

Septembre 2022

Retour d'expériences

Maison rurale en pierre et terre crue dans la région Occitanie





AURIGNAC (31) - REHABILITATION D'UNE ANCIENNE GRANGE EN HABITATION

Cette ancienne grange caractéristique du pays de Comminges, maçonnée en pierres et adobes, est située à Aurignac en Haute-Garonne (31). Ce bâtiment, inutilisé depuis le début du siècle dernier, a été acheté afin d'être transformé en lieu d'habitation dans le respect de ses caractéristiques architecturales et patrimoniales.

Occitanie Maison individuelle Pierre tendre (tuffeau, etc.) Terre crue (adobe, bauge, pisé, etc.)

Bâtiment d'intérêt patrimonial hors secteur protégé

Le bâtiment et son contexte



Diagnostic avant travaux



Projet de réhabilitation



Travaux



Bilan de la réhabilitation



Maîtrise d'ouvrage : Marie-Christine COUTHENX

Maîtrise d'œuvre : Marie-Christine COUTHENX Architecte

Consommation énergétique :

● **Avant travaux :** NC (bâtiment en état de ruine)

✓ **Après travaux :** 86.4 kWh/m²/an

Consommation énergétique en énergie finale pour le chauffage, l'ECS, l'éclairage, la consommation domestique (four, prises électriques), la consommation de bois de chauffage.

Mis en ligne en septembre 2022

Crédit Photo : Marie-Christine Couthenx et Sébastien Fernand

Le bâtiment et son contexte

Cette grange du XIXe siècle, caractéristique du Pays de Comminges, est située dans un hameau excentré du village d'Aurignac (31), le long de la départementale qui relie Aurignac et Cassagnabère-Tournas.

A l'image des habitations de cette région du Comminges, cette grange située à l'extérieur des centres-bourgs possède une façade principale orientée à l'est, permettant de se protéger des intempéries provenant majoritairement de l'ouest.

Le bâtiment accueillait au rez-de-chaussée :

- Une étable fermée pour les vaches
- Une étable ouverte pour les cochons
- Un poulailler
- Des cages à lapins

La transmission orale a permis de savoir que l'étage aurait pu servir d'habitation occasionnelle et que les derniers utilisateurs de cette grange y auraient vécu au début du XXe siècle.



Figure 1 : Vue aérienne du bâtiment et de son contexte géographique

État technique et sanitaire du bâtiment

Inutilisée et peu entretenue, la grange était dans un état sanitaire dégradé.

Elle n'avait pas fait l'objet de rénovation antérieure. L'édifice, dans son état initial, est construit en maçonnerie de pierre (moellons et pierre de taille) et de terre crue (adobes).

Les moellons de pierre constituent la première moitié des murs voire un peu plus, alors que la partie haute est composée de briques de terre crue.

Il est entièrement ouvert côté est et un appentis en bois prolonge le côté ouest. La toiture à quatre pans est couverte en tuile canal.



Figure 2 Façade est de la grange

La façade sud de la grange construite en adobes enduites ne présente pas d'ouvertures. Des fissures de tassement et la chute de plaques d'enduits sont observées mais sans aucune trace de pathologies de nature structurelle.



Figure 3 : Façade sud avec appentis situé à l'ouest

La façade nord possède une unique baie ouvrant sur l'étage. Le développement de lierre et autres racines sur cette façade ont affecté l'enduit extérieur et certaines parties de la maçonnerie de terre crue.



Figure 4 : Façade nord avec ouverture permettant d'atteindre l'étage

Suite à l'affaissement d'un poteau de l'appentis, l'ensemble de la toiture a été déstabilisée.



Figure 5 : État de l'appentis avant travaux

Un édicule situé devant la façade principale, entièrement plâtré à l'intérieur faisait office de toilettes, l'évacuation et la fosse ayant été mis à jour lors des travaux. Il est couvert d'un toit à quatre pans, composé de tuiles mécaniques losangées avec des arêtes en tuile faîtière demi-ronde. Un poinçon de toiture a été installé au point de rencontre des arêtes.



Figure 6 : Édicule situé en façade est



Figure 7 : Vue sur la toiture de l'édicule

Le toit de la grange est composé d'une charpente remarquable en chêne, en forme de croix avec une ferme principale et une ferme secondaire. Une ferrure a été installée à la jonction des demi-entraits et de l'entrait pour réduire l'effort de traction et stabiliser l'ensemble de la charpente.



Figure 8 : Charpente en croix

La couverture est en tuile canal anciennes, posées sur voliges. Le plancher haut est constitué de poutres en chêne, de solives et planches en châtaigner.



