

DUMONT  
LEGRAND  
ARCHITECTES

LM Ingénieur

LA HUCHETTE - PARIS  
RÉHABILITATION ET EXTENSION  
D'UN IMMEUBLE DE LOGEMENTS  
ISOLATION EN BÉTON DE CHANVRE

vue de la façade extérieure après projection de l'enduit chanvre isolant





# LIVRAISON DÉCEMBRE 2016

## LIEU

18 RUE DE LA HUCHETTE, PARIS 5°

## MAÎTRE D'OUVRAGE

REGIE IMMOBILIERE DE LA VILLE DE PARIS

## MAÎTRISE D'ŒUVRE

DLA DUMONT LEGRAND Architectes

CHEF DE PROJET : Florence Taché

BET STRUCTURE ENVELOPPE : LM Ingénieur

BET FLUIDES : ATELUX

ECONOMISTE : P LUQUET

## ENTREPRISE

ENT. GÉNÉRALE : BATI-RÉNOV

BÉTON DE CHANVRE ET ENDUITS : SMB

## PROGRAMME

RÉHABILITATION EXTENSION D'UN

IMMEUBLE DE LOGEMENTS

## SURFACE TOTALE

607M<sup>2</sup> SHON

## COÛT

1,8M €

---

PROJET PLAN CLIMAT

---





vue de la façade intérieure après projection de l'isolant chaux-chanvre

La réhabilitation et l'extension d'un bâtiment du XVIIIème siècle accueillant 10 logements, au cœur du Paris historique, pose la question de la transformation d'un ouvrage ancien et de son adaptation aux usages contemporains comme aux critères normatifs appliqués aujourd'hui à la construction.

Le projet architectural, mêlant à la fois des ouvrages de réhabilitation et d'extension a été guidé par une ambition écologique et des contraintes techniques fortes.

La méthode que nous avons développée se situe entre une méthode dite «Monuments Historiques» et une approche environnementale.

Le corps de bâtiment principal accueillant les logements est entièrement restauré et son enveloppe traitée par une isolation béton de chanvre. L' aile en retour accueillant les distributions présente une façade contemporaine en béton ductal dans les teintes des enduits environnants.

Place St Michel

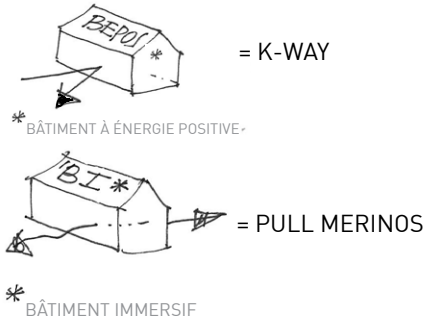
18 rue de la Huchette

La Seine

Notre Dame



## K-WAY OU PULL MERINOS ?



### RÉHABILITATION ADAPTÉE DU BÂTI ANCIEN

Le bâtiment de la rue de la Huchette constitue un patrimoine qui a traversé les siècles. Intervenir aujourd'hui pour lui faire franchir le cap du XXI<sup>e</sup> siècle pose un certain nombre de questions. La première concerne ce qui fait la qualité intrinsèque de ce bâti ancien, à savoir comment réussir sa réhabilitation sans la dégrader ? La seconde question interroge nos techniques actuelles. Sont-elles adaptées aux particularités de ce bâti, seront elles efficaces lors de leur mise en œuvre, et efficaces dans le temps ?

La première qualité de ce bâti ancien repose sur sa matérialité (entendue comme ensemble des matières qui le constituent telles que nous les percevons à travers nos sens et notre culture). Elle résulte d'un assemblage typologique qui la caractérise et marque de son empreinte physique l'atmosphère intérieure et extérieure de l'architecture. C'est en effet par sa matérialité que nous percevons l'atmosphère intérieure d'un espace, à travers notamment le rayonnement énergétique et lumineux des parois, à travers la nature culturelle des matières et que nous pouvons éprouver un sentiment de bien-être. Le bâtiment de la Huchette est ainsi caractérisé par des murs en maçonnerie de moellons enduits, ce qui lui donne une forte inertie et une importante

perméance à la vapeur d'eau.

La matérialité est aussi ce qui donne en partie au patrimoine sa valeur économique et culturelle, qui sont intimement liées à sa pérennité.

Comment donc intervenir sur le patrimoine ancien ? L'équipe de maîtrise d'œuvre a cherché pour le bâtiment de la Huchette une solution adaptée à ses caractéristiques principales. La pérennité de cet édifice résulte en premier lieu de sa capacité à gérer de manière équilibrée les échanges hygroscopiques à travers ses parois. Intervenir aujourd'hui sur ce patrimoine parisien questionne donc nos techniques d'isolation actuelles. Unanimes, elles préconisent l'étanchéité des parois à la vapeur d'eau car les isolants actuels sont soit étanches par nature (polystyrène et polyuréthane), soit affectés par le risque de condensation de la vapeur qui peut aller jusqu'à annihiler leur pouvoir isolant (laines minérales).

Ainsi le bâti ancien questionne nos techniques dites « traditionnelles » actuelles. Ce questionnement des techniques s'étend aux normes et règles en vigueur tant elles sont aujourd'hui liées aux produits et solutions proposés.

