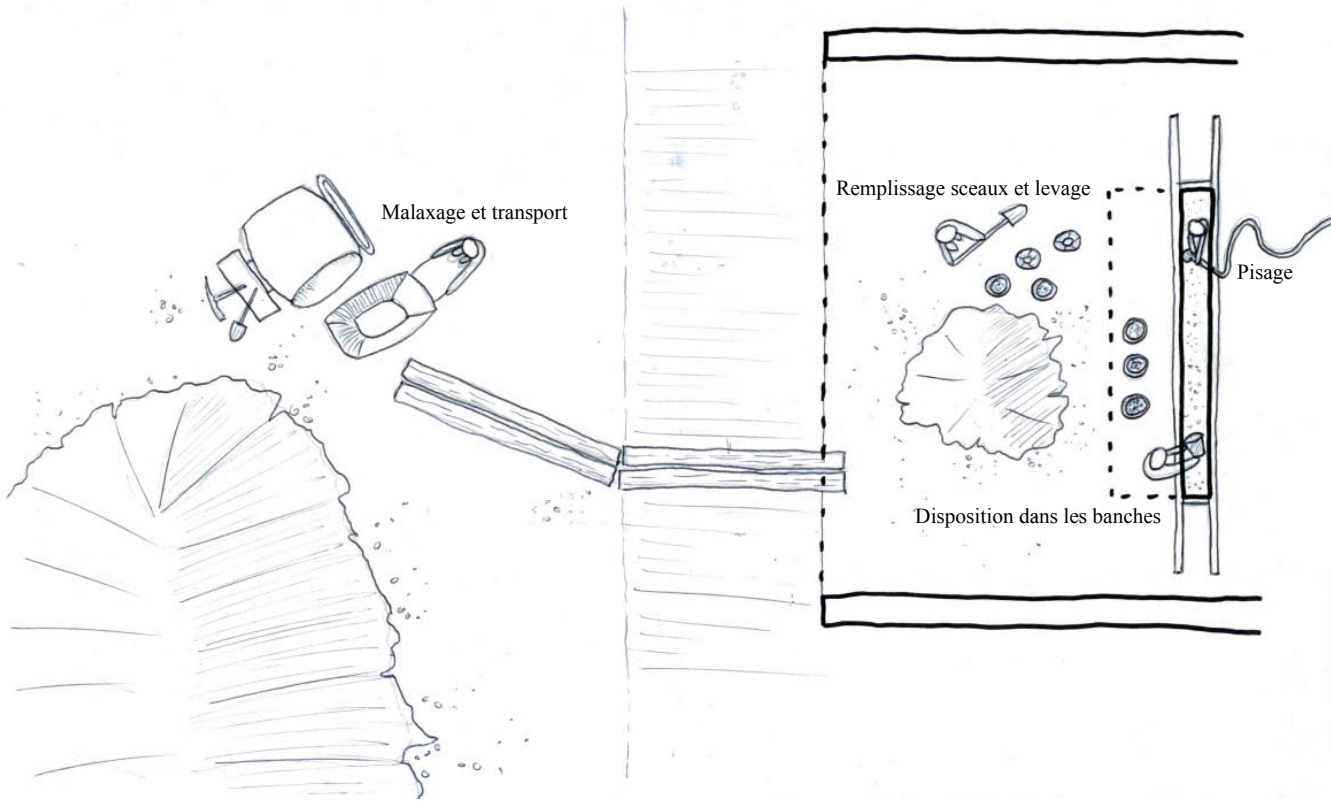


Terre extraite du terrassement (en haut) avec 70 m<sup>3</sup> de réserve pour la réalisation des murs et échantillon de mur (en bas) stocké sur le chantier. L'échantillon retenu par les clients fut celui stabilisé à la chaux.

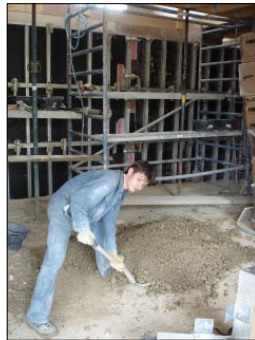
- un travail important de recherches d'informations et de conseils provenant de divers professionnels du milieu (Akterre, Caracol, N. Meunier...) pour croiser les sources et extraire l'avis de chacun sur les procédés envisagés pour l'installation de chantier, les détails techniques...
- la réalisation des dessins de détails techniques nécessaires à la coordination de la direction des travaux.
- la vérification des calculs de descente de charge avec l'ingénieur civil.
- le mandat de l'entreprise Caracol en tant que formateur sur le chantier pour la réalisation d'un des trois murs.
- la réalisation du devis
- la location de tout le matériel, la préparation de l'aire de travail (stockage de la terre par le terrassier) et l'organisation du planning.