Figure 9 : Plancher haut en châtaigner

État énergétique

Aucune isolation ni système de chauffage n'était présent du fait de l'usage essentiellement agricole de ce bâtiment.

Les murs en moellons et en adobes de terre crue contribuent à l'inertie du bâtiment et cet atout constitue un des éléments à préserver lors des travaux d'isolation. En effet, l'épaisseur des murs étant d'environ 60cm de pierre et de terre crue, le déphasage approximatif de ces parois est de 16 heures et l'amortissement de la variation de température est de minimum 70 %.

État patrimonial et architectural

> Les éléments patrimoniaux remarquables

Les granges du Comminges sont les témoins du passé rural de la période comprise entre le milieu du XIX^{ème} siècle et le début du suivant. Les traits constructifs et ornementaux tout à fait particuliers de ces granges en font de véritables éléments emblématiques du Pays de Comminges. En effet, la grange, avec sa façade charpentée et ses claustras, constitue le trait le plus singulier et le plus original de la ferme commingeoise. Ces charpentes composées d'éléments assemblés de grande portée, créent de grandes baies libres en façade. Généralement située à l'est, la portée de la charpente était relativement importante afin d'offrir des ouvertures suffisantes à la manœuvre des charrettes, des chars et des remorques. Dans le territoire du Comminges, il est possible de recenser huit types de charpentes apparentes situées soit en façade de grange soit de fenil, avec différentes variantes ornementales.

A ce titre, les granges du Comminges appartiennent au patrimoine architectural et méritent par conséquent d'être préservées.¹

Malgré la dégradation avancée de certaines parties du bâtiment comme la toiture et la structure de l'appentis ou les planchers d'origine, de nombreux éléments patrimoniaux étaient dans un état satisfaisant et ont pu ainsi être conservés. Cette grange étant hors secteur protégé, le choix de préservation de ses qualités patrimoniales est une volonté du maître d'ouvrage.

Le diagnostic patrimonial effectué par l'architecte a permis d'identifier les éléments remarquables de cette construction tels que :

- la charpente en croix posée sur un grand pilier en bois avec contre fiches apparentes au niveau de la façade est. Elle offre une esthétique particulière que l'architecte a souhaité conserver.
- La toiture à quatre pans avec des tuiles canal
- les angles en pierre taillées qui ont pu être préservés et mis en valeur.

¹ Granges du Comminges, Façades charpentées et claustras – Carnet du Patrimoine 2007 – CAUE 31



Figure 10 : La charpente en croix soutenue par un pilier central coté est.

> **Les éléments patrimoniaux malmenés**

Les dégradations ayant affecté le caractère patrimonial du bâtiment sont minimales. Il s'agit principalement de désordres liés au manque d'entretien ou de réparation comme décrit dans la partie précédente spécifique au diagnostic technique.

Programme architectural et énergétique

> Cahier des charges du maître d'ouvrage

Bien que le bâtiment fût presque dans un état de ruine, les maîtres d'ouvrage ont souhaité le réhabiliter et étendre la grange, pour créer leur résidence personnelle. Le projet a consisté donc en la réhabilitation de la grange existante d'une surface initiale de 89m², et de l'ajout d'une extension de 38m² en lieu et place de l'appentis.

L'architecte, et dans ce cas également maître d'ouvrage, souhaitait :

- Privilégier les orientations naturelles de la grange.
- Favoriser au maximum le réemploi des matériaux existants
- Avoir recours à des matériaux biosourcés et géosourcés dans le respect des principes constructifs d'origine.

> Acteurs du projet

Le fournisseur de matériaux, localisé à Aurignac et Martres-Tolosane, propose une gamme de produits géo et biosourcés.

Les artisans, fournisseurs et matériaux locaux ont été privilégiés. Le menuisier n'est pas spécialisé en patrimoine, mais du fait de sa formation avec les Compagnons du Tour de France et son implantation, il possède les compétences requises pour le bâti ancien.

Les autres acteurs de ce projet sont localisés sur Aurignac (gros œuvre, charpente-couverture, murs intérieurs en ossature bois et laine de bois, plomberie, menuiserie) et Toulouse (enduits à la terre, électricité).

Ce projet n'a pas reçu de financement car il ne répondait à aucun critère au moment de sa réalisation.

Projet et études réalisés

L'étude thermique réalisée il y a plusieurs années pour ce projet, n'a pas permis de dégager des résultats rendant compte des performances des matériaux existants et du comportement bien spécifique d'une construction en terre crue. Les limites des logiciels de simulation thermique concernant l'intégration et la modélisation de certains phénomènes physiques propres aux matériaux biosourcés et géosourcés, sont désormais bien identifiées.