\*



## DE LA PERFORMANCE RÉELLE DE NOS BÂTIMENTS

Sur plusieurs aspects, le contexte actuel pousse à s'interroger sur l'évolution des règles de construction et de performance en vigueur. Le BBC (Bâtiment Basse Consommation) souffre d'une crise de pathologies aiguës. Son héritier le BEPOS annonce déjà une obésité d'équipements dont l'usage et la maintenance s'annoncent délicats et compromis par la baisse de nos capacités financières. On peut ajouter l'imminence de l'arrivée de modes d'emploi, dans le cadre du RBR 2020, devenus incontournables afin d'assurer le bon usage d'usines à gaz devenues trop complexes pour leurs habitants. La limitation des budgets de construction provoque en outre la prédominance de solutions techniques « à bon marché », dont la pérennité est loin d'être garantie. Les dates de péremption de ces ouvrages et équipements sont plus proches de la durée de la garantie décennale que de la durée de vie du bâtiment. Le bâtiment est-il donc devenu un produit de consommation converti au règne de l'obsolescence programmée ?

De plus, les écarts presque systématiques entre performance réelle et théorique, ou encore le bilan global prenant en compte l'énergie grise remettent en cause la pertinence et l'efficacité de ces labels, véritables modèles de performance, sur le papier tout du moins.

Enfin, une réponse aveugle et non sensible à la matérialité du patrimoine ancien peut devenir notablement dévalorisante. Les techniques actuelles d'ITE sont aujourd'hui largement recommandées, alors qu'elles semblent peu pérennes et source de nombreuses pathologies. Ainsi, emballer d'une couche de polystyrène enduit (solution traditionnelle de nos jours) un bâtiment traditionnel d'hier ne choque pas beaucoup de professionnels. Mais cela produit

une rupture des échanges hygroscopiques du mur avec l'air, ce qui provoque l'assèchement des mortiers et donc leur délitement et la déstructuration de la maçonnerie. Une intervention contemporaine de médiocre qualité et peu pérenne est ainsi la cause d'un effondrement de la durabilité du bâti, qui est ici bicentenaire.

\*

### MUR MAÇONNÉ ET TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU

Si elle est exclue dans les enveloppes traditionnelles d'aujourd'hui, la vapeur d'eau est essentielle à la pérennité des constructions anciennes. Ainsi la réhabilitation de l'immeuble de la Huchette est axée sur la recherche d'une solution adaptée pour isoler les murs maçonnés existants.

La maîtrise d'œuvre a donc recherché la nature exacte de ces murs afin de définir les matériaux isolants compatibles. Le choix de la chaux aérienne s'est imposé. Couplé à la chènevotte, elle est projetée sous forme de béton de chanvre en doublage intérieur ou d'enduit isolant pour le corps d'enduit du ravalement extérieur. Ces solutions respectent la nature perméante des ouvrages et donc la pérennité du bâti existant.

En outre, la capacité hygroscopique des parois de l'enveloppe permet de modifier la performance thermique théorique du mur. En effet, l'absorption ou la résorption de vapeur d'eau dans le mur est à l'origine de transferts de chaleur latente (chaleur libérée ou absorbée par le changement d'état de l'eau, respectivement par condensation ou vaporisation). Ces flux d'énergie provoquent ainsi un échauffement en surface de la paroi intérieure du mur en hiver, et inversement un rafraîchissement en été. Ces apports gratuits d'énergie ne sont actuellement pas pris en compte dans les réglementations

et calculs thermiques. Ils sont donc à l'origine d'une augmentation certaine de la performance thermique de la paroi. La résistance thermique théorique ne peut donc plus être seule juge de la performance thermique de la paroi.

\*

### BILAN ÉNERGÉTIQUE ÉQUILIBRÉ

L'isolation des murs associe judicieusement une isolation extérieure et intérieure. En plus d'être bien adaptées à la nature du bâti existant, ces interventions permettent d'en conserver les qualités climatiques.

L'isolation intérieure en béton de chanvre présente une inertie hygrothermique qui est similaire à l'inertie de masse du mur d'origine. L'isolation extérieure permet de réduire les ponts thermiques de l'enveloppe, comme c'était le cas dans ce bâti ancien.

La ventilation des logements utilise un apport d'air neuf tempéré grâce à une circulation dans les parties non chauffées du bâtiment. La prise d'air se fait dans la cour arrière où la végétalisation permet de créer un îlot d'air tempéré et assaini.

\*

### BILAN GLOBAL

L'importance des gains sur les consommations énergétiques d'exploitation rend aujourd'hui primordiale la notion de bilan global, intégrant les émissions carbone du chantier et l'énergie grise, énergie utilisée pour la construction. Les labels actuels sous-tendent une surenchère d'équipements technologiques et une isolation musclée qui ensemble impactent lourdement le bilan de la construction. Pour quel gain en termes de bilan global ? Où doit se situer la limite entre le coût énergétique d'une construction et les gains de performances qu'elle produira ?

L'emploi de matériaux bio-sourcés permet d'alléger fortement le bilan carbone de la construction. Ainsi le bilan global de l'opération est très nettement amélioré. De

plus, les matériaux bio-sourcés constituent une ressource renouvelable qui réduit l'impact sur les ressources fossiles.

\*

### ENRICHIR LE PATRIMOINE EXISTANT

L'opération de réhabilitation de l'immeuble Huchette est un exemple d'investissement patrimonial. La mise en œuvre de techniques et de matériaux qui valorisent les qualités intrinsèques du bâti permettent de conserver ce qui lui confère sa valeur patrimoniale.

Cette opération permet donc à la maîtrise d'ouvrage d'investir dans des ouvrages durables, dans un patrimoine revalorisé. Par ailleurs, le choix de cette qualité s'accompagne de la réduction des investissements dans les corps d'état de second œuvre, moins pérennes. En effet, des ouvrages habituellement de doublages sont réalisés en gros œuvre (cas de l'isolation des murs).

