



Large vitrage au dernier niveau, ouvrant sur le nord et la Cathédrale Saint-Étienne de Cahors  
Photo : Matthieu BELCOUR



## RÉHABILITATION EN BÉTON DE CHANVRE

📍 CAHORS  
(46 - LOT)



🏠 RÉHABILITATION

🏢 HABITAT - TERTIAIRE

### ÉLÉMENTS ET CHIFFRES CLÉS

FÉVRIER 2021  
LIVRAISON

235 M<sup>2</sup>  
SURFACE RÉHABILITÉE (SHAB)

3 ANS  
DURÉE DU CHANTIER

13 & 14<sup>E</sup> SIÈCLE  
ORIGINE DU BÂTIMENT

840 000 € HT  
COÛT DES TRAVAUX

MATÉRIAUX BIOSOURCÉS LOCAUX :  
DOUGLAS & BÉTON DE CHANVRE

CHANTIER EN CENTRE ANCIEN :  
RUES ÉTROITES, FORTES  
CONTRAINTE D'ACCÈS ET  
D'APPROVISIONNEMENT

ENERPAT SUDOE,  
PROGRAMME EUROPÉEN  
D'EXPÉRIMENTATION

# EN BREF...

Porté par le Grand Cahors dans le cadre du programme européen Sudoe (pour Sud-ouest de l'Europe), ENERPAT (pour Energie et Patrimoine) est un projet de recherche consacré à l'éco-restauration du bâti ancien. Autour d'un bâtiment situé dans le centre médiéval de Cahors, cette réhabilitation expérimente un ensemble de solutions qui intègrent nos usages contemporains dans le bâti ancien. Mené avec des acteurs locaux, le projet embarque des matériaux biosourcés respectueux du patrimoine qui répondent aux exigences de confort et de performance énergétique actuelles.



## CHOIX OPÉRATIONNELS & GOUVERNANCE

Création d'espaces attractifs et aux usages variés pour redynamiser le centre ancien.

La commune a fait valoir son droit de préemption en vue de fusionner les deux immeubles mitoyens.



## SITE & PARCELLE

Le bâtiment est situé en angle de deux rues très étroites, caractéristiques de l'époque médiévale, le long des façades nord et ouest.

La mitoyenneté des façades sud et est génère des contraintes structurelles avec les constructions adjacentes.



## CONCEPTION & MATÉRIAUX

Maçonnerie existante conservée (pierres et briques de terre cuite hourdées à la chaux).

Correction thermique par l'intérieur en béton de chanvre.

Réfection de la charpente traditionnelle en bois.

Réfection partielle du dernier niveau en ossature bois noyée dans le béton de chanvre.

Réemploi partiel des tuiles canal.



## SOCIAL & ÉCONOMIE

Recours à des acteurs locaux pour la phase chantier.

Création d'habitations à loyer modéré et locaux de bureaux.

Implication des occupants pour un suivi du confort (instrumentation et questionnaires).



## QUALITÉ D'USAGE, CONFORT & SANTÉ

Adaptation du bâti ancien aux usages contemporains :

- Surface habitable par logement et ouvertures plus grandes ;
- Accessibilité améliorée grâce à un monte-personne ;
- Création d'un espace extérieur au dernier niveau.



## ÉNERGIE

Installation d'un plancher chauffant, émetteur rayonnant adapté à la forte inertie du bâtiment.

L'alliance logements-bureaux crée un scénario d'occupation continue qui se combine avec l'inertie pour former un équilibre thermique.



Façade ouest du bâtiment rénové  
Photos : Envirobat Occitanie



Terrasse sud couverte, dernier niveau  
Photo : Matthieu BELCOUR



À gauche : Rue Saint James - Photo : Matthieu BELCOUR  
À droite : Vue sur la Cathédrale, depuis le dernier niveau - Photo : Envirobot Occitanie

## LA MISSION ARCHITECTURALE

L'architecture du centre-ville de Cahors possède un fort caractère patrimonial médiéval, avec un maillage urbain très resserré. Les habitations y sont souvent petites avec peu de lumière naturelle, voire vétustes. En proposant des espaces attractifs en centre ancien, le projet contribue à la politique publique de revitalisation de la ville. Les principaux défis architecturaux étaient de dégager plus de surface habitable, en fusionnant les deux immeubles et d'améliorer la luminosité, en agrandissant les ouvertures.