Car bien que la terre crue ne soit pas un matériau isolant, elle possède d'autres atouts contribuant fortement au confort des occupants comme l'inertie et la régulation de l'humidité aussi bien en hiver qu'en été !

Synthèse

Le programme comprend un projet de réhabilitation et intègre l'ajout d'une extension contemporaine à l'emplacement exact de l'ancien appentis. Le volume initial de l'appentis et de la grange est ainsi respecté. La matérialité des finitions sur l'extension est en bois et en accord avec le caractère rural du site.

Il s'agit là d'un projet de réhabilitation lourde :

- intégrant une démarche de réemploi des matériaux présents sur place
- privilégiant les isolants biosourcés et le recours à des enduits à base de terre crue ou de chaux
- Réalisé par des artisans locaux ayant une connaissance des caractéristiques du bâti ancien
- Permettant de préserver un patrimoine rural modeste spécifique au pays de Comminges
- Associant patrimoine vernaculaire et architecture contemporaine dans une composition harmonieuse

La totalité des travaux a duré 6 ans, ils se sont déroulés en plusieurs étapes :

- Achat fin 2008
- Mise en sécurité du chantier
- 1^{er} trimestre 2009 : gros œuvre, enduits extérieurs, charpente/couverture et menuiseries extérieures
- 2010 : Électricité et plomberie
- 2011 – 2018 finitions intérieures avec les enduits en terre sur l'ensemble des murs, isolation de la charpente de la grange et de l'extension
- Isolation extérieure de l'extension
- Aménagement intérieur : le plancher intérieur, l'escalier et la cuisine intégrée

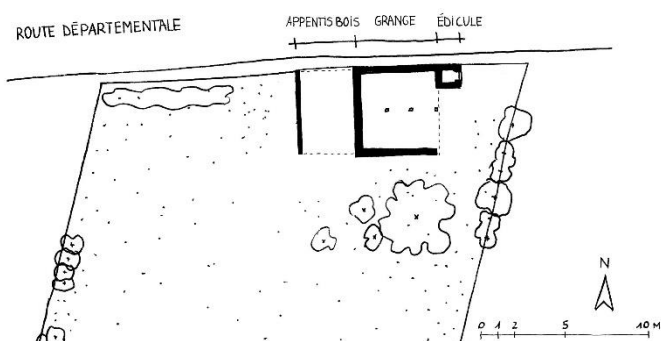


Figure 11 Avant réhabilitation de la grange

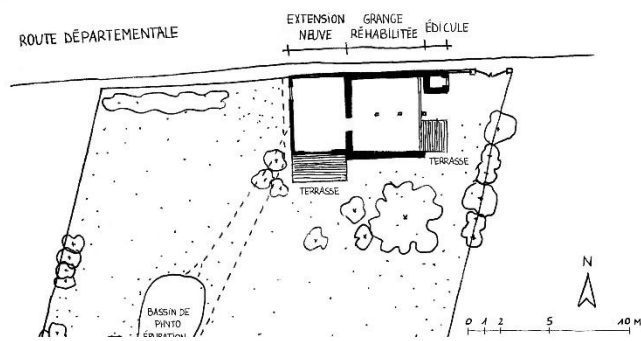


Figure 12 Après réhabilitation et extension de la grange

Gestion de l'humidité

Un hérisson de sable et de cailloux a été réalisé en sous-dalle afin d'assurer un drainage et de limiter ainsi les remontées capillaires par les murs. Les quelques sources d'infiltration d'eau ponctuelles au niveau de la couverture de la grange ont été traitées avec l'ajout et le remplacement de certaines tuiles. Au niveau de l'appendice, la toiture a fait l'objet d'une reprise totale avec la création d'une extension neuve.

Structure

Travaux d'extension :

Initialement, il était envisagé une ouverture de la façade sud de la grange, avec l'aménagement d'un balcon mais cette option aurait nécessité de sacrifier une partie du mur en terre crue qui était dans un bon état. Afin de le conserver, les maîtres d'ouvrage ont finalement opté pour la création d'une grande ouverture dans l'extension, offrant une magnifique vue sur les Pyrénées.



Figure 11 : Appentis en cours de démolition



Figure 12 : Vue de la façade sud de l'extension.

Malgré la stabilité des murs existants de la grange, les parois de l'extension jouent un rôle de contrefort supplémentaire pour le mur nord. L'ancien mur ouest de la grange est devenu le mur de séparation entre la grange et l'extension neuve. Ce mur a donc été percé, pour créer une ouverture rectangulaire permettant le passage entre les deux parties de l'habitation. La maçonnerie en pierre et le linteau bois ont été conservés apparents.



