



# RÉNOVATION DU BÂTI ANCIEN EN OCCITANIE

## Des fiches pratiques par typologies de bâtiment

Pour une amélioration de la performance énergétique et la préservation du patrimoine



PRÉFET  
DE LA RÉGION  
OCCITANIE



juin 2019



# BÂTI ANCIEN EN OCCITANIE

## SOMMAIRE

<b>FICHE A - Généralités sur le bâti ancien (avant 1948)</b>	<b>3</b>
1- LES SPÉCIFICITÉS DU BÂTI ANCIEN (CONSTRUCTION D'AVANT 1948)	3
2- LE PATRIMOINE ANCIEN EN OCCITANIE	4
3- LES RESSOURCES DISPONIBLES	6
4- LES ÉTAPES D'UNE RÉHABILITATION RÉUSSIE	8
<b>FICHE B - Diagnostic de l'existant</b>	<b>10</b>
1- LA TOITURE	10
2- LES MENUISERIES	11
3- LES PLANCHERS	12
4- LES PAROIS VERTICALES	13
5- LE RENOUVELLEMENT D'AIR	14
<b>FICHE C - Grille de diagnostic</b>	<b>15</b>
1- LA TOITURE	15
2- LES MENUISERIES	16
3- LES PLANCHERS	16
4- LES PAROIS VERTICALES	17
5- ENTREtenir SON BÂTIMENT	17
6- LES REMONTÉES CAPILLAIRES	18
<b>FICHE D - Interventions communes à toutes les typologies</b>	<b>20</b>
1- COUVERTURE ET CHARPENTE	20
2- LES MENUISERIES	21
3- LES PLANCHERS	22
4- LE RENOUVELLEMENT D'AIR	23
<b>FICHE 1 - MAISON DE BOURG EN PIERRE</b>	<b>25</b>
<b>FICHE 2 - IMMEUBLE EN BRIQUES ET PAN DE BOIS</b>	<b>33</b>
<b>FICHE 3 - MAISON C ARRÉE EN GALETS</b>	<b>41</b>
<b>FICHE 4 - MAISON DE BOURG EN TERRE CRUE</b>	<b>48</b>
<b>FICHE 5 - MAISON CARRÉE EN BRIQUES DE TERRE CUITE</b>	<b>55</b>



Cette fiche vise à préciser les aspects généraux de la **réhabilitation du bâti ancien** (datant d'avant 1948) sur la partie Ouest de l'Occitanie en s'attachant à comprendre les différences avec un bâtiment plus récents, à dresser un état des lieux de la construction ancienne dans cette région et à fournir des éléments sur les stratégies de réhabilitation.

### 1 LES SPÉCIFICITÉS DU BÂTI ANCIEN (CONSTRUCTION D'AVANT 1948)

#### UNE CONCEPTION SPÉCIFIQUE QUI COMPORTE DE RÉELS ATOUTS

Bâtiment conçu pour optimiser les bénéfices de l'environnement proche et en réduire les inconvénients

- Pièces de service au Nord, pièces de vie au Sud dans la majorité des cas
- Espaces tampons (dépendances, étables, etc.) sur les bords Est et Ouest ou mitoyenneté
- Ouvertures côté Sud
- Parois plus épaisses au Nord



#### Les atouts

- » Une forte inertie assurant un **confort d'été élevé**
- » Des parois épaisses et une conception optimisée (y compris par l'implantation, l'orientation... ) permettant d'assurer des **consommations d'énergie inférieures en moyenne à celles des bâtiments construits entre 1948 et 1975.**



#### Les points de vigilance

##### 1. Préserver ces atouts, dus notamment à :

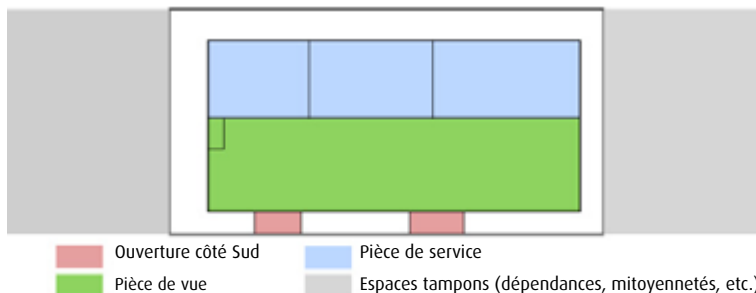
##### Des échanges importants avec l'environnement

- La ventilation naturelle par ouverture des fenêtres, cheminées
- Des parois perméables à la vapeur d'eau
- L'emploi de matériaux naturels et locaux (brique, pierre, bois, terre...)
- L'hétérogénéité des constructions
- L'épaisseur des parois importantes
- L'hétérogénéité des matériaux utilisés au sein d'une même construction

##### 2. Adapter la réhabilitation au bâti ancien

- ✓ Par l'emploi de matériaux compatibles avec le bâtiment d'origine (voir les fiches typologiques pour plus d'information)
- ✓ Par le maintien des dispositifs bioclimatiques d'origine Voir la fiche B pour plus d'informations

Ceci afin de ne pas amenuiser la pérennité et les performances thermiques initiales du bâtiment. Il conviendra autant que possible **d'adapter la réhabilitation** à chaque bâti ancien.





## LES ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

### Les règlements d'urbanisme

De manière générale, les travaux sur un bâtiment sont soumis aux réglementations des documents d'urbanisme (PLU, PSMV, ...).

Les bâtiments classés et inscrits ont des contraintes spécifiques. Se rapprocher de l'autorité régionale chargée des monuments historiques pour plus d'informations ([www.culture.gouv.fr/Regions/Drac-Occitanie/Patrimoines-et-architecture](http://www.culture.gouv.fr/Regions/Drac-Occitanie/Patrimoines-et-architecture)).

### La réglementation thermique

Actuellement, la réglementation thermique prévoit pour les bâtiments anciens (avant 1948) des performances «éléments par éléments» et des conditions d'installation de certains éléments :

- Isolation des parois opaques
- Isolation des parois vitrées,
- Chauffage,
- Énergie renouvelable,
- Refroidissement,
- Ventilation mécanique,
- Éclairage non résidentiel.

L'isolation des parois verticales des bâtiments anciens n'est actuellement pas soumise à obligation de performance thermique minimale.

Les bâtiments protégés (inscrits ou classés) ou proches de bâtiments protégés n'ont pas d'obligation concernant les performances minimales lors de travaux sur les parois vitrées.

## 2 | LE PATRIMOINE ANCIEN EN OCCITANIE

47% des bâtiments de la partie Ouest de l'Occitanie sont des bâtiments anciens.

### LES SYSTÈMES CONSTRUCTIFS DES PAROIS VERTICALES

3 matériaux forment l'ensemble des systèmes constructifs du bâti ancien : le bois, la pierre et la terre.

#### Maçonnerie à pan de bois



Remplissage brique de terre cuite



Remplissage brique de terre crue



Remplissage torchis

#### Maçonnerie de pierre



Galets hourdés



Pierre équarrie ou hourdée



Pierre de taille

#### Maçonnerie de terre



Brique de terre crue



Brique de terre cuite



Pisé



Bauge



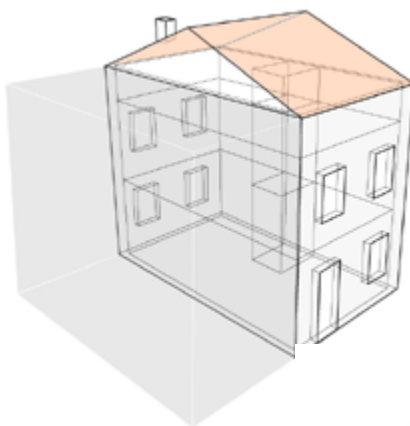
## LES MATÉRIAUX DE COUVERTURE

- Ardoises présentes dans les départements avec des variations de relief importantes : Aveyron et Hautes-Pyrénées, plus localement présence aussi de toitures en lauzes
- Partout ailleurs les tuiles sont majoritaires, sous la forme canal majoritairement mais aussi plate.

Attention, les pentes de toiture diffèrent suivant la forme des tuiles.



## TYPES DE BÂTIMENTS SUR LA PARTIE OUEST DE L'OCCITANIE

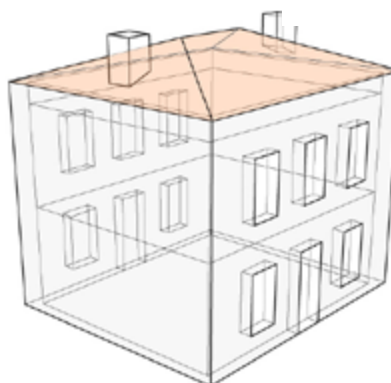
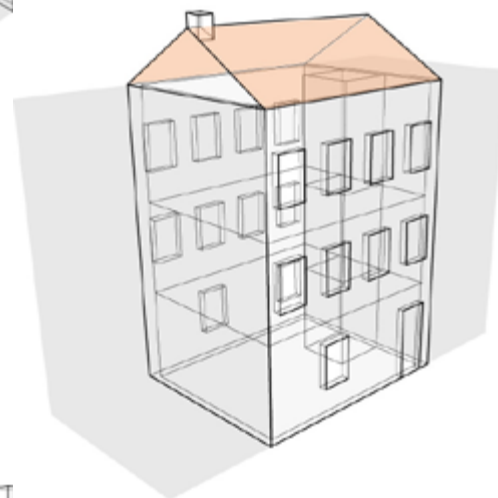


### Maison de bourg

Fiche n°1 Pierre  
Fiche n°4  
Briques de terre crue

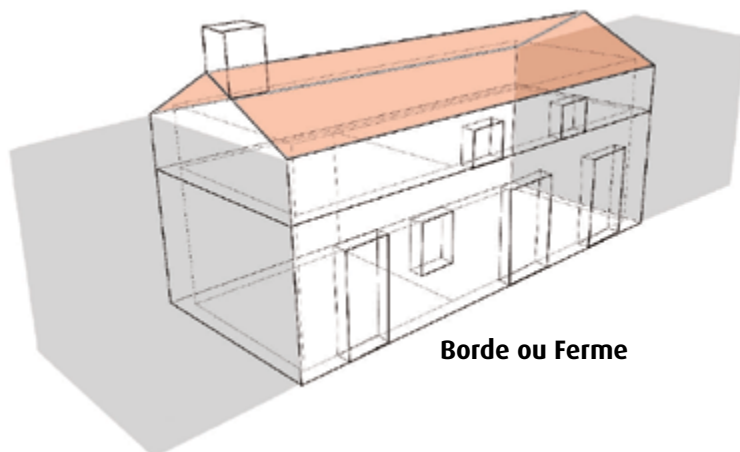
### Immeuble de bourg

Fiche n°2  
Pan de bois et  
briques



### Maison carrée

Fiche n°3  
Galets hourdés  
Fiche n°5  
Briques de terre cuite



### Borde ou Ferme

### 3 LES RESSOURCES DISPONIBLES

#### LES PERSONNES RESSOURCES

- **Les conseillers « FAIRE »**

Ils proposent des conseils adaptés, neutres et gratuits pour vos travaux de rénovation

Vous pouvez consulter :

- le site internet: [www.faire.fr](http://www.faire.fr) permettant de s'informer sur les différentes aides disponibles, l'un conseiller en contactant le numéro national 0 808 800 700 (service gratuit + prix appel local)

Depuis ce numéro national ou ce site Internet, chaque ménage est orienté en fonction de ses revenus, de sa situation géographique et de son statut (propriétaire occupant, bailleur, locataire) vers le conseiller « FAIRE » le plus proche et le plus adapté à sa situation.

L'ensemble de ces conseillers « FAIRE » forment service public de la rénovation répartis dans toute la France.

Le réseau « FAIRE » se compose des espaces info énergie (EIE) de l'Ademe, des guichets Anah (collectivités locales et Directions Départementales des Territoires et de la Mer) ainsi que des agences départementales d'information sur le logement (Adil).

Le conseiller « FAIRE » informe sur la nature des travaux à effectuer, sur les aides disponibles et aide à constituer rapidement un dossier.

- **Les plates-formes de la rénovation énergétique (PTRE)**

Elles constituent un service public de la performance énergétique de l'habitat au sein d'un groupe de collectivités (PETR, CC, autres...). Elles assurent l'accompagnement des particuliers qui souhaitent diminuer la consommation énergétique de leur logement et complètent le dispositif des conseillers « FAIRE ».

- **Maisons Paysannes de France (MPF)**

Maisons paysannes de France est une association qui a pour but de protéger les caractéristiques et les identités propres de chaque région en favorisant l'entretien et la restauration du bâti traditionnel et en encourageant une architecture contemporaine bien intégrer.

L'association apporte un conseil sur la prise en compte des spécificités du bâti ancien dans les économies d'énergie au travers de ses délégations locales et de leur revue.

[www.maisons-paysannes.org/](http://www.maisons-paysannes.org/)

#### LES AIDES DISPONIBLES

##### Aides nationales (en vigueur au mois d'octobre 2018)

Toutes les aides présentées peuvent être vérifiées auprès des personnes ressources listées ci-dessus.

Point commun à tous les dispositifs d'aides : les travaux doivent être réalisés par des entreprises agréées RGE (reconnu Garant de l'Environnement), liste et certificats disponibles sur [www.faire.fr](http://www.faire.fr)

L'État appuie la réhabilitation des logements au travers de plusieurs aides et programmes de subventions. Il est nécessaire de vérifier sur les sites précédents l'actualisation des conditions d'octroi de ces appuis financiers.

- **Crédit d'Impôt pour la Transition Énergétique (CITE)**

Il permet aux propriétaires occupants et aux locataires de bénéficier d'une réduction d'impôts relative aux dépenses d'équipements et de main d'œuvre pour un panel de travaux de rénovation énergétique.

- **Éco-prêt à taux zéro**

L'éco-prêt à taux zéro (éco-PTZ) permet de financer les travaux de rénovation énergétique des logements. Ce prêt peut être accordé au propriétaire bailleur ou occupant d'un logement ancien, et au syndicat de copropriétaires.

Une liste prédéfinie ou les travaux doivent permettre d'atteindre une performance énergétique globale minimale.

- **Programmes Habiter Mieux de l'ANAH :**

L'Anah propose deux programmes d'aides financières, Habiter Mieux sérénité et Habiter Mieux agilité.

Habiter Mieux sérénité est un accompagnement-conseil et une aide financière pour faire un ensemble de travaux capables d'apporter un gain énergétique d'au moins 25 %.

Habiter Mieux agilité est une aide financière concernant les propriétaires occupants des maisons individuelles pour faire l'un des trois types de travaux au choix, dans une maison individuelle : changement de chaudière ou de mode de chauffage, isolation des murs extérieurs et /ou intérieurs, isolation des combles aménagés et aménageables.

[www.anah.fr](http://www.anah.fr)

- **Les aides des fournisseurs d'énergie (dispositif des certificats d'économie d'énergie)**

Les aides des entreprises qui vendent de l'énergie (électricité, gaz ou GPL, chaleur, froid, fioul domestique et carburants pour automobiles) interviennent dans le cadre du dispositif des certificats d'économies d'énergie. Ce dispositif oblige ces fournisseurs d'énergie à promouvoir des actions efficaces d'économies d'énergie auprès des consommateurs, y compris auprès des ménages en situation de précarité énergétique pour lesquels des dispositions particulières sont prévues. S'ils ne respectent pas leurs obligations, l'État impose aux fournisseurs d'énergie de fortes pénalités financières.

Les travaux doivent permettre d'améliorer la performance énergétique de votre logement et doivent respecter des exigences de performances minimales.

L'obtention d'aides liées aux certificats d'économies d'énergie est conditionnée à la réalisation des travaux par un professionnel RGE pour les opérations pour lesquelles cette qualification existe, la demande doit intervenir avant la signature des devis.

[www.ecologique-solidaire.gouv.fr/operations-standardisees](http://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/operations-standardisees)

- **Aide de la fondation du patrimoine**

Suivant le bâtiment, privé ou public, quand il n'est pas protégé, la fondation du patrimoine peut octroyer un label suivant les travaux envisagés. Ceux-ci doivent obtenir un avis favorable d'un ABF et concerner la restauration extérieure.

Le label permet de bénéficier d'une déduction d'impôt et dans certains cas d'une aide financière.

[www.fondation-patrimoine.org/aides-au-patrimoine](http://www.fondation-patrimoine.org/aides-au-patrimoine)

- **Aide régionale propre à la Région Occitanie**

*L'éco-chèque logement*

L'éco-chèque logement s'adresse aux particuliers qu'ils soient propriétaires occupants ou bailleurs d'un logement situé dans la région, qui réalisent des travaux visant une économie d'énergie d'au moins 25%. Il est cumulable avec d'autres aides liées aux économies d'énergie.

Les travaux doivent être faits obligatoirement par une entreprise ou un artisan qualifié RGE (reconnu garant de l'environnement) partenaire du Conseil Régional.





## 4 LES ÉTAPES D'UNE RÉHABILITATION RÉUSSIE

### 1 Réaliser un diagnostic

- Connaître les caractéristiques du bâti ancien : se référer aux fiches établies selon les typologies constructives les plus courantes afin d'avoir les bons réflexes.
- Relever la présence ou l'absence de travaux rapportés sur le bâti d'origine : travaux d'extension, d'isolation, etc.
- Faire le tour de son bâtiment en restant attentif à un panel d'éléments permet de mieux connaître son bâtiment et d'apprécier quels éléments devront être traités rapidement. Différents points devant faire l'objet d'un diagnostic visuel sont détaillés dans la fiche B.

Les fiches B et C sont là pour vous aider dans le diagnostic de votre bâtiment. N'hésitez pas à les consulter.

### 2 Vérifier la présence ou l'absence d'isolation

Compte tenu des propriétaires qui se succèdent, la connaissance du bâtiment par la maîtrise d'ouvrage peut être plus ou moins complète. Connaître le niveau d'isolation du bâtiment au niveau de la toiture et des parois est essentiel pour prévoir les travaux de réhabilitation énergétiques.

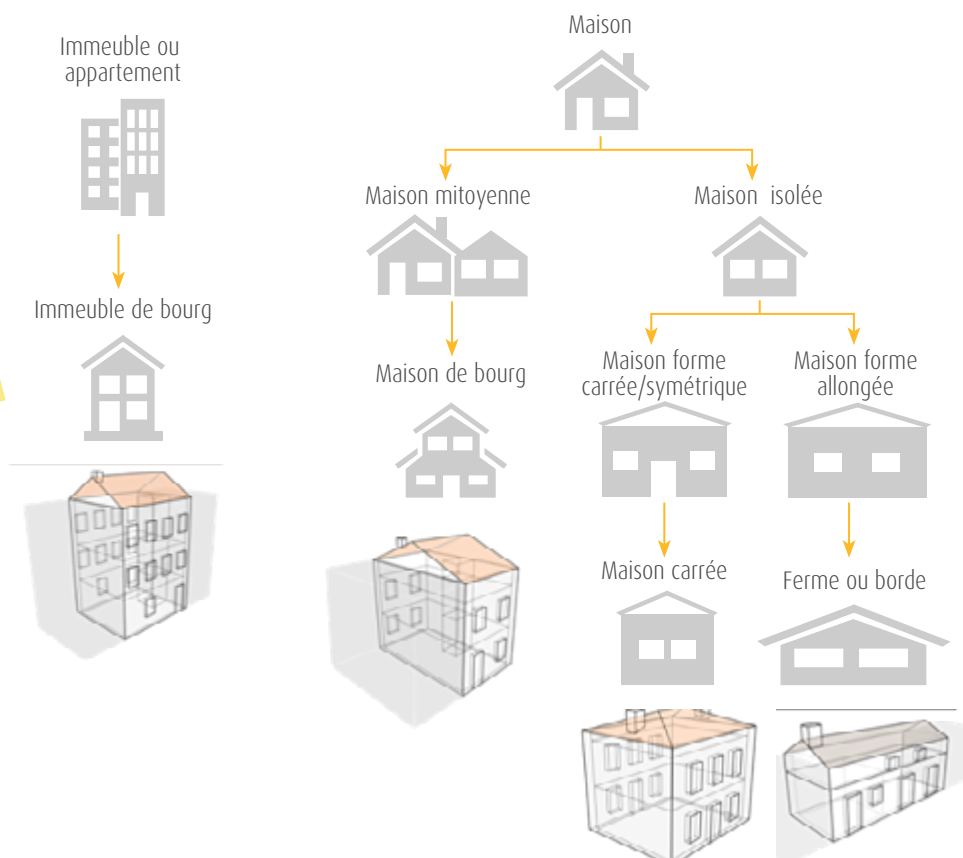
### 3 Traiter les remontées capillaires

Le traitement des remontées capillaires en amont d'une réhabilitation est indispensable pour que celle-ci soit réussie. En effet, la présence d'humidité au sein des parois verticales et des planchers pénalise la mise en place d'isolants efficaces et réduit considérablement le champ des possibles en termes de matériaux.

Consultez la fiche C pour plus d'informations

### 4 Identifier la typologie de mon bâtiment

Commencer par identifier les matériaux constructifs principaux puis étudier la présence ou non de mitoyenneté et la forme du bâtiment permet de s'orienter vers les bons documents pour comprendre son bâtiment.



Les fiches 1 à 5 traitent de typologies variées. Déterminer laquelle correspond à votre bâtiment. Elle vous aidera à comprendre son fonctionnement.

## 5 Hiérarchiser les travaux d'amélioration thermique

- Connaître les caractéristiques du bâti ancien : se référer aux fiches établies selon les typologies constructives les plus courantes afin d'avoir les bons réflexes.
- Bien identifier son bâtiment, autant sur sa conception, son comportement hygrothermique et sur son niveau d'isolation permet de hiérarchiser les travaux d'amélioration thermique du plus efficace/rentable/urgent à ceux qui apporteront moins de bénéfices.

Cette étape est indispensable pour orienter la suite du projet.

les fiches 1 à 5 sont là pour vous aider sur les actions possibles à mener sur votre bâtiment. Vous pouvez aussi faire appel aux conseillers répartis sur le territoire.

