

ARCHITECTURE EN TERRE

ISOLATION ET PRÉ LES NOUVEAUX EN

TEXTE : PHILIPPE HEITZ PHOTOS & ILLUSTRATIONS : BORIS BOUCHET/BBA, CHRISTOPHE CAMUS, PIERRE-ANTOINE CHABRIAC/ENTPE-ADEME, HUGO GASNIER/CRATERRE, PHILIPPE HEITZ/AQC, NICOLAS MEUNIER, JEAN-CLAUDE MOREL/ENTPE-MEDDE, LUCILE SOUDANI/ENTPE-ANR

Le confort des maisons en pisé est connu (tempérées été

comme hiver, avec une hygrométrie stable), tout comme l'esthétique, la valeur patrimoniale, le faible coût énergétique et les qualités phoniques de ce matériau naturel. Ces vertus motivent propriétaires, artisans, architectes et chercheurs pour innover en termes de préfabrication et d'isolation, compte tenu notamment des exigences accrues de la RT 2012.

L'Espace Rural de Marsac en Livradois (Puy-de-Dôme), construction bois et pisé isolé, prix national de l'architecture en terre 2013 – Architecte Boris Bouchet (photo Christophe Camus).



FABRICATION : JEUX DU PISÉ



Un mur en pisé est fait par compactage de terre humide graveleuse dans un coffrage, au-dessus d'un soubassement le protégeant de l'eau du sol (1). Son épaisseur de 40 à 60 cm et sa densité élevée, voisine de 2, confèrent à ce mur en béton de terre crue une inertie thermique importante, facteur de confort reconnu depuis des siècles et sous toutes les latitudes. Stockant la chaleur extérieure le jour, il la restitue la nuit dans la maison avec un déphasage de 10 à 12 heures. De même, la fraîcheur nocturne est transmise le jour, procurant un vrai confort d'été. En outre, la terre compactée, matériau poreux, absorbe et restitue la vapeur d'eau du logement, maintenant une hygrométrie de l'air agréable. Les changements de phase de l'eau au sein du pisé constituent un stockage de calories ou de frigories, représentant un gain d'énergie.

Dès lors, pourquoi vouloir isoler le pisé ? L'artisan piseur Nicolas Meunier relève « *n'avoir jamais entendu les occupants d'une maison en pisé se plaindre des façades est, sud ou ouest, mais qu'ils notent un inconfort dans une pièce avec un seul mur nord extérieur* ». Outre la demande des habitants d'augmenter le confort d'hiver, ce sont surtout les exigences accrues des réglementations thermiques RT 2005 puis RT 2012 qui poussent les professionnels à concevoir et expérimenter des solutions d'isolation du pisé, en veillant à ne pas générer de pathologie humide (1).

Autre nouvel enjeu pour les constructeurs : la préfabrication des murs en pisé. En effet, traditionnellement les chantiers de pisé ne se faisaient qu'à la belle saison, en période hors-gel. Une contrainte de saisonnalité aujourd'hui très pénalisante pour des entreprises employant des salariés permanents ou répondant à des appels d'offres publics aux délais inadaptés. La préfabrication en atelier hors-gel peut résoudre ces difficultés, tout comme elle peut aussi permettre une semi-industrialisation de la construction en terre crue, génératrice de projets architecturaux inédits. Et la préfabrication sur le chantier même peut aussi être une astucieuse réponse artisanale à des contraintes de place sur un chantier urbain.

Isoler le pisé avec précaution

La terre à pisé est un mélange d'argiles, de limons, de sables, graviers et cailloux, en proportions variables, car le pisé est bâti en règle générale avec la terre locale pour éviter le transport de ce matériau pondéreux. Compactée fortement en lits superposés de 10 à 15 cm dans un solide coffrage, la terre à pisé a d'ordinaire un teneur en eau de 9 à 12 % à la mise en œuvre. Une fois séché, le mur en pisé sain ne contient plus en pourcentage pondéral que 1 à 2 % d'eau sous forme liquide, et de la vapeur. L'eau en phase liquide forme avec l'air contenu dans les pores des ménisques entre les grains, assurant une partie de la cohésion du matériau par les forces de tension superficielle (1). L'eau en phase vapeur résulte de l'équilibre thermodynamique *in situ* entre l'air, l'eau interstitielle et la vapeur d'eau provenant de l'air extérieur ou

du logement. De l'eau liquide peut également remonter du soubassement par capillarité, ce qui entraînera une dégradation humide du pisé si le phénomène perdure en conduisant à des teneurs en eau pondérales au-delà de 5 %. Il y a dès lors risque d'effondrement à terme en cas d'entrave à l'évaporation de l'humidité rentrée dans le pisé par capillarité, infiltration ou condensation de vapeur. Outre la dégradation humide du pisé et la sinistralité associée en cas d'isolation trop peu perméante à la vapeur d'eau, la dégradation de l'isolant lui-même par l'humidité doit également être envisagée. C'est pourquoi il n'y a pas consensus parmi les professionnels de la construction en terre sur la pertinence et les moyens de l'isolation du pisé en l'état actuel des connaissances scientifiques et techniques. Quels risques prendre pour quels résultats attendus ?