Figure 13 : Création de l'ouverture murale

Intervention sur l'existant :

Les fissures présentes en façade n'étant que superficielles et non structurales, elles ont simplement été rebouchées avec du mortier. Aucun agrafage ou autre renforcement structurel n'a été nécessaire sur la grange.

Murs

Le mur sud, avec des soubassements en pierre d'un mètre protégeant les autres matériaux (terre crue, bois) des remontées capillaires, n'est pas isolé pour pouvoir bénéficier au maximum de l'inertie du mur. Le maître d'ouvrage a considéré que l'épaisseur du mur développait une résistance thermique suffisante en plus des propriétés d'inertie et de régulation de l'humidité. Ce choix semble approprié dans une région où les étés sont chauds et les hivers peu froids.

Les enduits existants ont été piqués, et après la pose de nouveaux mortiers de joint entre les moellons, les façades ont été enduites à l'extérieur à la chaux avec une attention particulière pour assurer la continuité des enduits avec les chaînes d'angles et les linteaux. L'intérieur a été enduit à la terre crue supprimant ainsi l'effet de paroi froide et maintenant les propriétés d'inertie et de régulation d'humidité du mur.

Le mur en pierre, situé au nord, est isolé par l'intérieur avec de la laine de bois semi-rigide d'épaisseur 12 cm posée dans une ossature bois, entre un frein-vapeur et des plaques de fibres-gypse vissées sur l'ossature. La maçonnerie extérieure en pierres apparentes a été conservée sur la partie basse de ce mur, tandis que la partie haute a été enduite à la terre comme le montre la figure 15. Seule une toute petite partie de la partie haute du mur est restée sans enduit pour mettre en valeur la présence d'adobes. L'intérieur a également été enduit à la terre crue.

Les murs de l'extension sont construits en agglomérés de ciment isolés par l'extérieur avec de la laine de bois semi-rigide, recouvert par une membrane frein-vapeur et un panneau de bois agglomérés rigide de 4 cm. Le revêtement extérieur est un bardage ajouré en douglas teinté avec une lasure d'une couleur qui se rapproche de celle du bois brûlé et dont les lames ont été agencées avec des largeurs variables.

Suite à la déconstruction de l'appentis, le bois de charpente et d'ossature a été réemployé pour des aménagements extérieurs et la fabrication d'une cabane. Les adobes en terre crue, qui constituaient les murs d'une étable ont été démontées, puis après ré-humidification cette terre a été utilisée pour réaliser l'enduit d'accrochage des murs extérieurs. Ce projet a su valoriser le caractère réversible de la terre crue et ainsi faire l'économie d'achat de matière première.



