



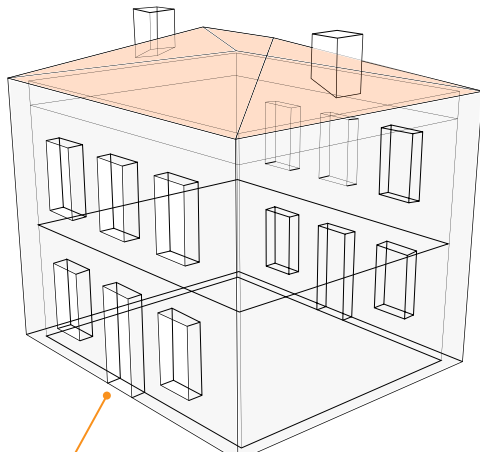
La maison carrée présente une **distribution symétrique** par rapport à une entrée principale. Sa façade principale est sur rue ou légèrement en recul de la voie avec un jardin d'agrément. Elle comporte généralement **2 niveaux habités** et un grenier ventilé.

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

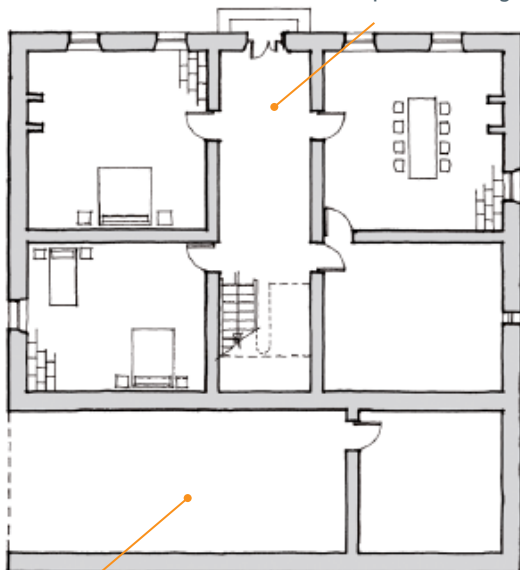
LA DISPOSITION



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

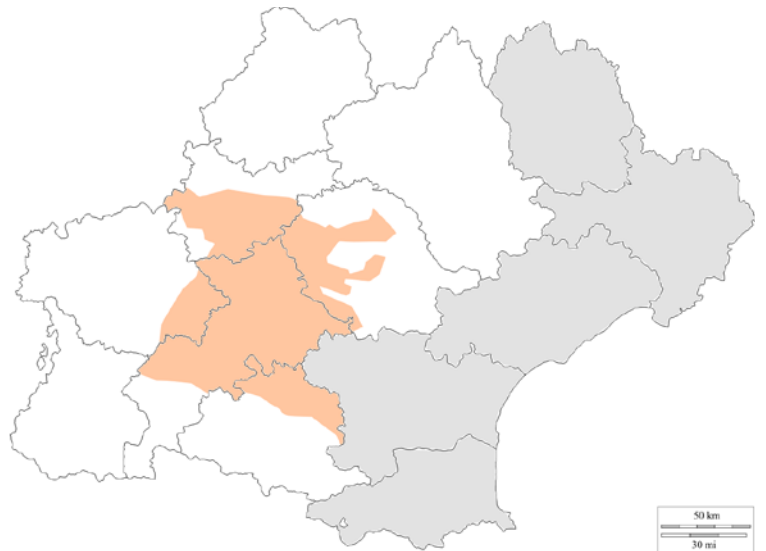
Symétrie des ouvertures par rapport à l'entrée

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

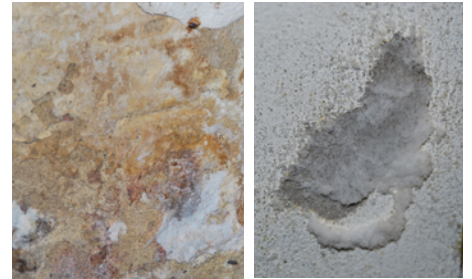


Effets : Formation de **moisissures** et apparition de **salpêtres** (cause de problèmes allergiques et respiratoires).

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.