## 6 Se renseigner sur les aides disponibles

Une fois les travaux d'amélioration thermique hiérarchisés, il est possible de se renseigner sur les dispositifs d'aides disponibles suivant les catégories de travaux envisagés. Ceci permettra d'affiner les travaux possibles et de déterminer les solutions complètes envisageables.

le site ([www.infoenergie-lr.org](http://www.infoenergie-lr.org)) présente les dispositifs disponibles sur la région Occitanie. Rapprochez-vous des personnes ressources à proximité pour vous faire accompagner

## 7 Faire réaliser les devis et les analyser

La majorité des dispositifs financiers pour l'amélioration thermique nécessite de faire appel à des entreprises Reconnues Garantes de l'Environnement (RGE). Une liste de ces entreprises est donnée sur le site ([faire.fr](http://faire.fr)).

Réaliser plusieurs devis permet de faire des comparaisons. Le devis est un acte contractuel portant engagement réciproque des signataires, il est donc important de vérifier quelques points :

- Les lignes de travaux doivent être bien détaillées et respecter les différences de taux de TVA sur le devis. Il faut donc éviter les devis forfaitaires.
- La garantie décennale : l'attestation d'assurance de l'entreprise retenue doit couvrir les champs d'intervention des travaux pour lesquels elle intervient. Il ne faut pas hésiter à demander cette attestation d'assurance. Elle garantit pour 10 ans la réparation des dommages produits après la réception des travaux sans attendre une décision de justice.
- S'assurer que la ligne gestion des déchets est bien identifiée.

L'analyse des devis permet de sélectionner les entreprises et les travaux qui seront réalisés.

## 8 Monter les dossiers de financement

Une fois les travaux et les entreprises retenus, les dossiers de financement peuvent être montés. Pour cela, des personnes ressources sont disponibles pour vous aider ([faire.fr](http://faire.fr)).

## 9 Faire réaliser les travaux

Les travaux doivent être réalisés, dans le cas de dispositifs d'aides financières, par des professionnels RGE.

Il peut être utile de vérifier les matériaux mis en œuvre et leurs caractéristiques.

Pour toutes ces étapes, l'accompagnement par un professionnel expérimenté sera un appui. Des opérateurs d'amélioration de l'habitat intervenant dans le cadre des programmes de l'ANAH, pourront apporter un accompagnement aux ménages éligibles aux aides de l'ANAH ou aux bailleurs souhaitant mettre leur logement en location avec un loyer conventionné. Les conseillers Faire seront un premier point de renseignements à ce sujet ([faire.fr](http://faire.fr)).



Avant toute réhabilitation, il faut s'assurer que le bâtiment est solide et pérenne. Les éléments de diagnostic fournis dans les parties suivantes ont autant trait à l'état structurel du bâtiment qu'aux aspects énergétiques. Il est important de garder à l'esprit qu'une réhabilitation énergétique doit toujours intervenir après un diagnostic structurel, sans laquelle le bâtiment ne peut être pérenne.

Lors de ce diagnostic, il est important de s'attacher à bien connaître les performances thermiques du bâtiment pour en comprendre le fonctionnement. C'est cette connaissance du comportement thermique qui permettra d'orienter la réhabilitation vers des interventions pertinentes et compatibles avec le bâti.

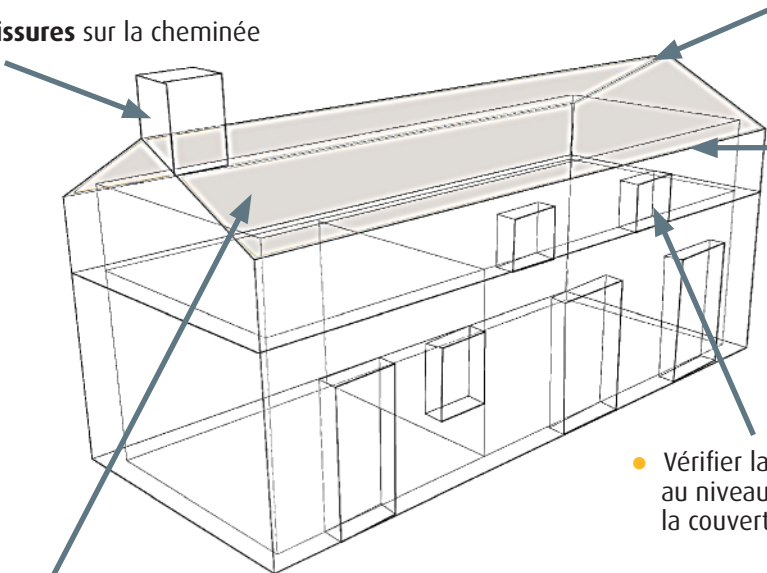
Vous pouvez réaliser vous-même un premier diagnostic visuel de votre bâtiment et faire appel à des professionnels (bureau d'étude, architectes, etc.) pour un regard plus approfondi.

**Une grille de diagnostic est fournie dans la Fiche C.**

N'hésitez pas à l'utiliser !

## 1 LA TOITURE

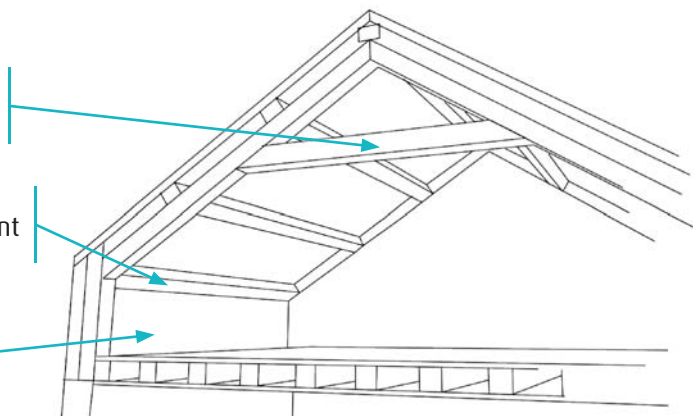
### LES POINTS DE CONTRÔLES EXTÉRIEURS

- 
- Vérifier la présence de **défauts d'étanchéité** au niveau de la liaison entre la cheminée et la couverture
  - Vérifier s'il y a des **salissures** sur la cheminée
  - Vérifier s'il y a des **déformations du faitage**
  - Vérifier si des **défauts d'étanchéité** sont présents
  - Vérifier s'il y a accumulation de déchets dans les gouttières
  - Vérifier la présence de **défauts d'étanchéité** au niveau de la liaison entre l'ouverture et la couverture
  - Vérifier s'il y a des **tuiles** manquantes ou cassées
  - Vérifier s'il y a des **défauts de fixation** de la couverture
  - Vérifier si de la **végétation** se développe sur la couverture



## LES POINTS DE CONTRÔLES INTÉRIEURS

- Vérifier s'il y a des **insectes** xylophages et/ou **champignons** (indices : sciures/poussières au sol, piquetage des bois de charpente)
- Vérifier s'il y a des **déformations** des éléments de la charpente ou si certains éléments présentent des fragilités
- Vérifier la présence de **défauts d'étanchéité** à l'eau du pare-pluie
- Vérifier la **présence ou l'absence d'isolant** ainsi que son état le cas échéant



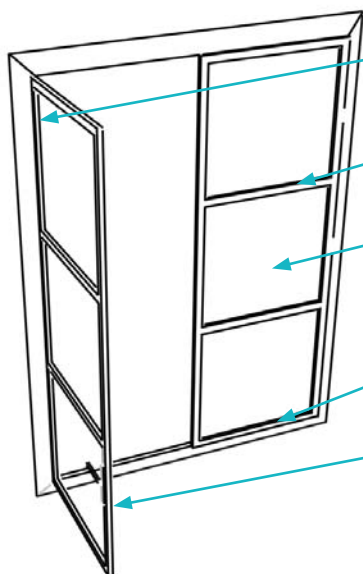
## LES CAUSES DE DÉSORDRES

Les causes des désordres rencontrés sur les toitures et les charpentes sont généralement :

- Des **modifications de la géométrie de la charpente** (création de passage, aménagement des combles)
- La pénétration **d'humidité**
- Le **tassement** des murs porteurs
- L'ouverture aux vents des combles

## 2 LES MENUISERIES

### LES POINTS DE CONTRÔLES



- Vérifier les **joints** entre le dormant et l'ouvrant
- Vérifier les **joints** au niveau des petits bois
- Vérifier **l'état du vitrage**  
Déterminer s'il s'agit de simple ou de double vitrage
- Vérifier la présence de **traces d'humidité** aux abords de la menuiserie
- Vérifier la **bonne ouverture/fermeture** lors de la manœuvre de la poignée

## LES CAUSES DE DÉSORDRES

Les principaux désordres observés sur les menuiseries sont :

- Le **pourrissement du bois** que ce soit au niveau de la traverse inférieure, du jet d'eau, des montants du dormant ou des petits bois. Les causes d'infiltration d'eau doivent être déterminées pour y remédier.
- Les **déformations des éléments** liés aux mouvements du bâtiment et/ou à l'usage.
- La **rouille** des éléments métalliques (paumelle, système de fermeture) gênant le mouvement de la menuiserie.
- La **dégradation des mastics** qui n'assurent alors plus leur rôle d'étanchéité.

## 3 LES PLANCHERS

### LES POINTS DE CONTRÔLES

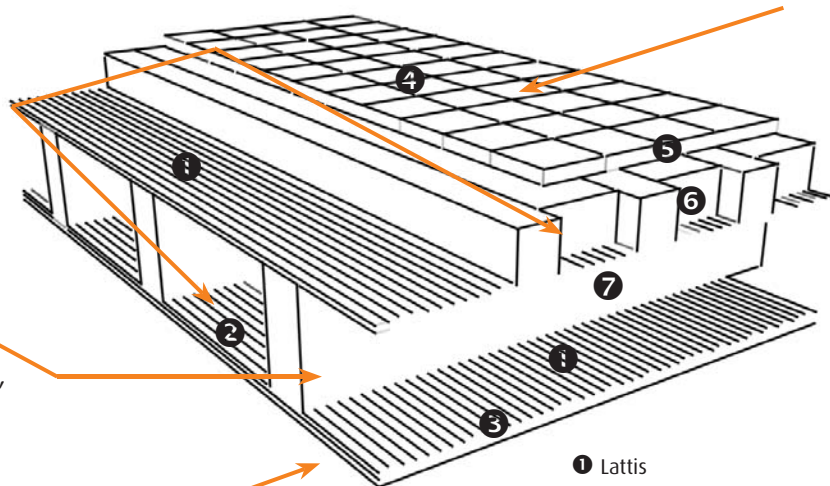
- Vérifier la présence d'isolants et leurs états

- Vérifier l'**absence de déformations** et/ou de **cassures** des éléments de supports (solives, lambourdes, etc.)

- Vérifier l'absence d'**insectes** xylophages et/ou **champignons** (sciures/poussières au sol, piquetage des bois de charpente)

- Déterminer le **type de contact** :
  - terre-plein
  - locaux non chauffés (accessibles/non accessibles)
  - locaux chauffés

- Vérifier l'absence de traces d'humidité



- ❶ Lattis
- ❷ Isolant ou vide d'air
- ❸ Plâtre
- ❹ Revêtement
- ❺ Isolant, vide ou matériaux lourds
- ❻ Lambourdes
- ❼ Solives

## LES DIFFÉRENTS TYPES DE PLANCHERS

Il existe de très nombreux types de plancher dans le bâti ancien.

Le type de plancher bas dépend notamment du type de contact : terre-plein ou locaux non chauffés. Il est ainsi récurrent de rencontrer des carreaux de terre cuite en contact direct (et non directe) avec le sol.

Au niveau du plancher bas, le type dépend notamment du contact : terre-plein ou locaux non chauffés.

Il est aussi possible de rencontrer des planchers métalliques notamment dans les constructions de la première moitié du 20<sup>ème</sup> siècle.

## LES CAUSES DE DÉSORDRES

Les principaux désordres observés sur les planchers sont :

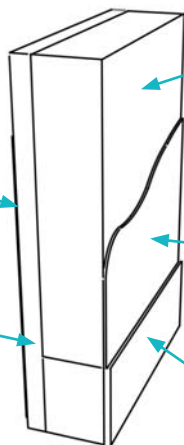
- Les déformations et les cassures des éléments porteurs
- La dégradation des éléments de supports liées à l'humidité et/ou aux insectes xylophages
- Les remontées capillaires dans le cadre des planchers bas

## 4 LES PAROIS VERTICALES

### LES POINTS DE CONTRÔLE

- Vérifier la présence, l'état et les caractéristiques du revêtement intérieur (enduit, pare-vapeur, etc.)

- Vérifier la présence et les caractéristiques de l'isolant le cas échéant



- Identifier le matériau principal  
Vérifier l'état :

- Alvéolisation
- Desquamation
- Efflorescences
- Moisissures
- Etc.

- Vérifier la présence, l'état et les caractéristiques de l'enduit extérieur (imperméable, respirant, etc.)

- Vérifier la présence et l'état du soubassement (présence d'altérations, de moisissures)



Alvéolisation



Décollement d'enduit imperméable



Joint imperméable : dégradation de la brique

### LES MATERIAUX

Il est nécessaire pour bien s'approprier son bâtiment d'identifier les matériaux constitutifs du bâtiment. Plusieurs matériaux peuvent être présents dans le bâtiment voire dans une seule paroi. Les photos suivantes présentent les principaux matériaux rencontrés dans la partie ouest de l'Occitanie.

#### Maçonnerie à pan de bois



Remplissage brique de terre cuite



Remplissage brique de terre crue



Remplissage torchis

#### Maçonnerie de pierre



Galets hourdés



Pierre équarrie ou hourdée



Pierre de taille

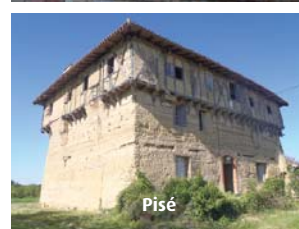
#### Maçonnerie de terre



Brique de terre crue



Brique de terre cuite



Pisé



Bauge



## LES CAUSES DE DÉSORDRES

Les principales sources de désordres observés sur les parois sont :

- Les remontées capillaires
- Le blocage de l'humidité au sein de la paroi par des revêtements ou isolants imperméables
- Les poussées de charpente
- Le tassement de sol
- Les démolitions de plancher(s) modifiant la répartition des forces

## 5 LE RENOUVELLEMENT D' AIR

### LES POINTS DE CONTRÔLE

La ventilation d'un logement sert à évacuer l'air vicié pour le remplacer par de l'air neuf. Elle permet ainsi d'extraire une partie des polluants intérieurs et le surplus d'humidité. Elle a donc un rôle essentiel dans la santé des occupants.

- Déterminer s'il y a la présence d'un système de ventilation et le type
  - grilles d'entrées d'air sur les menuiseries ou sur les parois (photo 1)
  - grilles d'extraction sur les menuiseries ou sur les parois
  - extracteurs mécaniques (photo 2)
  - conduits
- Vérifier le passage d'air par les grilles et les conduits
- Vérifier la présence de moisissures (photo 3)
- Noter la présence de mauvaises odeurs ou la sensation de confinement
- Vérifier la mise en pression du bâtiment (est-ce que les portes sont dures à ouvrir ou fermer ? s'il y a une cheminée, est-ce que la fumée rentre dans la pièce ?...)



(photo 1)



(photo 2)



(photo 3)

## LES CAUSES DE DÉSORDRES

Les désordres liés à la ventilation sont principalement liés à :

- Débit de renouvellement d'air insuffisant (obstruction des bouches, pannes du système, mauvais dimensionnement, etc.)
- Mauvais balayage du bâtiment (mauvais positionnement des entrées et sorties, détalonnage des portes insuffisant, etc.)



Ce carnet de visite fournit une base d'éléments à observer attentivement dans le bâtiment. Il ne se veut toutefois pas exhaustif et variera d'un bâtiment à un autre. La colonne de droite fournit des pistes d'intervention dès lors que l'élément de la ligne est rencontré. Cependant, d'autres interventions peuvent aussi convenir sans qu'elles ne soient affichées ici.

Il est important de garder à l'esprit qu'en cas de doute, l'intervention ou le conseil d'un professionnel est la meilleure solution.

Le diagnostic s'organise en 5 étapes indépendantes, correspondant chacune à un élément du bâtiment :

1. La toiture
2. Les menuiseries
3. Les planchers
4. Les parois verticales
5. Le renouvellement d'air

Les pictogrammes intégrés dans le tableau fournissent des informations sur la problématique à laquelle se réfère l'observation :



Humidité



Structure



Énergie



Confort

Cette grille de diagnostic apporte des éléments sur des aspects structurels mais aussi thermiques qui permettent d'orienter la réhabilitation énergétique vers des interventions pertinentes et compatibles avec le bâti.

Pour plus de descriptions des éléments à observer. Consultez notre fiche B

## 1 LA TOITURE

Éléments à observer	Description		Cocher si présence	Problématiques	Propositions d'interventions
Matériau principal de couverture (ardoise, tuiles, etc.)	Éléments fissurés/cassés/manquants				Remplacement des éléments - Intervention possible d'un professionnel
	Déformations				Vérifier la charpente Faire réaliser un diagnostic structurel par un professionnel pour juger de la nécessité d'un remplacement des éléments
	Végétation				Nettoyage - Intervention possible d'un professionnel
	Mauvaises liaisons entre éléments				Réfection, réparation - Intervention d'un professionnel
Charpente	Déformations				Diagnostic structurel à réaliser par un professionnel pour juger de la nécessité d'un remplacement des éléments
	Fragilités				Diagnostic structurel à réaliser par un professionnel pour juger de la nécessité d'un remplacement des éléments
	Traces d'humidité				Vérification de la couverture
	Insectes xylophages				Intervention d'un professionnel
	Champignons				Vérification de l'absence de source d'humidité - Intervention d'un professionnel
Isolant (présence, type, caractéristiques thermiques, épaisseur)	Présence				Dépense de chaleur - Mise en oeuvre d'un isolant compatible avec la typologie du bâtiment. Voir la fiche D pour plus d'informations
	Tassement				Perte de pouvoir isolant - Remplacement ou ajout d'isolant à prévoir
	Humidité				Vérification de l'absence de source d'humidité pour remédier le cas échéant Remplacement à prévoir

## 2 LES MENUISERIES













Éléments à observer	Description		Cocher si présence	Problématiques	Propositions d'interventions
Matériau d'encadrement (bois, acier, aluminium, PVC)		Ouverture et fermeture difficile			Diagnostic des points de friction – Intervention possible d'un menuisier
		Pourriture de la traverse basse			Identification de la source d'humidité – Traitement et réparation (mauvaise évacuation de l'eau de pluie, mauvaise ventilation, etc.)
		Usure de la peinture			Restauration
		Défauts de calfeutrement			Dépense de chaleurs plus importantes, infiltrations d'air parasites - Calfeutrement, reprise des défauts
Vitrage (simple, double, triple/Épaisseur)		Défauts de masticage au niveau des petits bois			Dépense de chaleurs plus importantes, infiltrations d'air parasites – Masticage
		Défauts de masticage au niveau de l'encadrement			Dépense de chaleurs plus importantes, infiltrations d'air parasites – Masticage
Quincaillerie, serrure		Difficulté de fonctionnement			Réparation et lubrification
		Rouille			Réparation et lubrification ou remplacement

## 3 LES PLANCHERS

Éléments à observer	Description		Cocher si présence	Problématiques	Propositions d'interventions
Matériau d'encadrement (bois, acier, aluminium, PVC)		Imperméabilité			En plancher bas, voir la partie Traitement des remontées capillaires (paragraphe 6)
		Déformations			Remplacement à envisager
		Usure			Remplacement à envisager
		Passage d'air entre les éléments			Perte d'isolation au niveau du plancher bas, rejointoiement à prévoir ou remplacement
Solives		Déformations			Faire réaliser un diagnostic structurel par un professionnel pour juger de la nécessité d'un remplacement des éléments
		Traces d'humidité			Identification de la source d'humidité – Traitement (voir remontées capillaires – paragraphe 6)
Lambourdes		Tassement			Perte de pouvoir isolant – Remplacement ou ajout d'isolant à prévoir
		Traces d'humidité			Vérification de l'absence de source d'humidité pour y remédier le cas échéant – Remplacement à prévoir
		Présences de rongeur			Perte de pouvoir isolant – Possibilité de remplacement ou d'ajout d'isolant compatible avec la typologie du bâtiment à prévoir. Voir la fiche D pour plus d'informations
Matériau lourd : terre, sable, torchis (caractéristiques thermiques, épaisseur)					A préserver et à ne pas isoler pour préserver l'inertie thermique du bâtiment – Confort d'été



## 4 LES PAROIS VERTICALES

Éléments à observer	Description		Cocher si présence	Problématiques	Propositions d'interventions
Matériau principal (Voir fiche B, type, caractéristiques thermiques, épaisseur)		Altérations (Alvéolisations, desquamation, efflorescences, moisissures, etc.)			Voir la partie Traitement des remontées capillaires (paragraphe 6) – En fonction du matériau principal, se référer à la fiche typologique correspondante pour les actions possibles
		Traces d'humidité			Identifier la source - Voir les parties Entretenir son bâtiment et Traitement des remontées capillaires (paragraphe 6)
Enduit intérieur (présence, type, épaisseur)		Imperméabilité			Risques de blocage de l'humidité au sein de la paroi, nécessité de piquer le mur pour éliminer l'enduit – Voir la partie Traitement des remontées capillaires (paragraphe 6)
		Présence			Déperditions de chaleur – En fonction du matériau principal, se référer à la fiche typologique correspondante pour les actions possibles
		Tassement			Perte de pouvoir isolant – Remplacement ou ajout d'isolant à prévoir
Isolant (présence, type, caractéristiques thermiques, épaisseur)		Traces d'humidité			Vérification de l'absence de source d'humidité pour y remédier le cas échéant – Remplacement à prévoir
		Imperméabilité			Risques de blocage de l'humidité au sein de la paroi, nécessité de piquer le mur pour éliminer l'enduit – Voir la partie Traitement des remontées capillaires (paragraphe 6)
Enduit extérieur (présence, type, épaisseur)		Imperméabilité			Risques de blocage de l'humidité au sein de la paroi, nécessité de piquer le mur pour éliminer l'enduit – Voir la partie Traitement des remontées capillaires (paragraphe 6)
Soubassement (présence, type, caractéristiques, épaisseur)		Altérations			Voir la partie Traitement des remontées capillaires – En fonction du matériau principal, se référer à la fiche typologique correspondante pour les actions possibles
Bandeaux, corniches		Déformations			Diagnostic structurel réalisé par un professionnel pour juger de la nécessité d'un remplacement des éléments
		Corrosion			Traitement et restauration à envisager – Intervention possible d'un professionnel
Encadrement des baies		Descellement			Diagnostic structurel réalisé par un professionnel pour juger de la nécessité d'un remplacement des éléments
		Fissures			
		Affaissements des linteaux			