Figure 14 : Vue sur le mur nord après travaux

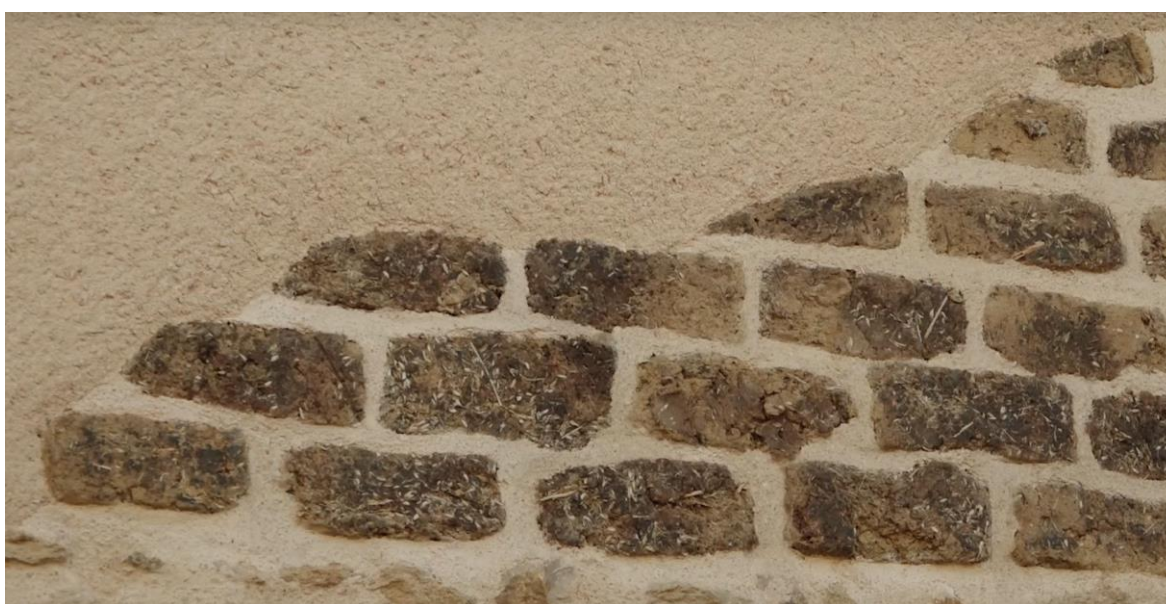


Figure 15 Façade nord partiellement enduite à la terre crue

La façade est de la grange est entièrement vitrée et permet la mise en valeur cette façade charpentée typique des granges du Comminges, en complément d'un fort éclairage naturel dans la première moitié de la journée. Malheureusement les quelques clayonnages restants, autre élément patrimonial caractéristique des fermes commingeoises, n'étaient pas en assez bon état pour être préservés ou réemployés.



Figure 16 : Façade est de la grange après travaux

La performance thermique des murs extérieurs est estimée à $0.261\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ pour le mur nord, et à $1,5\text{W/m}^2\cdot\text{K}$ pour le mur sud.



Figure 17 : Ouverture après travaux, avec mur en pierre et linteau bois apparent

Toiture et plancher haut

Lors de la réhabilitation, il a été envisagé dans un premier temps de détruire l'édicule, mais les maîtres d'ouvrage ont finalement décidé de le conserver comme lieu de réserve. La couverture de l'édicule extérieur a été réhabilitée entièrement grâce au réemploi des tuiles canal provenant de la déconstruction de la couverture de l'ancien appentis.

Au sein du bâtiment principal, les poutres en chêne existantes ont été conservées. L'ancien plancher et les solives ont été remplacés par des bois neufs en châtaigner. Les combles ont été isolés avec 20 cm de laine de bois en couches croisées. Les combles de l'extension ont été isolés avec une épaisseur de 30 cm de ouate de cellulose.



Figure 18 : Aménagement intérieur de la partie réhabilitée

La performance thermique du plancher haut passe est évaluée à 0.14 W/m².K.

Plancher bas

Un hérisson a été réalisé dans la grange (40 cm d'épaisseur) et l'extension (15cm d'épaisseur) afin de niveler le sol qui était naturellement en pente. Ce hérisson a été recouvert par un film polyane de désolidarisation, permettant de couler la dalle en béton. Un parquet en chêne traité à la cire liquide a ensuite été posé sur la dalle, préalablement recouverte par un film papier kraft huilé où ont été posées des solivettes en chêne et des panneaux de fibres-gypse.



Figure 19 : La pièce principale aménagée dans le volume existant après travaux.

Menuiseries et protections solaires

Les menuiseries de la grange existante et de l'extension sont en bois et aluminium, avec double vitrage et renforcement des verres pour l'acoustique.

La façade vitrée orientée est, dispose de rideaux thermiques intérieurs en hiver pour éviter l'effet de paroi froide causée par la paroi vitrée et de rideaux en coton placés coté extérieur du bâtiment pour limiter les rayonnements en été. Cette solution de protection solaire par l'extérieur amovible permet de préserver l'esthétique de la façade vitrée sans ajouter des équipements trop massifs.

Des volets coulissants en bois ont été posés au niveau de l'extension.

Aménagement intérieur

Les cloisons intérieures ont été réalisées en ossature bois, avec une isolation en laine de bois de 50mm d'épaisseur, comprise entre deux plaques de plaques de fibres-gypse. L'intérieur de l'extension et de la grange ont été enduits en terre crue dans des tons ocres ou orangés, rappelant la couleur de l'adobe présente dans la partie ancienne.