Cette préparation de chantier fut une lourde charge de responsabilité inédite jusqu'alors. C'est pour cette raison qu'elle fût extrêmement instructive. En se confrontant à un chantier d'une telle envergure dont la responsabilité de l'exécution des murs en pisé m'incombait, il me fallut recouper mes informations, anticiper tous les éventuels problèmes logistiques et techniques à venir et organiser de la manière la plus appropriée l'exécution des travaux pour assurer la viabilité du mandat et espérer insuffler un élan à ce type de réalisation.

Forte heureusement, je me suis entouré de divers spécialistes qui m'ont énormément rassuré de part leur expérience et leurs compétences.



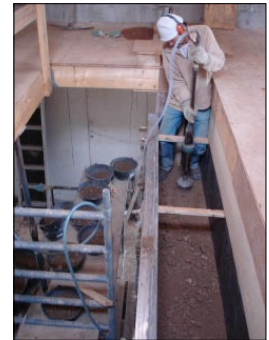
Malaxage et transport



Remplissage seaux et levage



Disposition dans les banches



Pisage

**Matériel utilisé**

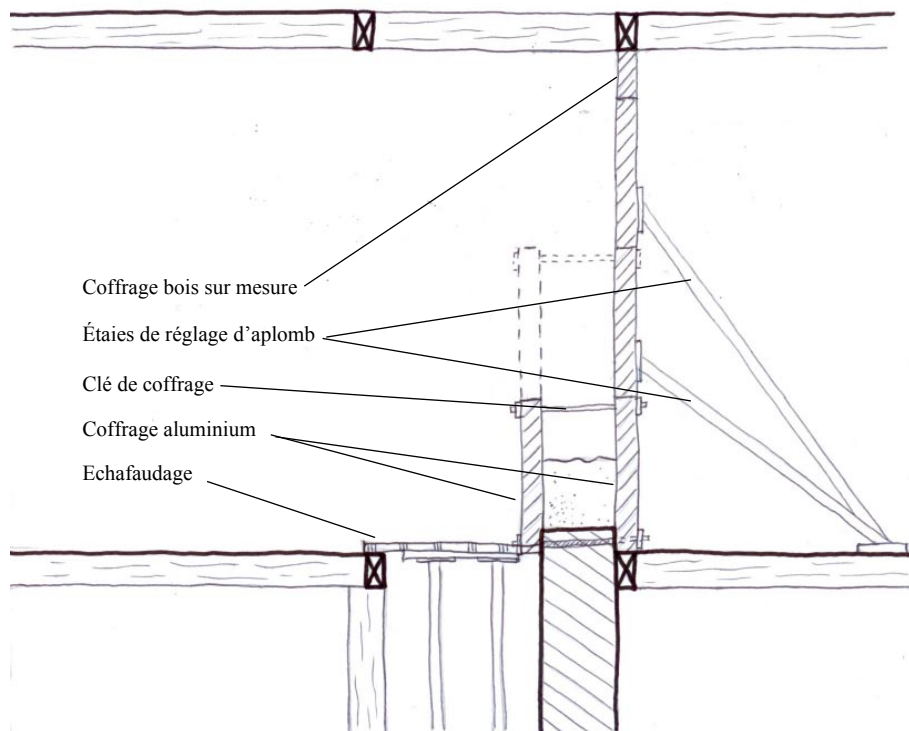
- une bétonnière de 180 litres
- 130 sac de chaux hydraulique pour la stabilisation à 7%
- pelles et pioches pour prélever la terre du tas disponible
- une brouette pour la transporter
- une pelle et 20 seaux pour préparer le levage
- pont roulant, chevalet, plateaux d'échafaudage et divers éléments en bois pour échafauder
- un treuil électrique pour le levage
- un compresseur thermique de 5000l/min pour le fouloir pneumatique (location)
- 24 plots pleins de béton pour le scellement des solivages
- banches de coffrage aluminium (location)

**2.3 Déroulement du chantier**

Le cycle de production des murs s'effectua sur la base d'une équipe de quatre personnes, chacune responsable d'un rôle bien précis. Le contexte difficile du chantier nous obligea à travailler manuellement pour le malaxage et le transport de la terre. La position centrale des murs et les conditions d'avancement des travaux empêchaient d'utiliser un engin «manitou» munie d'un godet malaxeur comme le préconisait l'entreprise Caracol. En effet, il était impossible d'atteindre les coffrages depuis les abords du bâtiment et le planning de chantier impliquait le montage des façades avant la construction des murs. Il nous fallut donc étudier une installation de chantier complexe pour pouvoir rendre le transport de la terre possible et efficace.