Le point-clé de la réflexion est le bon fonctionnement hygrothermique du mur en pisé : si les transferts de vapeur d'eau au travers du mur sont préservés, le pisé restera sain et solide. Si la diffusion de la vapeur d'eau est entravée par une couche résistante, ou si le point de rosée est atteint à l'intérieur d'un mur coupé de la chaleur solaire ou de celle du logement, et donc devenu paroi froide, l'humidification de la terre conduira à la pathologie (1). Sont donc à proscrire d'entrée les isolants ou revêtements étanches à la vapeur d'eau, notamment les enduits à base ciment. Les transferts de vapeur étant dynamisés par la chaleur, la stratégie d'isolation sera adaptée à l'orientation du mur. Isoler fortement un mur nord par l'intérieur conduira à faire condenser la vapeur d'eau à l'intérieur du mur, avec notamment un risque de dégradation structurelle du pisé par le gel. L'architecte Jacky Jeannet (ABITerre) propose dans cette configuration une solution d'isolation par l'extérieur avec, par exemple, une ossature bois supportant des panneaux de fibre de bois, un film pare-pluie et un bardage bois. Si l'on doit garder le pisé apparent à l'extérieur, il préconise une simple correction thermique par une couche intérieure d'enduit chaux-chanvre banché de 7 à 10 cm, dont le coefficient de conductivité thermique λ de 0,08 à 0,12 W/m.K, l'inertie thermique et la perméance à la vapeur d'eau « *donnent de très bons résultats* ».

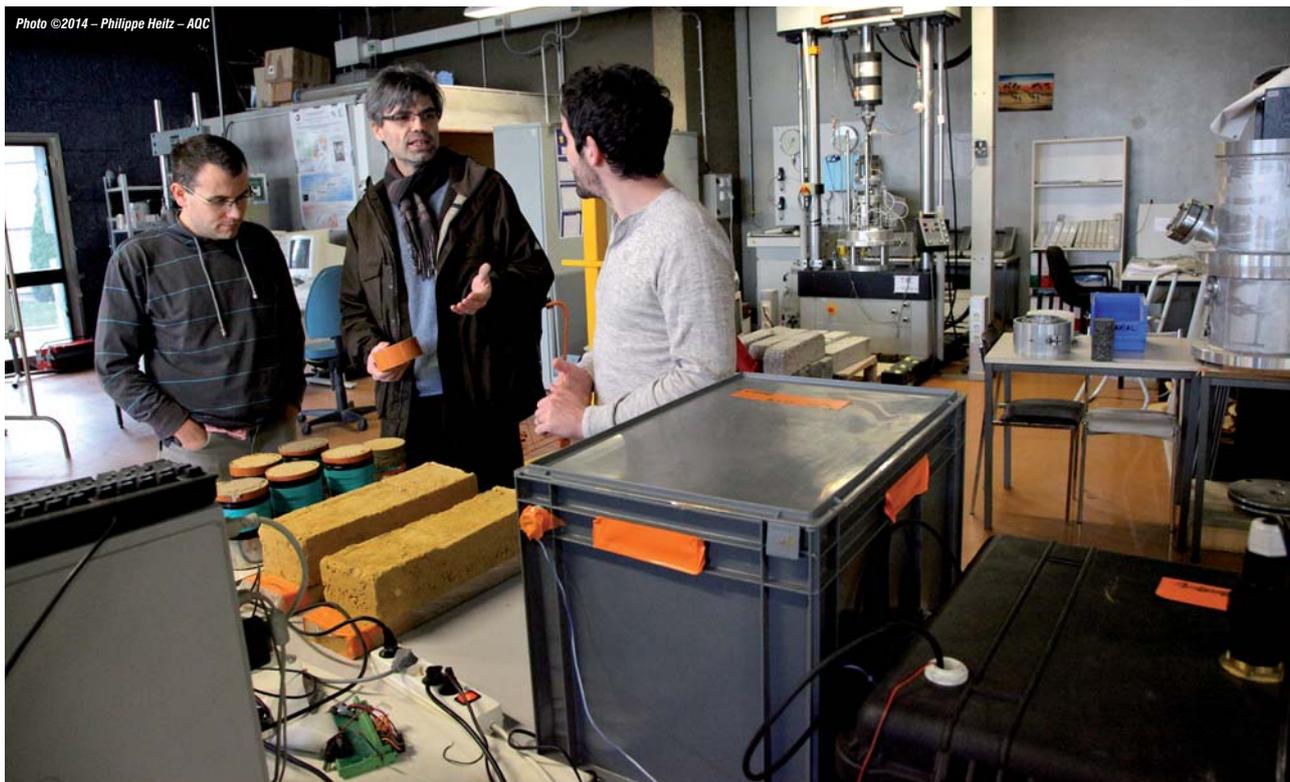
À l'inverse, un mur exposé sud captant la chaleur solaire, donc plus séchant, pourra être isolé par l'intérieur. Mais se pose alors la question de la pertinence d'isoler un mur accumulateur de chaleur solaire. Au bilan, sur une année, ce mur génère-t-il plus de déperditions thermiques que d'apports ?

Les professionnels de la terre s'accordent pour toujours aborder la question de manière globale, que ce soit en réhabilitation ou en construction. Quel objectif de performance énergétique globale du bâtiment ? Pour telle façade ou tel mur, quel besoin d'isolation, d'inertie thermique et hygrométrique, quelles attentes esthétiques, quelles contraintes patrimoniales ? Les choix d'isoler ou non, du mode d'isolation (intérieure/extérieure) et des matériaux seront guidés par ce questionnement. Tous insistent également sur la nécessaire résolution préalable d'une éventuelle pathologie humide. Avant d'isoler,

“Outre la demande des habitants d'augmenter le confort d'hiver, ce sont surtout les exigences accrues des réglementations thermiques RT 2005 puis RT 2012 qui poussent les professionnels à concevoir et expérimenter des solutions d'isolation du pisé, en veillant à ne pas générer de pathologie humide”

(1) Voir l'article « *La pathologie humide du pisé* » publié dans le n° 143 de Qualité Construction (mars-avril 2014, pages 63 à 69).

Photo ©2014 - Philippe Heitz - AQC



supprimer tout problème de remontées capillaires ou d'infiltrations est impératif, car toute isolation diminue la capacité de séchage du mur.