## 5 ENTREtenir SON BÂTIMENT

### Toiture et charpente

- Mettre en place une trappe d'accès à la charpente pour vérifier l'absence de fuites ou de dégradations de la charpente liées à des insectes (termites, etc.) et à des champignons
- Vérifier régulièrement l'état de la charpente et de la toiture - 1 fois par an minimum

### Ventilation

- Nettoyer les bouches d'entrée et de sorties d'air

### Équipements

- Assurer la maintenance et l'entretien des équipements (vérification annuelle à minima)
- Vérifier les températures assurées par les équipements par rapport aux températures de consigne (chauffage, refroidissement et eau chaude sanitaire)

### Végétation

- Tailler régulièrement la végétation à proximité du bâtiment pour éviter une trop forte présence
- Ne pas supprimer brutalement une végétation qui peut jouer un rôle dans le fonctionnement du bâtiment

### Enduit extérieur

- Vérifier l'absence de fissure et de dégradation de l'enduit – notamment aux angles et appuis de fenêtres
- Reprendre les endroits dégradés par un enduit de même nature

### Évacuations d'eaux pluviales

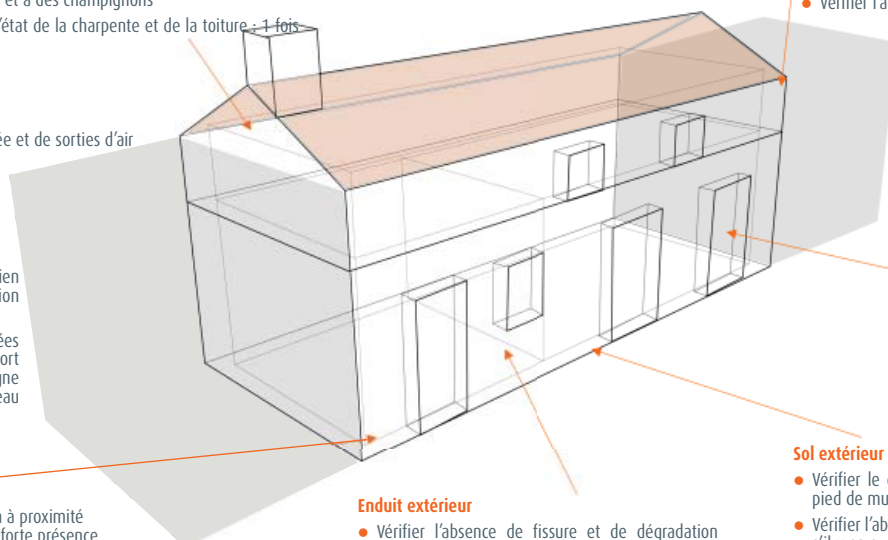
- Enlever les saletés présentes régulièrement pour éviter toute accumulation pouvant provoquer un débordement des eaux de pluie
- Freiner tout développement de végétation dans les conduits d'évacuation (attention lors de présence importante d'oiseaux qui génèrent un terreau propice au développement de végétation)
- Vérifier l'absence de fuites au sein des canalisations

### Ouvertures

- Nettoyer les joints et vérifier leur bonne étanchéité
- S'assurer de la maniabilité de l'ouverture et de la fermeture des menuiseries

### Sol extérieur et pied de mur

- Vérifier le devers pour éviter une accumulation d'eau en pied de mur
- Vérifier l'absence de formation de bouchons dans les drains s'il y en a
- Nettoyer les bouches d'aération du vide-sanitaire s'il y en a un



## 6 LES REMONTÉES CAPILLAIRES

Les remontées capillaires sont un problème récurrent du bâti ancien qui pénalise la mise en œuvre de certains matériaux lors de réhabilitation d'un bâtiment et qui tend à diminuer la performance de travaux engagés.

La première étape consiste en la détermination de la présence ou non de remontées capillaires. Pour cela, quelques indices de présences de remontées capillaires dans les parois sont proposés :

- Traces de moisissures en pied de mur intérieur
- Traces de moisissures en pied de mur extérieur (*image 1*)
- Odeur d'humidité à proximité de la paroi
- Auréoles, taches blanches sur les parois
- Dégradation des matériaux de la paroi (altération des pierres, des briques, etc.) en pied de mur (*image 2*)

S'il n'y a pas eu d'évolution au cours des dernières années, l'origine de ces manifestations a pu être réglée et ne plus être un souci pour les travaux futurs.

La présence d'un seul indice parmi les 5 proposés ne permet pas d'affirmer avec certitude la présence de remontées capillaires, tout comme une absence des 5 indices ne permet pas d'affirmer qu'il n'y a aucun souci.



image 1

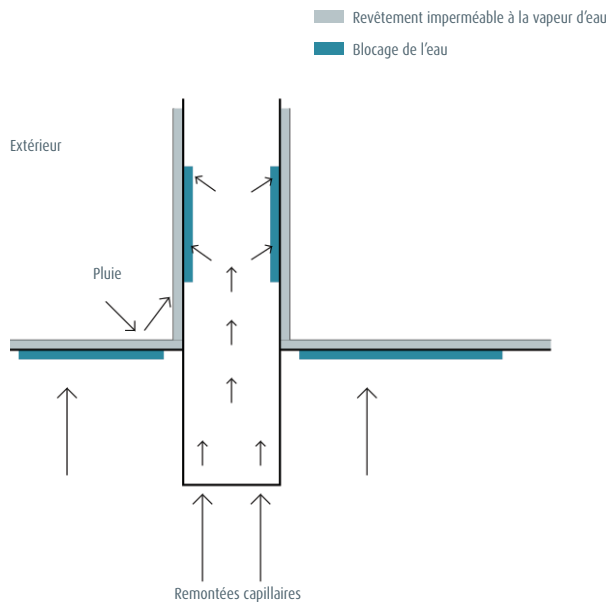


image 2

Pour plus de détails sur les altérations suivant les matériaux. Consultez les fiches typologiques

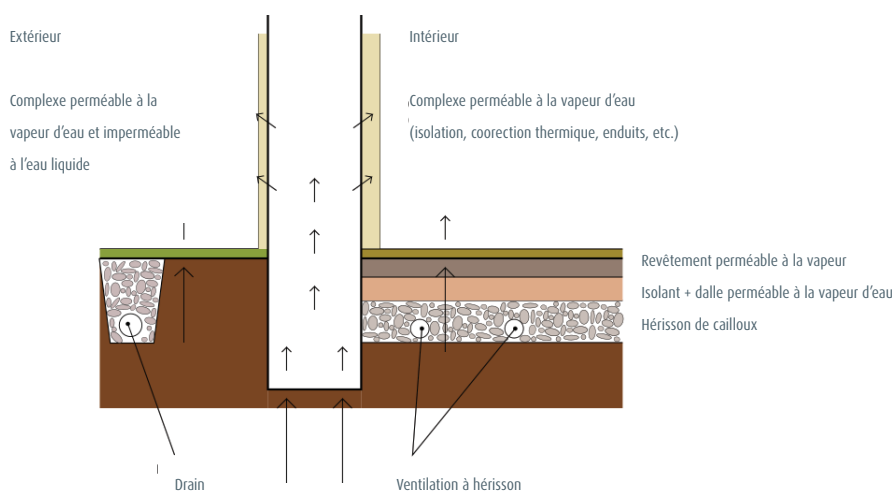
## TRAITER LES REMONTÉES CAPILLAIRES

Observations	Conséquences	Interventions
Fuites au niveau des canalisations et/ou évacuation des eaux pluviales et usées	Pénétration et accumulation d'eau au sein des parois	Réparer les fuites Attendre le séchage de la paroi avant toute intervention
Présence de revêtements imperméables extérieurs et intérieurs sur les parois verticales	Piégeage de l'eau au sein de la paroi	Enlever le revêtement (si le coût est trop élevé, il est possible de commencer par enlever la partie inférieure au moins sur les 50 premiers cm mais la totalité doit être retirée à terme) Attendre le séchage de la paroi avant toute intervention
Présence de revêtements imperméables sur le sol extérieur	Rejaillissement de l'eau de pluie sur la paroi Cheminement de l'eau dirigé vers la paroi	Dans la mesure du possible, favoriser des pavés ou des revêtements permettant la pénétration de l'eau dans le sol Si possible, mettre en place un drain en périphérie extérieure
Présence de revêtements imperméables sur le sol intérieur	Cheminement de l'eau dirigé vers la paroi	Dans la mesure du possible, retirer le revêtement étanche pour mettre en place un matériau hygroscopique qui ne dirigera pas l'humidité vers la paroi verticale.  En cas d'impossibilité de mise en place d'un drain extérieur, mettre en place un drain en périphérie intérieure



Blocage de l'eau des remontées capillaires au sein de la paroi et en pied de mur

→ risque de dégradation des matériaux et développement d'altérations (moisissures, alvéolisations, détachements en plaques, etc.)



Proposition de mise en œuvre de plancher sur terre-plein en présence de remontées capillaires.

- Mise en place de drain côté extérieur pour évacuer l'humidité présente dans le sol.
- Hérisson de cailloux ventilé côté intérieur pour réduire les remontées capillaires dans le plancher.
- Mise en place de complexes perméables à la vapeur d'eau pour laisser transiter l'eau et s'évacuer dans les ambiances intérieures et extérieures.

Attention, l'avis d'un expert est conseillé pour évaluer l'importance des remontées capillaires et les solutions possibles.



Cette fiche fournit un panel d'actions possibles sur plusieurs éléments du bâti ancien. La liste n'a toutefois pas vocation à être exhaustive et d'autres actions – non présentées ici – peuvent aussi convenir.

Il faudra chercher à concilier au mieux l'intérêt patrimonial et la performance thermique. Un conseil pourra être apporté par une personne ressource (Fiche A) ou un maître d'œuvre.

Le principe de précaution doit régir les interventions sur le bâti ancien : en cas de doute, il vaut mieux mettre en œuvre des matériaux perméables à la vapeur d'eau et capillaires pour éviter tout problème de condensation même en l'absence d'humidité.

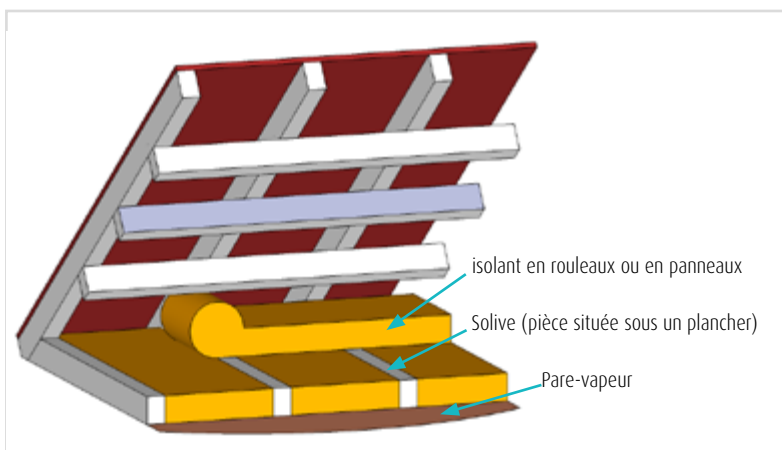
### 1 COUVERTURE ET CHARPENTE

La toiture est généralement le premier poste de déperdition de chaleur d'un bâtiment. Elle représente en moyenne 30% des pertes de chaleur. Son isolation permet donc un gain considérable en consommation énergétique mais aussi en confort intérieur.

#### ISOLATION THERMIQUE D'UN COMBLE PERDU

L'isolation se fait sur le plancher existant. Plusieurs précautions sont toutefois à prendre :

- Dalle lourde à conserver si possible pour participer au confort estival et à l'isolation thermique.
- Pose possible de lambourdes en bois de l'épaisseur de l'isolant recevant un parquet partiel ou total pour accéder aux combles.
- Couches croisées d'isolant pour favoriser le croisement des joints s'il s'agit de panneaux ou rouleaux.
- Vérification de l'ouverture au vent des combles si isolant en vrac (risque de déplacement).
- SPositionnement du pare-vapeur côté chaud (sur le plancher existant) s'il y en a un.
- Bonne étanchéité à l'air à assurer pour une bonne performance thermique. Attention à tout percement et discontinuité de la membrane d'étanchéité.

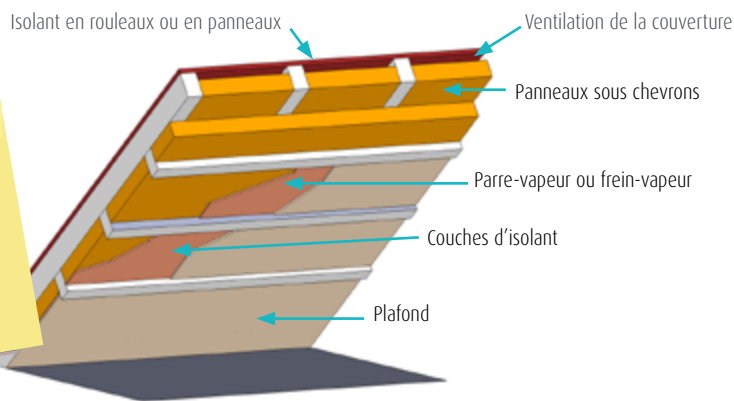


#### ISOLATION THERMIQUE INTÉRIEURE SOUS RAMPANTS

La composition de l'isolation, de l'extérieur vers l'intérieur doit être la suivante :

- Pare-pluie perméable à la vapeur d'eau, étanche à l'eau liquide conseillé
- Couche épaisse d'isolant, en couches croisées si possible lorsqu'il s'agit de rouleaux ou de panneaux, ou dans des caissons étanches pour le vrac
- Film frein-vapeur respirant
- Parement respirant

Attention en réhabilitation, le pare-pluie est rarement présent, privilégier des matériaux capillaires pour éviter tout phénomène d'accumulation.



L'enjeu de l'isolation thermique sous rampants est de conserver l'aération des bois et des supports qui constituent la charpente.



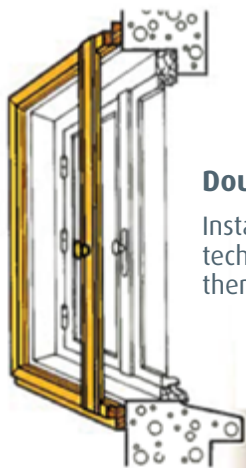
## 2 LES MENUISERIES

### LES AMÉLIORATIONS À BAS COÛT

Dans un premier temps, l'entretien courant et le calfeutrement sont les actions à bas coût pour améliorer les performances des menuiseries.

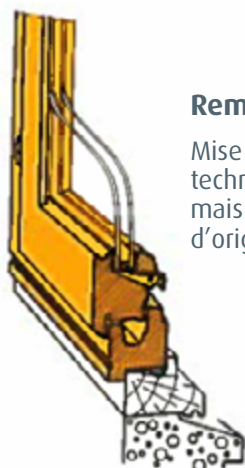
- **Entretien courant** : nettoyage des vitres et des châssis, remise en état des mastics et des peintures (aspect esthétique et protection).
- **Calfeutrement** : amélioration de l'étanchéité à l'air par mise en œuvre d'un mortier chaux ou plâtre ou mastic entre le bâti et le châssis dormant, par la mise en œuvre de joints adhésifs entre ouvrant et dormant (opération à renouveler régulièrement).

### LES ACTIONS POSSIBLES



#### Doublement de la fenêtre par l'intérieur

Installation d'une menuiserie simple vitrage au nu du mur intérieur généralement. Cette technique est possible si les murs sont épais. Elle fournit une très bonne isolation phonique et thermique sans modifier la menuiserie existante.



#### Remplacement par une menuiserie isolante (dormant conservé)

Mise en place d'une nouvelle fenêtre (dormant + ouvrant) sur l'ancien dormant. Cette technique est possible si le dormant est en bon état. Elle améliore la performance thermique mais entraîne une perte de surface éclairante et nécessite un calfeutrement du dormant d'origine.

les interventions sur les menuiseries réduisent la perméabilité à l'air du bâtiment et donc son renouvellement d'air. Une réflexion sur le système de ventilation est indispensable à ce stade (voir paragraphe 4)

#### Remplacement complet de la fenêtre par une menuiserie isolante

Il s'agit de la méthode qui apporte le plus de performance thermique. Elle peut toutefois être complexe lorsque les menuiseries possèdent des formes particulières.

D'autres actions sur les menuiseries sont possibles mais les améliorations énergétiques qu'elles apportent sont plus faibles. Elles sont donc à privilégier lorsque les actions précédentes ne peuvent être mises en place que ce soit pour des contraintes patrimoniales, techniques ou financières.

- Installation d'un survitrage
- Installation d'un vitrage isolant

### 3 LES PLANCHERS

#### PLANCHER BAS SUR TERRE-PLEIN

Il est nécessaire de limiter la présence d'humidité dans le sol pour avoir un bon fonctionnement du plancher. Plusieurs dispositifs existent : hêrissons, drains.

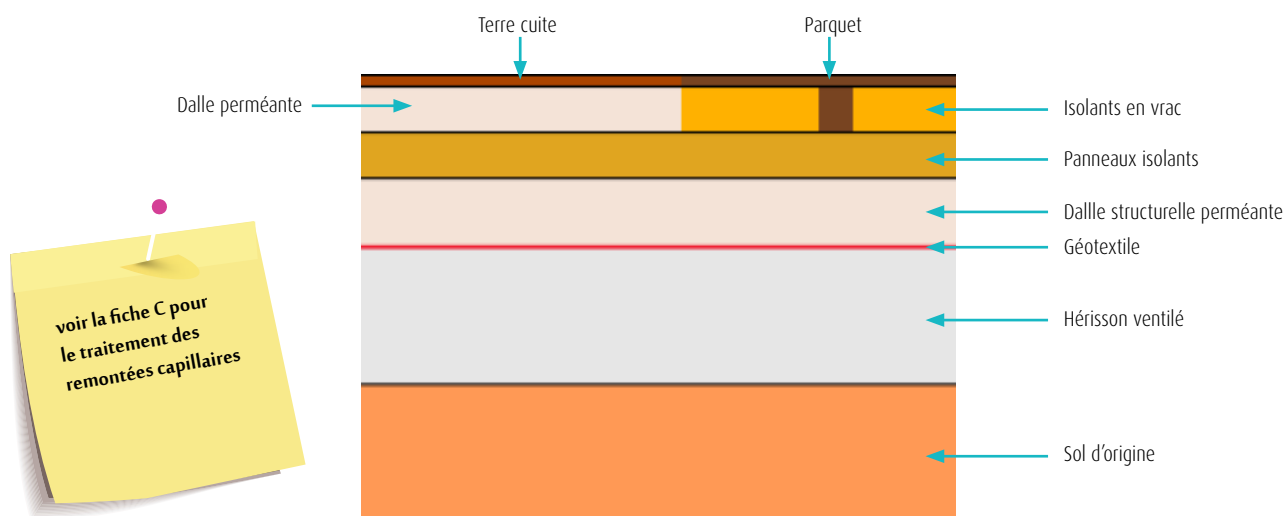
L'isolation peut se situer au-dessus ou en-dessous du plancher suivant les travaux envisagés et la hauteur sous plafond disponible.

La solution la plus efficace est l'isolation sous dalle flottante, mais elle nécessite de déconstruire les éventuelles dalles qui ont été construites lors des diverses modifications du bâtiment. Cette technique consiste à désolidariser la dalle des murs et ainsi à éviter les ponts thermiques.

Les matériaux pouvant être mis en œuvre sont :

- Dalle/chape : chaux hydraulique naturelle et sable, argile expansée, pouzzolane, terre crue compactée
- Panneaux isolants : à choisir rigides et incompressibles. Ils doivent être imputrescibles et résistants à la compression. Liège, laine de bois spéciale sols, etc.
- Hêrisson : cailloux de plus en plus fins. Tout venant, galets, graviers
- Isolant en vrac : chènevotte, liège, vermiculite

#### Proposition d'isolation de plancher bas terre-plein



#### PLANCHER BAS SUR CAVE VOÛTÉE

Possibilité de mettre en œuvre une solution maçonnerie ou à sec.

Si la hauteur de la pièce est suffisante, l'isolation en surface est possible. Sinon, le retrait préalable du revêtement est nécessaire.

Les matériaux pouvant être mis en œuvre (de manière non exhaustive) :

- Chape allégée isolante : mortier de chaux, billes d'argiles expansées (perméable à la vapeur d'eau)
- Couche d'égalisation : tout venant

## ■ PLANCHER BOIS

Solution à sec conseillée pour éviter l'ajout d'humidité.

Suivant la hauteur de la pièce et l'accès aux locaux en-dessous, il est possible de mettre une isolation en surface ou par-dessous. L'isolation en surface permet toutefois de limiter les ponts thermiques.

Les matériaux pouvant être mis en œuvre (de manière non exhaustive) :

- Chape allégée isolante : mortier de chaux, billes d'argiles expansées (perméable à la vapeur d'eau)
- Couche d'égéation : tout venant
- Plaques de plâtre ou de bois fixées aux solives résistantes à la compression.

## ■ PLANCHER INTERMÉDIAIRE

L'isolation thermique n'est pas nécessaire si le plancher sépare deux espaces chauffés.