Outre les phases de coffrage/décoffrage, l'équipe de travail se divisait en quatre postes :

- le malaxage à la bétonnière et le transport en brouette jusqu'au pied du mur,
- le remplissage des sceaux et le levage jusqu'au poste de pisage,
- la réception des sceaux et la disposition de la terre dans les banches,
- le pisage de la terre au fouloir pneumatique.



Le fond de coffrage est intégralement monté pour régler l'aplomb et vérifier l'alignement avec la trémie de l'étage supérieur.



Coffrage prêt à être utilisé au rez-de-chausée de la villa.



Coffrage en toiture pour les 85 cm de dépassement du mur dans le lanterneau.





Pièce de bois pour réaliser les saignées de passage des câbles électriques.



Contreventement du coffrage au niveau de la trémie. Le coffrage de bois sur mesure n'étant pas repris par les pinces et les clés de coffrage, il faut installer une multitude de pièces de bois pour retenir la pression exercée.

### • Coffrage

En premier lieu, il fallait monter les coffrages en s'assurant qu'ils soient bien d'aplomb. Pour cela, nous avons opté pour une solution singulière, soit de monter l'ensemble du «fond» de coffrage (3x 90cm de haut et un coffrage en bois sur mesure) pour régler l'aplomb correctement et contrôler que la trémie soit alignée avec le mur. Ensuite, il suffisait de monter les banches de «face» de coffrage au fur et à mesure de l'avancement du mur. L'opération fut répétée à l'étage ainsi qu'en toiture pour réaliser la partie du mur inscrit dans le lanterneau.

L'exécution du mur en deux parties (une semaine pour le rez-de-chaussée, puis, un mois après, une semaine pour l'étage) était nécessaire pour des raisons de stabilité et de durcissement de la base. Elle nous obligea à reposer les derniers coffrages en bois sur mesure du rez-de-chaussée (étayés par des étaies depuis la dalle de la cave) pour repartir avec les coffrages aluminium au deuxième étage. L'installation étant située dans une trémie traversant tout le bâtiment, l'espace de travail était très exiguë et l'échafaudage très complexe ce qui ralentit considérablement l'avancement des travaux.



Déversement de la terre dans la brouette qui permet de la transporter jusqu'au bas du mur. Deux brouettes sont nécessaire à vider la bétonnière de 180 litres.



Au premier plan, les nombreuses pierres de grosse taille qu'il a fallu extraire de la terre à pisé.



La terre s'étant tassée avec le temps, il fallait piocher avant de pouvoir pelleter aisément. En bas, à gauche, les sacs de chaux utilisés pour la stabilisation.



Une erreur fut commise aux premières levées de pisé : cribler la terre pour enlever les gros cailloux (ici, une grille sur les chevalets et le refus de tamis que l'on peut voir accumulé devant). Très vite abandonné, ce choix entraîna des fissurations plus importantes là où nous l'avions fait car la proportion d'argile était plus importante.

### • Malaxage et transport

Les fonctions de ce poste étaient les suivantes :

- Piocher le tas de terre pour le foisonner (c'est-à-dire l'aérer), puis pelleter pour remplir la bétonnière. Régulièrement, nous avons demandé aux maçons de retourner le tas avec leur petite pelleuse, ce qui nous faisait gagner énormément de temps.
- Respecter les proportions de terre et de chaux. Une stabilisation à 7% induisait environ 45 pelles de terre pour un seau rempli de chaux hydraulique.
- Mélanger la terre et la chaux à sec puis ajouter la quantité optimum d'eau pour obtenir la consistance désirée, soit une terre humide. Plusieurs petits tests permettent de vérifier cette juste teneur en eau mais, à la longue, le responsable de ce rôle acquiert l'aptitude nécessaire à «sentir» la consistance voulue.  
La chaux augmente légèrement la résistance à l'abrasion mais n'est absolument pas nécessaire. L'architecte ne désirant pas de chanfreins (angles «cassés») mais garder une uniformité de l'ensemble, il était également judicieux de procéder à cette stabilisation pour assurer une résistance supérieure des angles.
- Transporter la terre jusqu'au bas du mur. Le voyage se faisait en deux fois et le phénomène de ségrégation des grains (les grains les plus gros remplissent la première brouette puis les plus fins, la seconde) impliquait de bien mélanger l'ensemble au moment du remplissage des seaux.





Les différentes phases de levage au treuil des seaux de terre. Une plateforme fut construite pour pouvoir y disposer huit seaux. Une fois prête, la personne au poste de disposition de la terre dans les banches actionne le treuil et réceptionne l'ensemble.