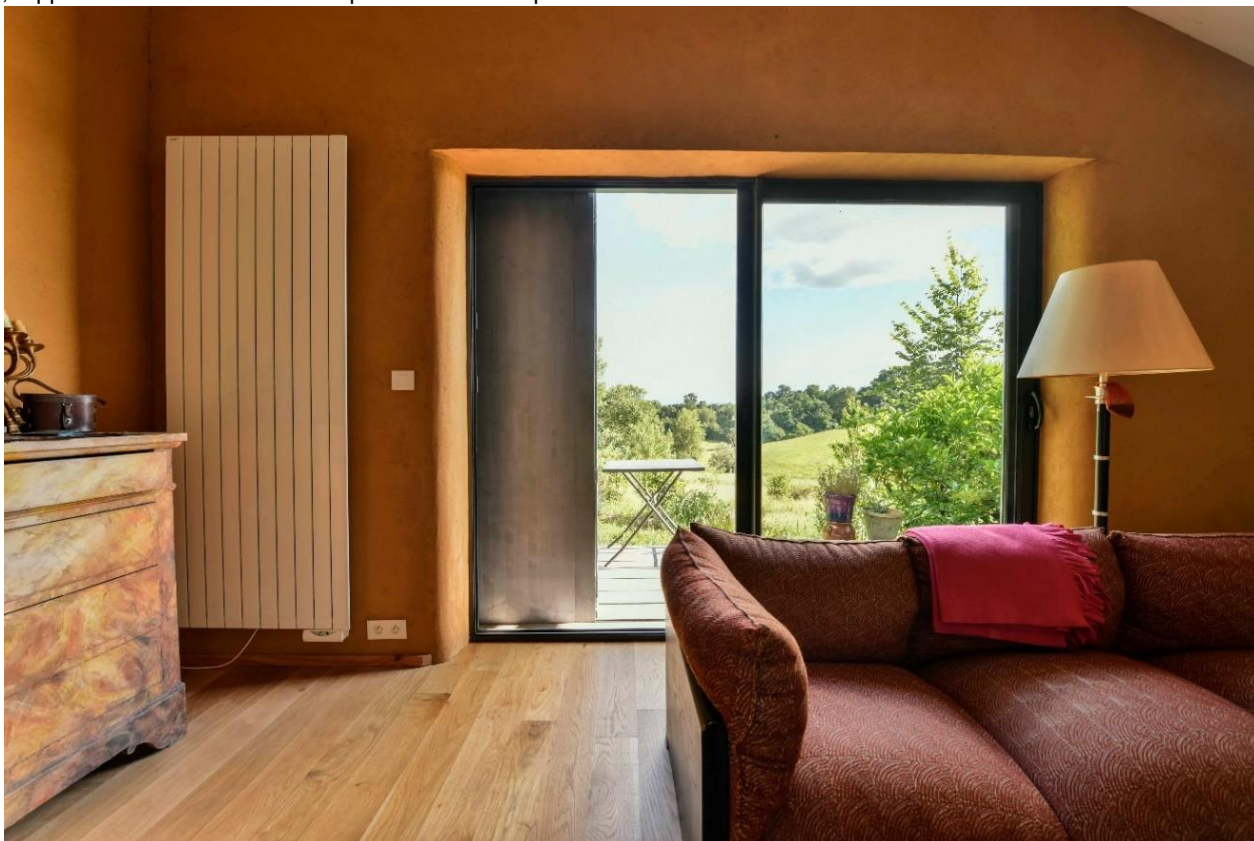


Figure 20 Enduit intérieur de l'extension en terre teinte ocre

Chauffage et eau chaude sanitaire (ECS)

Le chauffage est assuré par un poêle à bois pour les deux étages de la partie ancienne et à un radiateur électrique thermo-fluide pour l'extension avec une température de consigne de 19°C. Etant données les températures extérieures tempérées et l'inertie des murs en pierre et en terre enduits à la terre crue, les besoins de chauffage sont relativement faibles.

L'ECS provient d'un chauffe-eau électrique de 80L avec analyse des habitudes de consommation permettant des économies d'énergie. Il est à faible capacité de chauffage, 1500 W au maximum.

Ventilation

La ventilation est naturelle, avec deux entrées d'air sous le poêle et la gestion de débit grâce à l'ouverture des fenêtres.

Problématique transversales ?

> Ponts thermiques

Nous n'avons pas d'informations issues de mesures ou de simulations.

Toutefois ce retour d'expérience permet de mettre en avant un point de vigilance. Dans cette opération, le mur ancien orienté ouest et séparant l'extension de la bâtisse d'origine peut potentiellement générer un pont thermique à la jonction avec la façade nord qui a été isolée par l'intérieur. Dans ce cas de figure, réaliser un retour de l'isolant sur le mur ouest et ceci, sur une distance comprise entre 60 cm et 1m permet de fortement minimiser le pont thermique. Bien que ce retour ne soit pas toujours très esthétique, il peut être intégré à l'architecture intérieure en se plaçant derrière des équipements ou autres aménagements.

