

ENDUITS SUR TERRE CRUE

# DES RÈGLES PROFESSIONNELLES POUR PRÉSERVER LA PERFORMANCE DU BÂTI

TEXTE : ALAIN SARTRE PHOTOS : INVENTERRE/MARCOM, NICOLAS MEUNIER

La mise en œuvre des enduits sur murs de terre crue est désormais couverte par des Règles professionnelles. Objectif : préserver le patrimoine ancien, dont la réhabilitation doit s'effectuer avec des solutions techniques adaptées.



Décollement d'enduit sur un mur monté en adobes et briques de terre cuite.

**P**eu de bâtiments neufs sont aujourd'hui construits en terre. Mais il est bon de rappeler que selon l'Organisation des Nations unies, 17 % des monuments inscrits au patrimoine mondial de l'humanité font appel à ce matériau et 40 % de l'humanité se loge encore aujourd'hui dans un habitat en terre crue. En France, les acteurs sont encouragés par un certain nombre de collectivités territoriales qui souhaitent préserver leur patrimoine ancien. Ils offrent l'avantage de participer à l'essor de filières d'activités locales porteuses d'un projet valorisant en termes d'écologie et de protection des paysages. Dynamisée par des recherches techniques et esthétiques inventives, la terre crue n'est plus pénalisée par une image archaïque. Elle rentre dans la catégorie des matériaux naturels regardés avec un intérêt nouveau.

#### Quelles pratiques professionnelles ?

Les pratiques et l'expérience des professionnels de la terre crue ont fait récemment l'objet d'une enquête. Objectif : recueillir des informations sur l'activité des acteurs, sur les freins au développement, sur les problèmes éventuels de sinistres et d'assurabilité. Avec la volonté de dégager des perspectives en termes d'élaboration de recommandations techniques et d'offre de formations. L'enquête a été menée par l'ensemble de la filière, avec le concours de l'association AsTerre et d'une partie du Réseau Écobâtir, mais aussi avec des

relais régionaux : implantations départementales des CAUE (Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement), structures locales des parcs naturels et des conseils de l'Ordre des architectes. Les premiers résultats ont été diffusés en mars 2012. Ils reposent sur l'analyse d'environ 80 réponses, dont une quarantaine provient d'entreprises. Il s'agit presque exclusivement d'artisans, qui emploient au plus trois personnes dans la moitié des cas, et pour lesquels la réhabilitation représente 75 % de l'activité. Un tiers des entreprises déclare réaliser entre 1 et 4 chantiers dans l'année. Un autre tiers compte entre 5 et 10 opérations. Le dernier tiers se décompose à peu près à part égale entre les acteurs qui interviennent sur plus de 10 chantiers et ceux qui n'enregistrent pas systématiquement au moins une commande annuelle. La moitié des entreprises sont amenées à travailler hors de leur région d'origine.

La technique principalement mise en œuvre est celle des enduits de terre. La plupart de ces professionnels proposent plusieurs solutions constructives : Bloc de terre comprimée (BTC), bauge, pisé, torchis... Les trois quarts ne mentionnent pas de sinistre dans leur réponse au questionnaire. Toutefois, en cours d'entretien, ils révèlent des problématiques de finition : enduits fissurés avec décollements et moisissures. Les commentaires font état de difficultés dans l'évaluation des caractéristiques de la terre ou du contexte du chantier. Il en résulte principalement des phénomènes de retrait, mais aussi parfois des gonflements et remontées capillaires.

# SEPT GRANDES FILIÈRES DE CONSTRUCTION EN TERRE

Les Règles professionnelles concernent les enduits appliqués sur les différents types de murs anciens utilisant la terre. Les solutions peuvent avoir des déclinaisons locales adaptées.