### • Remplissage des seaux et levage

Les fonctions de ce poste étaient les suivantes :

- Mélanger à la pelle le tas de terre déversé des brouettes pour homogénéiser l'ensemble.
- Remplir les seaux qui serviront à disposer la terre dans le coffrage.
- Lever ceux-ci jusqu'à la zone de pisage. Au rez-de-chaussée, il suffisait de les porter à la main jusqu'au niveau d'échafaudage correspondant. Mais ensuite, pour l'étage, il nous a fallu utiliser un treuil électrique et fabriquer une plateforme de levage. Le dispositif était assez simple et efficace. L'installation dans la trémie avec les nombreuses pièces en bois de contreventement ne nous offrait de toute manière pas beaucoup de choix. On se rend bien compte, ici, de la différence de rythme de production qu'il peut y avoir entre cette situation de chantier et l'utilisation d'un engin muni d'un godet malaxeur qui prend la terre dans ce dernier, la malaxe en montant la charge et déverse le tout dans le coffrage.

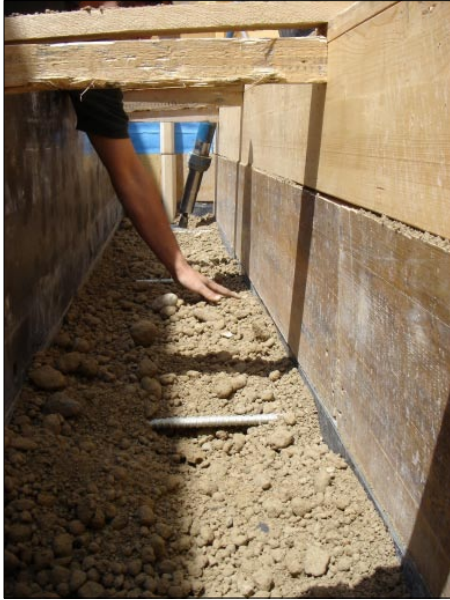




Déversement de la terre dans le coffrage. Le point le plus important est ici de verser le seau en jetant le contenu contre les coffrages. Ce geste permet aux cailloux de rebondir et de se placer naturellement au centre du coffrage.



Une fois la terre déversée, il faut vérifier la hauteur de la couche avec une pique munie d'une marque de référence.



Il faut faire attention, si l'on veut un aspect final assez fin, de réunir au centre les cailloux restés sur les bords.

### • Disposition dans les banches

Les fonctions de ce poste étaient les suivantes :

- Réceptionner les seaux transmis par la personne responsable du poste précédent.
- Déverser le contenu des seaux dans le coffrage en le jetant contre les parois de ce dernier. Ainsi, les cailloux ont une tendance naturelle à se concentrer au centre et le résultat final de l'aspect de surface n'en sera que plus lisse (dans la mesure où l'on veut une finition de ce type).
- Nivelier la couche avec les mains et réunir les cailloux restés sur les bords au centre.
- Vérifier la hauteur de la couche avec une pique préalablement munie d'une marque (ici, un fer à béton avec une marque au scotch orange). La marque peut ainsi être déplacée en fonction de la hauteur de couche désirée, soit entre 10 cm et 15 cm. Plus on travaille avec de petites couches, plus le pisé est dense et fin en surface. On a tendance à privilégier des couches fines en bas de mur car c'est là que les descentes de charges seront les plus importantes, alors qu'en haut du mur, les couches ne soutiennent pas le poids propre de celui-ci (composante la plus importante du total de la descente de charge).



Pisage de la terre au fouloir pneumatique. Il faut s'imposer un systématisme dans le mouvement pour avoir un damage homogène.



Les écarteurs en bois et les barres de clés de banquettes obligent à les enjamber systématiquement avec le fouloir et gênent fortement lorsque le niveau de terre en est très près.





Disposition des plots pleins de béton et utilisation de clous de charpentier pour solidariser l'équerre fixée au plots et l'équerre formant un U avec cette dernière. Deux autres équerres étaient fixées au plot pour former des «ailettes» et augmenter l'accroche dans le pisé.

### • Pisage

Les fonctions de ce poste étaient les suivantes :

- Dammer la terre au fouloir pneumatique de manière systématique. Il faut essayé de répéter les mêmes mouvements pour comprimer la terre de manière homogène. On compte environ trois à quatre passes aux mêmes endroits selon la puissance du fouloir.
- Compacter les angles, inaccessibles avec la dame ronde, avec un bâton à angle droit et une massette.
- Disposer les plots pleins de béton au niveau de la muraille de trémie pour pouvoir utiliser des chevilles métalliques standards de fixation et solidariser le mur avec les solivages (équerres métalliques fixées aux plots pour augmenter l'accroche de ceux-ci dans le pisé). Cette zone était particulièrement difficile à piser car il ne restait plus beaucoup d'espace avec le coffrage et l'on se situait très proche du haut de coffrage (risque de taper sur celui-ci et de faire rebondir brutalement le fouloir pneumatique).
- Réaliser l'arasée du mur (la finition du haut du mur). Celle-ci fut réalisée une première fois au mortier de chaux mais nous optâmes pour une finition au pisoir pour les deux autres murs car cette partie sera cachée par le faux-plafond du lanterneau et ne nécessite donc pas de finition propre et nette.