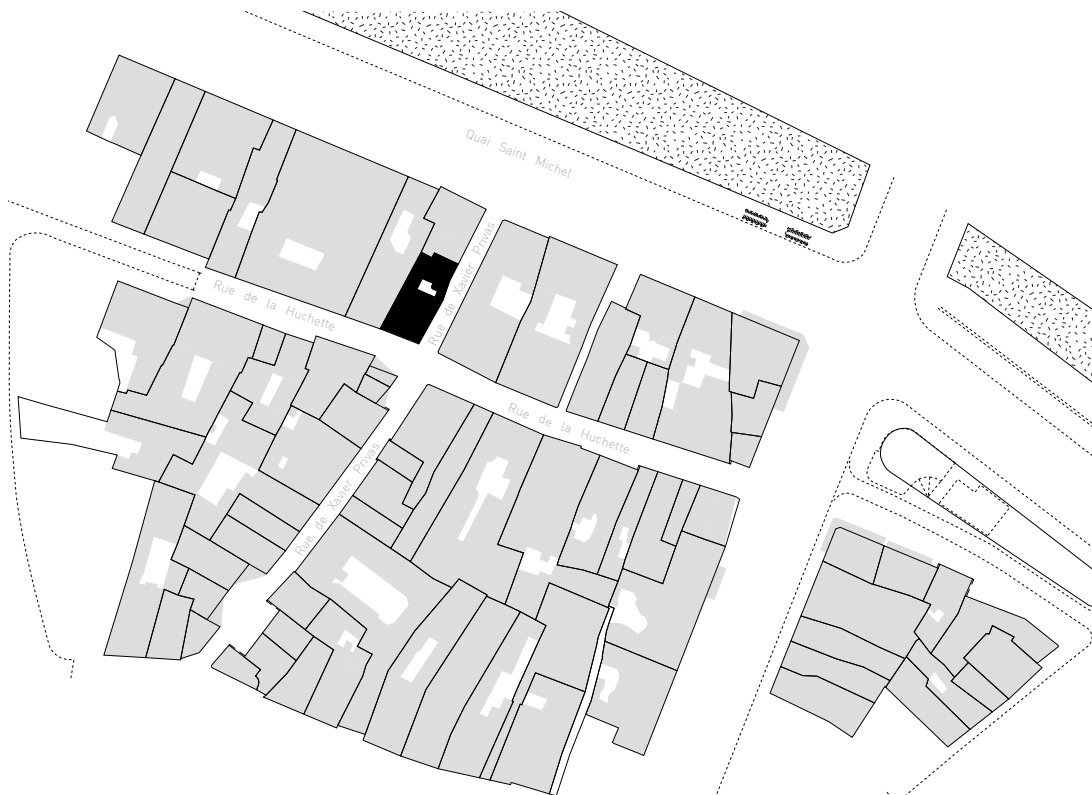
\*

### CONCEVOIR UNE ARCHITECTURE SENSIBLE POUR L'HOMME QUI L'HABITE

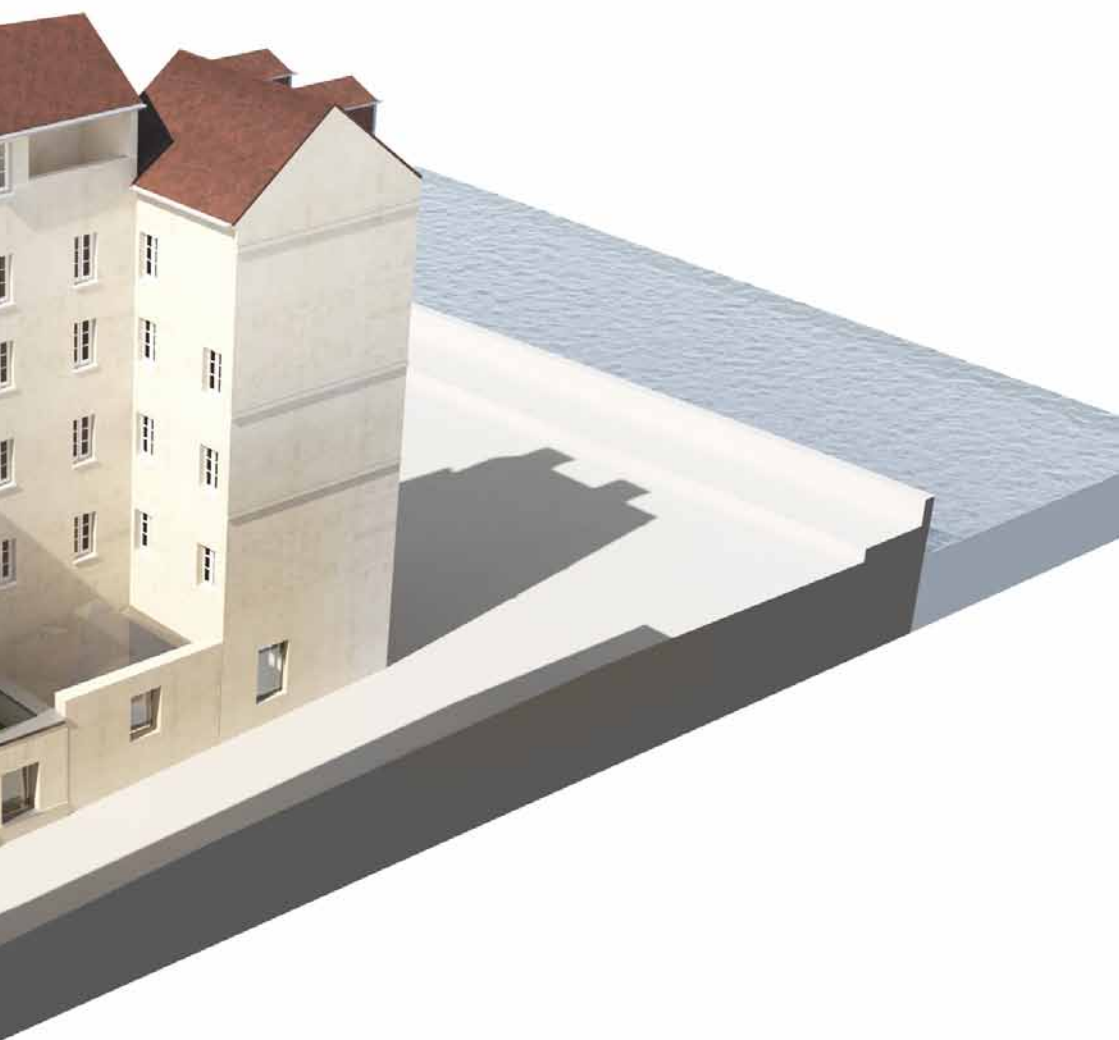
Penser l'architecture à partir de l'homme qui l'habite, sur le plan fonctionnel et sur le plan sensible du confort et de la santé est une volonté fondamentale de la démarche de conception de la maîtrise d'œuvre. Associant dès l'esquisse architectes et ingénieurs lorsque la page est encore blanche, cet axe de conception permet de construire une proposition pluridisciplinaire autour de la matérialité de l'architecture, espace de la complexité des interactions physiques entre bâti et environnement et siège des phénomènes actifs pour le confort et la santé de l'homme : température des parois et hygrométrie intérieure, matériaux sains.