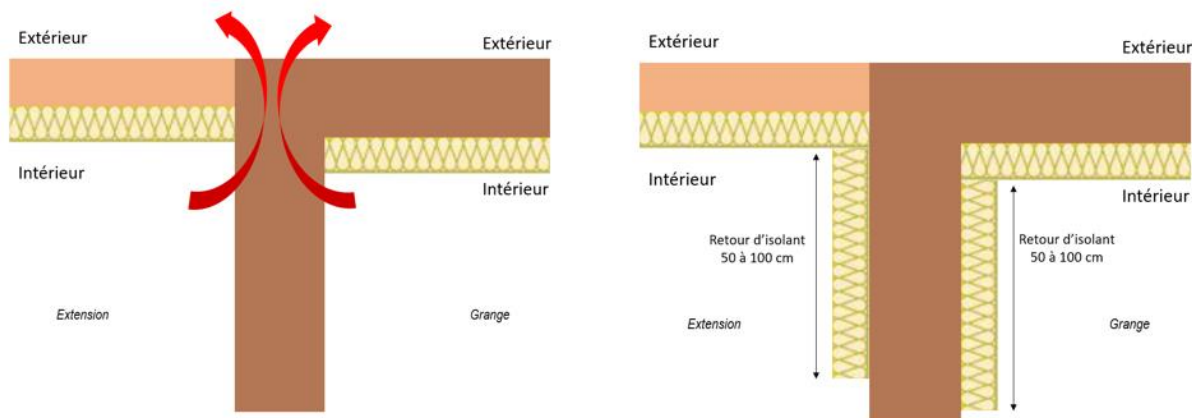


Figure 21 Avant et après traitement du pont thermique

> Gestion des transferts d'humidité

Afin de ne pas perturber les transferts d'humidité dans les parois en pierre et en terre crue, le maître d'ouvrage a opté pour des matériaux avec une perméabilité à la vapeur élevée comme :

- Des enduits perméables à la vapeur d'eau en extérieur et en intérieur, à base de chaux ou de terre
- Des isolants biosourcés (laine de bois, ouate de cellulose) perméables à la vapeur d'eau avec la mise en œuvre d'un frein-vapeur.
- Des panneaux de fibres-gypse pour la finition des parois et le cloisonnement

Consommations et confort thermique après travaux

Le confort thermique provient majoritairement de l'inertie des murs épais en pierre et terre crue.

Le chauffage de la maison est assuré en partie par le rayonnement solaire sur la façade est, qui apporte également un important éclairage naturel pour les deux étages de la grange. L'absence d'isolation sous la dalle béton se fait ressentir dans l'extension où le hérisson a l'épaisseur la plus faible.

L'humidité relative est constante à 50 % et au plus fort de l'été la température extérieure ne dépasse pas 27 °C, assurant donc un certain confort. En hiver, avec une température extérieure de -1°C le matin, la température intérieure mesurée est de 19/20 °C avec un poêle n'ayant pas fonctionné la veille.

La consommation électrique est de 26,4 kWh/(m².an). Le radiateur ne fonctionne que très peu, les plus grands consommateurs d'énergie électrique sont donc les appareils ménagers de type plaques électriques et fours. Quatre stères de bois sont utilisés en moyenne au cours de l'année, soit une consommation approximative de 60 kWh/(m².an).

Ainsi la consommation totale annuelle est estimée à : 86,4 kWh/(m².an)

Reconnaitances obtenues

Aucun label n'a été obtenu pour ce projet.

Même si cela n'a pas mené à une reconnaissance, il est important de mentionner l'effort mené sur la déconstruction de certains éléments suivie d'une revalorisation des matériaux du site (adobes, tuiles, poutres en bois, demi-fermes) pour la réalisation de ce projet.

Bilan financier

Le budget total des travaux est de 104 102 € TTC, soit un coût de 836€/m² TTC hors maîtrise d'œuvre.