En complément, la conception du projet intègre le confort acoustique, l'accessibilité et la création d'un espace extérieur. A cette fin, les planchers intermédiaires ont été isolés, un monte-personne a été installé et une terrasse couverte a été intégrée sous la toiture de l'appartement T4 en duplex.

## TRANSFERT D'HUMIDITÉ

La majorité des bâtiments du centre de Cahors repose sur des caves. En hiver, il est courant que de l'eau s'y infiltre et son évacuation se fait naturellement via les murs par capillarité. Il est impératif que les matériaux de rénovation respectent ces mouvements de transferts d'humidité.

## MENUISERIE BOIS SUR MESURE

Les menuiseries en bois ont été dessinées sur mesure dès la phase de conception en accord avec l'ABF. Ce dessin est très particulier, il permet d'avoir une lecture contemporaine des fenêtres du 17<sup>e</sup> et 19<sup>e</sup> siècle, en préservant la valeur patrimoniale des façades.

## T4 INVERSÉ

L'appartement en T4 occupe les deux derniers niveaux, sous forme d'un duplex « inversé » : l'entrée et les chambres sont au R+3, tandis que les pièces de vie sont au R+4. De cette façon, la partie nuit reste plus fraîche, et les pièces de vie en hauteur profitent de plus de lumière naturelle.



Façade nord du bâtiment rénové  
Photo : Matthieu BELCOUR

# CHOIX CONSTRUCTIFS & ÉQUIPEMENTS



## STRUCTURE & MURS EXTÉRIEURS

Maçonnerie existante en moellons de pierres de 40 à 80 cm et briques hourdées à la chaux, corrigés thermiquement par l'intérieur avec du béton de chanvre projeté – 12 cm (R= 1,41 m<sup>2</sup>.K/W)

Dernier niveau partiellement en ossature bois noyée dans du béton de chanvre – 19,5 cm (R= 2,29 m<sup>2</sup>.K/W)

Enduit de finition intérieur en chaux-sable ou chaux-chanvre selon les pièces  
Enduit de finition extérieur à la chaux



## PLANCHERS

**Plancher bas sur cave, côté rue**  
Dalle béton de chaux non isolée

**Plancher bas sur terre-plein, côté arrière**  
Dalle béton non isolée

**Planchers intermédiaires**  
Mise en place de nouveaux planchers de type mixtes béton/bois  
Volige peuplier 24mm - film polyane - dalle de compression BA 80mm – Isolant PU 56mm - Plancher chauffant

**Revêtement de sol**  
Carrelage, principalement



## CHAUFFAGE & EAU CHAUDE SANITAIRE

**Production**  
Chaudière collective au gaz naturel à condensation de 60kW - compteurs individualisés

**Distribution - Emission**  
Boucle hydraulique alimentant des modules thermiques d'appartement (MTA) en régime 70/50°C Échangeurs individuels pour la distribution des planchers chauffants en basse température et celle des points de puisage

**Régulation**  
Thermostats d'ambiance programmables et sonde extérieure



## TOITURE & COUVERTURE

**Charpente**  
Traditionnelle, en bois

**Combles perdus**  
Isolation en panneaux de fibre de bois haute densité 24 cm (R = 6,6 m<sup>2</sup>.K/W)

**Couverture**  
Tuile canal de couvrant : réemploi partiel  
Tuile canal de courant : neuves



## PRODUCTION D'ÉLECTRICITÉ LOCALE

21 tuiles photovoltaïques de 75 Wc pour une puissance totale de 1575 Wc pour 12m<sup>2</sup> en autoconsommation



## VENTILATION

VMC simple flux hygro A



## PAROIS VITRÉES

**Vitrage**  
Double vitrage 4/16/4  
Argon basse émissivité - Ug=1.1 et Uw=1.3

**Châssis**  
Bois de chêne abouté

**Occultation**  
Stores intérieurs et/ou volets battants en bois

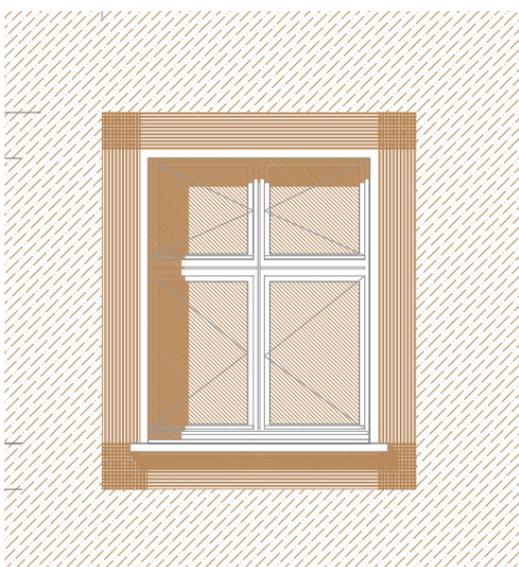


Projection mécanique du béton de chanvre comme correcteur thermique  
Photo : Matthieu BELCOUR