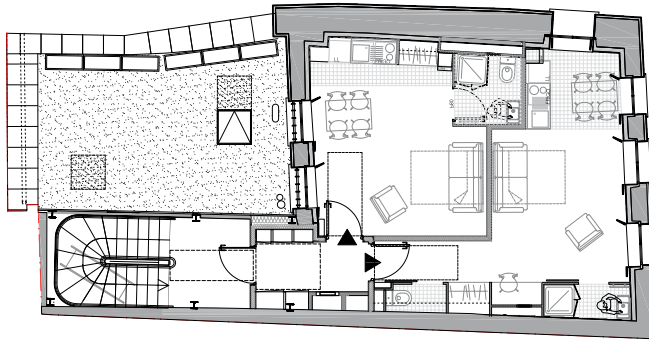
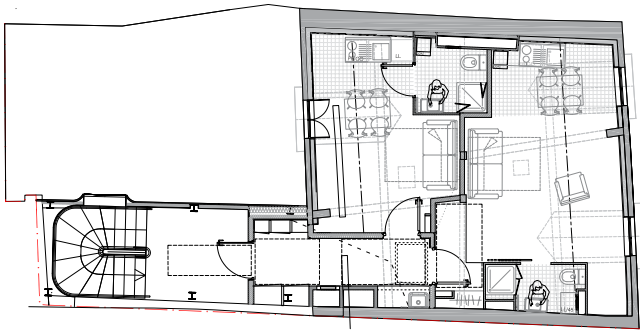
La matérialité est ainsi l'agent de l'intelligence environnementale de l'architecture.

\*\*

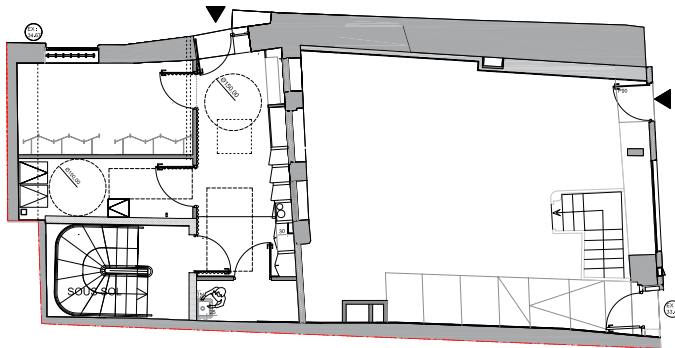








RUE XAVIER PRIVAS



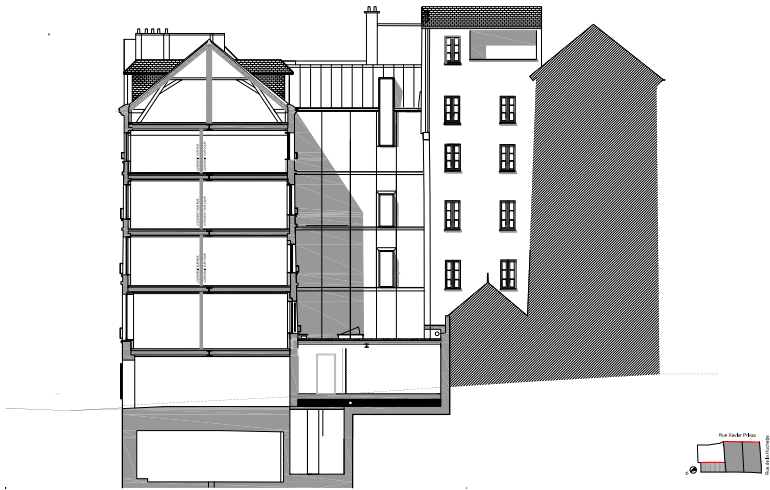
RUE DE LA HUCHETTE

**Au dessus (de haut en bas):**  
 Plan de l'étage sous combles  
 Plan de l'étage courant  
 Plan du rez-de-chaussée

**A droite (de haut en bas):**  
 Elevation sur la rue Xavier Privas  
 Coupe longitudinale  
 Coupe transversale  
 Elevation sur la rue de la Huchette



1m









## LE BÉTON DE CHANVRE

Le béton de chanvre est un matériau de remplissage isolant et écologique. Conjuguant les qualités du chanvre et de la chaux, il assure une isolation répartie de la construction, réduisant significativement les ponts thermiques.