Le problème majeur est l'isolation phonique.

Si des matériaux lourds sont présents (sable ou terre), il est conseillé de les conserver pour le confort d'été.

Les solutions possibles sont identiques à celles pour un plancher bois.

## 4 LES RENOUVELLEMENT D'AIR

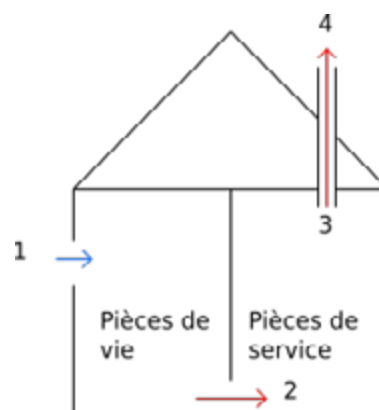
### ■ LES DISPOSITIFS POSSIBLES

#### ■ Ventilation naturelle

Elle est facile à mettre en œuvre mais elle ne permet pas de maîtriser les débits entrants et sortants.

Elle peut ne pas suffire à assurer un renouvellement d'air satisfaisant.

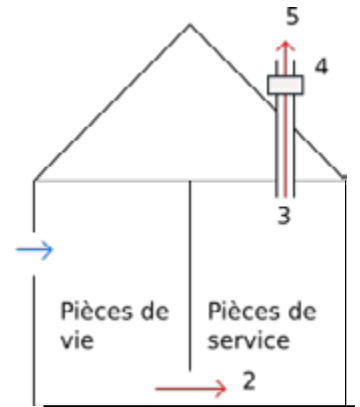
- 1 Entrée d'air neuf à l'intérieur du bâtiment
- 2 Circulation de l'air dans les pièces (balayage du bâtiment)
- 3 Extraction de l'air vicié par conduit vertical (tirage thermique)
- 4 Rejet de l'air vicié à l'extérieur du bâtiment



### ■ Ventilation naturelle assistée

Le fonctionnement est similaire à la ventilation naturelle. Les ventilateurs basse pression se mettent en route lorsque le tirage thermique est insuffisant pour atteindre les débits requis.

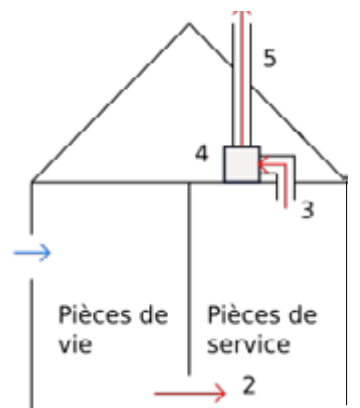
- 1 Entrée d'air neuf à l'intérieur du bâtiment
- 2 Circulation de l'air dans les pièces (balayage du bâtiment)
- 3 Extraction de l'air vicié par conduit vertical (tirage thermique)
- 4 Ventilateur basse pression (prise de relais lorsque le vent et le tirage thermique ne sont plus suffisants)
- 5 Rejet de l'air vicié à l'extérieur du bâtiment



### ■ Ventilation mécanique simple flux

Système avec extracteur mécanique pour une maîtrise des débits. Bouches d'entrée d'air sur les parois ou sur les menuiseries situées dans les pièces de vie.

- 1 Entrée d'air neuf (débit modulé) à l'intérieur du bâtiment
- 2 Circulation de l'air dans les pièces (balayage du bâtiment)
- 3 Extraction mécanique de l'air vicié par conduit vertical (tirage thermique)
- 4 Extracteur mécanique
- 5 Rejet de l'air vicié à l'extérieur du bâtiment

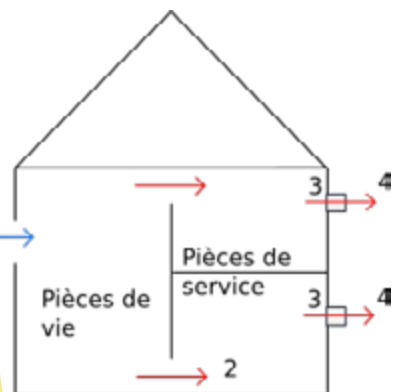


### ■ Ventilation mécanique répartie

Il s'agit d'un système proche de la VMC SF mais qui permet la mise en place de plusieurs extracteurs suivant les possibilités de passage des conduits dans le bâtiment.

- 1 Entrée d'air neuf (débit modulé) à l'intérieur du bâtiment
- 2 Circulation de l'air dans les pièces (balayage du bâtiment)
- 3 Extraction mécanique de l'air vicié dans différentes pièces de service
- 4 Rejet de l'air vicié à l'extérieur du bâtiment

pour les deux systèmes motorisés, le choix d'une solution hygroréglable permettra d'ajuster le taux de renouvellement aux besoins réels du bâtiment



D'autres systèmes existent dont la pertinence devra être étudiée suivant les bâtiments.

### Les questions à se poser pour choisir le dispositif

En fonction du dispositif déjà présents et/ou des possibilités de mise en œuvre d'éléments, le choix du système sera différent.

- En présence de conduits : est-il possible de les remettre en état ?
- En présence de VMC : est-il possible de la remettre en état ?
- Est-il possible d'ajouter un réseau de conduit ?



# BÂTI ANCIEN EN OCCITANIE

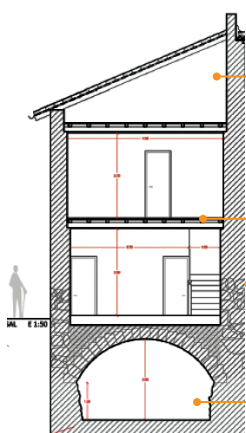
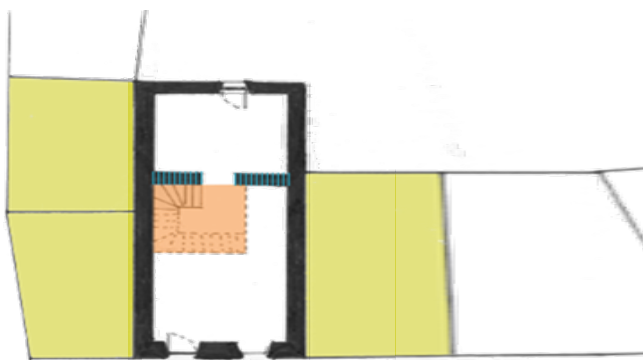
## MAISON DE BOURG EN PIERRE

Sa façade s'**aligne sur rue**. Généralement, elle présente un étage et son architecture se caractérise par une façade étroite et une **mitoyenneté** partielle ou totale. Elle ne dispose pas de jardin et peut être **traversante** d'une rue à l'autre.

Les façades sont généralement enduites mais des travaux ultérieurs ont pu laisser les pierres apparentes.

### 1 IDENTIFIER SON BÂTIMENT

#### LA DISPOSITION



Les combles, anciens greniers, parfois accessibles par l'escalier principal

Une ou plusieurs **cheminées**

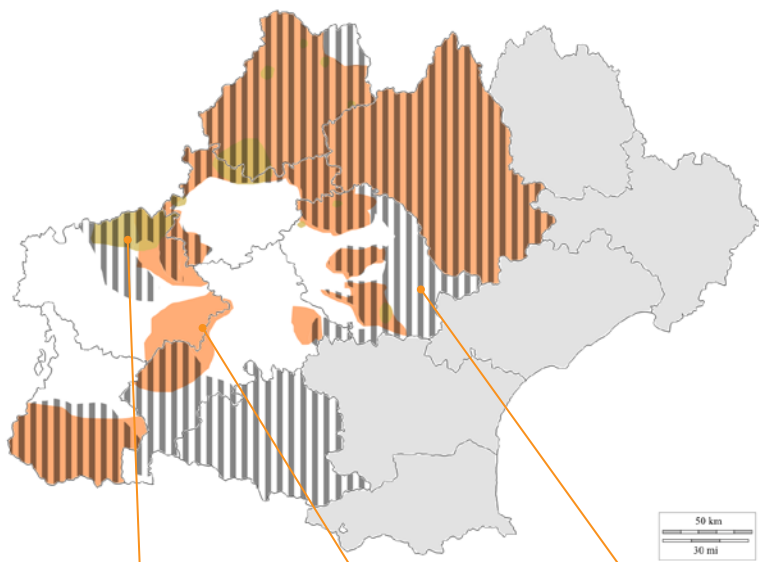
Les **planchers en bois**, parfois isolés (terre, maïs, etc.)

Les **murs en pierre**, hordée ou équarrie selon la qualité du bâtiment, avec un remplissage en tout-venant (30 - 50 cm)

La **cave**, un espace tampon important

ENSA Toulouse - DEJU IRABOSO

#### LES MATÉRIAUX



Pierres de taille



Pierres équarries



Pierres hordées



Certains termes utilisés dans cette fiche sont définis dans le glossaire en fin de document



Pour plus d'informations ... consultez notre fiche 0.

## LES MENUISERIES

Les menuiseries présentent souvent un **intérêt patrimonial** important dans les maisons de bourgs : elles peuvent dater de l'époque médiévale et avoir des formes diverses et remarquables (arcs, proportions hauteur/largeur, etc.).

Elles font partie intégrante du paysage du bourg.



La porte d'entrée est souvent surmontée d'une imposte qui peut apporter de la lumière à l'entrée du logement.

L'imposte, une petite fenêtre au-dessus de la porte d'entrée

Pour plus d'informations sur les altérations et sur le traitement des remontées capillaires, consultez notre fiche B.

## 2 | TRAITER LES ALTÉRATIONS

### DÉGRADATIONS DE LA PIERRE



Effets : **Perte d'épaisseur** de la paroi (pouvant aller jusqu'à 2/3 cm).



Causes : Présence de matériau **imperméable** (peinture, papier peint, enduit ou mortier inadapté, généralement à base de ciment,...) et d'humidité. La vapeur d'eau circulant dans le mur est bloquée, il y a une accumulation d'humidité dans la paroi qui peut faire éclater la pierre en cas de gel.

Comment agir ?



**Retirer le matériau imperméable** et laisser sécher la paroi. Remplacer par un enduit ou un mortier perspirant (chaux, sable, etc.) ou un matériau ouvert à la vapeur d'eau.



### EFFLORESCENCES ET ALVÉOLISATIONS



Effets : **Éclatement** des pores de la pierre par cristallisation des sels, efflorescences visibles en surface.



Causes possibles : Migration de sels solubles présents dans le sol par capillarité (**remontées capillaires**), nettoyage inadapté des pierres.

Comment agir ?



Mettre en place un drain ou un hériçon ventilé pour réduire les remontées capillaires, traiter à base de compresses humides.



## DÉGRADATION DES CHARPENTES ET COUVERTURES



Effets : **Diminution** de la résistance mécanique de la charpente et d'étanchéité de la couverture, **déformation** de la structure.

Causes possibles : Présence **d'insectes xylophages** et défauts d'entretien provoquant la présence d'**humidité excessive**.



Comment agir ? Faire appel à un professionnel pour remplacer les pièces dégradées, remettre en place l'étanchéité de la toiture.



## 3 ÉVALUER LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE MON BÂTIMENT

### LES POINTS FORTS

L'**inertie thermique**, élevée grâce aux parois lourdes présentes, permet de stocker de la chaleur en journée l'été et de la diffuser au cours de la nuit, **évitant ainsi les surchauffes en été**.

Attention tout de même à bien fermer les volets durant la journée pour limiter les apports solaires et à ouvrir les fenêtres la nuit pour évacuer la chaleur.

La **mitoyenneté** du logement permet de réduire les pertes de chaleur en hiver et ainsi de diminuer les besoins de chauffage.

### LES POINTS SENSIBLES

L'**orientation du bâtiment** dépend de l'alignement sur rue et peut donc être défavorable.

Les bâtiments alentours créent des masques qui peuvent **limiter les apports solaires**.

Les parois lourdes en pierre nécessitent un temps et une énergie importants pour être chauffées.

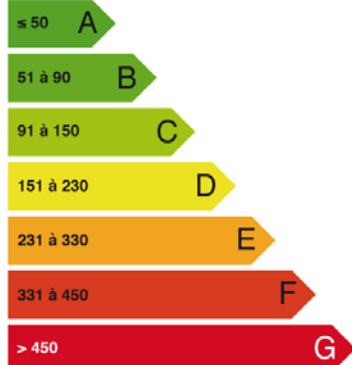
### BILAN

En été, la maison de bourg en pierre est très confortable et reste fraîche.

En hiver, les parois lourdes et les faibles apports solaires liés à l'implantation du bâtiment augmentent les besoins de chauffage.

## RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS THERMIQUES ❄

### Logement économe



### Logement énergivore

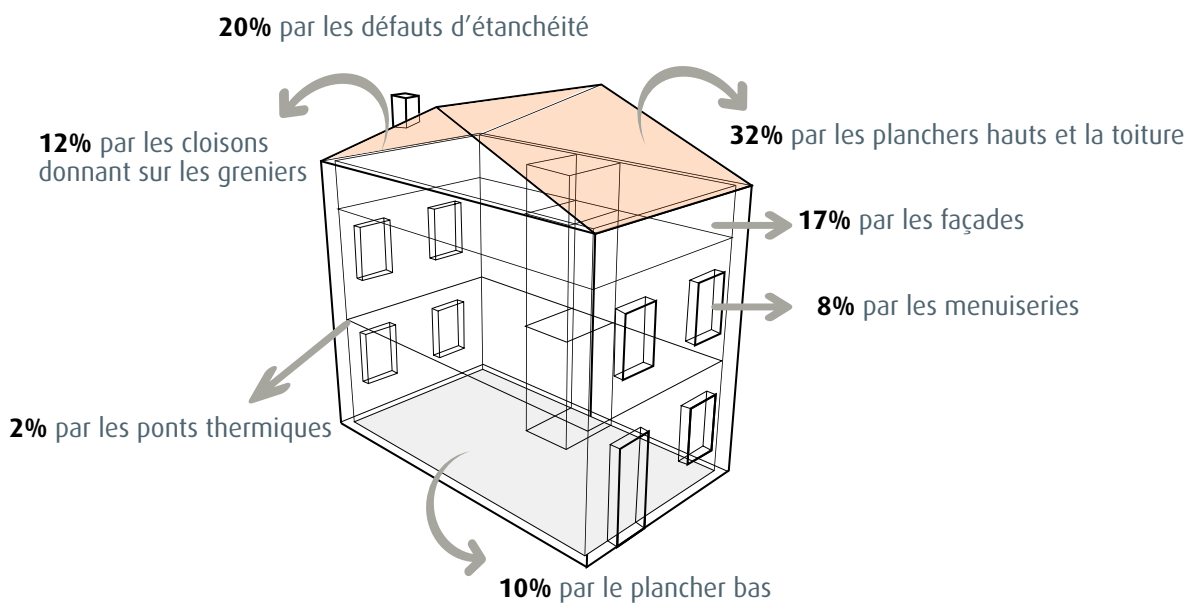
### Logement

Suivant la méthode DPE avec une chaudière gaz standard pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire, cette maison obtient une étiquette **énergie E**.

**244**  
kWh<sub>EP</sub>/m².an

Attention, des écarts importants sont constatés sur les besoins de chauffage entre méthode DPE et simulation thermique dynamique. L'étiquette énergie surestime les besoins de chauffage par rapport à la simulation thermique dynamique

Le poste de déperditions le plus important dans la maison de bourg est **la toiture et les planchers hauts** (32%).



\* D'après une modélisation sur un cas particulier de maison de bourg en pierre

## 4 COMPARER DIFFÉRENTES STRATÉGIES DE RÉHABILITATION

### UNE MAISON, 2 STRATÉGIES DE RÉHABILITATION ÉNERGÉTIQUES POSSIBLES

Dans son état initial, la maison de bourg présente un grenier ventilé au 2ème niveau et une cave voûtée. Elle est mitoyenne des deux côtés et présente une façade enduite à l'origine. Les pierres sont actuellement mises à nu par le retrait d'un enduit imperméable. Sa porte d'entrée est surmontée d'une imposte.

La réhabilitation énergétique permettra d'aménager le 2ème niveau en chambre (augmentation de la surface de 20 m²).

Deux stratégies sont proposées dans l'objectif d'améliorer la performance énergétique du bâtiment.

Elles se distinguent par des choix d'interventions techniques différents mais toujours compatibles avec les techniques et matériaux traditionnels du bâtiment réhabilité. Les principales différences portent sur l'isolation thermique intérieure des parois et le traitement des menuiseries (portes et fenêtres).

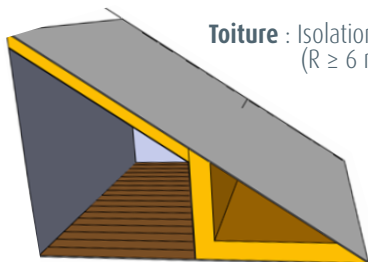
Un phasage des travaux est proposé de façon à ce que la réalisation chronologique permette une amélioration thermique à chacune des étapes.

Si le bâtiment est protégé, les travaux impactant la façade extérieure du bâtiment (menuiseries, parois) doivent être validés par l'Architecte des Bâtiments de France.

#### Stratégie n°1

La stratégie proposée a pour objectif principal une **amélioration importante de la performance énergétique du bâtiment sans désordres** liés à l'incompatibilité des techniques ou des matériaux.

##### ÉTAPE 1 Isolation des planchers hauts, de la toiture et des cloisons donnant sur les greniers ventilés



**Toiture** : Isolation par l'intérieur sous rampants avec un écran de sous toiture, un isolant capillaire ( $R \geq 6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) et un frein-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

**Planchers hauts** : Isolation par le dessus, un isolant capillaire ( $R \geq 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) et un frein-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

**Cloison** : Isolation côté extérieur, un isolant capillaire ( $R \geq 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) et un frein-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

La stratégie proposée a pour objectif une amélioration énergétique sans aucune perte de valeur patrimoniale et architecturale.

Il est indispensable de mettre en œuvre un frein-vapeur hygrovariable côté chauffé pour une bonne gestion de l'humidité dans les parois et planchers

##### ÉTAPE 2 Traitement des parois verticales donnant sur l'extérieur, remplacement des fenêtres, et mise en place d'une ventilation mécanique

**Murs extérieurs** : Mise en œuvre de **matériaux perméables** à la vapeur d'eau (enduit à base de chaux) côté extérieur.

**Isolation thermique par l'intérieur** (sur une ossature) avec un **isolant hygroscopique** ( $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ), et un frein-vapeur à fort  $S_d$  ( $S_d > 18 \text{ m}$ ) coté intérieur.

**Fenêtres** : Remplacement par menuiseries avec châssis en bois, double vitrage, maintien des contrevents existants.

**Murs extérieurs** : Mise en œuvre de matériaux perméables à la vapeur d'eau (enduit à base de chaux) côté extérieur.

**Correction thermique intérieure** : enduit perspirant type chaux chanvre.

**Fenêtres** : Conservation des châssis, remplacement des vitrages par du double vitrage, maintien des contrevents existants

**Imposte de la porte d'entrée principale :** Conservation des châssis, remplacement des vitrages par un double-vitrage.

**Porte d'entrée :** Remplacement par une menuiserie avec un châssis en bois et âme isolante.

Fermeture de la cheminée.

Installation d'une **VMC simple-flux**.

**Imposte de la porte d'entrée principale :** Conservation des châssis, remplacement des vitrages par un double-vitrage

**Porte d'entrée :** Conservation des châssis, vérification et réparation du calfeutrement pour améliorer l'étanchéité à l'air.

**Création d'un sas d'entrée** pour réduire les pertes de chaleur.

Fermeture de la cheminée.

Installation d'une **Ventilation Naturelle Assistée**.

### ÉTAPE 3 Isolation du plancher bas

**Plancher bas sur cave :** isolation entre solives et sur-isolation croisée, isolant hygroscopique et capillaire ( $R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ). Remise en place du parquet existant.

## Évaluation des résultats

### Performances

#### 70% de réduction des besoins de chauffage\*

Réduction importante de la sensation de paroi froide.

Risque modéré de dégradation liée à l'humidité avec la mise en place de l'isolation des parois

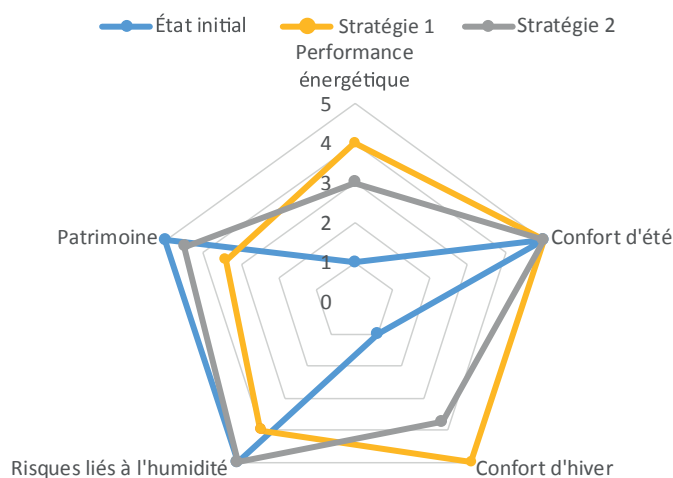
#### 60% de réduction des besoins de chauffage\*

Préservation des aspects patrimoniaux.

Absence de risque de dégradation liée à l'humidité lors de la mise en place de la correction thermique des parois.

### Évaluation multicritères des stratégies de rénovation

(sur le radar, les cotations croissantes correspondent à une amélioration de la performances, selon le critère concerné)



### Coût indicatif

**290 € HT/m<sup>2</sup>SHAB\*\*** fourniture et pose par un professionnel hors aide.

Attention à la variabilité des prix.

**250 € HT/m<sup>2</sup>SHAB\*\*** fourniture et pose par un professionnel hors aide.

Attention à la variabilité des prix

\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier de maison de bourg en pierre

\*\* Chiffrage basé sur les sites batiprix, batichiffrage et sur l'Observatoire des coûts de la rénovation énergétique sur un cas particulier de maison de bourg en pierre

## BILAN

Pour un coût moindre, la stratégie 2 permet de préserver l'intérêt patrimonial du bien et d'éviter tout risque de dégradation liée à l'humidité tout en assurant une performance énergétique nettement supérieure à l'état initial.