- **Pierres maçonnées à la terre :** d'une épaisseur minimale de 40 cm, les murs relèvent de deux mises en œuvre : maçonneries « de blocage » (pierres brutes noyées, voire jetées et damées, dans de la terre) et parois appareillées (pierres retaillées assemblées avec soin).
- **Torchis :** matériau de remplissage constitué de terre crue limono-argileuse mélangé à une fibre végétale, mis en œuvre contre une structure d'accroche en bois. Son épaisseur varie généralement de 8 à 15 cm, mais peut parfois atteindre 25 cm.
- **Terre-paille :** matériau de remplissage constitué majoritairement de paille mélangée à de la terre crue argileuse de consistance liquide, coffré autour d'une ossature bois porteuse. Épaisseur : environ 35 cm pour les murs extérieurs.
- **Bauge :** matériau porteur constitué de terre crue limono-argileuse souvent mélangée à des fibres végétales, monté à l'état plastique par lits successifs sans coffrage. La planéité peut être régulée par une découpe à l'aide d'un outil tranchant. L'épaisseur varie de 50 à 80 cm suivant la hauteur.
- **Pisé :** matériau porteur constitué de terre crue humide compactée par lits successifs dans un coffrage. Le mur contient fréquemment des sables et graviers. Son épaisseur est d'environ 50 cm.
- **Adobe :** maçonnerie de petits éléments obtenus par coulage dans des moules de terre crue plastique, plutôt argileuse et limoneuse. Il est ainsi possible d'assembler des murs de 5 à 30 cm d'épaisseur.
- **Blocs de terre compressée :** maçonnerie de petits éléments obtenus par pressage mécanique de la terre, humide et éventuellement stabilisée, dans un moule. Épaisseur minimale du bloc : environ 9 cm

**“Dans un passé récent, les murs en terre crue ont parfois été recouverts avec des enduits épais à base de ciment dont le caractère nuisible est aujourd'hui largement soupçonné et dénoncé”**

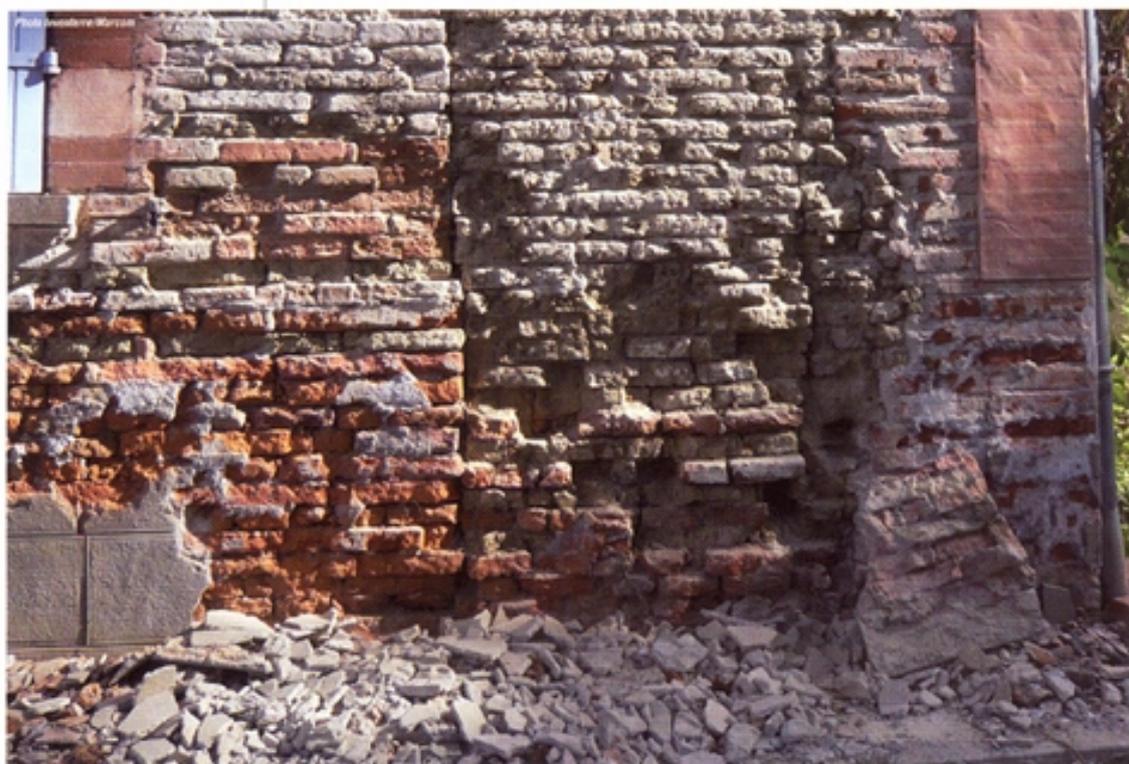
## Respecter le caractère du patrimoine ancien