La nature hygroscopique du chanvre dote les parois d'une respiration saine et naturelle, évitant l'effet « boîte étanche », et l'inertie apportée par les transferts hygrothermiques au sein de la paroi améliore les confort d'été et d'hiver.

Le béton de chanvre permet d'atteindre les objectifs énergétiques les plus ambitieux, sans

surenchère particulière au niveau de l'épaisseur des parois. De plus ses performances dépassent actuellement les critères réglementaires d'évaluation des performances thermiques.

Ressource à 75 % renouvelable (en volume), le béton de chanvre est issu d'une production agricole annuelle à rendement important et ne nécessite pas d'intrants phytosanitaires (insecticides, fongicides, désherbants). Production à faible énergie grise incorporée, elle présente également un bilan carbone positif, notamment par la quantité de CO2 captée lors de la culture du chanvre.

## LES DÉBOUCHÉS DU CHANVRE

Chènevis (graine)



Défibrage de la tige

**Alimentation**  
animale (tourteau) et humaine (huile, muesli, farine)

**Produits techniques**  
vernis, encre, solvants

**Hygiène**  
savons, shampoings, cosmétiques

**Fibres**  
papiers, textiles vestimentaire et techniques, isolants thermiques et phoniques, plasturgies

**Chènevotte**  
paillages horticoles, litière animale, construction (enduits, bétons légers, isolants)

**Poussières**  
paillages bovins, chauffage



Tous droits réservés



chenevotte

+



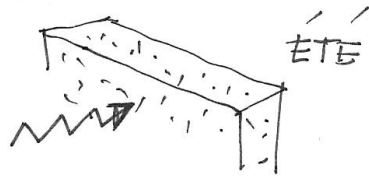
chaux aérienne

+

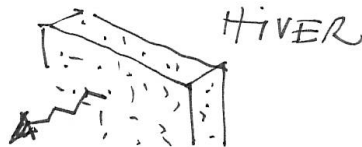


eau

## LE MUR BÉTON DE CHANVRE

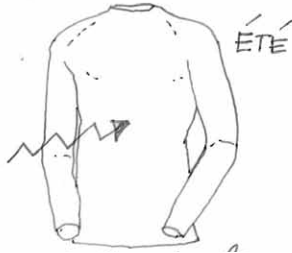
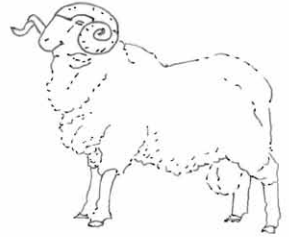


L'évaporation de l'eau dans le mur absorbe la chaleur: maintien de la température du mur, sensation de fraîcheur.



La condensation de l'eau dans le mur dégage de la chaleur: maintien de la température du mur, sensation de chaleur.