## GLOSSAIRE

<b>Drain</b>	Tuyau perforé disposé dans un sol humide ou tube serti dans un mur, pour recueillir et évacuer l'eau indésirable. Le drainage permet d'éviter au maximum l'humidité au pied des bâtiments.
<b>Efflorescences</b>	Dépôts blanchâtres (lorsqu'ils ne sont pas encrassés) causés par la migration d'eau chargée de sels solubles (nitrates, sulfates...) dans la maçonnerie. Ils apparaissent lors d'une période de séchage consécutive à une période d'humidification. Ces efflorescences en surface n'entraînent aucun dommage au niveau des matériaux mais seulement des effets inesthétiques. En revanche, si la cristallisation des sels se produit dans la structure poreuse d'un matériau (briques de terre cuite par exemple) elle peut entraîner un éclatement de la maçonnerie.
<b>Hérisson ventilé</b>	Technique traditionnelle qui permet de traiter les problèmes d'humidité en pied de murs et sous dalle. Il assure une évacuation permanente d'une grande partie de l'humidité grâce un drain et un lit de cailloux.
<b>Isolant capillaire</b>	Un isolant capillaire est un matériau caractérisé à la fois par une résistance thermique importante, et constitué de capillaires (petits canaux tubulaires, de la largeur d'un cheveu, d'où son nom) formant un réseau très ramifié reliant entre elles les petites cavités internes au matériau, et lui donnant ainsi son caractère de plus ou moins grande porosité.
<b>Pierres equarries</b>	Pierres taillées en gros à la pointe, au pourtour, en parements et en joints.
<b>Pierres hourdées</b>	Pierres liaisonnées au moyen de plâtre, de mortier ou de ciment.
<b>Pierres de taille</b>	La pierre de taille est une pierre dont toutes les faces sont dressées, c'est-à-dire taillées, par un tailleur de pierre, pour obtenir des plans plus ou moins parfaits.
<b>Matériau hygroscopique</b>	Un matériau est dit hygroscopique s'il peut fixer une quantité mesurable d'humidité de l'air environnant. Plus les pores d'un matériau sont petits et plus il sera hygroscopique. Ces matériaux absorbent l'humidité intérieure et peuvent ensuite l'évacuer.
<b>Pare-vapeur hygrovariable</b>	Membrane ayant un comportement à la (diffusion de) vapeur d'eau évoluant selon le taux d'humidité relative de l'air. Elle est généralement plutôt fermée en hiver, pour empêcher la vapeur d'eau d'entrer dans la paroi, et ouverte en été, pour lui permettre de sécher côté intérieur. Cette membrane possède un Sd variable. (ex : $0,25 < Sd < 10m$ ).
<b>Perspirant</b>	Terme médical renseignant le comportement de la peau, il est utilisé aussi pour qualifier les matériaux ou parois très ouverts à la (diffusion de) vapeur d'eau.
<b>Résistance Thermique Surfactive R</b>	La résistance thermique surfacique de conduction d'un élément exprime sa résistance au passage d'un flux de conduction thermique à travers une surface élémentaire. Cette résistance s'applique aux solides ainsi qu'aux fluides (liquide ou gaz) immobiles. Dans le Système international d'unités, elle est donnée en kelvin par watt ( $m^2.K/W$ ) ou ( $m^2.°C/W$ ). Plus la valeur de la résistance thermique d'un matériau ou d'une paroi est élevée, plus cet élément est isolant.
<b>Remontées capillaires</b>	Migration permanente d'eau depuis le sol jusque dans les murs ou les planchers bas. Les remontées capillaires se manifestent par des tâches d'humidité, d'efflorescences et peuvent provoquer le décollage des revêtements, le cloquage des enduits, le creusement des joints... Seuls les murs construits avec des matériaux poreux sont sujets aux remontées capillaires (ex : les pierres tendres, la brique, etc.).

**Sd** La valeur Sd, la résistance à la diffusion de vapeur, désigne l'épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion (en mètres). La valeur Sd se calcule de la manière suivante :

$Sd = \mu \times d$  (m) dans laquelle :

- d est l'épaisseur du matériau exprimée en mètres

-  $\mu$  (mu), est le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau ; grandeur sans dimension, elle détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau : plus  $\mu$  est élevé, plus la résistance est grande. Une valeur inférieure à 10 correspond à une bonne diffusion de la vapeur d'eau ( $\mu(\text{air}) = 1$  ;  $1 < \mu(\text{laine minérale}) < 2$  ;  $6 < \mu(\text{laine minérale}) < 10$  ;  $\mu(\text{marbre}) = \text{infini}$ ).

**SHAB** La surface habitable (ou SHAB) est la surface de plancher construite après déduction des marches et cages d'escaliers, gaines et des embrasures de portes et de fenêtres. Pour déterminer la SHAB d'un logement, il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R. 111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.

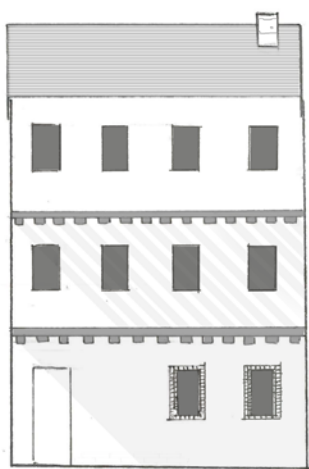


Sa façade s'**aligne sur rue** au rez-de-chaussée. Un encorbellement est visible au premier étage où le pan de bois est mis en œuvre. Les logements peuvent s'organiser autour d'une cour intérieure qui donne accès à l'escalier. Ils présentent généralement des pièces en enfilade.

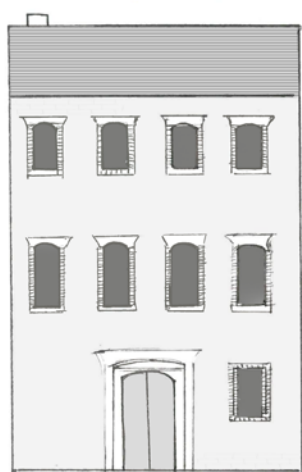
L'immeuble distingue souvent une façade sur rue principale en briques et une façade sur cour ou sur rue secondaire en pan de bois.

## 1 IDENTIFIER SON BÂTIMENT

### LA DISPOSITION



Façade sur rue principale  
(briques)

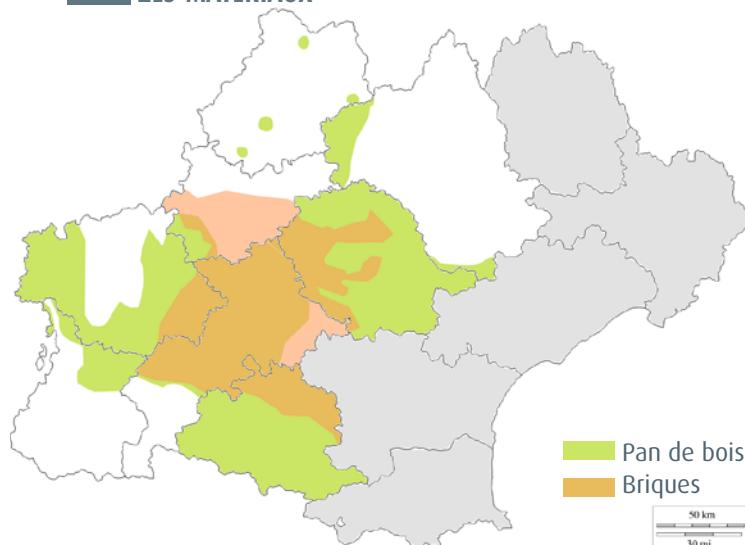


Façade sur rue secondaire  
(pan de bois)



- Appartements sur façade principale
- Cage d'escalier
- Appartements sur façade arrière
- Parois en briques
- Cour intérieure
- Parois en pan de bois

### LES MATÉRIAUX



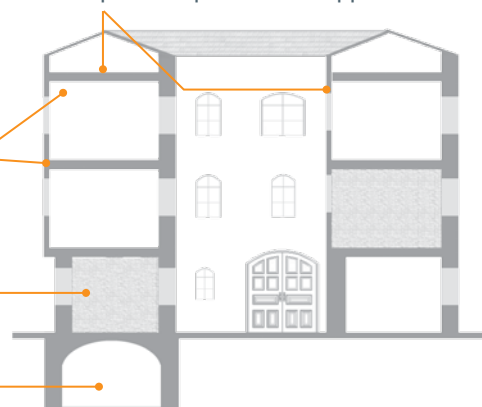
Plan descriptif d'un immeuble de bourg (attention la complexité de l'édifice et le positionnement des équipements varient : absence de cours, localisation de l'escalier, etc.).

Des façades qui peuvent être enduites ou laisser la brique et le pan de bois apparents

Des **planchers** et des **plafonds** pouvant présenter un intérêt patrimonial et/ou thermique

L'**encorbellement** sur les façades en pan de bois

La **cave**, un espace tampon important



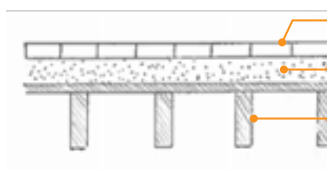
Certains termes utilisés dans cette fiche sont définis dans le glossaire en fin de document

## LES PLANCHERS

Les immeubles peuvent comporter des planchers aux montages complexes (plancher à la française) et des parquets aux motifs singuliers.



Des planchers lourds aux propriétés thermiques intéressantes peuvent aussi être rencontrés.



Carreaux terre cuite  
Couche de sable  
plancher bois



Pour plus d'informations sur les altérations et sur le traitement des remontées capillaires, consultez notre fiche B.

## 2 TRAITER LES ALTÉRATIONS

### DÉGRADATIONS DES BOIS

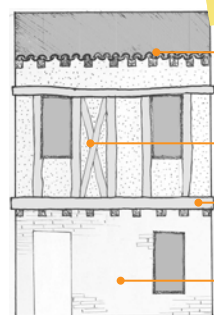


Effets : Capacités mécaniques de la structure affaiblies, **infiltrations** d'humidité.

Causes possibles : **Pourrissement** des éléments structuraux, présence **d'insectes**, tassement des fondations, déformation de la structure.



Comment agir ? Traiter et/ou **remplacer les pièces endommagées**, protéger les pièces de bois de l'humidité.



Infiltrations  
Déformation de la structure, désolidarisation des planchers, ruptures  
Affaissement de la sablière  
Infiltrations d'humidité

### MOISSISSURES ET SALPÊTRES



Effets : Formation de **moisissures** et apparition de **salpêtres** (causes de problèmes allergiques et respiratoires).

Causes possibles : Accumulation d'humidité associée à des points froids provoquant de la condensation.



Comment agir ? Limiter l'accumulation d'humidité en traitant les remontées capillaires (voir fiche C) et en utilisant des matériaux perméables



### DÉGRADATION DES BRIQUES



Effets : **Perte d'épaisseur** des briques.

Causes possibles : Présence de matériau **imperméable** (peinture, papier peint, enduit ou mortier inadapté, généralement à base de ciment,...) et d'humidité. La vapeur d'eau circulant dans le mur est bloquée, il y a une accumulation d'humidité dans la paroi qui peut faire éclater la brique en cas de gel.



Comment agir ? Retirer le matériau imperméable et laisser sécher la paroi. Remplacer par un enduit ou un mortier perspirant (chaux, sable, etc.) ou un matériau ouvert à la vapeur d'eau.



## DÉGRADATION DES CHARPENTES ET COUVERTURES



Effets : **Diminution** de la résistance mécanique de la charpente et d'étanchéité de la couverture, **déformation** de la structure.

Causes possibles : Présence d'**insectes xylophages** et défauts d'entretien provoquant la présence d'**humidité excessive**.



Comment agir ?



Faire appel à un professionnel pour remplacer les pièces dégradées, remettre en place l'étanchéité de la toiture.



## 3 ÉVALUER LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE MON BÂTIMENT

### LES POINTS FORTS

L'**inertie thermique**, élevée grâce aux parois lourdes présentes, permet de stocker de la chaleur en journée l'été et de la diffuser au cours de la nuit, **évitant ainsi les surchauffes en été**.

Attention tout de même à bien fermer les volets durant la journée pour limiter les apports solaires et à ouvrir les fenêtres la nuit pour évacuer la chaleur.

La **mitoyenneté** et la **compacité** du bâtiment permettent de réduire les pertes de chaleur en hiver et ainsi de diminuer les besoins de chauffage.

### LES POINTS SENSIBLES

L'**orientation du bâtiment** dépend de l'alignement sur rue et peut donc être défavorable. Attention tout de même à bien fermer les volets durant la journée pour limiter les apports solaires en été et à ouvrir les fenêtres la nuit pour évacuer la chaleur.

Les bâtiments alentours créent des masques qui peuvent **limiter les apports solaires**.

La cour intérieure, quand elle est présente, est souvent sensible à l'humidité et peu éclairée.

### BILAN

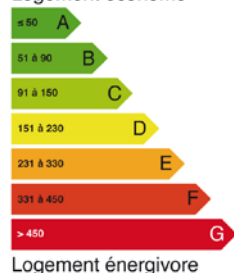
En été, l'immeuble de bourg est très confortable et reste frais. Le dernier étage peut souffrir de faibles surchauffes.

En hiver, les parois lourdes et les apports solaires réduits sur certains logements augmentent les besoins de chauffage.

### RÉPARTITION DES DÉPÉRDITIONS THERMIQUES<sup>\*\*</sup>

\* D'après une modélisation sur un cas particulier d'immeubles en briques et pan de bois

Logement économe



Logement

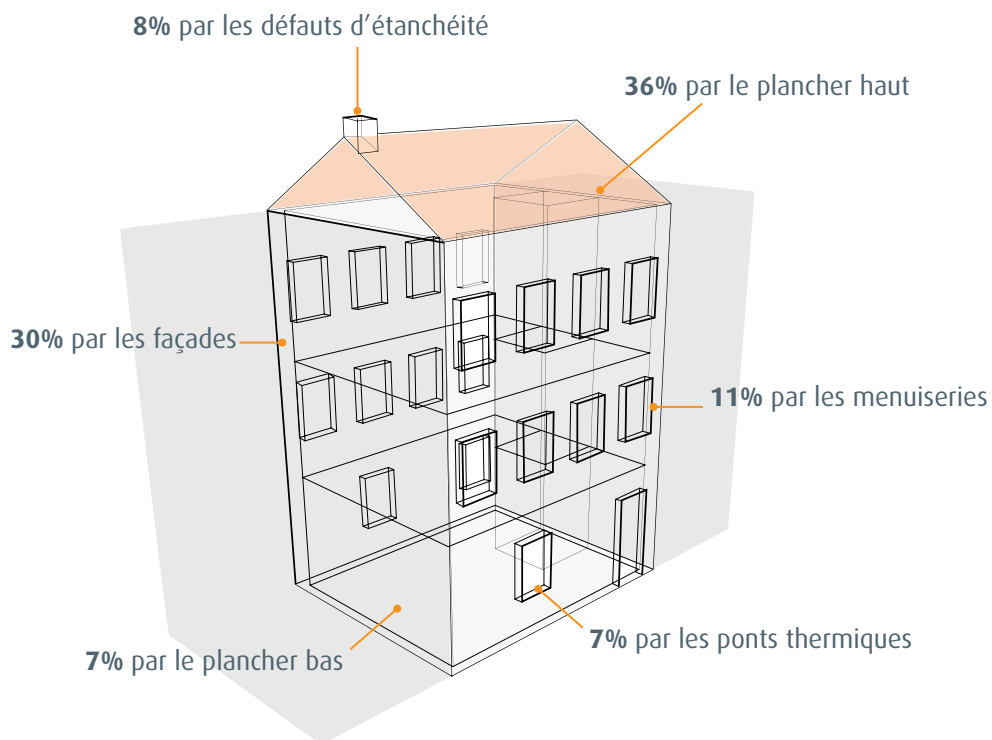
292  
kWh EP/m².an

Suivant la méthode DPE avec une chaudière gaz standard pour le chauffage et l'ECS, cet immeuble obtient une **étiquette énergie E**.

Le poste de déperditions le plus important dans la maison de bourg est le **plancher haut** (36%). Les façades participent aussi de manière importante aux pertes de chaleur (30%).

**Attention**  
des écarts importants  
sont constatés sur les  
besoins de chauffage  
entre méthode DPE et  
simulation thermique  
dynamique.





## 4 ÉTUDIER DES STRATÉGIES DE RÉHABILITATION

### STRATÉGIE DE RÉHABILITATION : À L'ÉCHELLE DE L'APPARTEMENT

Cette stratégie s'intéresse au cas d'un copropriétaire souhaitant réhabiliter son **appartement situé dans un étage intermédiaire** de l'immeuble. L'appartement est situé sur la façade arrière, sa façade principale est donc en **pan de bois**. Il est traversant vers la cour intérieure, et mitoyen d'une part, avec deux appartements de l'immeuble, d'autre part, avec l'immeuble voisin au bâtiment étudié.

Cette stratégie cherchera à **améliorer les performances globales** de l'appartement en agissant à son échelle, tout en respectant ses **atouts liés au comportement des bâtiments anciens**.

Attention : dans cette stratégie, les autres appartements de l'immeuble ne sont pas réhabilités.



## LES ÉTAPES DE LA STRATÉGIE

Par ordre logique d'intervention :

### ÉTAPE 1 Amélioration de l'étanchéité à l'air, restauration des parois verticales et mise en place d'une ventilation mécanique

Pour agir sur les façades côté extérieur, il est nécessaire d'obtenir l'accord de la copropriété.

Pour agir sur les menuiseries extérieures, il est nécessaire d'obtenir l'accord de la copropriété.

**Parois verticales :** Reprise d'enduits ou de plâtres dégradés, rejointoiement des briques, colmatage des trous et fissures côté intérieur.

**Fenêtres (côté pan de bois) :** Remplacement par menuiseries avec châssis en bois, double vitrage, maintien des contrevents existants.

**Porte extérieure du logement :** Conservation et vérification des châssis et calfeutrement.

Installation d'une **ventilation mécanique répartie** : pose de bouches d'entrée d'air sur les fenêtres et mise en œuvre d'extracteur mécanique dans les pièces de services avec conduits horizontaux jusqu'à la cour.

Si le bâtiment est protégé, les travaux en façade doivent être validés par l'Architecte des Bâtiments de France

Pour tout percement d'une façade extérieure, il est nécessaire d'obtenir l'accord de la copropriété

### ÉTAPE 2 Traitement des parois verticales

**Murs extérieurs en pan de bois :** isolation thermique par l'intérieur (sur une ossature) avec un isolant hygroscopique ( $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ), et un frein-vapeur à fort  $S_d$  ( $S_d > 18 \text{ m}$ ) coté intérieur.

**Murs extérieurs ou donnant sur palier en briques :** correction thermique intérieure, enduit perspirant type chaux-chanvre.

### ÉTAPE 3 Traitement des planchers intermédiaires

Rejointoiement des lames et reprises ponctuelles, colmatage des trous et des fissures en partie courante et aux jonctions entre les éléments.

## ÉVOLUTION DE LA STRATÉGIE

### Performances

#### 40% de réduction des besoins de chauffage\*

Réduction importante de la sensation de paroi froide

\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier d'immeuble en briques et pan de bois.

### Coût indicatif

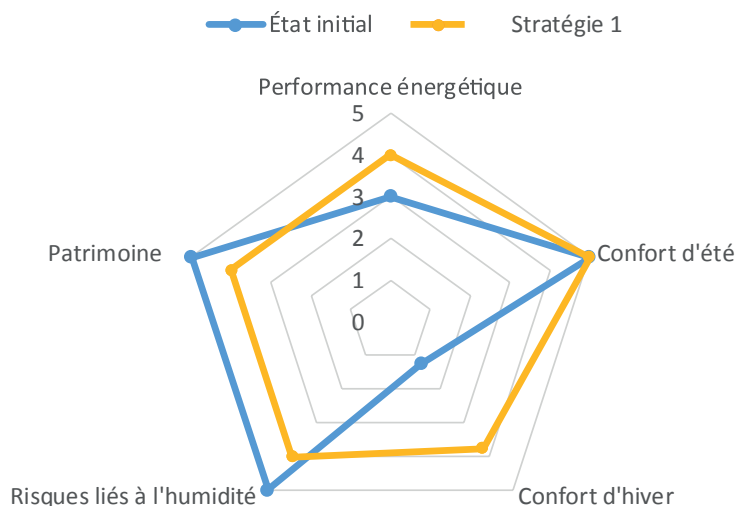
460€HT/m<sup>2</sup>SHAB\* fourniture et pose par un professionnel hors aide.

Attention à la variabilité des prix.

\* Chiffrage basé sur les sites batiprix, batichiffrage et sur l'Observatoire des coûts de la rénovation énergétique sur un cas particulier d'appartement dans un immeuble en briques et pan de bois.

### Évaluation multicritères des stratégies de rénovation

(sur le radar, les cotations croissantes correspondent à une amélioration de la performances, selon le critère concerné)



## STRATÉGIE DE RÉHABILITATION : À L'ÉCHELLE DU BÂTIMENT

Cette stratégie est le fruit d'une réflexion à l'échelle globale du bâtiment. Elle a vocation à répondre aux attentes de la maîtrise d'ouvrage dans deux cas : initiative de l'ensemble des propriétaires et du syndicat à l'échelle de la copropriété, ou d'un unique propriétaire.

Cette stratégie cherchera à **améliorer les performances globales** du bâtiment tout en conservant les éléments patrimoniaux remarquables et en respectant les atouts liés au comportement des bâtiments anciens.

## LES ÉTAPES DE LA STRATÉGIE

Par ordre logique d'intervention :

### ÉTAPE 1 Isolation des planchers haut

**Planchers hauts** : Isolation par le dessus, un isolant capillaire ( $R \geq 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) et un frein-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

### ÉTAPE 2 Amélioration de l'étanchéité à l'air, traitement des parois verticales et mise en place d'une ventilation mécanique

**Parois verticales** : Reprise d'enduits ou de plâtres dégradés, rejointoiement des briques, colmatage des trous et fissures côté intérieur.