«La spécificité des enduits sur support en terre crue a été soulignée par les professionnels lors de la révision de la norme NF DTU 26.1 relative aux revêtements en mortiers de ciments, de chaux ou de plâtre mélangé à de la chaux aérienne», indique Carlos Ferreira, secrétaire générale de l'Union nationale des entrepreneurs d'enduits de façade de la Fédération française du bâtiment (Uneef-FFB). Cette particularité explique qu'ils sont écartés du domaine couvert par le texte, dont la nouvelle version a été publiée en avril 2008. Or, dans certaines régions, les constructions en terre sont malgré tout fréquentes. Les maçons sont couramment amenés à les restaurer. Ils appliquent le plus souvent sur ce bâti des mortiers réalisés avec des préparations industrielles dites pour «maçonneries anciennes». La composition standard de ces mélanges, à large spectre d'applications, ne s'avère pas toujours adéquate même s'ils incorporent de la chaux. Dans un passé récent, les murs en terre crue ont parfois été recouverts avec des enduits épais à base de ciment dont le caractère nuisible est aujourd'hui largement soupçonné et dénoncé.

Dans un guide intitulé *Restaurer son bâti en terre*, le Parc naturel régional des Marais du Cotentin et du Bessin prévient les maîtres d'ouvrage qui s'engagent dans des travaux : «La mise en place de revêtement de mur imperméable [...] ne permet plus à l'eau de s'évaporer». Les stagnations d'humidité dans la terre peuvent la rendre malléable et entraîner la ruine du matériau, avec possible altération des bois utilisés en linteaux. «Notre territoire couvre plus de 150 communes sur la Manche et le Calvados : nous y dénombrons environ 10 000 bâtiments en terre», souligne François Streiff, architecte au sein du parc. Une vingtaine d'entreprises spécialisées y interviennent régulièrement pour des chantiers de restauration ou réhabilitation. Seuls les enduits à base de chaux ou de terre crue sont recommandés car compatibles en termes de «perspiration» (capacité à permettre la migration et l'élimination de la vapeur d'eau).

## Étude de l'hygrométrie des bâtiments existants

«Pour être précis, il s'avère que la pathologie liée à la présence d'eau dans les murs en terre crue n'a pas fait l'objet d'étude réellement complète», >>>



Dégradation des adobes et briques de terre cuite après dépose d'un enduit ciment existant

reconnait Jean-Claude Morel, enseignant chercheur au sein du laboratoire Géomatériaux de l'École nationale des travaux publics de l'État (ENTPE). Même si l'expérience des professionnels accumule indices et constats concordants, la relation directe entre la texture des enduits et les dégradations enregistrées n'a pas encore été scientifiquement établie.

Le laboratoire de l'ENTPE a été saisi d'un cas de sinistre sur une construction en terre datant de 1907, avec mur saturé d'eau et effondrement qui s'est traduit par un accident corporel. Des échantillons ont été prélevés et l'étude est en cours. Il est prévu que les résultats fassent l'objet d'une publication.

L'école a été impliquée dans le programme de recherche « Batan » visant à modéliser le comportement thermique du bâti ancien, en particulier antérieur à 1948. Financé par l'Ademe et le ministère, ce projet développe des modèles et outils pour analyser, comprendre et améliorer l'efficacité énergétique des bâtiments existants. En effet, chaque type de construction révèle un comportement spécifique : une maison de ville en tuffeau ne réagit pas comme un corps de ferme en torchis, ni comme un immeuble haussmannien. Face à ces propriétés thermo-physiques très diverses, comment s'assurer de ne pas créer des désordres en intervenant lors d'une réhabilitation ?

L'ENTPE s'est engagée dans une recherche visant plus précisément le pisé, en partenariat avec l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (IFSTTAR) [1]. Objectif : qualifier la réaction hygrothermique de

ce bâti. En effet, les entreprises doivent faire face à une demande d'isolation de plus en plus pressante de la part des propriétaires de maisons. Or, isoler ces murs peut occasionner des destructions à moyen et long terme. Les premiers enseignements devaient être disponibles en 2013.

### Des prescriptions fondées sur un savoir-faire artisanal

L'étude sur le pisé est conduite avec le concours du Réseau Écobâtir. Cette organisation fédère depuis 1992 des associations et personnes physiques mobilisées par l'habitat écologique. Elle rassemble à la fois des professionnels et des auto-construc-teurs soucieux de respecter l'environnement, de préserver la santé des usagers et des bâtisseurs. Les membres sont cooptés et signataires d'une charte qui milite en faveur de relations économiques raisonnées. L'engagement préconise de privilégier la valeur sociale et la qualité du travail. Il incite au partage d'un art de vivre et au respect mutuel. Le réseau associatif comprend un « groupe terre » dynamique, avec un noyau de professionnels très expérimentés.