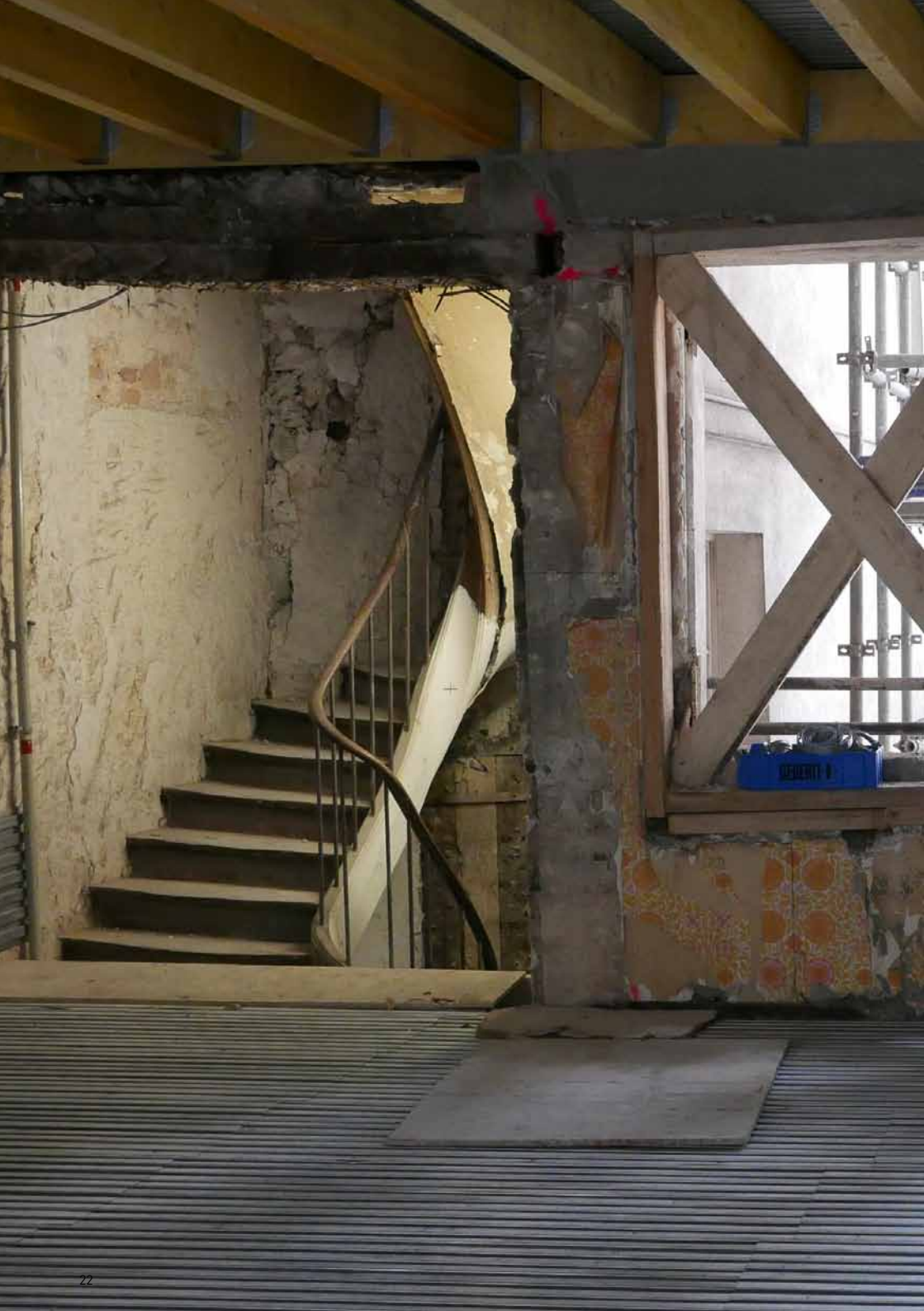
## LE PULL MERINOS



L'évaporation de l'eau dans le pull absorbe la chaleur: maintien de la température du corps, sensation de fraîcheur.



La condensation de l'eau dans le pull dégage de la chaleur: maintien de la température du corps, sensation de chaleur.





+274

0

-152

0

adequa  
walla



RUE DE VALÉNCIENNES

RUE DE VALÉNCIENNES







## LE MUR À DOUBLE ISOLATION

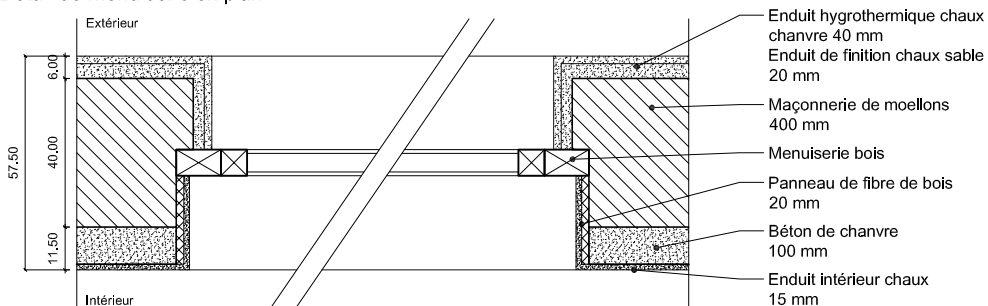
La mise en oeuvre d'une isolation à la fois intérieure et extérieure par enduits et bétons de chanvre, permet d'améliorer les performances thermiques du bâtiment tout en respectant la matérialité des parois existantes.

La réhabilitation tire ainsi parti des performances de l'existant pour atteindre les exigences de performance actuelles :

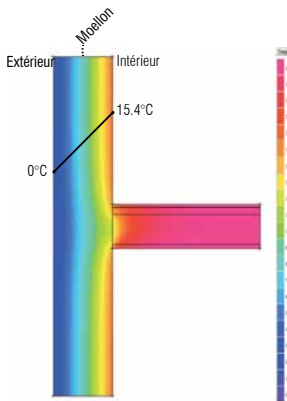
- L'isolation intérieure en béton de chanvre présente une inertie hygrothermique qui est similaire à l'inertie de masse du mur d'origine.

- L'isolation extérieure permet de réduire les ponts thermiques de l'enveloppe comme c'était le cas dans ce bâti ancien, sans entraîner de sur-épaisseur des façades.

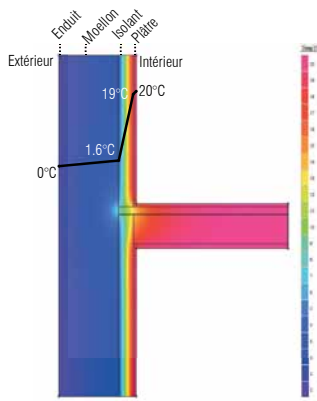
Détail de menuiserie en plan



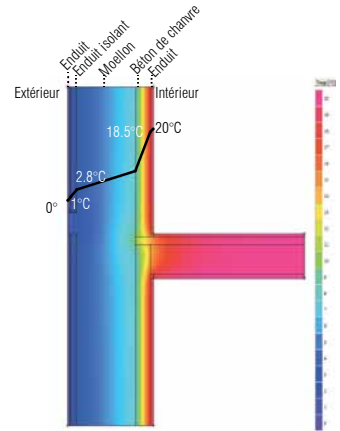
## Comportement thermique du mur Existant



