



Constante Bodenez

Guide pour  
la réhabilitation  
du bâti  
en centre-bourg

# Adapter le bâti ancien aux enjeux climatiques

  
**MINISTÈRE  
DE LA CULTURE**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

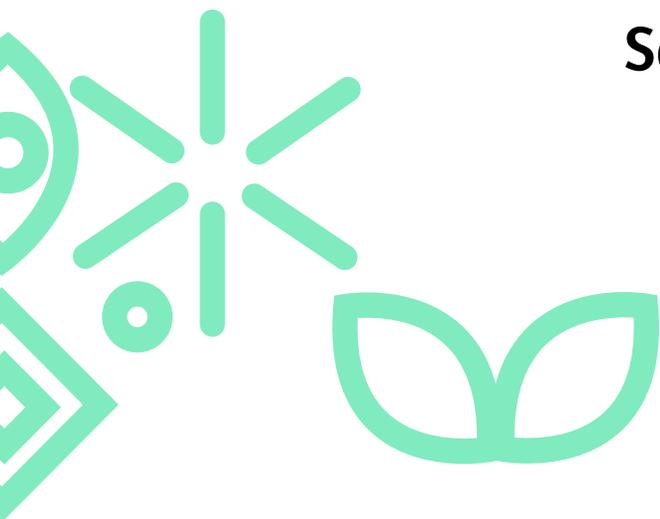
  
**PRÉFET  
DE LA RÉGION  
BOURGOGNE-  
FRANCHE-COMTÉ**  
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

  
**Ajena**

  
**STÉPHANIE  
HONNERT**  
ARCHITECTE

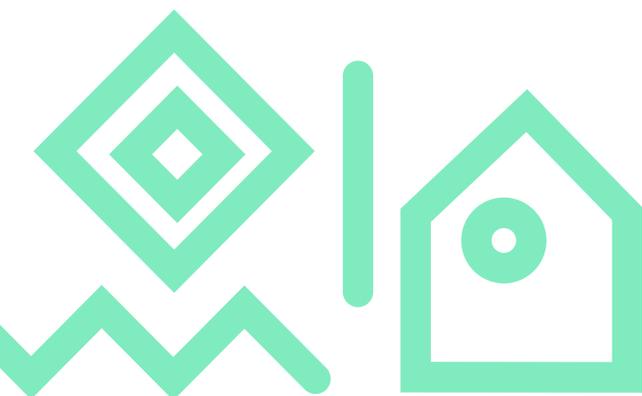


# Sommaire



<b>Cahier approche globale</b>	<b>11</b>
1.1 Le contexte de la rénovation en France	12
1.2 L'approche globale de la rénovation	20
1.3 Les diagnostics	26
<b>Cahier typologique</b>	<b>33</b>
Préambule	34
2.1 Type 1 : Bâti à commerce sur parcellaire étroit	44
2.2 Type 2 : Bâti à pan de bois sur parcellaire étroit	50
2.3 Type 3 : Immeuble de la période classique sur parcellaire remembré	56
2.4 Type 4 : Immeuble à louer sur parcellaire remembré	63
2.5 Type 5 : Maison mitoyenne sérielle	69
<b>Cahier thématique</b>	<b>75</b>
3.1 Confort et notions clefs de thermique	76
3.1.1 Le confort thermique au sein du logement	77
3.1.2 La thermique du bâtiment	81
3.1.3 Matériaux locaux et biosourcés	85
3.2 Parois et enveloppe	89
3.2.1 Isolation des murs	91
3.2.2 Isolation des toitures	106
3.2.3 Isolation des planchers	118
3.3 Menuiseries, volets, balcons	129
3.3.1 Les menuiseries	130
3.3.2 Les volets	147
3.3.3 Les balcons	157
3.4 Systèmes	162
3.4.1 La ventilation	163
3.4.2 Le chauffage	174
3.4.3 Le confort d'été	188
3.4.4 Les capteurs solaires	196
<b>Cahier projet</b>	<b>201</b>
4.1 Prérequis pour un projet serein	202
4.2 Notions de coûts	205
4.3 Préparation du chantier	212

# Avant-propos



## Contexte et ambition de l'étude

La rénovation des bâtiments en France est un enjeu important pour répondre aux engagements climatiques pris aussi bien au niveau national qu'europpéen.