**Murs extérieurs en pan de bois** : remplacement du remplissage par un matériau hygroscopique et capillaire.

**Murs extérieurs ou donnant sur des espaces tampons en briques** : Mise en œuvre de matériaux perméables à la vapeur d'eau (enduit à base de chaux) côté extérieur, correction thermique intérieure, enduit perspirant type chaux-chanvre.

**Fenêtres** : Remplacement par menuiseries avec châssis en bois, double vitrage, maintien et rénovation des contrevents existants.

**Portes extérieures des logements** : Conservation et vérification des châssis et calfeutrement.

Installation d'une **VMC** simple-flux.

### ÉTAPE 3 Isolation des planchers bas

**Plancher bas sur cave** : isolation entre solives et sur-isolation croisée, **isolant hygroscopique et capillaire** ( $R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ). Remise en place du parquet existant.

**Plancher bas sur terre-plein** : mise en œuvre de panneaux **isolants perméables à la vapeur d'eau sur une dalle perméable à la vapeur d'eau** ( $R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) et un **hérisson ventilé**.

### ÉTAPE 4 Traitement des planchers intermédiaires

Rejointoiement des lames et reprises ponctuelles, colmatage des trous et des fissures en partie courante et aux jonctions entre les éléments.

Traitement acoustique : isolation mince phonique entre les différents appartements ou remplissage entre solives par un isolant acoustique.

Il est indispensable de mettre en œuvre un frein-vapeur hygrovariable côté chauffé pour une bonne gestion de l'humidité dans les parois et les planchers.

Appliquer une isolation ou une correction thermique sur des murs mitoyens n'est pas le plus pertinent. Se concentrer sur les parois en contact avec l'extérieur ou des espaces tampons apporte plus d'économies d'énergie

## ÉVOLUTION DE LA STRATÉGIE

### Performances

#### 35% de réduction des besoins de chauffage\*

Réduction importante de la sensation de paroi froide

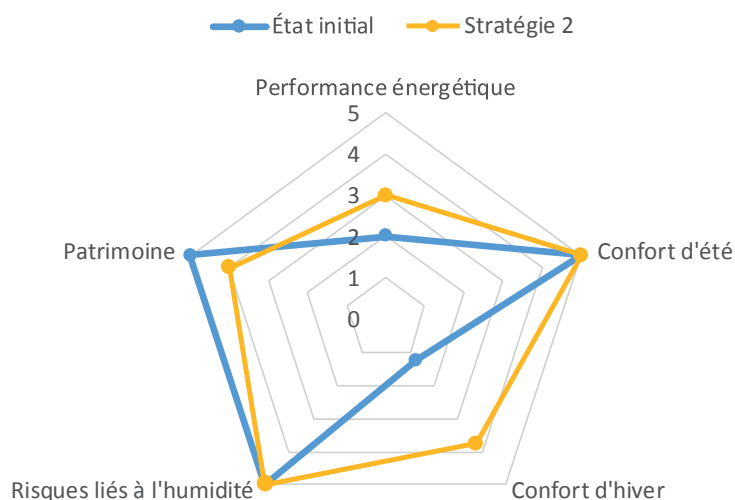
\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier d'immeuble en briques et pan de bois.

### Coût indicatif

**600€HT/m²SHAB\*** fourniture et pose par un professionnel hors aide.

Attention à la variabilité des prix.

\* Chiffrage basé sur les sites batiprix, batichiffrage et sur l'Observatoire des coûts de la rénovation énergétique sur un cas particulier d'appartement dans un immeuble en briques et pan de bois



## BILAN

Les deux stratégies ne traitent pas de la même échelle. Elles permettent toutefois de gagner un point sur la performance énergétique en réduisant les consommations de chauffage tout en conservant le caractère patrimonial du bâtiment et en ne créant pas de risque de dégradations liées à l'humidité.

## GLOSSAIRE

<b>Capillarité</b>	La capillarité d'un matériau traduit sa capacité à permettre le déplacement de l'eau en son sein, elle dépend de la porosité du matériau. Le bois, dans le sens des fibres est très capillaire, alors que le béton l'est très peu.
<b>Isolant capillaire</b>	Un isolant capillaire est un matériau caractérisé à la fois par une résistance thermique importante, et constitué de capillaires (petits canaux tubulaires, de la largeur d'un cheveu, d'où son nom) formant un réseau très ramifié reliant entre elles les petites cavités internes au matériau, et lui donnant ainsi son caractère de plus ou moins grande porosité.
<b>Matériau hygroscopique</b>	Un matériau est dit hygroscopique s'il peut fixer une quantité mesurable d'humidité de l'air environnant. Plus les pores d'un matériau sont petits et plus il sera hygroscopique. Ces matériaux absorbent l'humidité intérieure et peuvent ensuite l'évacuer.
<b>Pare-vapeur hydrovariable</b>	Membrane ayant un comportement à la (diffusion de) vapeur d'eau évoluant selon le taux d'humidité relative de l'air. Elle est généralement plutôt fermée en hiver, pour empêcher la vapeur d'eau d'entrer dans la paroi, et ouverte en été, pour lui permettre de sécher côté intérieur. Cette membrane possède un Sd variable. (ex : $0,25 < Sd < 10m$ ).
<b>Perspirant</b>	Terme médical renseignant le comportement de la peau, il est utilisé aussi pour qualifier les matériaux ou parois très ouverts à la (diffusion de) vapeur d'eau.
<b>Sd</b>	<p>La valeur Sd, la résistance à la diffusion de vapeur, désigne l'épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion (en mètres). La valeur Sd se calcule de la manière suivante :</p> <p><math>Sd = \mu \times d</math> (m) dans laquelle :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- d est l'épaisseur du matériau exprimée en mètres</li><li>- <math>\mu</math> (mu), est le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau ; grandeur sans dimension, elle détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau : plus <math>\mu</math> est élevé, plus la résistance est grande. Une valeur inférieure à 10 correspond à une bonne diffusion de la vapeur d'eau (<math>\mu(\text{air}) = 1</math> ; <math>1 &lt; \mu(\text{laine minérale}) &lt; 2</math> ; <math>6 &lt; \mu(\text{laine minérale}) &lt; 10</math> ; <math>\mu(\text{marbre}) = \text{infini}</math>).</li></ul>
<b>SHAB</b>	La surface habitable (ou SHAB) est la surface de plancher construite après déduction des marches et cages d'escaliers, gaines et des embrasures de portes et de fenêtres. Pour déterminer la SHAB d'un logement, il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R. 111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.
<b>Solive</b>	Pièce de charpente qui s'appuie sur les poutres ou les murs et soutient le plancher.





Sa **distribution est symétrique** par rapport à une entrée principale. Sa façade principale est sur rue ou légèrement en recul de la voie avec un jardin d'agrément. Elle comporte généralement **2 niveaux habités** et un grenier ventilé.

Sa toiture est souvent à **quatre pans** mais peut parfois en présenter deux.

Les façades en galets sont régulièrement enduites mais laissent parfois apparaître des motifs de mise en œuvre variés.

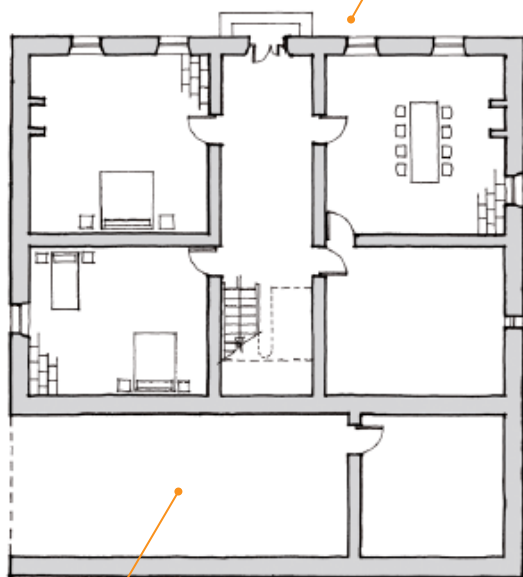
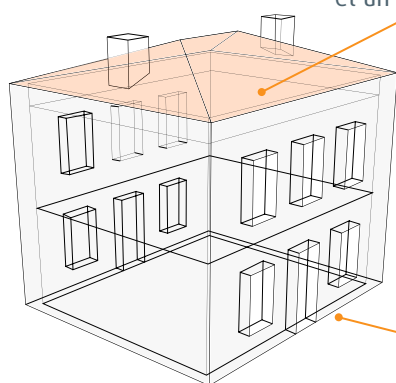
## 1 IDENTIFIER SON BÂTIMENT

### LA DISPOSITION

Généralement deux niveaux et un grenier ventilé

Symétrie des ouvertures par rapport à l'entrée

Jardin d'agrément devant la façade principale ou alignée sur la rue



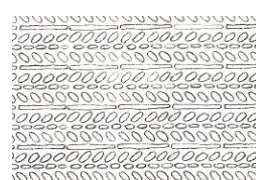
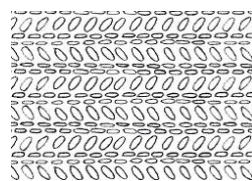
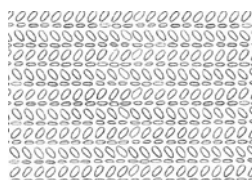
Dépendances en contact direct ou déporté par rapport au bâtiment principal

### LES MATÉRIAUX



### LES PRINCIPES CONSTRUCTIFS

Le galet est rarement utilisé seul sur un bâtiment. Il est fréquemment associé à d'autres matériaux comme la brique foraine ou l'adobe. Les motifs de mise en œuvre varient sur le territoire.



Certains termes utilisés dans cette fiche sont définis dans le glossaire en fin de document

## 2 TRAITER LES ALTÉRATIONS

### ALTÉRATIONS DES JOINTS, MORTIERS ET MATÉRIAUX ASSOCIÉS



Effets : Disparition du mortier et **perte de contact** entre les éléments, perte d'épaisseur des matériaux associés.



Causes : Présence de **remontées capillaires** et d'humidité. Accumulation d'humidité dans le matériau le plus perméable (galets très peu perméables). Présence de rejaillissement en cas de sol imperméable.

Comment agir ?



Limitier l'accumulation d'humidité en traitant les remontées capillaires (voir fiche C). Réduire les surfaces imperméables à proximité. Protéger la façade avec un enduit.



### DÉGRADATION DES CHARPENTES ET COUVERTURES



Effets : **Diminution** de la résistance mécanique de la charpente et d'étanchéité de la couverture, **déformation** de la structure.



Causes possibles : Présence d'**insectes xylophages** et défauts d'entretien provoquant la présence d'humidité excessive.

Comment agir ?



Faire appel à un professionnel pour remplacer les pièces dégradées, remettre en place l'étanchéité de la toiture.



## 3 ÉVALUER LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE MON BÂTIMENT

### LES POINTS FORTS

La **présence du grenier ventilé** sur le bâtiment principal, en servant d'espace tampon, **atténue les surchauffes en été**.

L'**inertie thermique**, élevée grâce aux parois lourdes présentes, permet de stocker de la chaleur en journée l'été et de la diffuser au cours de la nuit. Associée au grenier ventilé, elle permet de réduire l'**inconfort estival**.

Attention tout de même à bien fermer les volets durant la journée pour limiter les apports solaires et à ouvrir les fenêtres la nuit pour évacuer la chaleur.

L'**orientation du bâtiment**, lorsqu'elle n'est pas soumise à l'alignement de rue, est **favorable** aux apports solaires en hiver.

### LES POINTS SENSIBLES

Les parois lourdes en galets nécessitent un temps et une énergie importants pour être chauffées.

L'**absence de grenier ventilé** sur les dépendances en contact avec le bâtiment principal peut générer des surchauffes estivales.

## BILAN

En été, le bâtiment principal est frais et confortable. La partie accolée, correspondant aux anciennes dépendances peut souffrir toutefois de **surchauffes**.

En hiver, les parois lourdes nécessitent une énergie élevée pour être chauffées.

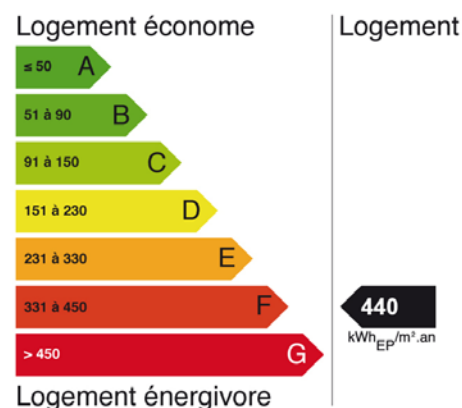
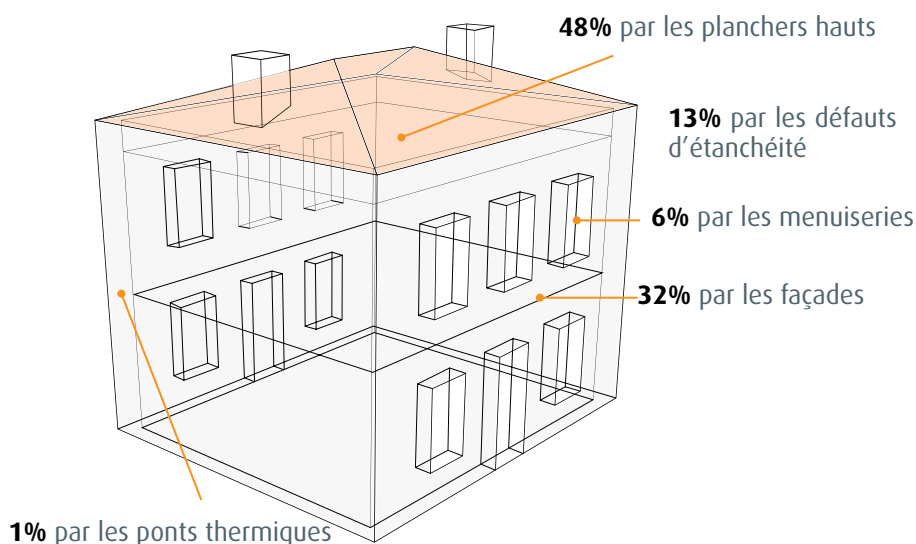
## RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS THERMIQUES\*

\* D'après une modélisation sur un cas particulier de maison carrée en galets

Suivant la méthode DPE avec une chaudière gaz standard pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire, cette maison obtient une **étiquette énergie F**.

Le poste de déperditions le plus important dans la maison carrée en galets est les **planchers hauts (48%)**. Les parois verticales présentent aussi des déperditions élevées (32%).

Attention, des écarts importants sont constatés sur les besoins de chauffage entre méthode DPE et simulation thermique dynamique. L'étiquette énergie surestime les besoins de chauffage par rapport à la simulation thermique dynamique.



## 4 COMPARER DIFFÉRENTES STRATÉGIES DE RÉHABILITATION

Dans son état avant réhabilitation, la maison carrée en galets a déjà subi des modifications : les **dépendances** installées à l'arrière du bâtiment principal ont été aménagées en cuisine, salle de bain et cellier.

Les parois du rez-de-chaussée ont été doublées avec des briques plâtrières et une lame d'air. Le bâtiment présente un **grenier ventilé** sur la partie principale uniquement. Le plancher est sur terre-plein.

Le garage, accolé, ne sera pas aménagé et conservera sa fonction.

Deux stratégies sont proposées dans l'objectif d'améliorer la performance énergétique. Elles se distinguent par des choix d'interventions techniques différents mais toujours compatibles avec les techniques et matériaux traditionnels du bâtiment réhabilité. Les principales différences portent sur l'isolation thermique des parois et le traitement des menuiseries (portes et fenêtres).

Un phasage des travaux est proposé de façon à ce que la réalisation chronologique permette une amélioration thermique à chacune des étapes.

Si le bâtiment est protégé, les travaux impactant la façade extérieure du bâtiment (menuiseries, parois) doivent être validés par l'Architecte des Bâtiments de France.

## Stratégie n°1

La stratégie 1 proposée a pour objectif une **amélioration énergétique** très élevée. Elle est découpée en différentes étapes dont la réalisation chronologique permet une amélioration thermique à chaque étape.

## Stratégie n°2

La stratégie 2 proposée a pour objectif principal une **amélioration de la performance énergétique** du bâtiment **sans provoquer de désordres** liés à l'incompatibilité des techniques ou des matériaux et sans impacter la **valeur architecturale** du bâtiment. Elle est découpée en différentes étapes dont la réalisation chronologique permet une amélioration thermique à chaque étape.

### Les travaux par ordre logique d'intervention

#### ÉTAPE 1 Isolation des planchers hauts donnant sur le grenier ventilé et de la toiture (hors garage)

**Toiture (partie dépendance) :** Isolation par l'intérieur sous rampants avec un écran de sous toiture, un isolant capillaire ( $R \geq 6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) et un pare-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

**Planchers hauts (partie bâtiment principal) :** Isolation par le dessus, un isolant capillaire ( $R \geq 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) et un pare-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

Il est indispensable de mettre en œuvre un frein-vapeur hygrovariable côté chauffé pour une bonne gestion de l'humidité dans les parois et planchers

#### ÉTAPE 2 Traitement des parois verticales donnant sur l'extérieur et des fenêtres et mise en place d'une ventilation mécanique

**Murs extérieurs :** Mise en œuvre de matériaux perméables à la vapeur d'eau (enduit à base de chaux) côté extérieur, Isolation thermique par l'intérieur (sur une ossature) avec un isolant hygroscopique ( $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ), et un frein-vapeur à fort  $S_d$  ( $S_d > 18 \text{ m}$ ) côté intérieur.

**Fenêtres :** Remplacement par menuiseries avec châssis en bois, double vitrage, maintien des contrevents existants.

**Porte d'entrée :** Remplacement par menuiserie avec un châssis en bois et âme isolante.

Installation d'une **VMC** simple-flux.

**Murs extérieurs :** Mise en œuvre de correction thermique extérieure par un enduit perspirant type chaux-chanvre.

**Fenêtres et portes :** Conservation des menuiseries existantes, calfeutrement et reprise des liaisons avec les parois, rejointoiement au niveau des vitrages, maintien des contrevents existants.

**Cloisons entre garage et cellier/cuisine :** Isolation thermique par l'intérieur (sur une ossature) avec un isolant hygroscopique ( $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ), et un frein-vapeur à fort  $S_d$  ( $S_d > 18 \text{ m}$ ).

Installation d'une **VMC** simple-flux.

#### ÉTAPE 3 Traitement du plancher bas

Plancher bas sur terre-plein : Rejointoiement, reprises ponctuelles et colmatage des trous

L'isolation du plancher bas sur terre-plein n'a pas été considérée. En ce qui concerne la réduction des déperditions de chaleur, son effet est moindre mais son coût est élevé.

## Évaluation des résultats

### Performances

#### 65% de réduction des besoins de chauffage\*

Réduction de la sensation de paroi froide.  
Réduction des surchauffes estivales

\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier de maison carrée en galets

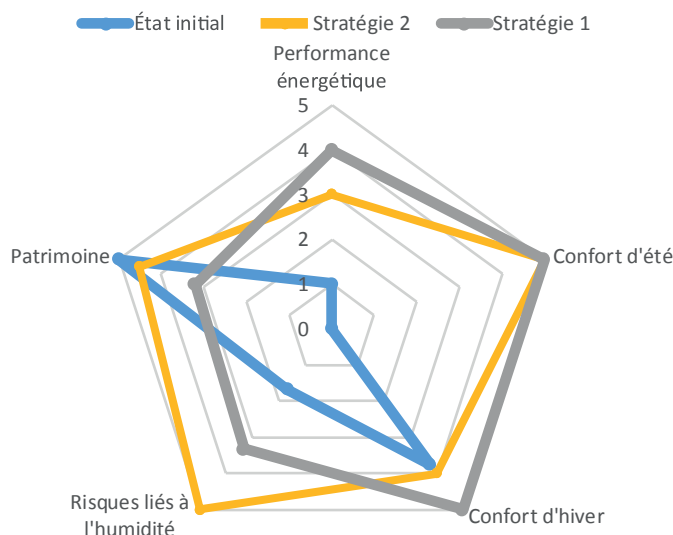
#### 50% de réduction des besoins de chauffage\*

Diminution des risques liés à l'humidité  
Forte préservation de la valeur patrimoniale

\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier de maison carrée en galets

### Évaluation multicritères des stratégies de rénovation

(sur le radar, les cotations croissantes correspondent à une amélioration de la performances, selon le critère concerné)



### Coût indicatif

260€HT/m<sup>2</sup>SHAB\* fourniture et pose par un professionnel hors aide. Attention à la variabilité des prix.

200€HT/m<sup>2</sup>SHAB\* fourniture et pose par un professionnel hors aide. Attention à la variabilité des prix.

\* Chiffrage basé sur les sites batiprix, batichiffrage et sur l'Observatoire des coûts de la rénovation énergétique sur un cas particulier de maison carrée en galets

## BILAN

Les deux stratégies permettent un gain énergétique considérable et une amélioration importante du confort estival. La stratégie 1 est celle qui réduit au maximum les consommations de chauffage et qui améliore le plus le confort d'hiver mais le risque de dégradation lié à l'humidité est légèrement plus important et elle peut entraîner une perte du caractère architectural du bâtiment.