Le Réseau Écobâtir organise des rencontres thé-matiques. Au centre des débats de la dernière rencontre en 2011 : les Systèmes de garantie et d'amélioration participatifs (SDAP), forme de certification de qualité inventée par les acteurs de l'économie sociale et équitable, notamment dans le domaine de l'agriculture biologique, qui privilégie l'échange et la transparence entre >>>>

[1] Issu de la fusion de l'Inrets (Institut national de recherche sur les transports et leur sécurité) et du LCPC (Laboratoire central des ponts et chaussées) en 2011.



Photo Nicolas Mouton  
Restauration d'une maison ancienne en pisé.

# UN PARC EXISTANT D'ENVIRON 2,5 MILLIONS DE BÂTIMENTS

**« D'une façon ou d'une autre, au début du XX<sup>e</sup> siècle, la terre était utilisée pour construire partout en France et même très largement dans le monde entier », rappelle Alain Marcom, l'un des rédacteurs des Règles professionnelles.**

En effet, même si le patrimoine rural économe pouvait exploiter la pierre, il assurait alors le plus souvent l'assemblage avec du mortier à base de terre provenant du chantier ou des environs. Toutefois, ce matériau ancestral s'est déployé selon des techniques locales différentes avec des territoires de prédilection. Le pisé est très présent en Rhône-Alpes, Auvergne et Limousin.

La bauge se trouve plus particulièrement en Bretagne et Normandie. Le torchis a surtout été employé en Normandie et Lorraine. L'adobe et la brique de terre crue constituent l'une des particularités de l'Aquitaine et du Midi-Pyrénées. Bien sûr, comme cela est remarqué dans l'introduction du document, « un peu partout, il existe de petites poches de territoires qui dérogent à la règle régionale ». Il est ainsi possible de rencontrer ces diverses techniques dans des zones géographiques où elles ne constituent pas l'identité première du paysage. « Encore dans les années 1960, des centres de formation pouvaient apprendre à monter un

mur avec du mortier à base de terre », se souvient Alain Marcom. Toutefois, ces solutions traditionnelles se sont progressivement éteintes au cours de la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle. D'une part, beaucoup d'ouvriers détenteurs du savoir-faire ne sont pas revenus de la Première Guerre mondiale. D'autre part, ces techniques locales fortement consommatrices de main-d'œuvre se sont trouvées confrontées à la rude concurrence des matériaux industriels rendus très compétitifs par le faible coût de l'énergie. On estime qu'il existe encore en France un parc d'environ 2,5 millions de bâtiments construits en terre. ■



1 Purge d'une partie d'un mur en pisé, avec légère humidification avant réparation.

2 Reprise de parement sur un mur en pisé : les renformis sont réalisés avec un mortier dont la consistance doit se rapprocher le plus possible de celle du matériau ancien.

professionnels et consommateurs. Les rencontres 2012, qui se tiendront en novembre en Picardie, seront consacrées à un sujet plus technique : cultures constructives et risques naturels.

Ce sont quatre militants actifs du Réseau Écobâtir qui ont principalement élaboré les Règles professionnelles pour la mise en œuvre des enduits sur supports composés de terre crue. L'équipe comprend Jean-Claude Morel de l'ENTPE, qui est intervenu sur la partie essais, ainsi que Fabienne Casaux, une économiste de la construction particulièrement sollicitée pour unifier et synthétiser la rédaction. Mais les Règles ont surtout été formulées pour des maçons par deux maçons : Alain Marcom et Nicolas Meunier. Le premier, implanté dans le Sud-Ouest, pratique depuis 1987 l'adobe, la brique terre cuite et le remplissage terre-paille. Le second, qui a débuté dans la terre crue au Mali en 1981, cultive son savoir-faire du pisé le plus souvent entre Auvergne et Rhône-Alpes.

### Importance primordiale du diagnostic préalable

Les Règles sont issues d'un groupe d'environ 70 contributeurs, constitué à la suite de la révision de la norme NF DTU 26.1. Elles ont été financées par deux syndicats, la FFB et la Fédération nationale des SCOP du BTP, avec concertation de professionnels non affiliés ou rattachés aux Compagnons du devoir, à l'association AsTerre et à la délégation Rhône-Alpes des Maisons paysannes de France. Elles seront éditées d'ici fin 2012 (2). Comme cela est précisé dans le chapitre relatif au domaine d'application, les Règles relatives aux enduits sur supports en terre crue « établissent et décrivent les pratiques usuelles en matière d'exécution d'enduits

intérieurs et extérieurs destinés à la protection et décoration des murs existants de plus de 10 ans ». Les mortiers à base de plâtre ne sont pas traités. Les revêtements mis en œuvre sur des plans horizontaux ou faiblement inclinés n'entrent pas non plus dans le cadre du document.