En Bourgogne-Franche-Comté, la Direction régionale des affaires culturelles (DRAC) souhaite soutenir la réhabilitation des bâtiments, plus spécifiquement celle des centres anciens. En effet, des exigences spécifiques s'appliquent à ce patrimoine vernaculaire qui façonne l'image de nos cœurs de ville. Les choix de réhabilitation/rénovation/restauration des bâtiments anciens de Bourgogne-Franche-Comté sont orientés par les contextes réglementaires énergétiques et patrimoniaux. Leur situation dans des secteurs protégés ou dans un centre urbain dense ou rural augmente les contraintes ainsi que l'obligation de cohérence des interventions et nécessite alors un arbitrage spécifique **entre préservation du patrimoine et exigences thermiques**.

Aujourd'hui, il est important de développer et de mettre en place des méthodes **d'approche globale** pour la réhabilitation de ces typologies spécifiques, afin de continuer à habiter confortablement notre patrimoine.

C'est dans ces dispositions que la DRAC a missionné l'association AJENA pour animer le programme **Adapter le bâti ancien aux enjeux climatiques** sur le territoire de Bourgogne-Franche-Comté. L'enjeu du programme est de concilier performance thermique du bâtiment et valorisation urbaine patrimoniale.

## Objectifs du guide

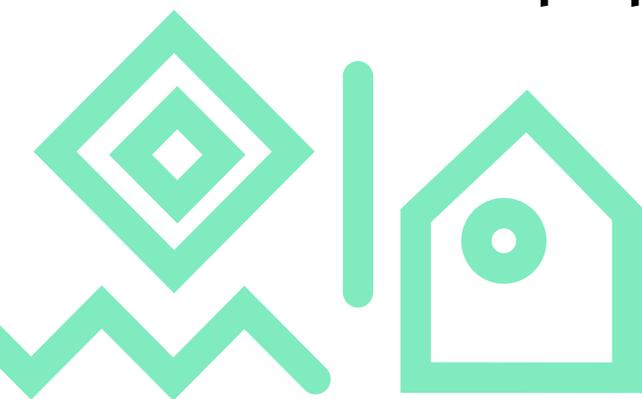
Le guide a pour objectif de proposer un **outil commun** à toutes les structures partenaires pour garantir une réhabilitation globale et cohérente, entre valorisation du patrimoine et performance thermique.

Il vise à défendre des **compromis de moyens** selon les trois facteurs suivants :

- Adapter les exigences de confort à l'usage du bâtiment et à la mise en valeur de ses qualités.
- Respecter des valeurs patrimoniales en préservant durablement les caractéristiques architecturales et esthétiques.
- Améliorer la qualité énergétique du bâti ancien, en défendant des solutions performantes.

# Avant-propos

## Définitions



**Adapter :**  
« Modifier la pensée (...) ou modifier quelque chose pour l'approprié à quelqu'un, le mettre en accord avec quelque chose. »  
(Dictionnaire **Larousse**)

**Bâti ancien :**  
Construction datant d'avant 1947 utilisant des techniques traditionnelles et des matériaux biosourcés et géosourcés.