Les différentes phases de décoffrage du premier mur au rez-de-chaussée.



Saignée pour l'électricité qui sera rebouchée en mortier de terre.

### • Décoffrage

Le décoffrage des murs en pisé est délicat dans la mesure où il y a un risque important d'arrachement. Pour éviter cela, il faut essayer de faire glisser le coffrage le long du mur pour que la terre se décolle de la surface. Une fois cette étape réalisée, il suffit d'enlever les coffrages aluminium avec précaution pour éviter de percuter le mur et de le marquer.

En effet, lorsqu'il est frais, la surface du mur est facilement modelable. Ainsi, si il y a des boursoufflures au niveau de joints ou des excroissances non-voulues, il est largement possible de les reprendre avec un petit marteau à embout plastique.

De la même manière, les trous laissés apparents par les clés de banche se comblent très facilement avec de la terre que l'on pise au marteau.

Pour ce qui est des saignées, la solution des réservations en bois s'est avéré peu efficace. Cette technique est tout à fait intéressante si l'on veut incorporer une pièce de bois dans le mur (pour préparer une zone de fixation ou autre) mais il est particulièrement difficile de les retirer pour réaliser les saignées d'électricien, même en ayant prévu de tailler le bois auparavant. La solution la plus efficace reste de les réaliser à la disqueuse une fois le mur fini ; c'est ce que nous fîmes pour l'étage. Malgré tout, incorporer des câbles dans le pisé reste compliqué dans la mesure où l'on ne coule pas le mélange mais on le compacte par couche.





Vue depuis le rez-de-chausée. Le contre-jour est dû à l'ouverture des lanternaux non-réalisés.  
Des renforts provisoires contreventent le mur en attendant la mise en charge des solivages  
d'étage et de toiture.





## Le renouveau du pisé

Détail de mur dont les clients ont demandé l'incrustation de pierres.





• Au Grand-Saconnex

## Trois villas mitoyennes construites aux normes Minergie-Eco relancent le pisé

*Dans notre édition du 28 mai 2007 (Tout l'Immobilier N° 409), nous avons présenté le projet de la construction de trois villas mitoyennes d'un étage sur rez au chemin du Jonc, au Grand-Saconnex. Ce projet, principalement basé sur les concepts du développement durable, a été développé conjointement par Monica Suarez et Christian von Düring, du bureau S2vD architectes, et par Stéphane Fuchs, du bureau atba, pour la partie énergétique et sa réalisation, sans oublier Christian Schwarz, du bureau EDMS ingénieurs, et Pascal Favre, de l'entreprise Arbio SA.*

« L'idée de ce projet a été de profiter des qualités d'un habitat groupé, cumulées à celles de logements individuels, rappelle Christian von Düring. De l'emplacement des garages



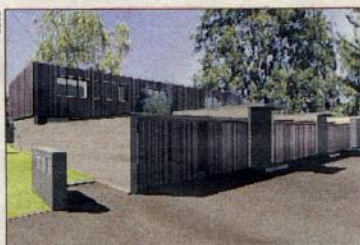
Olivier Krumm tasse le pisé avec une dame pneumatique.

et des entrées aux accès aux logements, tout s'effectue au travers d'espaces privés sans vis-à-vis, alors qu'à l'opposé, les terrasses donnent sur un jardin commun spacieux. Si l'accent a été mis sur une fonctionnalité optimale du bâtiment, le projet recèle de nombreuses «trouvailles» originales et innovantes, afin de répondre aux prescriptions Minergie-Eco. La plus importante est la gestion «intelligente» de l'inertie thermique de certains matériaux. Les murs des rez-de-chaussée sont construits en maçonnerie épaisse pour offrir une masse inerte et isolante entre l'extérieur et l'intérieur des logements.

Les premiers étages sont constitués de volumes en bois abritant les chambres à coucher. Installés en porte-à-faux, ils servent aussi d'auvents géants aux terrasses situées au-dessous. Grâce à une circulation d'air fonctionnant à partir des différences de température diurne-nocturne en été, entre les flux entrants et sortants au travers de trappes au sol, on bénéficie d'une aération naturelle rafraîchissante. Avec ce système tout simple, une petite ventilation à simple flux est prévue pour maintenir, en hiver, une température ambiante suffisante.