La réalisation d'un enduit intérieur ou extérieur sur terre crue est spécifique à plus d'un titre. « D'abord, elle nécessite une étude préalable très détaillée et attentive du support », souligne Nicolas Meunier. D'ailleurs, pour guider l'entrepreneur, le document est accompagné d'une grille d'analyse du contexte environnemental et technique. Façade par façade, le relevé prévoit de noter les orientations et expositions aux intempéries, ainsi que la proximité d'une présence d'eau. Outre la pluie battante, les parois peuvent subir des rejaillissements, des remontées par capillarité ou encore des migrations de vapeur. Il faut donc repérer les tâches d'humidité, les moisissures et les marques d'érosion.

Le professionnel doit vérifier la présence et l'état de fonctionnement des ouvrages de protection et d'évacuation : recouvrement des arases, débords de toiture, gouttières et descentes d'eaux pluviales, déversoirs de terrasses, appuis de fenêtre, sols en pied de murs, caniveaux, drains ou caves enterrés... Il note également l'existence de fissures superficielles ou structurelles, symptômes en lien ou pas avec des mouvements de terrain, des travaux internes ou voisins.

Ainsi, l'entrepreneur est en mesure d'indiquer dans son devis les éventuels travaux jugés indispensables avant enduisage : purge des parties défectueuses avec réparations et renformis. Si le mur est déjà enduit, il est vivement recommandé d'effectuer des sondages pour connaître la nature

(2) Pour savoir où se les procurer lorsqu'elles paraîtront en fin d'année 2012, allez sur le site [www.qualiteconstruction.com](http://www.qualiteconstruction.com), à la rubrique « La Prévention Préfessionnelle (C2P) », puis « Finances des règles professionnelles acceptées par la C2P ».



et l'épaisseur du revêtement, mais aussi l'état du support. La dépose ne pouvant être exhaustive, il est prudent de prévenir maître d'ouvrage et maître d'œuvre que la découverte éventuelle de pathologie est susceptible d'entraîner des prestations supplémentaires.

### Enduits chaux/sable ou à base de terre

Autre point important : les Règles expliquent qu'un mur en terre est « un mur qui subit des variations dimensionnelles au fil des saisons et qui exige en conséquence un enduit d'une raideur faible, proche de celle du support ». Il est stipulé que l'utilisation des ciments artificiels doit être évitée autant que possible, sauf besoin d'ajout ponctuel. « Le document encadre la mise en œuvre de deux types de revêtements : au mortier chaux/sable ou à base de terre », indique Nicolas Meunier. Les mélanges font appel soit à de la chaux aérienne (CL ou DL), soit à de la chaux hydraulique naturelle (NHL2, NHL3,5 ou NHL5). Cette dernière ne doit toutefois pas incorporer d'adjuvant susceptible d'engendrer des problèmes de perméance et de raideur. Les enduits s'effectuent en trois couches, selon les modalités décrites dans le NF DTU 26.1, appliquées manuellement ou mécaniquement. Avant la première couche, le support est humidifié par arrosage en bruine en évitant tout ruissellement qui éroderait la surface en terre crue. La quantité d'eau apportée est dosée selon l'humidité ambiante et la porosité du support. Il ne faut pas provoquer de gonflement ni de saturation. Tout apport excessif modifie la cohésion du matériau qui ne peut alors ne plus offrir de résistance suffisante pour supporter la charge de l'enduit. Une péné-

tration d'eau sur une profondeur de 5 mm est satisfaisante. Il faut ensuite réhumidifier entre chaque couche en veillant à la bonne homogénéité hydrique de toute la surface.

Les Règles fournissent des indications de dosage pour les enduits chaux/sable, selon les trois couches : gobetis, corps d'enduit et finition. Le texte précise que « souvent le gobetis est appliqué "à frais" sur un lait de chaux préalablement jeté sur le mur à l'aide d'un pinceau ». Pour obtenir des mélanges équilibrés, il conseille de consulter l'annexe du NF DTU 26.1 relative au foisonnement des sables en fonction de l'humidité. Il rappelle qu'un sable plus riche en fines, c'est-à-dire plus « sale », voire terreux, permet d'obtenir une meilleure maniabilité.