Guide pour  
la réhabilitation  
du bâti  
en centre-bourg

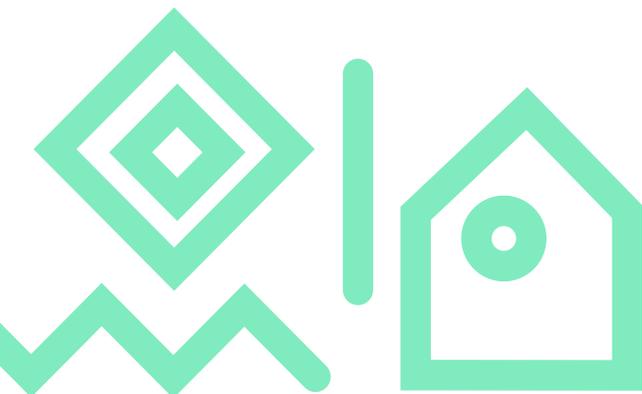
# Adapter le bâti ancien aux enjeux climatiques

**Réhabilitation :**  
Fait de rétablir – quelqu'un, quelque chose – dans l'estime, dans la considération perdue.  
Fait – pour quelqu'un, quelque chose – de retrouver cette estime, cette considération.  
(**CNRTL**)

**Centre-bourg :**  
Petites et grandes communes munies de typologies urbaines caractéristiques et dont la réhabilitation et la valorisation constituent un enjeu territorial.

**Enjeux climatiques :**  
Évolution du climat sur les prochaines décennies suivie de l'émergence de nouvelles problématiques (confort d'été, approvisionnement en énergie décarbonée, pollution de l'air, gestion de l'eau, etc.).