Théoriquement, des solutions existent, pourvu qu'elles préservent les transferts de vapeur d'eau au sein du pisé. Mais, en rénovation, les artisans se montrent prudents, conscients du manque de retours d'expériences sur le long terme et du risque d'enfermer l'humidité émanant d'éventuelles remontées capillaires et de celui de condensation dans l'isolant. Par exemple, le maçon isérois Laurent Marmonier réalise des corrections thermiques intérieures en chaux-chanvre satisfaisantes, et privilégie l'isolation maximale des combles plutôt que celle du pisé. Son collègue Bernard Mermet a pu constater une nette amélioration du confort d'hiver d'une vieille maison en pisé par une isolation intérieure en blocs de chanvre collés et enduits à la chaux. Les artisans rappellent que les générations précédentes ont réussi à se protéger efficacement de l'inconfort d'un mur nord en pisé par un simple doublage de briques, en conservant une lame d'air entre ce dernier et le pisé, et en le ventilant par des ouvertures. La collecte, l'analyse et la diffusion des retours d'expériences d'isolation du pisé, comme l'amélioration des modélisations du comportement hygrothermique du pisé isolé seraient un réel progrès pour les professionnels et les maîtres d'ouvrage.

Une recherche expérimentale active

Les outils de prédiction des risques de condensation dans les parois ou de simulation hygrothermique des matériaux de construction poreux (méthode de

Glaser, logiciel *Wufi* par exemple) sont insuffisants pour prendre en compte l'ensemble des phénomènes dynamiques de circulation d'humidité et de changements de phase de l'eau au sein d'un mur en pisé avec son soubassement.

Cherchant à comprendre les phénomènes physiques au sein du matériau pour les modéliser plus précisément, les chercheurs du Laboratoire de tribologie et dynamique des systèmes (LTDS) de l'École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE-CNRS) conduisent des essais sur le comportement hygrothermique et mécanique du pisé, au sein du projet de recherche Primaterre financé par l'Agence nationale de la recherche. L'étude expérimentale est menée en parallèle sur des échantillons de terre à pisé et sur des murets de 1,5 m² placés en enceintes isothermes étanches dont l'ambiance est contrôlée. Première étape démarrée en mars 2013 : valider des méthodes et capteurs de mesure des variations de la température et de l'hygrométrie au sein du matériau. Deuxième étape : modéliser ces variations au sein du matériau en fonction des paramètres de l'environnement du mur en pisé. Troisième étape : valider sur site méthodes et moyens de mesure en instrumentant des murs en construction, et par le suivi de la maison achevée. L'objectif final est de traduire en 2016 les résultats scientifiques en « modules pédagogiques utilisables en bureau d'études ou sur chantier ». Jean-Claude Morel, coordinateur du projet Primaterre, livre les premiers enseignements des essais en cours. « Le coefficient de conductivité thermique λ croît linéairement avec la teneur en eau du pisé. De 0,5 à 0,7 W/m.K à 0 % de teneur en eau, il passe à environ 1,5 pour 10 % de teneur » >>>

Dans un laboratoire de l'ENTPE, les chercheurs Joachim Blanc-Gonnet, Jean-Claude Morel et Pierre-Antoine Chabriac testent les propriétés hygrothermiques et mécaniques d'échantillons de pisé.

en eau. La chaleur est conduite au sein du matériau par l'eau des ménisques entre les grains (voir illustration n° 1 ci-contre). Plus le mur est sec, plus il est isolant. Mais avec un λ de 0,8, un pisé sain à 2 % de teneur en eau demeure un isolant médiocre comparé aux conductivités thermiques de l'ordre de 0,04 W/m.K des isolants en fibres minérales ou biosourcés. C'est néanmoins 2 à 2,5 fois mieux qu'un mur en pierre ou en béton. Nous pensons que la prise en compte des changements de phase de l'eau pourrait contrebalancer la faiblesse de cette conductivité thermique. Nous cherchons donc à quantifier le flux de vapeur d'eau au travers de divers échantillons de pisé. Cela donne, entre autres, des valeurs de coefficient μ de résistance à la diffusion de vapeur d'eau entre 6 et 10 : le pisé est beaucoup moins résistant au passage de la vapeur d'eau que la plupart des matériaux de construction. »

Des capteurs de température, de teneur en eau et en vapeur d'eau, adaptés et renforcés, ont été inclus à l'intérieur des murets d'essai et aussi dès 2011 dans les murs sud et ouest d'une maison en pisé en construction en Isère. L'instrumentation de cette maison a montré que la cinétique de séchage du pisé après la mise en œuvre se compte en années, et qu'il y a descente gravitaire de l'eau interstitielle. Ainsi, modéliser les échanges de chaleur, d'eau et de vapeur au travers d'un mur en pisé nécessite de mettre en équations le transfert de chaleur au sein d'un matériau poreux épais contenant de l'eau soumise à la gravité et aux forces capillaires, susceptible de s'évaporer en captant de la chaleur, laquelle vapeur d'eau pouvant diffuser au travers des pores ou se condenser en libérant de la chaleur. Un défi auquel s'est attaquée Lucile Soudani, doctorante ENTPE-CNRS (voir illustration n° 2 ci-contre).

La comparaison des valeurs de température et d'humidité relative calculées par le modèle mathématique proposé avec les valeurs expérimentales mesurées, permet de démontrer que les modèles hygrothermiques couramment utilisés pour les matériaux de construction sous-estiment pour le pisé sa capacité d'amortissement des variations de température et d'humidité relative. Le modèle développé à l'ENTPE permet « de simuler les transports de chaleur et de masse, en tenant compte des effets dus aux changements de phase de l'eau à l'intérieur des murs de terre ». Jean-Claude Morel conclut : « Le modèle est en cours de validation car nous devons encore définir les paramètres intrinsèques du matériau régissant les effets de la gravité et de la capillarité. »