### Le retour du pisé

La trouvaille la plus originale reste la construction de trois parois internes en



Chaque villa possède sa propre entrée et son garage pour deux voitures.

pisé, destinées à réguler naturellement la température intérieure des villas. «Nous avons voulu privilégier des solutions passives adaptées à l'architecture, plutôt que d'utiliser des appareils qui tombent en panne ou sont «énergivores», souligne Christian von Düring. Cela nous a permis de redécouvrir ce matériau naturel et ancestral. Ici, pour faire du pisé, nous n'avons pas été bien loin, puisque la terre crue argileuse et les cailloux proviennent des excavations des sous-sols. La principale qualité du pisé, outre la gratuité de la matière première et son aspect esthétique agréable, c'est l'inertie de sa masse, qui permet de conserver très longtemps la chaleur emmagasinée et de restituer en douceur en hiver, ou de réguler les brusques variations de température en été».

### Aussi dur que du béton

La construction de ces parois en pisé a été confiée à Olivier Krumm, un jeune architecte travaillant pour le bureau atba à Genève. «Nous disposons notre mélange de cailloux et d'argile dans un coffrage par couches successives, avant de les tasser avec une dame pneumatique. Après un séchage qui dure plusieurs semaines, on obtient un matériau aussi dur que du béton». Christian von Düring reconnaît que l'option pisé a coûté plus cher. «C'est à cause de la main-d'œuvre, mais on donne du travail en conséquence et c'est aussi dans l'optique du développe-

ment durable voulue par les initiateurs de ce projet. Ainsi, l'emploi de pompes à chaleur, de panneaux solaires et de citernes pour récupérer les eaux pluviales est conforme aux prescriptions de Minergie-Eco».

A ceux qui douteraient de la longévité de cette matière rustique, Christian von Düring rappelle la solidité séculaire de certaines vieilles fermes grenobloises construites en pisé et qui sont toujours debout. «Ce qui est intéressant dans ce projet, conclut-il, c'est de suivre les économies d'énergie calculées par le bureau atba, et aussi le côté expérimental». ■



Le mur intérieur en pisé sert de régulateur naturel de température.

Jean-Pierre Buchet



**Soyez en contact quotidien avec nous**  
Consultez notre site  
[www.spg.ch](http://www.spg.ch)  
et abonnez-vous à notre système de recherche multicritères  
**Mise à jour quotidienne de nos offres de vente et de location**

Exclusive Affilié of  
**CHRISTIE'S GREAT ESTATES**  
**SOCIÉTÉ PRIVÉE DE GÉRANCE**  
Route de Chêne 36 - 1208 Genève  
Tél. 022 849 61 40 - Fax 022 849 61 05

© 2006 SPG.ch

Article paru dans l'hebdomadaire «Tout l'immobilier». D'autres articles dans des revues d'architecture suisse sont d'ores et déjà prévus.



# Perspectives de développement



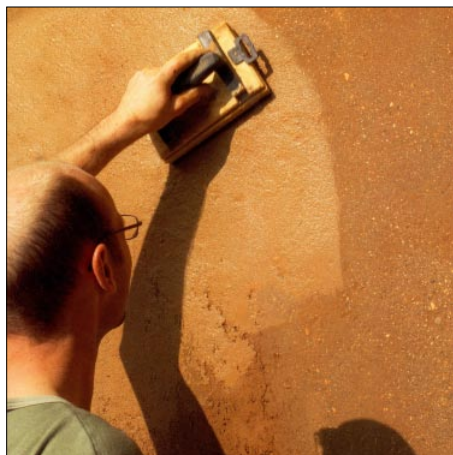


Réparation d'un angle de mur en «pisé coulé», une technique mise au point pour faciliter ce genre de reprise en terre.



État de la grange Porcher avant et après l'intervention du laboratoire CRATerre.  
Photos de la double page extraites de : Pisé H2O, De l'eau et des grains pour un renouveau du pisé en Rhône-Alpes, Op. Cit.

# 1. La revalorisation du patrimoine local



Réalisation des enduits en terre de façade.

Suite à cette étude sur le renouveau du pisé dans le bassin genevois et aux diverses rencontres qui accompagnèrent la construction des trois murs trumeaux des villas du Grand-Saconnex, l'enthousiasme rencontré invite à vouloir organiser une diffusion plus large des informations relatives à la richesse de cette culture constructive, son histoire dans le monde et, surtout, à la place qu'elle occupe dans la genèse du territoire genevois et suisse. Plusieurs architectes et de nombreux particuliers ont manifesté leur intérêt soit en venant aux journées portes ouvertes qui furent organisées sur le chantier, soit en nous contactant directement. Dans ce sens, il semblerait intéressant de proposer une exposition sur ce thème à diverses communes et/ou institutions et associations travaillant sur la valorisation du patrimoine locale.