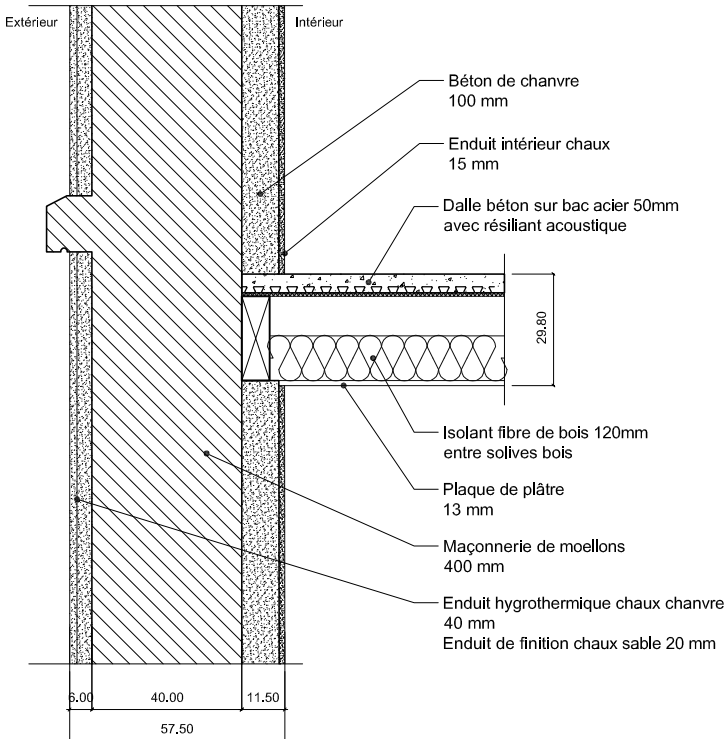
## Construction traditionnelle



## Construction béton de chanvre



## Coupe de la façade sur rue



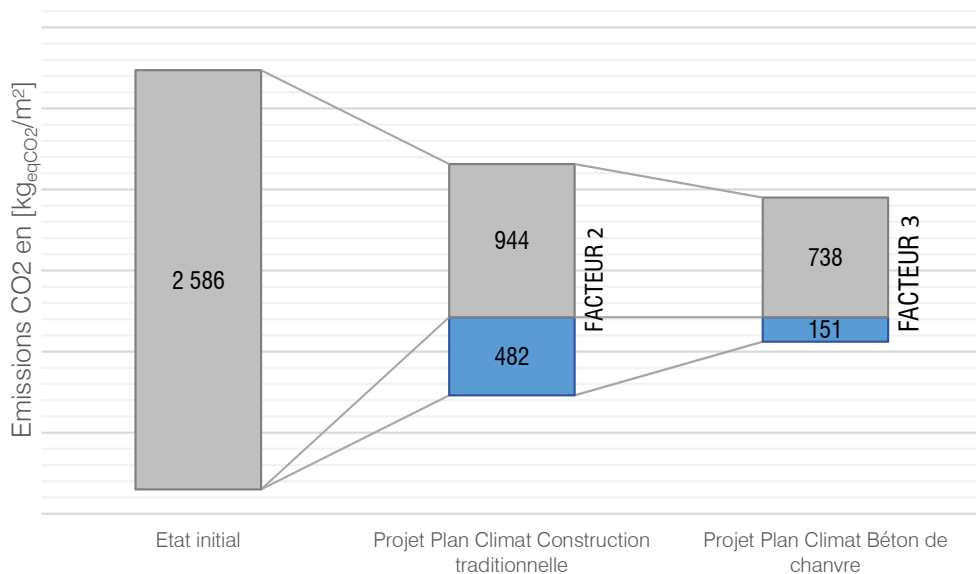




# BILAN GLOBAL

## Bilan carbone sur 60 ans

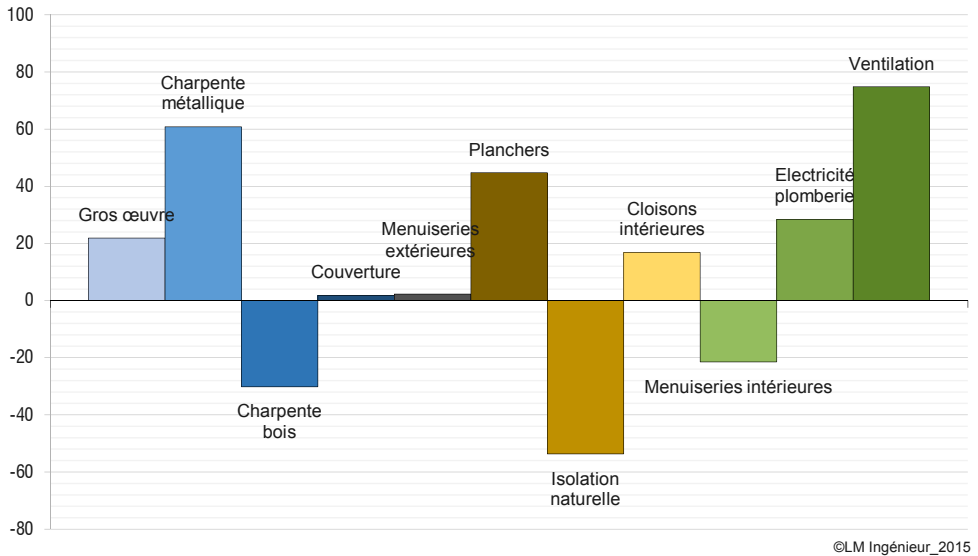
■ Emissions liées à la réhabilitaion    ■ Emissions liées à l'utilisation



©LM Ingénieur

Le bilan global met en lumière l'importance de l'impact de la construction en terme d'énergie grise et d'émission de CO2 vis à vis des gains réalisés sur les consommations et émissions liées à l'usage.

## Émissions CO2 en [ $\text{kg}_{\text{eqCO}_2}/\text{m}^2$ ] par entité



©LM Ingénieur\_2015

Le taux réduit des émissions de CO2 liées à la réhabilitation vient notamment de l'équilibre quantitatif mis en place entre les matériaux mis en oeuvre : matériaux bio-sourcés, matériaux réemployés, et enfin matériaux issus de ressources non renouvelables.