La nécessaire approche architecturale de l'isolation du pisé

Si les scientifiques valident en les expliquant les qualités hygrothermiques du pisé reconnues depuis des siècles, si leurs modèles permettent de simuler au plus juste les échanges thermodynamiques au travers du matériau, il n'en demeure pas moins que le pisé est trop peu isolant pour répondre seul aux exigences minimales de la RT 2005 : 50 cm de pisé équivalent à 4 cm de polystyrène. « Une enceinte complète uniquement en pisé ne peut être BBC »,

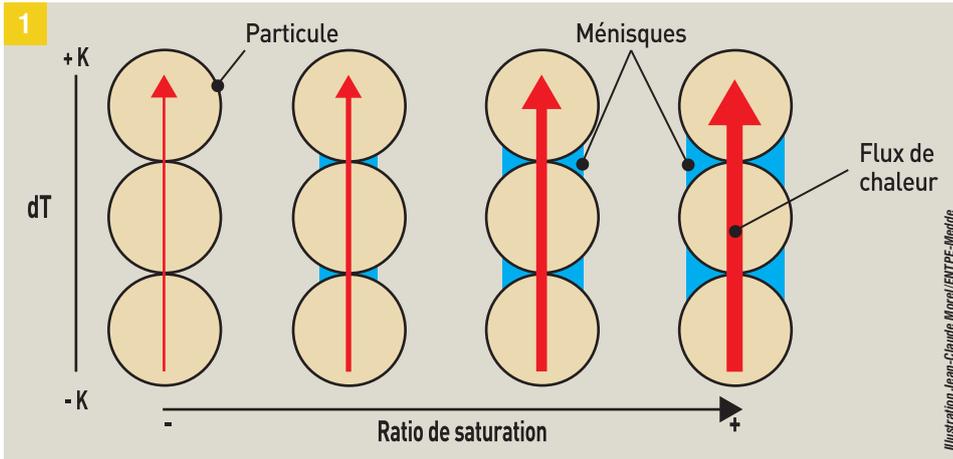
“En supprimant le garde-fou pour les caractéristiques thermiques de chaque composant structurel au profit d'une approche globale de la consommation énergétique du bâtiment, la RT 2012 a levé le blocage et redonné au pisé la possibilité d'intégrer les projets de construction”

« Pas un m² de pisé ne passe les garde-fous d'isolation de la RT 2005 », affirment respectivement les architectes lauréats des prix de l'architecture de terre 2013 Jacky Jeannet (ABITerre) et Boris Bouchet (Boris Bouchet Architectes).

En supprimant le « garde-fou » (valeur de référence exigible) pour les caractéristiques thermiques de chaque composant structurel au profit d'une approche globale de la consommation énergétique du bâtiment, la RT 2012 a levé le blocage et redonné au pisé la possibilité d'intégrer les projets de construction. Spécialiste depuis plus de trente ans de la construction en terre, Jacky Jeannet distingue deux problématiques. « En rénovation d'une maison toute en pisé, on cherche à améliorer son confort thermique d'hiver en l'isolant au bon endroit. En construction, on cherchera plutôt à mettre le pisé là où il est utile. Grosso modo, soit on doit isoler une enveloppe aux caractéristiques thermiques moyennes, mais dont les points faibles sont généralement toiture, sol et fenêtres, soit on doit apporter de l'inertie à une bouteille thermos. 20 m² de mur en pisé de 50 cm, c'est pratiquement 20 tonnes de terre apportant de l'inertie thermique, capable de stocker la chaleur ou le frais, d'absorber un excédent d'hygrométrie du logement ou de réhumidifier un air trop sec. Exposé au soleil hivernal, c'est un mur accumulateur de chaleur. Même usage derrière un poêle. » Pour Grégoire Paccoud, architecte du laboratoire CRAterre de l'École nationale supérieure d'architecture de Grenoble (EnsaG) en charge du programme de recherche Optipisé, « le matériau et la technique ne font pas tout, il faut aussi une recherche et une prise de conscience sur les modes de vie des habitants, sur l'usage des pièces d'un logement. » Au final, que ce soit en rénovation ou en construction neuve, l'exigence de confort thermique avec le pisé ouvre un large champ d'application à la créativité et aux compétences des architectes, bureaux d'études et artisans.

Un sandwich pisé-liège-pisé

Allier créativité et performance énergétique avec le pisé, l'architecte clermontois Boris Bouchet en a apporté une belle démonstration à Marsac-en-Livradois (Puy-de-Dôme) avec un bâtiment neuf en pisé et bois abritant cabinets médicaux et commerce, une réalisation lauréate du Prix national de l'architecture en terre crue 2013 et du prix de la Première œuvre 2013. Pour répondre à la double contrainte imposée par la mairie de Marsac (maître d'ouvrage) de construire un bâtiment BBC valorisant la technique locale du pisé, il a eu l'idée d'un double-mur en pisé enfermant une couche isolante de liège de 20 cm. Le mur intérieur de 40 cm est porteur de la dalle béton, le mur de 25 cm en façade extérieure en pisé sans enduit valorise l'image du matériau traditionnel en Livradois. Boris Bouchet explique ses choix : « L'isolation en panneau rigide de liège sert de coffrage perdu pour la terre, et présente un coefficient de transmission hygrométrique proche de celui du pisé. Avec un coefficient μ de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau de 5, le panneau de liège est aussi perspirant que le pisé tout en étant imputrescible. Pour >>>



1 La chaleur est conduite au sein du matériau par l'eau des ménisques entre les grains.

2 Exemple de modélisation de la diffusion en 24 heures de la vapeur d'eau au sein d'un mur en pisé de 50 cm soumis à un épisode pluvieux de 24 heures (humidité relative de l'air extérieur 100 %).

3 Des capteurs d'humidité relative (teneur en vapeur d'eau) sont placés à des profondeurs et hauteurs échelonnées dans l'épaisseur de murs en pisé d'une maison en construction en Isère.