## GLOSSAIRE

<b>Adobe</b>	Argile et sables qui, mélangés d'eau et d'une faible quantité de paille hachée ou d'une autre fibre, peut être façonnée en briques séchées au soleil
<b>Capillarité</b>	La capillarité d'un matériau traduit sa capacité à permettre le déplacement de l'eau en son sein, elle dépend de la porosité du matériau. Le bois, dans le sens des fibres est très capillaire, alors que le béton l'est très peu.
<b>Frein-vapeur</b>	Terme utilisé pour qualifier un pare-vapeur ne s'opposant que faiblement à la diffusion de vapeur d'eau. Si ce terme, récent, est toujours en attente d'une définition spécifique, les spécialistes l'utilisent généralement pour des matériaux ayant un Sd compris entre 1,5 et 5 m.
<b>Isolant capillaire</b>	Un isolant capillaire est un matériau caractérisé à la fois par une résistance thermique importante, et constitué de capillaires (petits canaux tubulaires, de la largeur d'un cheveu, d'où son nom) formant un réseau très ramifié reliant entre elles les petites cavités internes au matériau, et lui donnant ainsi son caractère de plus ou moins grande porosité.
<b>Matériau hygroscopique</b>	Un matériau est dit hygroscopique s'il peut fixer une quantité mesurable d'humidité de l'air environnant. Plus les pores d'un matériau sont petits et plus il sera hygroscopique. Ces matériaux absorbent l'humidité intérieure et peuvent ensuite l'évacuer.
<b>Pare-vapeur hygrovariable</b>	Membrane ayant un comportement à la (diffusion de) vapeur d'eau évoluant selon le taux d'humidité relative de l'air. Elle est généralement plutôt fermée en hiver, pour empêcher la vapeur d'eau d'entrer dans la paroi, et ouverte en été, pour lui permettre de sécher côté intérieur. Cette membrane possède un Sd variable. (ex : $0,25 < Sd < 10m$ ).
<b>Perméabilité à la diffusion de vapeur d'eau</b>	Capacité d'un matériau à se laisser traverser par la vapeur d'eau, notée $\mu$ (mu). Plus cette valeur est faible et plus le matériau laissera passer facilement la vapeur d'eau.
<b>Perspirant</b>	Terme médical renseignant le comportement de la peau, il est utilisé aussi pour qualifier les matériaux ou parois très ouverts à la (diffusion de) vapeur d'eau.
<b>Résistance Thermique Surfaccique R</b>	La résistance thermique surfaccique de conduction d'un élément exprime sa résistance au passage d'un flux de conduction thermique à travers une surface élémentaire. Cette résistance s'applique aux solides ainsi qu'aux fluides (liquide ou gaz) immobiles. Dans le Système international d'unités, elle est donnée en kelvin par watt ( $m^2.K/W$ ) ou ( $m^2.^{\circ}C/W$ ) . Plus la valeur de la résistance thermique d'un matériau ou d'une paroi est élevée, plus cet élément est isolant.
<b>Remontées capillaires</b>	Migration permanente d'eau depuis le sol jusque dans les murs ou les planchers bas. Les remontées capillaires se manifestent par des taches d'humidité, d'efflorescences et peuvent provoquer le décollage des revêtements, le cloquage des enduits, le creusement des joints... Seuls les murs construits avec des matériaux poreux sont sujets aux remontées capillaires (ex : les pierres tendres, la brique, etc.).

**Sd** La valeur Sd, la résistance à la diffusion de vapeur, désigne l'épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion (en mètres). La valeur Sd se calcule de la manière suivante :

$Sd = \mu \times d$  (m) dans laquelle :

- d est l'épaisseur du matériau exprimée en mètres

-  $\mu$  (mu), est le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau ; grandeur sans dimension, elle détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau : plus  $\mu$  est élevé, plus la résistance est grande. Une valeur inférieure à 10 correspond à une bonne diffusion de la vapeur d'eau ( $\mu(\text{air}) = 1$  ;  $1 < \mu(\text{laine minérale}) < 2$  ;  $6 < \mu(\text{laine minérale}) < 10$  ;  $\mu(\text{marbre}) = \text{infini}$ ).

**SHAB** La surface habitable (ou SHAB) est la surface de plancher construite après déduction des marches et cages d'escaliers, gaines et des embrasures de portes et de fenêtres. Pour déterminer la SHAB d'un logement, il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R. 111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.



# BÂTI ANCIEN EN OCCITANIE

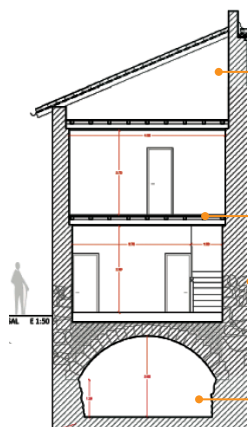
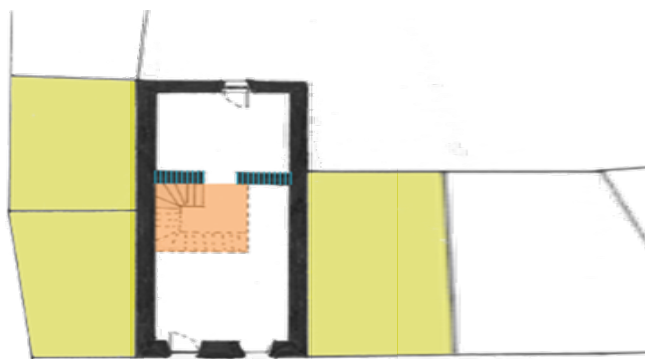
## MAISON DE BOURG EN TERRE CRUE

Sa façade **s'aligne sur rue**. Généralement, elle présente un étage et son architecture se caractérise par une façade étroite et une **mitoyenneté** partielle ou totale. Elle ne dispose pas de jardin et peut être **traversante** d'une rue à l'autre.

Les façades peuvent être enduites et les débords de toiture sont larges pour éviter le ruissellement de l'eau sur les parois.

### 1 IDENTIFIER SON BÂTIMENT

#### LA DISPOSITION



ENSA Toulouse - DEJU IRABOSO

Des combles, anciens greniers, parfois accessibles par l'escalier principal

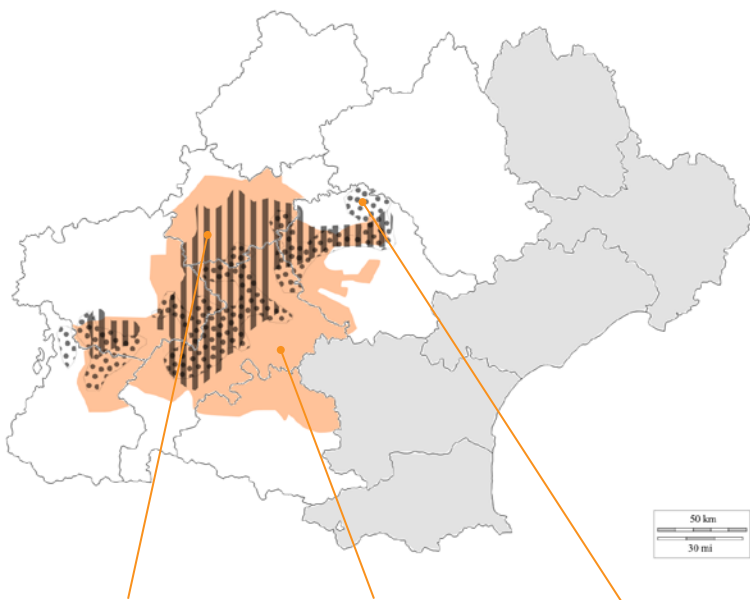
Une ou plusieurs **cheminées**

Les **planchers en bois**, probablement non isolés

Les **murs en terre crue**, briques ou terre massive selon le bâtiment

La **cave**, un espace tampon important

#### LES MATÉRIAUX



Bauge



Adobe



Pisé



Certains termes utilisés dans cette fiche sont définis dans le glossaire en fin de document

Pour plus d'informations sur les interventions possibles sur les menuiseries, consultez notre fiche D.

## LES MENUISERIES

Les menuiseries présentent souvent un **intérêt patrimonial** important dans les maisons de bourgs : elles peuvent dater de l'époque médiévale et avoir des formes diverses et remarquables (arcs, proportions hauteur/largeur, etc.).

Elles font partie intégrante du paysage du bourg.



## 2 TRAITER LES ALTÉRATIONS

### DÉGRADATIONS DE LA PIERRE



Effets : **Perte d'épaisseur** de la paroi

Causes possibles : **Écoulement** d'eau de pluie après disparition de l'enduit protecteur, **remontées capillaires** provoquant une accumulation d'humidité.



Comment agir ?



**Remettre en œuvre d'un enduit protecteur** à la terre. Traiter les remontées capillaires et conserver des avancées de toit large pour éviter le ruissellement

Pour plus d'informations sur les altérations et sur le traitement des remontées capillaires, consultez notre fiche B.

### FISSURES



Effets : **Perte de cohésion structurelle.**

Causes possibles : **Poussées de charpente** ou plancher, mauvaise mise en œuvre des chaînages d'angle, modifications structurelles.



Comment agir ?



Suivre l'évolution de la fissure, **faire appel à un professionnel** pour vérifier la résistance de la structure et prévoir les travaux..



### DÉGRADATION DES CHARPENTES ET COUVERTURES



Effets : **Diminution** de la résistance mécanique de la charpente et d'étanchéité de la

couverture, **déformation** de la structure.

Causes possibles : Présence **d'insectes xylophages** et défauts d'entretien provoquant la présence **d'humidité excessive.**



Comment agir ?



**Faire appel à un professionnel** pour remplacer les pièces dégradées, remettre en place l'étanchéité de la toiture.



### 3 ÉVALUER LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE SON BÂTIMENT

#### LES POINTS FORTS

L'**inertie thermique**, élevée grâce aux parois lourdes présentes, permet de stocker de la chaleur en journée l'été et de la diffuser au cours de la nuit, **évitant ainsi les surchauffes en été**.

Attention tout de même à bien fermer les volets durant la journée pour limiter les apports solaires et à ouvrir les fenêtres la nuit pour évacuer la chaleur.

La **mitoyenneté** du logement permet de réduire les pertes de chaleur en hiver et ainsi de diminuer les besoins de chauffage.

#### LES POINTS SENSIBLES

L'**orientation du bâtiment** dépend de l'alignement sur rue et peut donc être défavorable.

Les bâtiments alentours créent des masques qui peuvent **limiter les apports solaires**.

#### BILAN

En été, la maison de bourg en terre crue est confortable et conserve des températures fraîches.

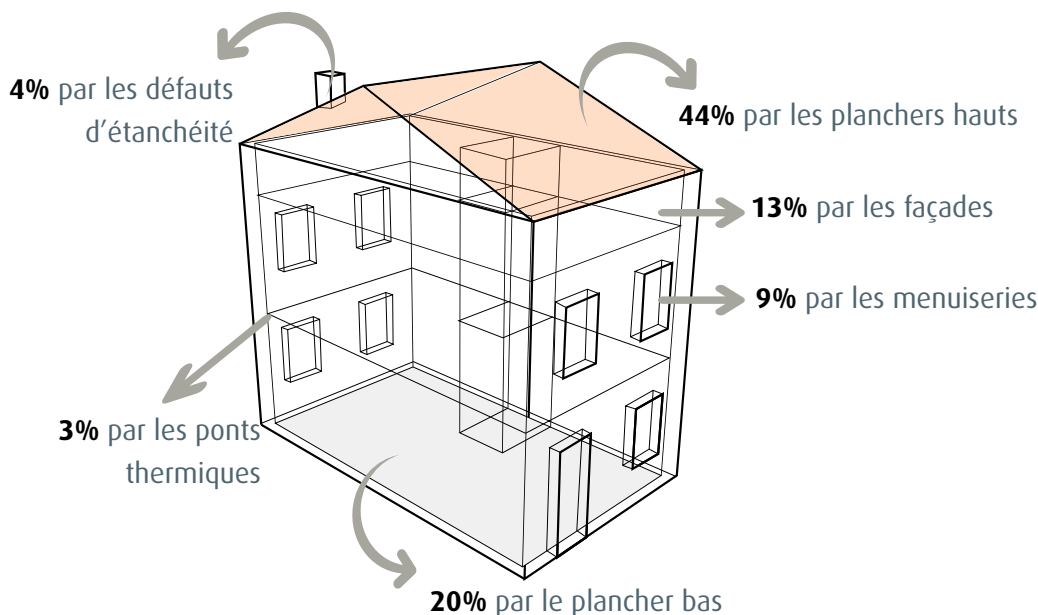
A l'automne, les parois lourdes en terre crue fournissent une partie de l'énergie accumulée durant l'été mais en hiver, elles nécessitent une énergie importante pour monter en température.

#### RÉPARTITION DES DÉPÉDITIONS THERMIQUES\*

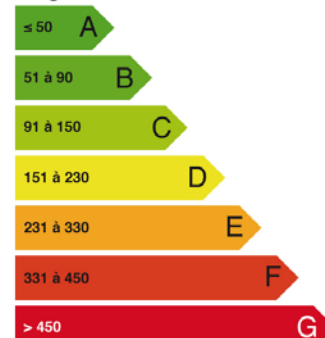
\* D'après une modélisation sur un cas particulier de maison de bourg en terre crue

Suivant la méthode DPE avec une chaudière gaz standard pour le chauffage et l'ECS, cette maison obtient une **étiquette énergie F**.

Attention, des écarts importants sont constatés sur les besoins de chauffage entre méthode DPE et simulation thermique dynamique. L'étiquette énergie surestime les besoins de chauffage de par rapport à la simulation thermique dynamique.



Logement économe



Logement économe

Logement

352  
kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.an



## 4 COMPARER DIFFÉRENTES STRATÉGIES DE RÉHABILITATION

Dans son état initial, la maison de bourg en terre crue dispose d'un **grenier ventilé** au 2ème niveau et d'une **cave**. Elle est mitoyenne d'un côté et présente une façade enduite par un enduit imperméable au moment des travaux. L'enduit a été retiré.

Deux stratégies sont proposées dans l'objectif d'améliorer la performance énergétique. Elles se distinguent par des choix d'interventions techniques différents mais toujours compatibles avec les techniques et matériaux traditionnels du bâtiment réhabilité et par des différences d'aménagement.

Dans la première stratégie, le 2ème niveau reste en combles perdus, il n'y a pas de modification de la toiture. Dans la seconde, la réhabilitation énergétique permettra **d'aménager le 2<sup>e</sup> niveau** en chambre (augmentation de la surface de 20 m<sup>2</sup> habitable 40 m<sup>2</sup> en surface plancher) et terrasse. La toiture sera coupée sur sa partie arrière (non visible de la rue) pour constituer une terrasse.

Les principales différences portent sur l'aménagement intérieur, le traitement des planchers hauts en lien avec cet aménagement.

Un phasage des travaux est proposé de façon à ce que la réalisation chronologique permette une amélioration thermique à chacune des étapes.

Si le bâtiment est protégé, les travaux impactant la façade extérieure du bâtiment (menuiseries, parois) doivent être validés par l'Architecte des Bâtiments de France.

### Stratégie n°1

L'objectif est une **amélioration importante de la performance énergétique** en ne procédant pas à une modification d'usage du bâtiment.

#### ÉTAPE 1 Isolation des planchers hauts donnant sur le grenier ventilé et de la toiture

**Planchers hauts** : Isolation par le dessus, un isolant capillaire ( $R \geq 7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ ) et un frein-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

L'objectif est une amélioration importante de la performance énergétique en augmentant la surface habitable du logement.

**Toiture** : Isolation par l'intérieur sous rampants avec un écran de sous toiture, un isolant capillaire ( $R \geq 6 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ ) et un frein-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

**Toiture-terrasse** : Isolation par le dessus avec une couche d'étanchéité, un isolant incompressible ( $R \geq 4,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ ) et un pare-vapeur.

Il est indispensable de mettre en œuvre un frein-vapeur hygrovariable côté chauffé pour une bonne gestion de l'humidité dans les parois et planchers

#### ÉTAPE 2 Traitement des parois verticales donnant sur l'extérieur, des fenêtres et mise en place d'une ventilation mécanique

**Fenêtres** : Remplacement par menuiseries avec châssis en bois, double vitrage, maintien des contrevents existants.

**Porte d'entrée** : Remplacement par menuiserie avec un châssis en bois et âme isolante.

Installation d'une **VMC simple-flux**.

**Murs extérieurs** : correction thermique extérieure, enduit perspirant type chaux-chanvre sur la partie arrière et rue annexe.

#### ÉTAPE 3 Traitement du plancher bas

**Plancher bas sur cave** : Isolation par le dessous avec un isolant hygroscopique et capillaire ( $R \geq 3 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$ ) et un frein-vapeur hygrovariable (côté chaud).

L'isolation du plancher bas sur terre-plein n'a pas été considérée. En ce qui concerne la réduction des déperditions de chaleur, son effet est moindre mais son coût est élevé.

## Évaluation des résultats

### Performances

#### 40% de réduction des besoins de chauffage\*

Réduction de la sensation de paroi froide  
Conservation du confort d'été

\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier de maison carrée en galets

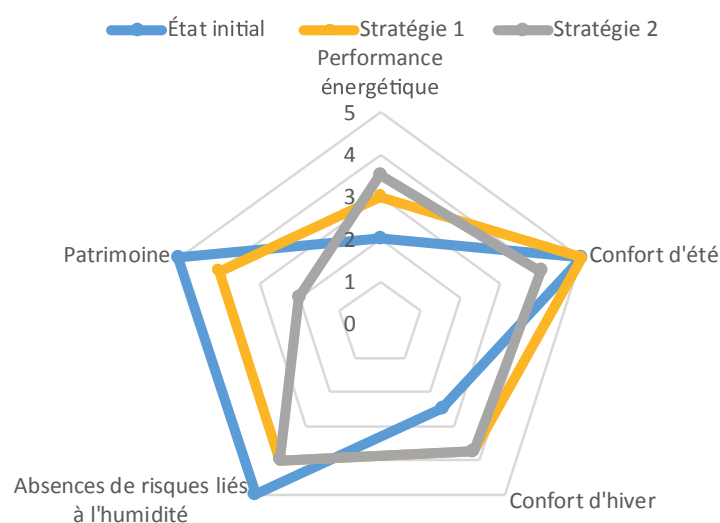
#### 50% de réduction des besoins de chauffage\*

Réduction de la sensation de paroi froide  
Perte du caractère patrimonial sur la partie arrière

\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier de maison carrée en galets

### Évaluation multicritères des stratégies de rénovation

(sur le radar, les cotations croissantes correspondent à une amélioration de la performances, selon le critère concerné)



### Coût indicatif

**230€ HT/m² SHAB\*** fourniture et pose par un professionnel hors aide. Attention à la variabilité des prix.

**250 € HT/m² SHAB\*\*** fourniture et pose par un professionnel hors aide.

Attention à la variabilité des prix

\* Chiffrage basé sur les sites batiprix, batichiffrage et sur l'Observatoire des coûts de la rénovation énergétique sur un cas particulier de maison de bourg en briques de terre crue

## BILAN

Les deux stratégies sont très proches. Elles entraînent une nette amélioration de la performance énergétique et du confort d'hiver. La stratégie 2, avec aménagement des combles, dégrade le confort en été et peut entraîner une perte architecturale sur la partie arrière du bâtiment. Elle permet toutefois de gagner 20 m² habitables et 40 m² de surface plancher.

## GLOSSAIRE

<b>Adobe</b>	Argile et sables qui, mélangés d'eau et d'une faible quantité de paille hachée ou d'une autre fibre, peut être façonnée en briques séchées au soleil
<b>Capillarité</b>	La capillarité d'un matériau traduit sa capacité à permettre le déplacement de l'eau en son sein, elle dépend de la porosité du matériau. Le bois, dans le sens des fibres est très capillaire, alors que le béton l'est très peu.
<b>Bauge</b>	Mode de construction monolithique en terre crue empilée. La terre est dans un état plastique, généralement mélangée à des fibres (végétales ou animales). Les surfaces verticales sont dressées par découpe après un court temps de séchage, alors que le matériau n'est pas trop dur.
<b>Frein-vapeur</b>	Terme utilisé pour qualifier un pare-vapeur ne s'opposant que faiblement à la diffusion de vapeur d'eau. Si ce terme, récent, est toujours en attente d'une définition spécifique, les spécialistes l'utilisent généralement pour des matériaux ayant un $S_d$ compris entre 1,5 et 5 m.
<b>Isolant capillaire</b>	Un isolant capillaire est un matériau caractérisé à la fois par une résistance thermique importante, et constitué de capillaires (petits canaux tubulaires, de la largeur d'un cheveu, d'où son nom) formant un réseau très ramifié reliant entre elles les petites cavités internes au matériau, et lui donnant ainsi son caractère de plus ou moins grande porosité.
<b>Matériau hygroscopique</b>	Un matériau est dit hygroscopique s'il peut fixer une quantité mesurable d'humidité de l'air environnant. Plus les pores d'un matériau sont petits et plus il sera hygroscopique. Ces matériaux absorbent l'humidité intérieure et peuvent ensuite l'évacuer.
<b>Pare-vapeur hygrovariable</b>	Membrane ayant un comportement à la (diffusion de) vapeur d'eau évoluant selon le taux d'humidité relative de l'air. Elle est généralement plutôt fermée en hiver, pour empêcher la vapeur d'eau d'entrer dans la paroi, et ouverte en été, pour lui permettre de sécher côté intérieur. Cette membrane possède un $S_d$ variable. (ex : $0,25 < S_d < 10m$ ).
<b>Perspirant</b>	Terme médical renseignant le comportement de la peau, il est utilisé aussi pour qualifier les matériaux ou parois très ouverts à la (diffusion de) vapeur d'eau.
<b>Pisé</b>	Maçonnerie faite avec de la terre argileuse et des cailloux, que l'on comprime sur place dans un moule fait de deux banches.
<b>Résistance Thermique Surfactive R</b>	La résistance thermique surfacique de conduction d'un élément exprime sa résistance au passage d'un flux de conduction thermique à travers une surface élémentaire. Cette résistance s'applique aux solides ainsi qu'aux fluides (liquide ou gaz) immobiles. Dans le Système international d'unités, elle est donnée en kelvin par watt ( $m^2.K/W$ ) ou ( $m^2.°C/W$ ). Plus la valeur de la résistance thermique d'un matériau ou d'une paroi est élevée, plus cet élément est isolant.
<b>Remontées capillaires</b>	Migration permanente d'eau depuis le sol jusque dans les murs ou les planchers bas. Les remontées capillaires se manifestent par des taches d'humidité, d'efflorescences et peuvent provoquer le décollage des revêtements, le cloquage des enduits, le creusement des joints... Seuls les murs construits avec des matériaux poreux sont sujets aux remontées capillaires (ex : les pierres tendres, la brique, etc.).