# Avant-propos



## Légende :

Sites patrimoniaux remarquables (SPR)  
s'appuyant sur des codes

- PVAP  
Plan de valorisation de l'architecture et  
du patrimoine (ZPPAUP-AVAP)
- PSMV  
Plan de sauvegarde et de mise en va-  
leur

Territoires de projets  
s'appuyant sur des chartes

- ✱ Parc naturel régional
- ✱ Parc national
- Villes d'art et d'histoire
- ✱ Territoires d'art et d'histoire

Contrat de revitalisation  
Contrat à durée limitée

- Petites villes de demain
- Action Cœur de ville

## Périmètre de l'étude

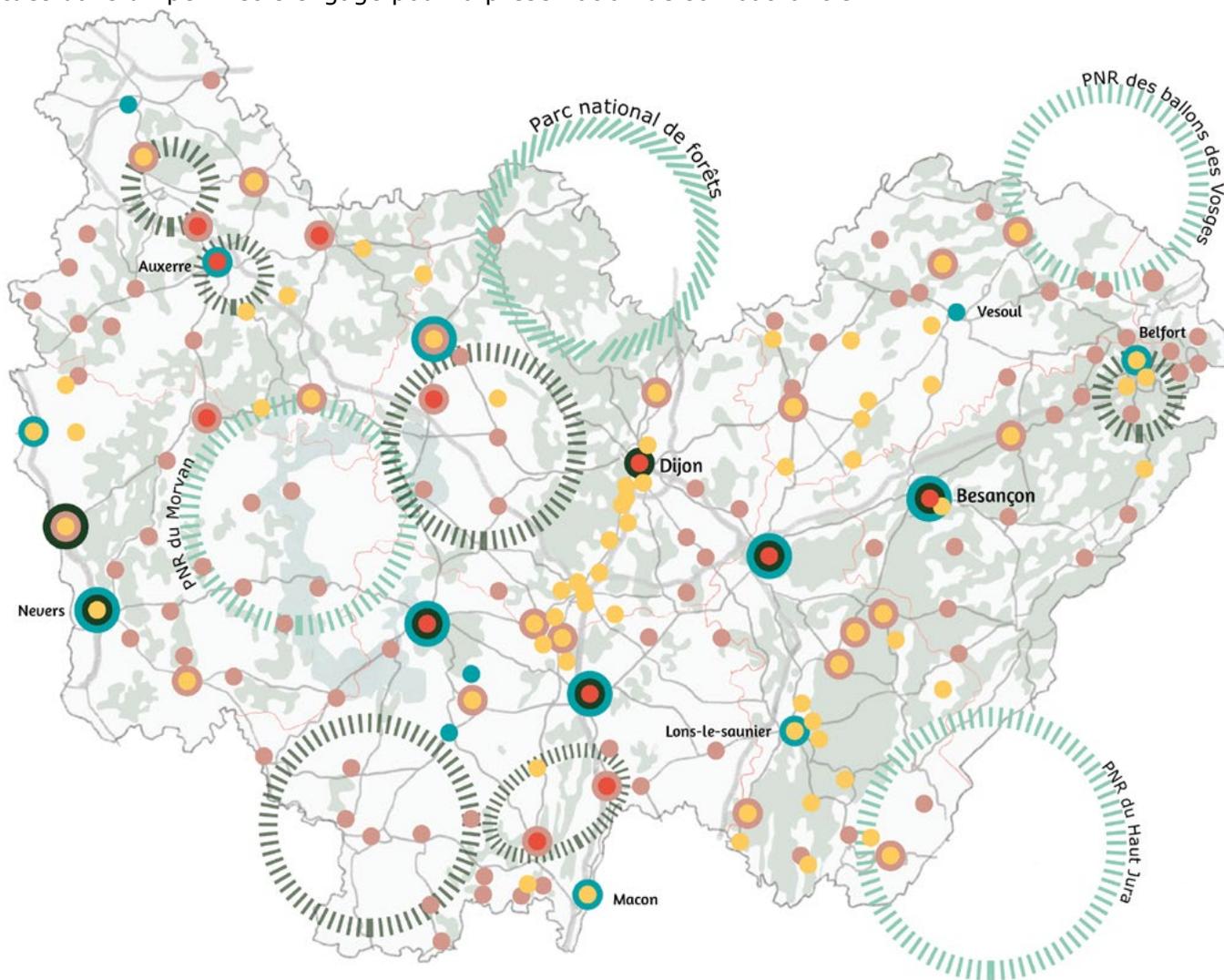
Bâtiments construits avant 1947 en Bourgogne-Franche-Comté