Charpente traditionnelle en bois du dernier niveau - Photo : Matthieu BELCOUR

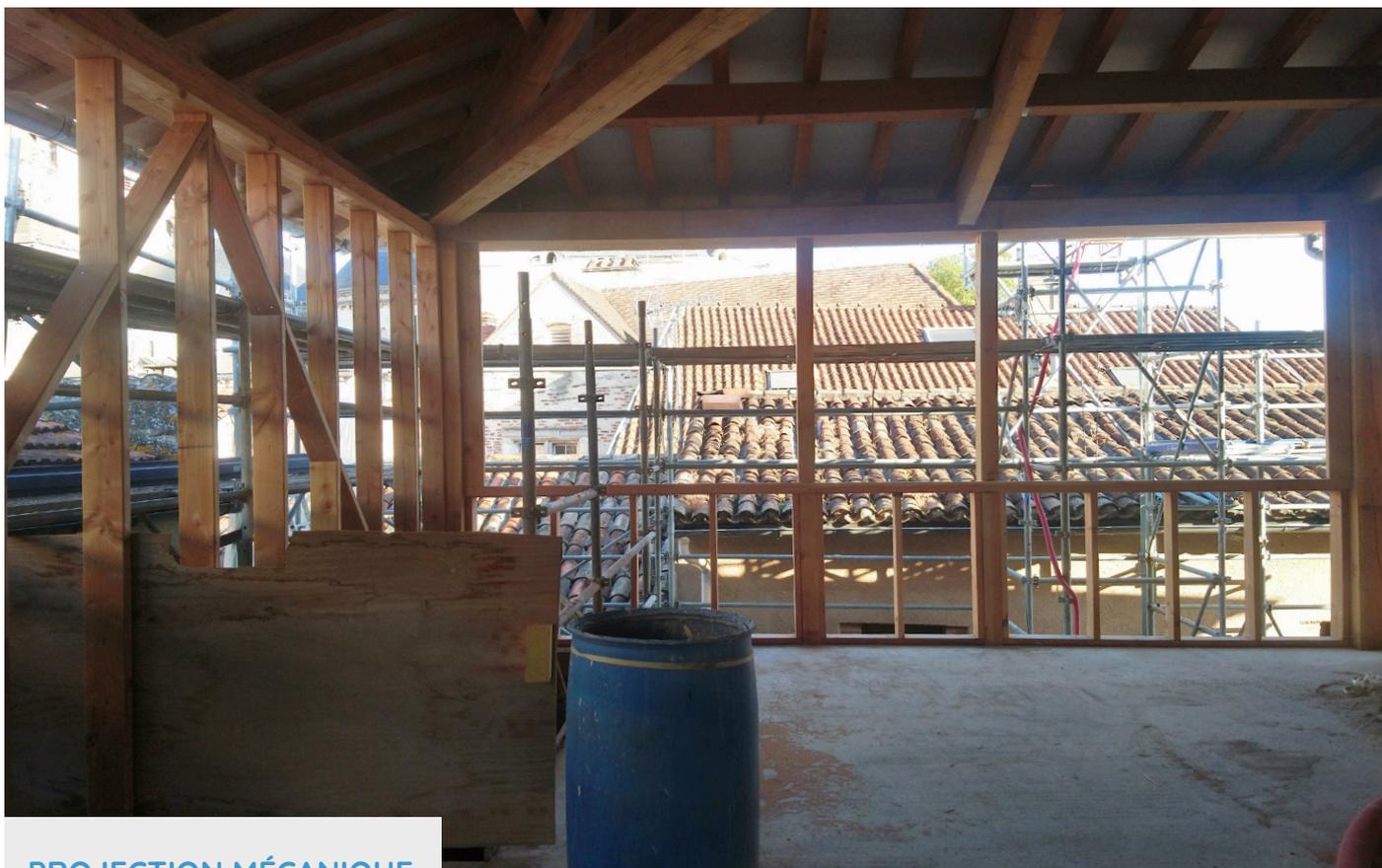
Traitement soignée de la façade sur les ouvertures (portes et fenêtres) pour respect de la valeur patrimoniale :



Dessin des ouvertures réinterprétées  
Crédit : Matthieu BELCOUR



Porte latérale de la façade ouest rénovée  
Photo : Matthieu BELCOUR



## PROJECTION MÉCANIQUE DU BÉTON DE CHANVRE

Deux techniques d'application du béton de chanvre en murs sont connues : la technique manuelle du coffrage, et la projection mécanique par voie humide.