Aussi, à l'image du travail qu'à réaliser le laboratoire CRATerre en 2006, dans la commune de Nivolas-Vermelle, en Isère, il n'est pas exclus d'imaginer restaurer tout ou partie d'une bâtisse en pisé sur le territoire genevois<sup>12</sup>.

En effet, ce projet pilote s'est inscrit dans un programme de revalorisation du patrimoine local au sein d'une association regroupant 48 communes, toutes détentrices d'un remarquable héritage architectural en terre. L'objectif était de restaurer un vieux bâtiment emblématique du village qui avait fait les frais de nombreuses interventions inappropriées à base de béton et d'enduits de ciment. Fort de nouvelles techniques mises au point pour reprendre de vieux murs et remettre en valeur le matériau terre, la réalisation fut une réussite (voir photos ci-contre).

J'ai donc d'ores et déjà contacté la commune de Confignon, où s'est réalisé le mur d'enceinte de Martin Rauch et au sein de laquelle plusieurs bâtiments sont attestés en terre, pour leur parler de cette initiative qu'ils ont accueilli avec intérêt mais dont ils m'ont avoué qu'elle ne ferait pas l'unanimité. Cette réaction paraît normal et ne donne, au contraire, que l'envie de travailler sur le projet.

12. LE TIEC J-M., PACCOUD G., *Pisé H2O, De l'eau et des grains pour un renouveau du pisé en Rhône-Alpes*, CRATerre éditions, 2006.



Etape de préfabrication des pièces en pisé à assembler au mortier de terre sur place.

Cheminée préfabriquées en pisé pour un chalet de Mégève, en haute-Savoie.  
Photos des deux pages : Caracol/Akterre

## 2. La filière bourgeoise

Un élément est, malheureusement, incompressible dans la construction en pisé : son coût élevé. En effet, cette technique de construction implique un important pourcentage de main d'oeuvre dans l'énergie incorporée à son processus de production. Ceci en fait une redoutable alternative aux techniques de construction conventionnelles terriblement voraces en énergie, comme le béton ou l'acier, mais le fait est que les coûts induits entraîne un différence de prix qui affleure les un pour trois. Et ce alors que Zschokke, comme on l'a vu dans le chapitre qui lui est consacré, indique qu'à son époque, le rapport était inversé ! Malgré le fait que ceci est, entre autre, dû à une politique fiscal favorisant la consommation d'énergie au détriment de l'emploi, et qu'on ne saurait calculer les bienfaits socio-économiques et culturels qu'entraînerait l'inversement de cette politique, nombreux sont les particuliers, promoteurs, bailleurs sociaux ou encore coopératives qui, au vue du surcoût engendré, se résignent à abandonner la possibilité de construire en pisé.

Il en résulte que, comme pour le projet des villas du Grand-Saconnex, le public concerné par la possibilité de faire construire en pisé a les moyens financiers qui le permette. En guise de comparatif, le coût au m<sup>2</sup> d'un mur en pisé est d'environ 800 francs suisse (environ 530 euros) alors que le béton armé coûte trois fois moins cher.

Suite à ce projet, plusieurs architectes travaillant pour des particuliers fortunés ont d'ores et déjà pris contact avec Christian Von During du bureau s2vd. Il semblerait que l'originalité du pisé attire et qu'elle pourrait occasionner de nouvelles demandes auprès de ce public. Reste que l'objectif n'est clairement pas de se limiter à le développer uniquement dans ce contexte mais, bien évidemment, de pouvoir en faire profiter la plus large frange de la population.





Pisage à la dame manuelle.

Construction de murs en pisé par des autoconstructeurs formés en Australie au cours d'un voyage.  
Photos extraites de : BAFFOU-DUBOURG C. et T., D'un voyage à d'autres, Éditions Goutte de sable, 2005.

### 3. L'alternative de l'autoconstruction

Au regard de ce qui vient d'être dit quant au coût élevé de la construction en pisé, un constat s'impose : si la matière première utilisée est quasiment gratuite, la quantité de main d'oeuvre nécessaire rend, elle, l'ouvrage onéreux. Il semble donc pertinent d'ouvrir les portes de la participation des habitants dans la construction de leur habitat pour rendre cette technique de construction accessible.