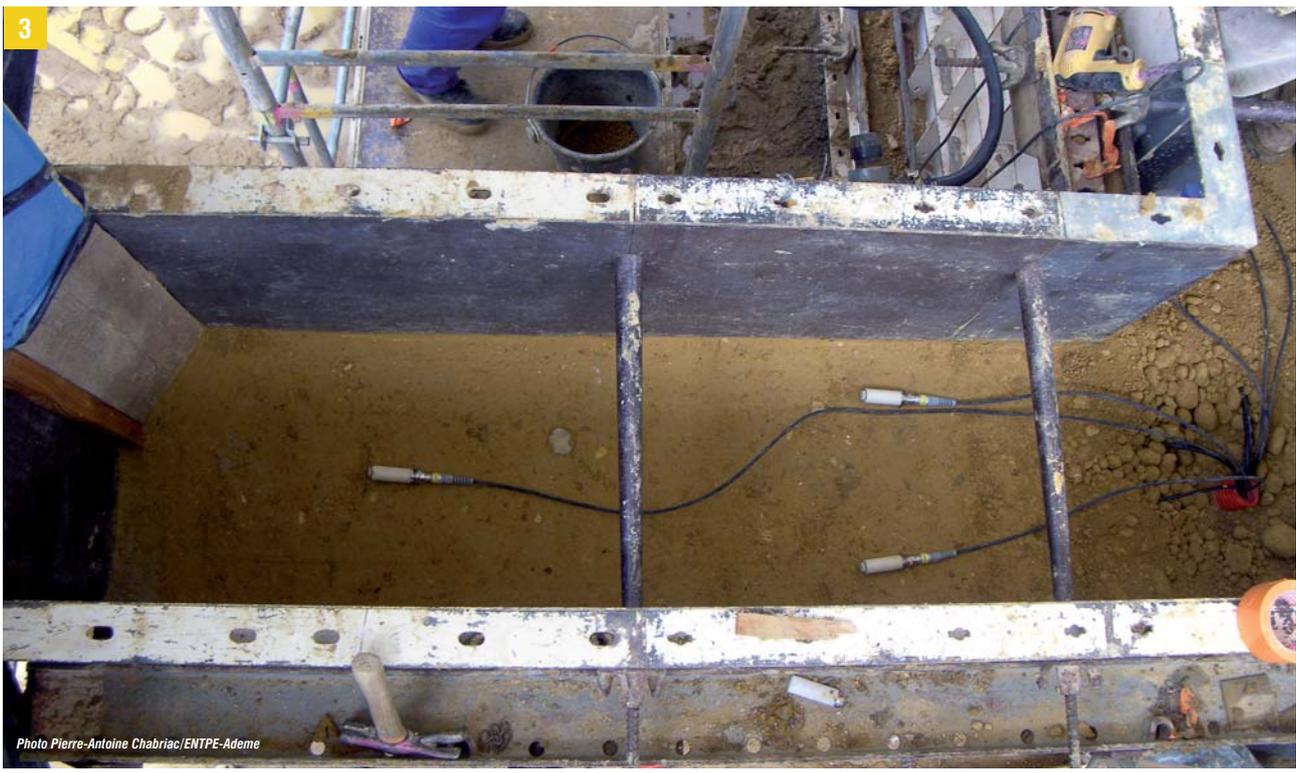
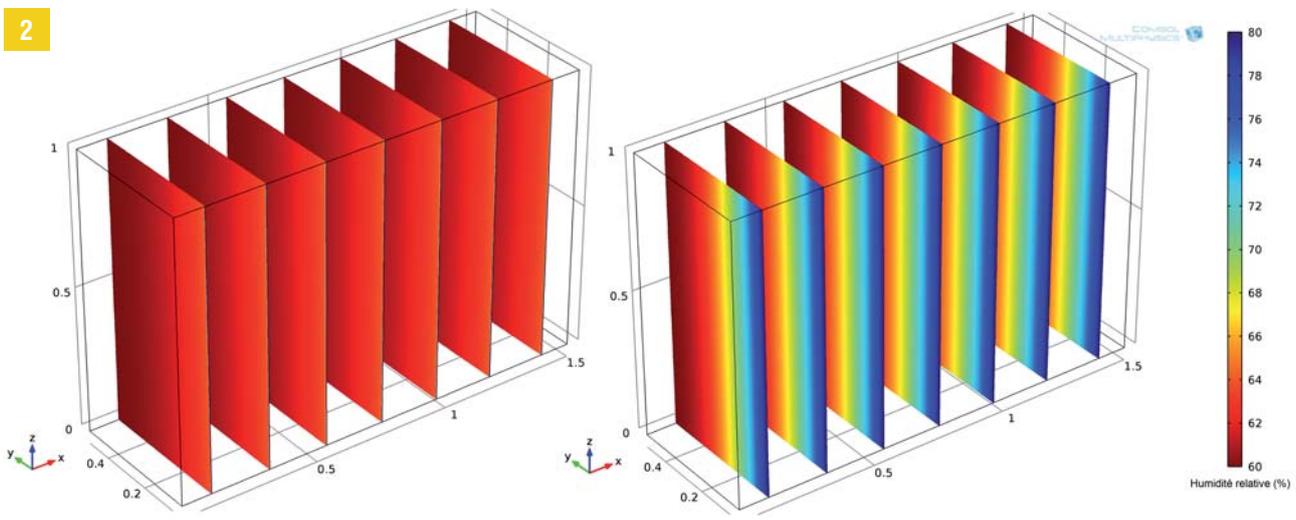


Photo Nicolas Meunier



Immeuble en pisé préfabriqué en construction en 1995 à Montbrison (Loire). Réalisation de l'artisan-piseur Nicolas Meunier et de l'architecte Antoine Morand.