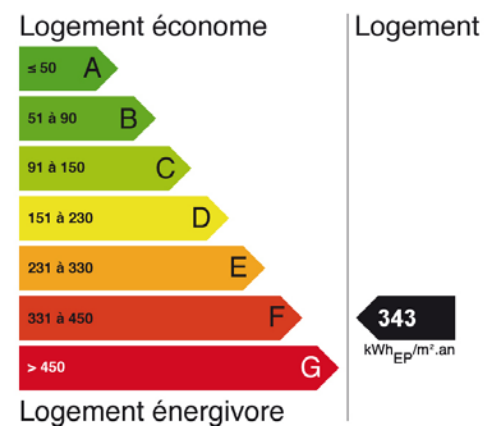
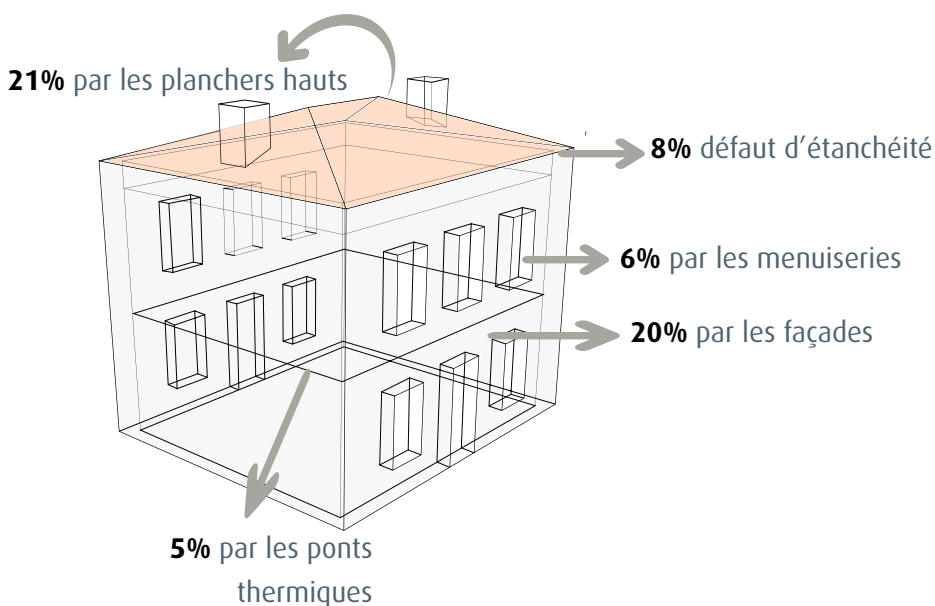
En hiver, les apports solaires importants liés aux grandes surfaces vitrées et à l'orientation favorable du bâtiment permettent de réduire les besoins de chauffage.

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.



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 boiseries intérieures 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

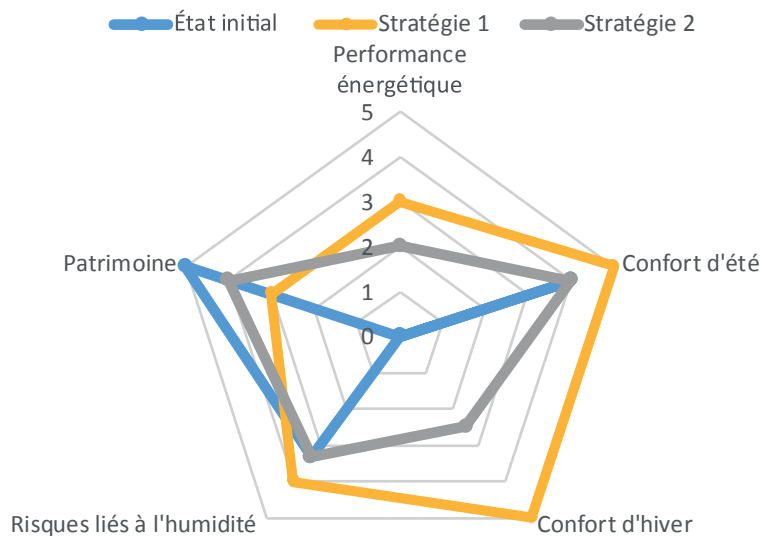
34% de réduction des besoins de chauffage*

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, batchiffrage 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

Capillarité	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.
Frein-vapeur	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.
Matériau hygroscopique	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.
Pare-vapeur hygrovariable	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 : $0,25 < Sd < 10m$).
Perspirant	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.
Résistance Thermique Surfaccique R	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 ($m^2.°C/W$). Plus la valeur de la résistance thermique d'un matériau ou d'une paroi est élevée, plus cet élément est isolant.
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 : <ul style="list-style-type: none">- d est l'épaisseur du matériau exprimée en mètres- μ (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 μ est élevé, plus la résistance est grande. Une valeur inférieure à 10 correspond à une bonne diffusion de la vapeur d'eau ($\mu(\text{air}) = 1$; $1 < \mu(\text{laine minérale}) < 2$; $6 < \mu(\text{laine minérale}) < 10$; $\mu(\text{marbre}) = \text{infini}$).
Solive	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

Maîtrise d'oeuvre : Cerema

Rue Pierre Ramond
CS 60013

33166 ST-MEDARD-EN-JALLES CEDEX
Emma STEPHAN - emma.stephan@cerema.fr