**Sd** La valeur Sd, la résistance à la diffusion de vapeur, désigne l'épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion (en mètres). La valeur Sd se calcule de la manière suivante :

$Sd = \mu \times d$  (m) dans laquelle :

- d est l'épaisseur du matériau exprimée en mètres

-  $\mu$  (mu), est le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau ; grandeur sans dimension, elle détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau : plus  $\mu$  est élevé, plus la résistance est grande. Une valeur inférieure à 10 correspond à une bonne diffusion de la vapeur d'eau ( $\mu(\text{air}) = 1$  ;  $1 < \mu(\text{laine minérale}) < 2$  ;  $6 < \mu(\text{laine minérale}) < 10$  ;  $\mu(\text{marbre}) = \text{infini}$ ).

**SHAB** La surface habitable (ou SHAB) est la surface de plancher construite après déduction des marches et cages d'escaliers, gaines et des embrasures de portes et de fenêtres. Pour déterminer la SHAB d'un logement, il n'est pas tenu compte de la superficie des combles non aménagés, caves, sous-sols, remises, garages, terrasses, loggias, balcons, séchoirs extérieurs au logement, vérandas, volumes vitrés prévus à l'article R. 111-10, locaux communs et autres dépendances des logements, ni des parties de locaux d'une hauteur inférieure à 1,80 mètre.



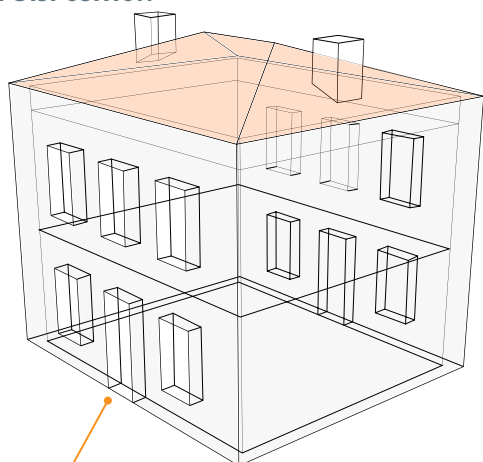
La maison carrée présente une **distribution symétrique** par rapport à une entrée principale. Sa façade principale est sur rue ou légèrement en recul de la voie avec un jardin d'agrément. Elle comporte généralement **2 niveaux habités** et un grenier ventilé.

Sa toiture est souvent à **quatre pans** mais peut parfois en présenter deux.

Les façades en briques sont régulièrement enduites avec les chaînages d'angles et entourage des menuiseries apparents.

### 1 IDENTIFIER SON BÂTIMENT

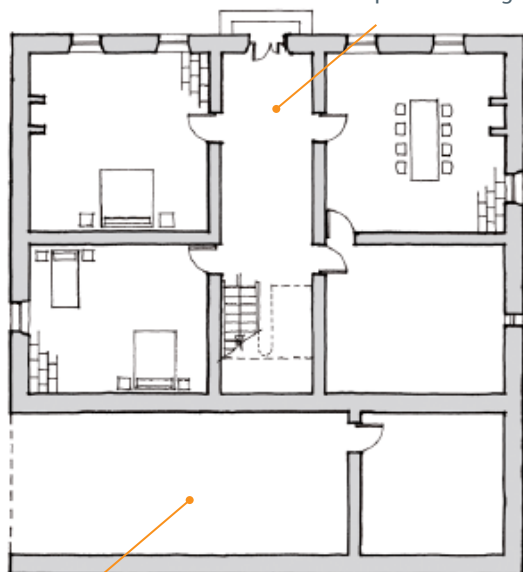
#### LA DISPOSITION



Jardin d'agrément devant la façade principale ou alignée sur la rue

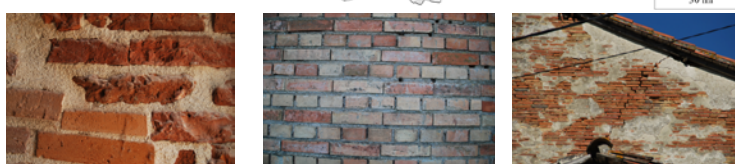
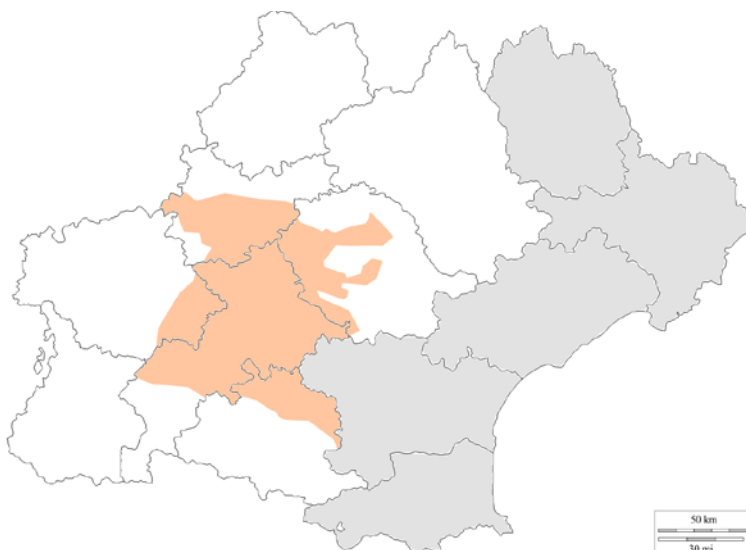
Symétrie des ouvertures par rapport à l'entrée

couloir de distribution des pièces du logement



Dépendances en contact direct ou déporté par rapport au bâtiment principal

#### LES MATÉRIAUX



#### LES PORTES D'ENTRÉE

Les portes d'entrées sont souvent imposantes et peuvent être surmontées d'une imposte apportant de la lumière dans l'entrée.



Certains termes utilisés dans cette fiche sont définis dans le glossaire en fin de document



## 2 | TRAITER LES ALTÉRATIONS

### MOISSISSURES ET SALPÊTRES



Effets : Formation de **moisissures** et apparition de **salpêtres** (cause de problèmes allergiques et respiratoires).

Causes possibles : **Accumulation d'humidité** associée à des points froids provoquant de la condensation.



Comment agir ?  Limiter l'accumulation d'humidité en traitant les remontées capillaires (voir fiche C) et en utilisant des matériaux perméables.




### DÉGRADATION DES BRIQUES



Effets : **Perte d'épaisseur** des briques.

Causes possibles : Présence de matériau **imperméable** (peinture, papier peint, enduit ou mortier inadapté, généralement à base de ciment,...) et d'humidité. La vapeur d'eau circulant dans le mur est bloquée, il y a une accumulation d'humidité dans la paroi qui peut faire éclater la brique en cas de gel.



Comment agir ?  **Retirer le matériau imperméable** et laisser sécher la paroi. Remplacer par un enduit ou un mortier perspirant (chaux, sable, etc.) ou un matériau ouvert à la vapeur d'eau.




### DÉGRADATION DES CHARPENTES ET COUVERTURES



Effets : **Diminution** de la résistance mécanique de la charpente et d'étanchéité de la couverture, **déformation** de la structure.

Causes possibles : Présence d'**insectes xylophages** et défauts d'entretien provoquant la présence d'**humidité excessive**.



Comment agir ?  **Faire appel à un professionnel** pour remplacer les pièces dégradées, remettre en place l'étanchéité de la toiture.



### 3 ÉVALUER LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE SON BÂTIMENT

#### LES POINTS FORTS

L'**orientation du bâtiment**, lorsqu'elle n'est pas soumise à l'alignement de rue, est **favorable** aux apports solaires en hiver.

Les **grandes surfaces vitrées** sur la paroi principale permettent de réduire les besoins de chauffage en favorisant les apports solaires directs.

#### LES POINTS SENSIBLES

L'**absence d'isolation sur le grenier ventilé** peut générer des surchauffes en été, notamment sur les pièces de l'étage.

Attention à bien fermer les volets durant la journée pour limiter les apports solaires et à ouvrir les fenêtres la nuit pour évacuer la chaleur.

L'absence de refends lourds à l'intérieur du bâtiment génère une **inertie thermique intérieure plutôt faible** qui ne permet pas de réduire les surchauffes en été.

#### BILAN

En été, le bâtiment subit des surchauffes du fait de l'absence d'isolation du plancher haut.

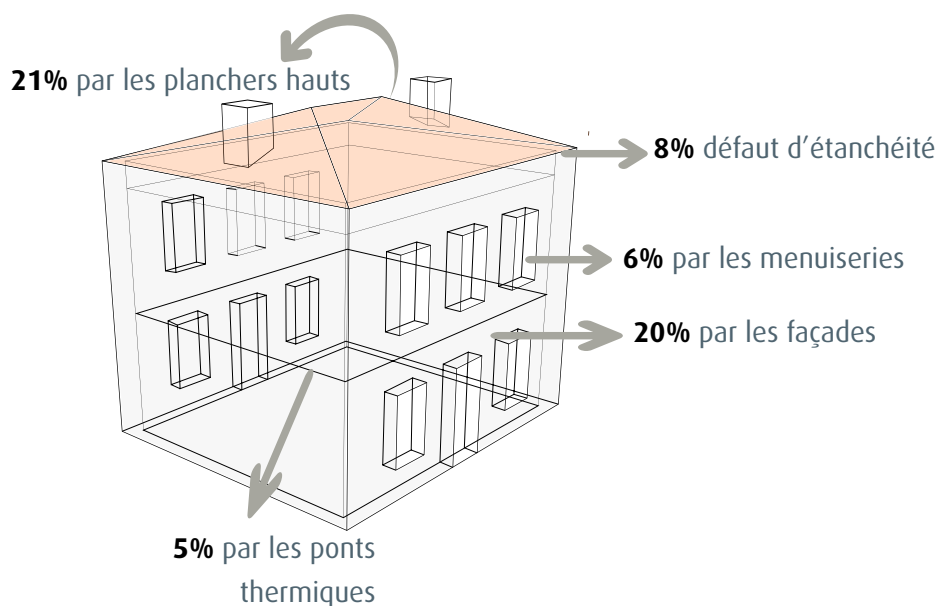
En hiver, les apports solaires importants liés aux grandes surfaces vitrées et à l'orientation favorable du bâtiment permettent de réduire les besoins de chauffage.

#### RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS THERMIQUES\*\*

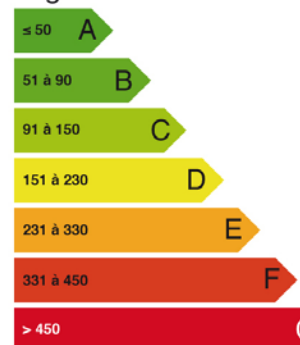
\* D'après une modélisation sur un cas particulier de maison carrée en briques

Suivant la méthode DPE avec une chaudière gaz standard pour le chauffage et l'Eau Chaude Sanitaire, cette maison obtient **une étiquette énergie F**.

Attention, des écarts importants sont constatés sur les besoins de chauffage entre méthode DPE et simulation thermique dynamique. L'étiquette énergie surestime les besoins de chauffage de par rapport à la simulation thermique dynamique.



Logement économe



Logement énergivore

Logement

343  
kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.an

## 4 COMPARER DIFFÉRENTES STRATÉGIES DE RÉHABILITATION

Dans son état avant réhabilitation, la maison carrée en briques de terre cuite n'a subi aucune modification. Elle se compose de deux niveaux habités et d'un grenier ventilé. Le plancher bas est sur cave.

Deux stratégies sont proposées dans l'objectif d'améliorer la performance énergétique. Elles se distinguent par des choix d'interventions techniques différents mais toujours compatibles avec les techniques et matériaux traditionnels du bâtiment réhabilité. Les principales différences portent sur l'isolation thermique des parois et le traitement des menuiseries (portes et fenêtres).

Un phasage des travaux est proposé de façon à ce que la réalisation chronologique permette une amélioration thermique à chacune des étapes.

Si le bâtiment est protégé ou s'il appartient à une zone protégée, les travaux impactant la façade extérieure du bâtiment (menuiseries, parois) doivent être validés par l'Architecte des Bâtiments de France.

### Stratégie n°1

La stratégie 1 proposée a pour objectif une **amélioration énergétique très élevée**. Elle est découpée en différentes étapes dont la réalisation chronologique permet une amélioration thermique à chaque étape.

#### ÉTAPE 1 Isolation des planchers hauts donnant sur le grenier ventilé

**Planchers hauts** : Isolation par le dessus, un isolant capillaire ( $R \geq 7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ) et un frein-vapeur hygrovariable ( $S_d < 18 \text{ m}$ ).

#### ÉTAPE 2 Traitement des parois verticales donnant sur l'extérieur et des fenêtres et mise en place d'une ventilation

**Murs extérieurs de l'ensemble du bâtiment** : Mise en œuvre de matériaux perméables à la vapeur d'eau (enduit à base de chaux) côté extérieur

Isolation thermique par l'intérieur (sur une ossature) avec un isolant hygroscopique ( $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ), et un frein-vapeur à fort  $S_d$  ( $S_d > 18 \text{ m}$ ) coté intérieur.

**Fenêtres** : Remplacement par menuiseries avec châssis en bois, double vitrage, maintien des contrevents existants.

**Portes d'entrée** : Remplacement par menuiserie avec un châssis en bois et âme isolante.

Installation d'une **VMC** simple-flux.

#### ÉTAPE 3 Traitement du plancher bas

**Plancher bas** : isolation entre solives et sur-isolation croisée, isolant hygroscopique et capillaire ( $R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ). Remise en place du parquet existant.

### Stratégie n°2

La stratégie 2 proposée a pour objectif principal une **amélioration de la performance énergétique** du bâtiment **sans provoquer de désordres** liés à l'incompatibilité des techniques ou des matériaux et sans impacter la **valeur architecturale** du bâtiment. Elle est découpée en différentes étapes dont la réalisation chronologique permet une amélioration thermique à chaque étape.

Il est indispensable de mettre en œuvre un frein-vapeur hygrovariable côté chauffé pour une bonne gestion de l'humidité dans les parois et planchers

**Murs extérieurs de l'ensemble du bâtiment** : Mise en œuvre de matériaux perméables à la vapeur d'eau (enduit à base de chaux) côté extérieur.

**Murs extérieurs de l'étage** : Isolation thermique par l'intérieur (sur une ossature) avec un isolant hygroscopique ( $R \geq 3,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ), et un frein-vapeur à fort  $S_d$  ( $S_d > 18 \text{ m}$ ) coté intérieur (absence de boiserie intérieure à l'étage).

**Fenêtres** : Conservation des menuiseries existantes, calfeutrement et reprise des liaisons avec les parois, rejointoiement au niveau des vitrages, maintien des contrevents existants.

**Portes d'entrée** : Conservation des menuiseries existantes, calfeutrement et reprise des liaisons avec les parois, rejointoiement au niveau des vitrages, maintien des contrevents existants.

Installation d'une **Ventilation Naturelle Assistée**

**Plancher bas** : Rejointoiement, reprises ponctuelles et colmatage des trous

## Évaluation des résultats

### Performances

#### 64% de réduction des besoins de chauffage\*

Réduction de la sensation de paroi froide et des risques liés à l'humidité

\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier de maison carrée en galets

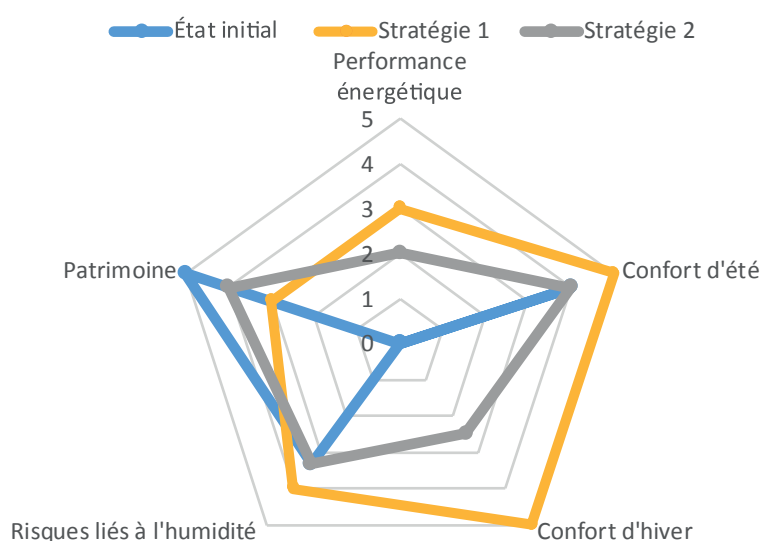
#### 34% de réduction des besoins de chauffage\*

Réduction de la sensation de paroi froide et forte préservation de la valeur patrimoniale

\* Résultats obtenus pour la réalisation de l'ensemble des étapes d'après une modélisation d'un cas particulier de maison carrée en galets

### Évaluation multicritères des stratégies de rénovation

(sur le radar, les cotations croissantes correspondent à une amélioration de la performances, selon le critère concerné)



### Coût indicatif

**460€HT/m²SHAB\*** fourniture et pose par un professionnel hors aide. Attention à la variabilité des prix.

**410€HT/m²SHAB\*** fourniture et pose par un professionnel hors aide.

Attention à la variabilité des prix

\* Chiffrage basé sur les sites batiprix, batichiffrage et sur l'Observatoire des coûts de la rénovation énergétique sur un cas particulier de maison carrée en galets

## BILAN

La stratégie 1 permet une très forte réduction de la consommation énergétique et une amélioration du confort, elle peut entraîner toutefois une perte architecturale intérieure avec l'isolation au rez-de-chaussée. La stratégie 2 améliore l'ensemble des performances techniques du bâtiment mais de manière moins significative que la stratégie 1 et son impact sur le caractère patrimonial est moins important.

## GLOSSAIRE

<b>Capillarité</b>	La capillarité d'un matériau traduit sa capacité à permettre le déplacement de l'eau en son sein, elle dépend de la porosité du matériau. Le bois, dans le sens des fibres est très capillaire, alors que le béton l'est très peu.
<b>Frein-vapeur</b>	Terme utilisé pour qualifier un pare-vapeur ne s'opposant que faiblement à la diffusion de vapeur d'eau. Si ce terme, récent, est toujours en attente d'une définition spécifique, les spécialistes l'utilisent généralement pour des matériaux ayant un $S_d$ compris entre 1,5 et 5 m.
<b>Matériau hygroscopique</b>	Un matériau est dit hygroscopique s'il peut fixer une quantité mesurable d'humidité de l'air environnant. Plus les pores d'un matériau sont petits et plus il sera hygroscopique. Ces matériaux absorbent l'humidité intérieure et peuvent ensuite l'évacuer.
<b>Pare-vapeur hygrovariable</b>	Membrane ayant un comportement à la (diffusion de) vapeur d'eau évoluant selon le taux d'humidité relative de l'air. Elle est généralement plutôt fermée en hiver, pour empêcher la vapeur d'eau d'entrer dans la paroi, et ouverte en été, pour lui permettre de sécher côté intérieur. Cette membrane possède un $S_d$ variable. (ex : $0,25 < S_d < 10\text{m}$ ).
<b>Perspirant</b>	Terme médical renseignant le comportement de la peau, il est utilisé aussi pour qualifier les matériaux ou parois très ouverts à la (diffusion de) vapeur d'eau.
<b>Résistance Thermique Surfactive R</b>	La résistance thermique surfacique de conduction d'un élément exprime sa résistance au passage d'un flux de conduction thermique à travers une surface élémentaire. Cette résistance s'applique aux solides ainsi qu'aux fluides (liquide ou gaz) immobiles. Dans le Système international d'unités, elle est donnée en kelvin par watt ( $\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$ ) ou ( $\text{m}^2.^\circ\text{C}/\text{W}$ ). Plus la valeur de la résistance thermique d'un matériau ou d'une paroi est élevée, plus cet élément est isolant.
<b><math>S_d</math></b>	<p>La valeur <math>S_d</math>, la résistance à la diffusion de vapeur, désigne l'épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion (en mètres). La valeur <math>S_d</math> se calcule de la manière suivante :</p> <p><math>S_d = \mu \times d</math> (m) dans laquelle :</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- <math>d</math> est l'épaisseur du matériau exprimée en mètres</li><li>- <math>\mu</math> (<math>\mu</math>), est le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau ; grandeur sans dimension, elle détermine la perméabilité d'un matériau à la vapeur d'eau : plus <math>\mu</math> est élevé, plus la résistance est grande. Une valeur inférieure à 10 correspond à une bonne diffusion de la vapeur d'eau (<math>\mu(\text{air}) = 1</math> ; <math>1 &lt; \mu(\text{laine minérale}) &lt; 2</math> ; <math>6 &lt; \mu(\text{laine minérale}) &lt; 10</math> ; <math>\mu(\text{marbre}) = \text{infini}</math>).</li></ul>
<b>Solive</b>	Pièce de charpente qui s'appuie sur les poutres ou les murs et soutient le plancher.

Cet ensemble de documents a été réalisé sous l'impulsion de la DDT82  
et de la DREAL Occitanie et soutenu par les ministères  
chargés du développement durable, des transports et de l'urbanisme.

Ce travail a été relu par la DDT82, la DREAL Occitanie,  
Envirobat d'Occitanie divers CAUE et EIE d'Occitanie



### **Maîtrise d'ouvrage : DREAL Occitanie**

Cité administrative  
2 Bd Armand Duportal  
BP 80002

31074 TOULOUSE CEDEX 09

**Anne FAURÉ** - [anne.faure@developpement-durable.gouv.fr](mailto:anne.faure@developpement-durable.gouv.fr)

### **Maîtrise d'oeuvre : Cerema**

Rue Pierre Ramond  
CS 60013

33166 ST-MEDARD-EN-JALLES CEDEX

**Emma STEPHAN** - [emma.stephan@cerema.fr](mailto:emma.stephan@cerema.fr)