atteindre la performance énergétique globale BBC et limiter les surcoûts, chaque mur est conçu différemment. Le double-mur pisé-liège-pisé est utilisé uniquement pour la façade est. Au sud, le mur extérieur en pisé masque simplement l'escalier métallique qui court le long d'une façade en bois. Au nord, le mur étant mitoyen, il n'y a aucun intérêt de mettre le pisé sur un extérieur invisible : un monomur en béton cellulaire sur ossature bois double le mur intérieur de 40 cm de pisé. Ce mur intérieur en terre qui reçoit un ensoleillement direct en hiver par un bandeau vitré orienté au sud fait office de mur Trombe. Il est en revanche protégé du soleil l'été par un grand débord de toit. Il rafraîchit l'été par évaporation de l'eau absorbée dans sa masse en hiver. Côté ouest, les façades du commerce alimentaire sont en pisé apparent à l'extérieur avec une isolation intérieure sous un carrelage» (voir illustrations ci-contre). Sur un coût total du bâtiment de 750 000 euros, le lot pisé et liège se monte à 70 000 euros, ce qui représente un surcoût de 30 000 euros pour la solution pisé comparée à la solution parpaings et laine de verre. Mais demeure « moins cher qu'une façade en verre, avec une très faible énergie grise, un intérêt culturel et valorisant le savoir-faire local d'un maçon-piseur voisin, M. Grenier », ajoute Boris Bouchet.

La préfabrication artisanale du pisé

L'artisan-piseur Nicolas Meunier inventa en 1986 la technique du pisé préfabriqué « pour adapter la technique traditionnelle au contexte économique et social de l'époque ». Après une année d'expérimentation du principe de levage et de l'appareillage des blocs, il construisit en 1988 dans son département de la Loire une maison individuelle en pisé préfabriqué. « Le principe est simple. Sur le chantier, le bloc de pisé est fabriqué au sol dans un moule de dimensions variables. La terre y est damée par couches successives. Le bloc est immédiatement

démoulé, levé à la grue et positionné sur le mur sur un lit de mortier de chaux. Le format maximum des blocs est d'une longueur de 2,20 m pour une hauteur de 1 m et une épaisseur de 50 cm. » Il énumère les avantages de la préfabrication sur le chantier :

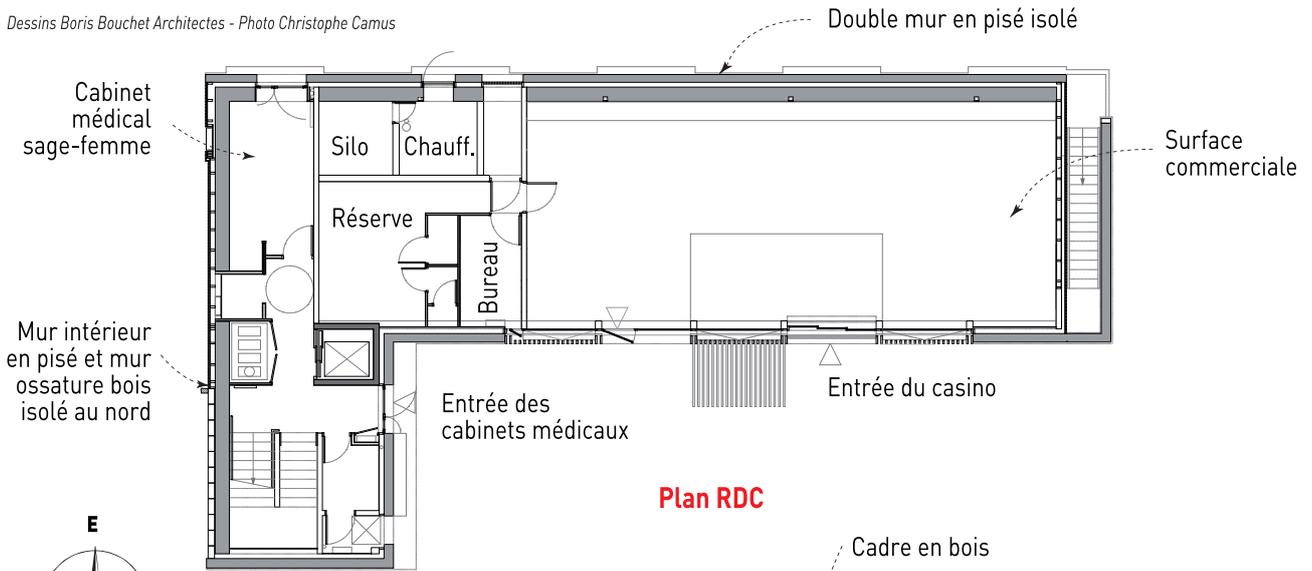
- souplesse architecturale aussi grande que les techniques traditionnelles de pisé ;
- conservation de toutes les qualités du matériau ;
- faible investissement en matériel spécifique de préfabrication ;
- aucun stockage d'élément ;
- aucun temps de séchage avant mise en œuvre ;
- moins de déplacement de matériel sur le chantier ;
- possibilité de mise en œuvre malgré la pluie ;
- espace au sol, donc aisance pour le coffrage, le remplissage, le compactage, le décoffrage ;
- banalisation et efficacité des gestes à la fabrication ;
- contrôle de la qualité de l'élément avant la pose ;
- facilité de traiter les points singuliers du bâtiment : stabilisation, réservations, chanfreins, feuillures.

Les contraintes du pisage en hauteur en termes d'aisance et de sécurité lui font recommander la préfabrication en cas de projet à plus de 5 m de hauteur et de gros volumes de murs à élever. La contrepartie des avantages de cette technique est la nécessité d'un engin de levage de forte capacité, un bloc de 2,20 x 1 x 0,5 m pesant environ 2,5 tonnes à la mise en œuvre.