Le projet a opté pour la projection mécanique, permettant de couvrir de plus grandes surfaces et de réduire le temps de séchage. En effet, cette technique utilise moins d'eau ; la chaux en voie humide et la chènevotte sèche (dont le pouvoir absorbant est de 4 fois son poids en eau) ne se rencontrent qu'au dernier moment, à la projection.



Préparation du béton de chanvre avant projection - Photo : Matthieu BELCOUR

Dernier niveau partiellement refait en ossature bois - Photo : Matthieu BELCOUR

## BÂTI ANCIEN

Une opération superficielle de décroustage du précédent enduit de façade a révélé les faiblesses structurelles des édifices, les murs mitoyens sud et est étant particulièrement concernés. Une structure poteau-poutre en bois courant sur tous les niveaux est venue renforcer les pans de murs pour la réalisation du chantier.

## PLANCHERS COLLABORANTS

Les deux édifices de départ livraient des hauteurs de planchers inégales. Lors de la décision de les réunir en une seule entité, le système des planchers a été repensé en intégralité. Le choix s'est porté sur des planchers collaborant bois-béton : une poutre massive en Douglas porte une volige en peuplier, sur laquelle repose une dalle qui vient s'ancrer dans les murs, sur laquelle repose une chape sur isolant PU.

## TRAITEMENT DU DERNIER NIVEAU

Il a été prévu de rehausser le dernier niveau d'environ un mètre, mais faute de solidité, une grande partie de la maçonnerie d'origine a été déposée et remplacée par une structure en ossature bois, qui a été noyée dans du béton de chanvre.



Projection mécanique du béton de chanvre sur l'ossature bois du dernier niveau - Photo : Matthieu BELCOUR



## PLANÉITÉ & COURBES

Ce bâtiment présente des murs qui s'amincissent en remontant, comme la majorité des bâtis anciens. Les revêtements par des enduits permettent d'obtenir un aspect intérieur lisse et clair, loin de l'effet rustique, tout en conservant cette irrégularité d'épaisseur des murs.

Il s'agissait de trouver une certaine planéité tout en gardant les géométries.



Effet lisse et clair de correcteur thermique  
Photo : Matthieu BELCOUR

Maçonnerie en pierres et briques hourdées à la chaux  
Photo : Pierre LASVENES, pour le Grand Cahors

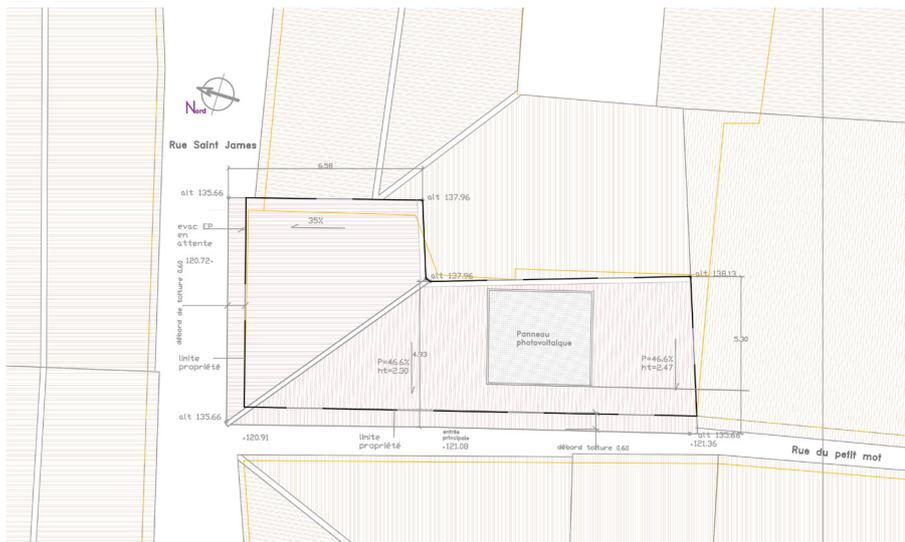
## LES ENDUITS DE CORRECTION THERMIQUE EN RÉNOVATION DE L'ANCIEN

Un bâti ancien nécessite que l'on connaisse et comprenne ses caractéristiques hygrothermiques pour élaborer une stratégie de rénovation adaptée. Car les modifications apportées à la paroi, en termes d'isolation ou d'enduit, sont susceptibles de perturber l'équilibre hydrique existant.