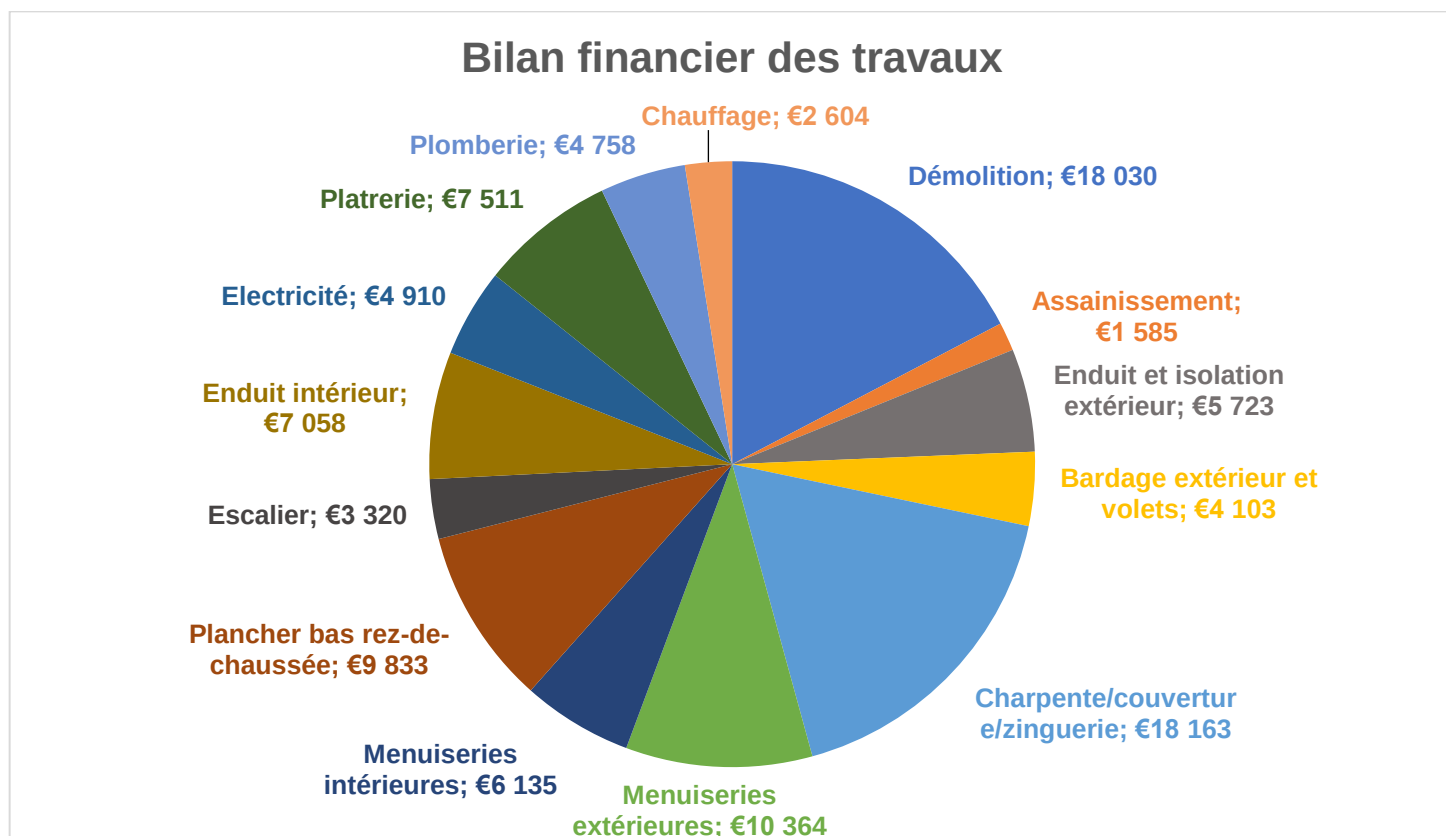


Figure 22 : Bilan financier des travaux TTC

Difficultés rencontrées

La composition et l'organisation initiales du bâtiment, liées à une ancienne activité agricole, ont constitué un réel défi pour le maître d'ouvrage. Le changement de destination de bâtisse agricole en lieu d'habitation peut impliquer la création de nouvelles ouvertures pour gagner de la luminosité. Dans ce cas précis, le maître d'ouvrage a souhaité préserver au maximum l'orientation et le volume d'origine. Ce choix a débouché sur le maintien de l'ouverture situé à l'est, typique des granges du Comminges, et l'absence de percement dans la façade sud. Une décision qui a contribué à la qualité architecturale du projet sans impacter la qualité d'usage. Ce qui était perçu comme une difficulté s'est transformé en opportunité.

Finalement la difficulté principale rencontrée par le maître d'ouvrage a été de trouver des artisans qui acceptent de réparer plutôt que de remplacer par des éléments neufs. Le maître d'ouvrage a donc fait preuve de détermination pour réemployer au maximum certains matériaux et préserver ceux en bon état.

Cette fiche a été réalisée dans le cadre du projet CREBA – Centre de REssources pour la réhabilitation responsable du Bâti Ancien, soutenu par le Programme ministériel d'Action pour la qualité de la Construction et la Transition Énergétique (PACTE). Il est piloté par le Cerema aux côtés de 4 partenaires : l'école des Arts et Métiers Paris Tech, le Laboratoire de Recherche en Architecture de l'ENSA de Toulouse, les associations nationales Maisons Paysannes de France et Sites et Cités Remarquables de France.

Plus d'informations :

[Site internet](#)

[Courriel](#)

Rédacteurs de la fiche : Yannis PALMADE (Cerema Sud-Ouest), Nathalie PRAT (ENSA de Toulouse) et Anissa BEN YAHMED (Cerema Est).

Crédits photos : Marie-Christine COUTHENX,
© 2022 Groupement CREBA

Partenaires :