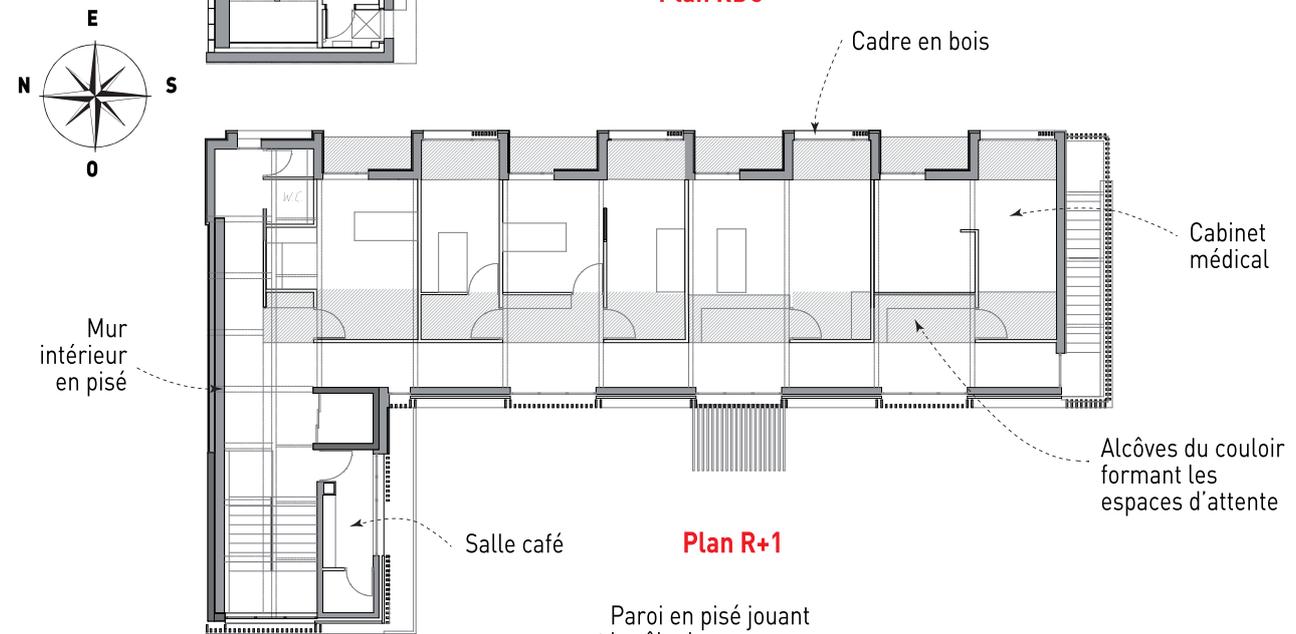
C'est à Montbrison dans la Loire, en 1995, que Nicolas Meunier a donné une nouvelle dimension à sa technique, construisant en pleine ville un immeuble de trois niveaux en pisé. « La hauteur des murs projetés (9,40 m), les 202 m² de pisé à bâtir et l'exiguïté du terrain ont rapidement imposé l'idée de préfabrication. » Le piseur et l'architecte Antoine Morand ont choisi des solutions constructives cohérentes : le pignon nord, en mitoyenneté, n'apportant aucun confort thermique en pisé, a été construit en briques de terre cuite. Pour les planchers, ils ont préféré le bois au béton, le >>>

Coupes du bâtiment de Marsac-en-Livradois (Puy-de-Dôme)

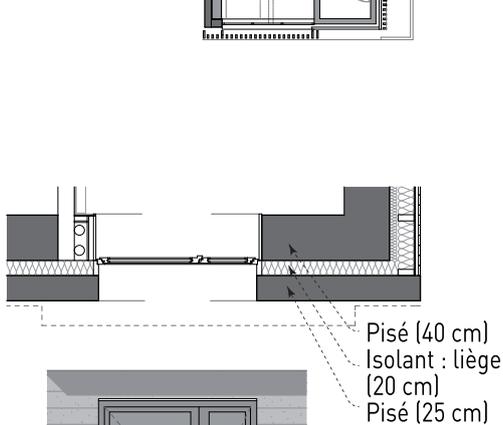
Dessins Boris Bouchet Architectes - Photo Christophe Camus