En cela, le matériau béton de chanvre est pertinent car il a la capacité de gérer l'eau par des procédés de changement de phases, conservant ainsi la perspiration des murs anciens, et atténuant les effets de parois froides.

Il s'agit d'une part d'éloigner le risque de pathologies, mais aussi de mettre l'accent sur le confort thermique, qui dépend de plusieurs paramètres physiques, tels que : la température d'air et de rayonnement, l'humidité relative, et la vitesse d'air.

Le Laboratoire Matériaux et Durabilité de la Construction (LMDC) de Toulouse porte la mission de mesurer ces paramètres sur une période de 2 ans. Ces mesures seront confrontées aux réponses aux questionnaires d'usage à destination des occupants, et ce afin de valider par l'expérience la théorie du confort, notamment en période estivale.



Plan de masse - Crédit : Matthieu BELCOUR

# Bâtibuzz

Retours d'expériences  
sur des opérations  
significatives en Occitanie

Envirobot Occitanie a pour mission d'accompagner l'évolution des pratiques des professionnels de la construction et de l'aménagement dans les enjeux de la transition énergétique et écologique. La diffusion des innovations, le partage des retours d'expériences, la promotion des bonnes pratiques sont au cœur de ses actions. Aux côtés de sa cartographie en ligne, Envirobot Occitanie a développé sa collection Bâtibuzz pour valoriser les opérations et les acteurs du territoire qui contribuent à réduire l'empreinte environnementale de nos quartiers et de nos bâtiments.

## RÉHABILITATION EN BÉTON DE CHANVRE

CAHORS  
(46 - LOT)

RÉHABILITATION  
HABITAT - TERTIAIRE

### ACTEURS DE L'OPÉRATION

#### MAÎTRISE D'OUVRAGE

MAÎTRE D'OUVRAGE  
COMMUNAUTÉ D'AGGLOMÉRATIONS  
DU GRAND CAHORS (46)

CONTRÔLE TECHNIQUE  
BUREAU VERITAS CONSTRUCTION (46)

COORDINATEUR SPS  
BUREAU VERITAS CONSTRUCTION (46)

#### ENTREPRISES

LOT GROS OEUVRE  
GRENIER (46)

LOT CHARPENTE COUVERTURE  
ETS CCT GARDES (46)

LOT ÉTANCHÉITÉ  
ETS ÉTANCHÉITÉ 47 (47)

LOT CHAUX CHANVRE  
ETS BURG (82)

LOT MENUISERIE BOIS  
ETS DELNAUD (46)

LOT PLATERIE FAUX PLAFOND  
ETS SARL MMP (82)

LOT ÉLECTRICITÉ  
ETS MARTY BAUDIN (46)

#### MAÎTRISE D'ŒUVRE

ARCHITECTE  
MATTHIEU BELCOUR EIRL (46)

BUREAU D'ÉTUDES STRUCTURE  
IES (46)

BUREAU D'ÉTUDES FLUIDES  
DS INGÉNIERIE (46)

ÉCONOMISTE  
HENRI LANEAU (46)

LOT FAÇADES  
ETS RODRIGUEZ-BIZEUL (46)

LOT PLOMBERIE & CHAUFFAGE  
ETS PERNA FRÈRES (12)

LOT RÉVÊTEMENT SOL ET FAIENCE  
RTS SAS BREL (24)

LOT SERRURERIE  
ETS C2M (15)

LOT PEINTURE  
ETS PEINTURE DÉCO 46 (46)

LOT PHOTOVOLTAÏQUE  
ETS JDE (46)

envirobât  
OCCITANIE

Editeur de la publication  
Envirobot Occitanie  
Association loi 1901

Siège social  
119 avenue Jacques Cartier  
34000 Montpellier

contact@envirobat-oc.fr  
www.envirobat-oc.fr

ISSN 2430-7424



Les actions d'Envirobot Occitanie sont cofinancées par la direction régionale de l'ADEME et la Région Occitanie / Pyrénées-Méditerranée.