## RÉALISATIONS EN BÉTON DE CHANVRE DLA / LM



### RÉHABILITATION EXTENSION D'UN IMMEUBLE DE 10 LOGEMENTS

Mur isolant chaux/chanvre intérieur et enduit isolant extérieur sur maçonneries existantes

2400€ /m<sup>2</sup> SHON hors démolition et confortement des structures, compris aile neuve

2000€ /m<sup>2</sup> SHON pour la réhabilitation



### CONSTRUCTION DE 10 MAISONS INDIVIDUELLES GROUPÉES

Murs et toiture à isolation chaux/chanvre projeté sur ossature bois

1900€ /m<sup>2</sup> SHON hors VRD et extérieurs



### CONSTRUCTION DE 8 MAISONS INDIVIDUELLES GROUPÉES

Mur isolant chaux/chanvre banché avec doublage briques et lame d'air thermique

2000€ /m<sup>2</sup> SHON hors VRD et extérieurs



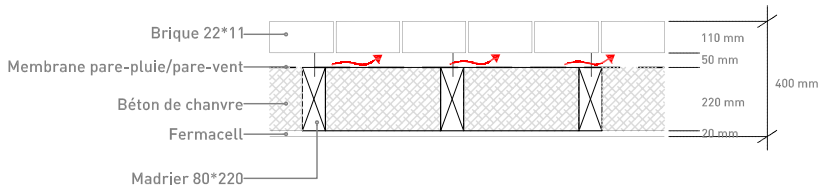
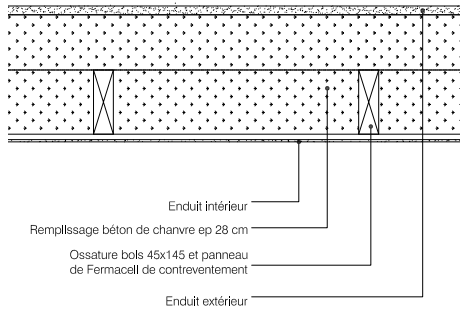
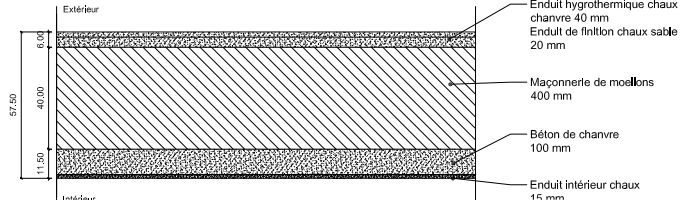
### CONSTRUCTION D'UN PROTOTYPE EN BÉTON DE CHANVRE

DANS LE CADRE DES JOURNÉES

«LES ARCHITECTES OUVERTENT LEUR PORTE»

béton de chanvre projeté et banché

Détail de mur en plan





## MATERIALITE DU PROJET ET STRATEGIE CLIMATIQUE SONT INDISSOCIABLES

Dans nos projets, l'architecture, l'environnement, la culture constructive et la sphère du sensible cohabitent ensemble, ceci est le reflet des partenaires associés. DLA et LMING, architectes et ingénieurs, travaillons ensemble depuis plusieurs années. Notre démarche s'est bâtie autour de nos projets communs au caractère expérimental. Nous échangeons dans un esprit interdisciplinaire qui s'appuie sur l'expérience et la recherche.

Aujourd'hui, alors que souvent l'architecture et les choix techniques sont cloisonnés entre eux et dictés par un cadre normatif de plus en plus strict, nous proposons une pratique de conception qui s'appuie sur des modèles physiques et qui replace l'homme au centre du projet. Le résultat est une architecture « silencieuse » qui cache dans ses formes et ses matériaux les complexités techniques

## LE BETON DE CHANVRE

Par le béton de chanvre, l'architecture est en équilibre hygrothermique avec l'environnement. Nous prenons à rebours les labels actuels et le paradigme de la construction passive, une construction qui cherche l'étanchéité parfaitement contrôlée et une isolation musclée, étendant jusqu'à la rupture la distance entre l'intérieur et l'extérieur, et proposons une architecture capable d'établir un équilibre intelligent avec son environnement.

## METTRE L'HOMME AU COEUR DU PROJET PAR LE CHOIX DE FILIERES LOCALES

Le choix de matériaux bio-sourcés, dont le chanvre, permet d'inscrire le projet dans une démarche de filière. A travers ces démarches, nous vivons la richesse humaine que représente le développement d'une filière locale et sommes persuadés qu'elle est profondément solidaire. Cela permet d'instaurer des échanges féconds et innovants pendant les études et de mettre en œuvre une organisation de chantier plus humaine.

Dumont-Legrand Architectes & LM Ingénieur







DUMONT LEGRAND ARCHITECTES  
1 RUE DU LIEUVIN 75015 PARIS  
175 RUE DU JARDIN PUBLIC 33000 BORDEAUX  
T 01 46 51 84 20 - [agence@dumont-legrand.fr](mailto:agence@dumont-legrand.fr)

LM Ingénieur  
13 RUE CHAPON 75003 PARIS  
T 01 40 29 96 92 - [lm.ing@club-internet.fr](mailto:lm.ing@club-internet.fr)

Photographies : © Cyrille Weiner  
Tous textes, photos de chantier et documents graphiques :  
© DUMONT-LEGRAND ARCHITECTES et LM Ingénieur, sauf mention contraire