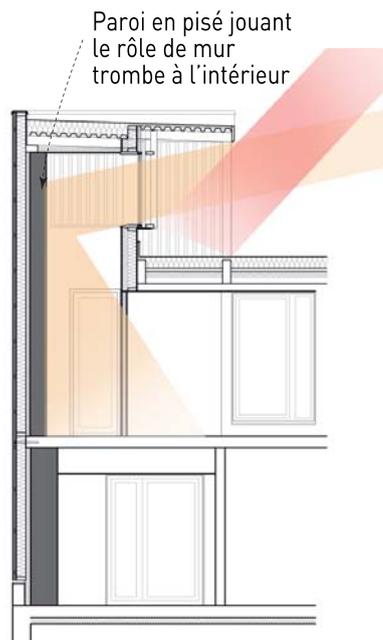
Plan RDC



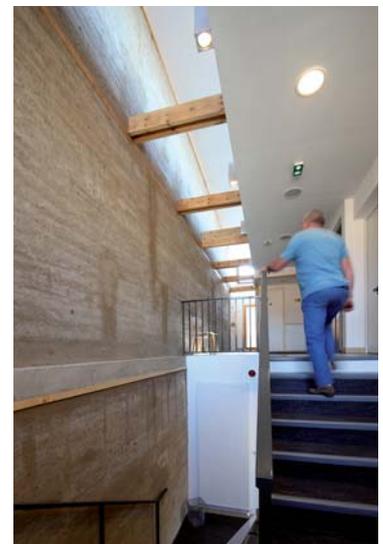
Plan R+1

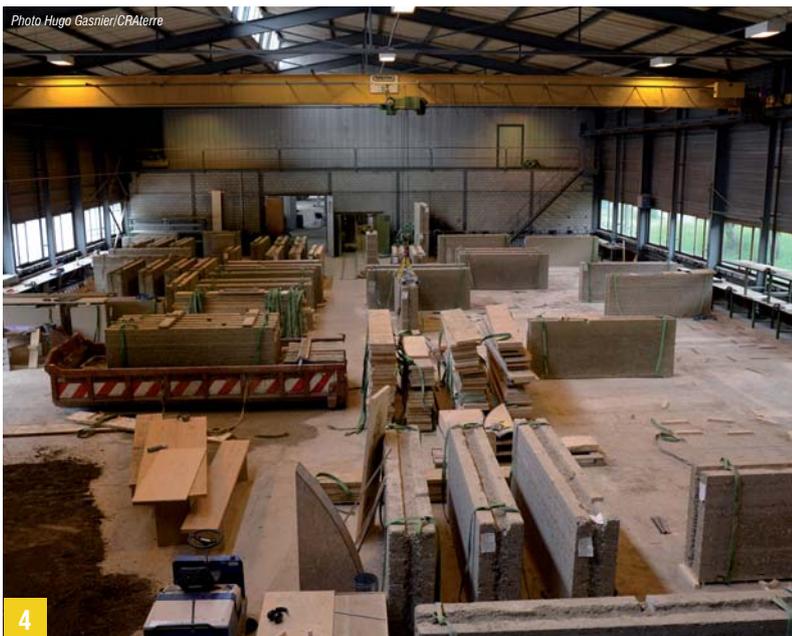


Détail du double mur en pisé



Coupe et photo du mur trombe de la façade nord





4



5

bois travaillant comme le pisé avec les variations d'hygrométrie. La terre à piser a été livrée au fur et à mesure du chantier d'une carrière à 19 km. En 2013, dans un marché public de construction d'une maison de santé à Badonviller (Meurthe-et-Moselle), la Scop Caracol et l'entreprise Joseph Gargano ont dû recourir à la préfabrication de 16 éléments de murs en pisé de 3 m de hauteur, d'un poids allant de 1 à 8 tonnes. Les délais courts et non négociables obligeaient à construire en Lorraine en hiver, d'où l'obligation de délocaliser le pisage de quelques kilomètres dans un atelier hors-gel. Pour Martin Pointet, gérant de Caracol, « la préfabrication artisanale gagne un peu de temps à la fabrication, mais nécessite une étude préalable des assemblages et des moyens lourds de transport et de levage. Elle apporte souplesse de mise en œuvre par rapport aux intempéries et aux délais, mais ajoute un travail de rejointoiement de finition. Au bilan, cela nous a été plus coûteux au mètre carré en temps de travail, transport et levage. Mais la production industrielle que pratique Martin Rauch en Autriche permet de multiplier la cadence et de baisser les coûts. »

La préfabrication industrielle du pisé

La créativité de Martin Rauch va bien au-delà de l'organisation industrielle de la préfabrication du pisé. Né en 1958 dans le Vorarlberg en Autriche, il cumule des savoir-faire d'ingénieur, d'architecte et d'artisan piseur avec des talents d'artiste, créant avec la terre crue des ouvrages d'art aussi divers que des églises, des maisons, des écoles ou des locaux industriels. Son entreprise Lehm Ton Erde Baukunst GmbH (LTE) [2], fondée en 1999, construit des bâtiments de conception, de dimensions et d'usages inédits en pisé. Martin Rauch utilise à fond et avec ingéniosité les caractéristiques hygrothermiques, l'inertie et les dimensions massives des murs en pisé. En 1999, pour une imprimerie autrichienne de

4 À Zwingen (Suisse), la halle hors-gel de préfabrication de blocs de murs en pisé permet à l'entreprise LTE de fournir en toutes saisons les éléments du chantier voisin d'un bâtiment industriel.

5 En 2013 à Laufon (Suisse), la construction de la façade en pisé préfabriqué de l'usine Ricola. Réalisation de Martin Rauch (LTE).

“L'évolution des procédés de fabrication sur site et l'optimisation des outils est une alternative nécessaire pour développer correctement la filière pisé”

[2] www.lehmtonerde.at/en (version anglaise).

60 employés, Gugler GmbH, il conçoit des murs en blocs de pisé préfabriqués de 40 cm d'épaisseur à l'intérieur desquels des réservations constituent des passages verticaux pour l'air extérieur capté par un réseau de puits canadiens. L'air tempéré lors de son passage dans le réseau enterré des puits canadiens rafraîchit le pisé en été et le préchauffe en hiver, sans créer de courants d'air. Les murs en terre créent ainsi un climat intérieur confortable au sein d'une structure à ossature bois. Depuis 2013, la filiale suisse de LTE construit pour la société suisse Ricola un bâtiment de production qui est la plus grande construction en pisé d'Europe. Les blocs de façade en pisé sont préfabriqués avec la terre du site dans un hangar aménagé à quelques kilomètres. L'organisation industrielle de la préfabrication du pisé permet de s'affranchir des intempéries, de respecter le phasage du chantier avec les autres corps de métier, d'améliorer les conditions de sécurité et de pénibilité et d'augmenter la cadence de production. La mécanisation poussée de l'approvisionnement en terre des banches et de la compression des lits, la réalisation de mur de grande longueur ensuite découpé en blocs, les déplacements de coffrages et de blocs sur chariots ou par pont roulant font gagner du temps à la fabrication. Mais, par rapport au pisage en place, s'ajoutent les temps et les coûts de transport et d'assemblage des éléments. La préfabrication lourde du pisé ouvre donc la voie à des projets d'architecture en terre innovants et de grande ampleur. L'architecte Hugo Gasnier (CRAterre-ENSAG) constate que « les projets de préfabrication industrielle restent de l'ordre du projet exceptionnel. L'évolution des procédés de fabrication sur site et l'optimisation des outils est une alternative nécessaire pour développer correctement la filière pisé. » On le voit, le pisé reste une « terre d'avenir », comme aime à le rappeler Jacky Jeannet, un des pionniers du renouveau du pisé en France... ■