À l'image de Zschokke qui défendait les économies engendrées par la construction en pisé dans la mesure où un «maître-piseur», comme il l'appelait autrefois, dirige une équipe d'ouvriers n'ayant pas besoin de qualifications particulières, l'alternative de l'autoconstruction offrirait aujourd'hui une possibilité pour des particuliers de construire en pisé, tout en vivant les bienfaits sociaux engendrés par ce processus et vivre une expérience riche de sens.

Aujourd'hui, outre les centres de formation offrant des stages payant professionnels sur les modes de construction alternatifs (paille, terre...), de nombreux particuliers et associations organisent des chantiers participatifs qui fonctionnent sur le principe d'un échange entre une main d'oeuvre gratuite fournie par les volontaires et la possibilité d'aborder l'apprentissage d'un savoir-faire relatif à la mise en oeuvre de matériaux dans un accueil offrant logis et couverts.

Nous proposons d'ores et déjà, au sein du bureau d'architecte dans lequel je travaille, une assistance à l'autoconstruction en terre pour permettre aux habitants qui le désirent de le faire. Nous avons déjà eu certains contacts avec des particuliers intéressés suite aux journées portes ouvertes réalisées sur le chantier des villas contiguës. Par ailleurs, un chantier de ce type est prévu pour le printemps prochain pour la construction d'une maison en paille avec des enduits en terre locale et des cloisons en terre coulée.



## Éléments de conclusion

Nous avons donc vu que le bassin genevois connaît le pisé depuis longtemps et que de nombreux bâtiments du canton l'atteste. Désormais, il semble passionnant d'ouvrir des perspectives de revalorisation de ce patrimoine et de soutenir le renouveau de cette technique de construction au sein de projets contemporains, comme les trois villas contiguës du Grand-Saconnex.

Cette volonté de tisser des liens entre la construction vernaculaire, composante fondamentale de l'histoire culturelle d'un lieu, et la construction contemporaine s'inscrit dans un souci de développement d'une architecture signifiante, située et appropriée au territoire qu'elle se propose d'investir. Outre l'intérêt de réfléchir sur les typologie de bâtiment, les matériaux de construction traditionnels traduisent une intelligence développée quant à la disponibilité des ressources locales et l'épanouissement des savoirs-faire de bâtisseurs pour construire avec celles-ci. Ce travail de relocalisation de l'économie et des stratégies de construction s'engage dans un projet de société visant à favoriser les matériaux locaux, les échanges humains socio-professionnels et l'approfondissement des singularités culturelles qui ont fait le «pays», au sens des territoires, des régions.

On pourrait alors élargir cette posture aux autres cultures constructives plus présentes dans le bassin genevois : la pierre et le bois. Si ce dernier connaît depuis quelques années un renouveau non-négligeable, la pierre, elle, est délaissée depuis longtemps au détriment du béton. Au regard de la richesse du patrimoine en pierre d'ores et déjà mis en valeur dans le paysage culturel genevois, il semblerait que la volonté de réutiliser ce matériau millénaire et les savoirs-faire toujours existants qui le soutienne constitue un objectif tout aussi passionnant.

Il me semble être du devoir des architectes de participer à ce renouveau.





# Bibliographie

GUILLAUD H., HOUBEN H., Traité de construction en terre, Edition Parenthèses, Marseille, 2006.

ANGER R., Grains de bâtisseurs, Mémoire de DSA-architecture de terre, Grenoble, 2005.

ZSCHOKKE A., Anleitung zum Pisé-Bau, Mit Spezieller Rüdfight auf bas Berfahren bei den Bauten im Kanton Aargau, Gauerländer, Verlags, Haran, 1849. Traduction française : Bâtir en pisé, Werner Heerde, EPFL, Lausanne, 1983.

ROLAND I., ACKERMANN I., HANS-MOËVI M., ZUMKELLER D., Les maisons rurales du canton de Genève, Éditions Slatkine et Société suisse des traditions populaires, Genève, 2006.

RAYMOND L., Mémoire Sur La Bâtisse en Terre, Imprimerie d'Elie Carey, Genève, 1857..

BUYSSSENS D., Genève-Lyon : art et architecture au fil du Rhône, Genava, revue d'histoire de l'art et d'archéologie, Genève, 1997

CHARDONNENS G., VELLAS Ch., Genève, vieille-ville, vieilles rues, Editions Slatkine, Genève, 1999.

LE TIEC J-M., PACCOUD G., Pisé H2O, De l'eau et des grains pour un renouveau du pisé en Rhône-Alpes, CRATerre éditions, 2006.

BAFFOU-DUBOURG C. et T., D'un voyage à d'autres, Éditions Goutte de sable, 2005.

CHAILLOT CALAME B., Mairie de Vandoeuvres, restauration des dépendances, fascicule édité par la commune, Genève, 2007.