### Essais pour qualifier les dosages de mortier

« Comme le soulignent les Règles, en ce qui concerne les mortiers à base de terre, étant donnée l'immense variété des terres utilisées et la non moins grande diversité de proportions et de natures d'argiles qu'elles contiennent, il est dans ce cas impossible d'indiquer des dosages de mélange », confirme Nicolas Meunier. Pour chaque chantier, il faut donc trouver la formule équilibrée entre terre et sable.

L'enduit peut être additionné de chaux aérienne ou hydraulique au moment de sa préparation. On parle alors de « terre stabilisée ». Autre particularité : suivant la nature et la planéité du support, le résultat attendu et la qualité du mortier, le revêtement peut être réalisé en une ou plusieurs couches. Sur les façades exposées aux intempéries ou les murs intérieurs recevant des projections d'eau, il est généralement recommandé de réaliser une finition avec un mélange chaux/sable. >>>

**“Les Règles professionnelles relatives aux enduits sur supports en terre crue encadrent la mise en œuvre de deux types de revêtements : au mortier chaux/sable ou à base de terre”**

**“Concernant le bon dosage, les Règles proposent deux procédures d’essais qui permettent de valider sur site les performances du mortier”**

Les Règles envisagent cinq possibilités d’approvisionnement en terre : extraction sur le site du chantier, récupération de blocs et mottes résultant de la démolition de murs anciens, matière issue d’une carrière ou d’une briqueterie, et enfin terre « prête à l’emploi » soit préparée en atelier par l’entreprise, soit commercialisée par un distributeur de matériaux. L’exploitation des gisements locaux est considérée comme préférable pour des raisons tant esthétiques qu’économiques et environnementales. Alors, comment définir les dosages ? Sur ce point, les Règles sont particulièrement innovantes. Elles proposent deux procédures d’essais qui permettent de valider sur site les performances du mortier. La première série de tests consiste à réaliser plusieurs échantillons d’enduit d’une surface unitaire de 25 x 25 cm avec différents dosages : le bon choix est celui qui ne fissure pas au séchage. La seconde séquence d’essais nécessite de mettre en œuvre 5 échantillons d’une surface 4 x 5 cm, à des endroits représentatifs de la diversité du support. Ces « plaquettes » servent à suspendre un outil de charge très simple, que l’entreprise peut elle-même fabriquer en bois. La résistance au cisaillement est validée après tenue pendant 30 secondes sous l’effet d’une masse de 2 kg.

#### **Mieux caractériser les supports en terre crue**

L’association AsTerre organise les assises nationales de la construction en terre. La première édition de 2008 était centrée sur les réalisations contemporaines. La deuxième en 2009 était consacrée au patrimoine et bâti ancien. La troisième en 2011 avait pour objet la transmission des savoirs. Animées par une exposition, des conférences et

ateliers, ces manifestations ont accueilli jusqu’à 300 visiteurs professionnels. Programmée en octobre 2012 sur le site du Pont du Gard, la quatrième édition est placée sous la thématique suivante : regards croisés sur la décoration en terre. La filière est animée par un débat : faut-il favoriser la mise en place d’un ensemble de référentiels techniques ? Cette réflexion bénéficie d’un soutien financier du ministère en charge de la construction et du développement durable. Sous l’égide des pouvoirs publics, un comité de pilotage a été constitué. Il associe la Capeb, la FFB, le CSTB, ainsi que le Réseau Écobâtir, l’association AsTerre, le laboratoire CRATerre de l’École nationale supérieure d’architecture de Grenoble (EnsaG) et le Centre technique de matériaux naturels de construction (CTMNC).

Relevant des filières conjuguées de la pierre et de la terre cuite, ce centre de recherche et d’essais étudie de son côté le perfectionnement d’une technique composite associant une ossature bois et un remplissage en terre crue, avec adhérence renforcée par mousse géopolymère. Parallèlement, il poursuit un programme sur les blocs de terre comprimée qui prend de l’ampleur. Les tests visent à caractériser une quinzaine de produits différents, notamment sous les angles suivants : analyse minérale et chimique, granulométrie, conductivité thermique, comportement vis-à-vis de l’eau... Le projet va permettre de définir les performances de ces briques par le biais d’une série de protocoles d’essais. Il sera ainsi possible d’encadrer les conditions d’utilisation : usages extérieurs et intérieurs, en murs porteurs ou pas. Ce travail mené en coordination avec d’autres laboratoires devrait aboutir à la rédaction de règles de mise en œuvre. ■

Essais de retrait au séchage de différents mélanges de mortiers à base de terre, conçus pour valider la non fissuration.

Photo Nicolas Mounier