1947

Modes constructifs traditionnels

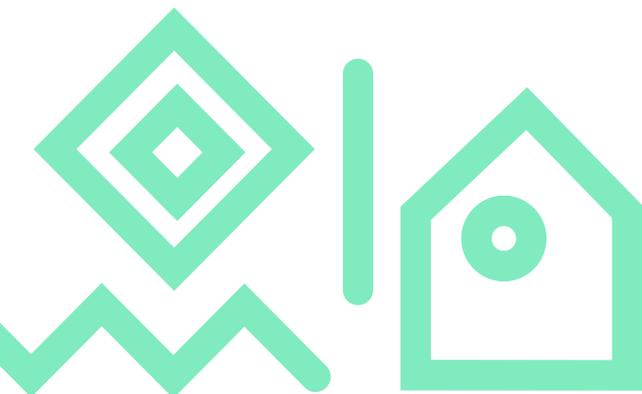
Vers des modes constructifs industriels

Et situés dans un périmètre engagé pour la préservation de son bâti ancien



Cartographie des communes ayant engagé une réflexion sur la préservation de leur patrimoine – © Ajena

# Avant-propos

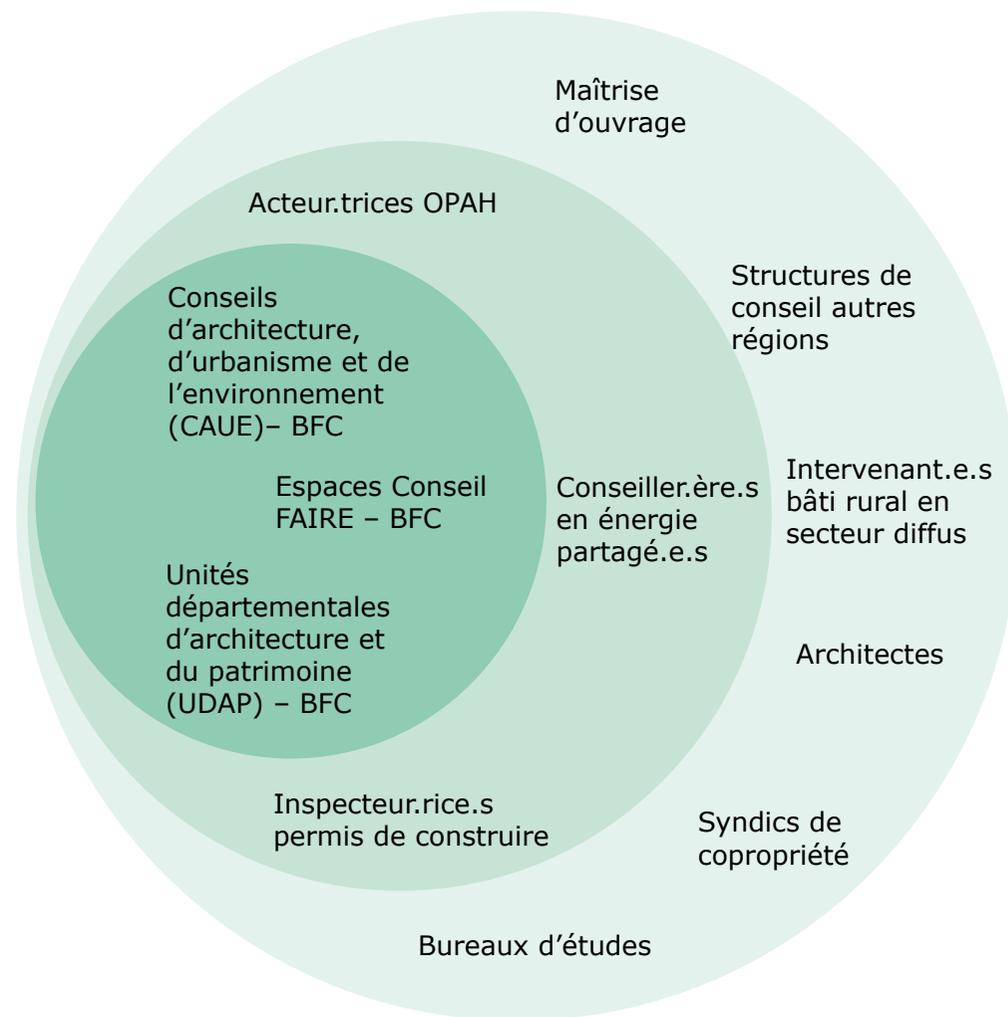


## Les destinataires

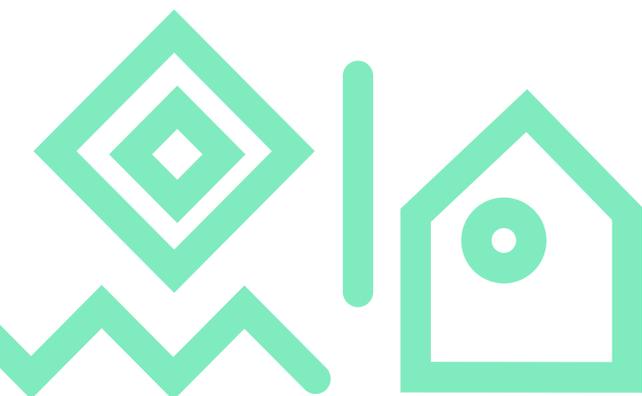
**Destinataires prioritaires :**  
Structures de conseil en rénovation et patrimoine.

**Destinataires secondaires :**  
Structures annexes et facilitatrices de la rénovation énergétique.

**Destinataires tertiaires :**  
Porteurs.e.s de projets  
Acteur.trice.s hors territoire et hors périmètre de l'étude.



# Avant-propos



## Recensement des études existantes

### Études territoire Bourgogne- Franche-Comté

<p>PNR Haut-Jura</p>	<p>Opération Façades 70</p>
<p>Solutions techniques de référence</p>	<p>Rénov'act</p>

### Études rénovation bâti patrimonial

<p>Apur</p>	<p>Cerema Occitanie</p>
<p>Habitat ancien en Alsace</p>	<p>PNR Brenne</p>
<p>Bâti ancien Ariège</p>	<p>Grand Poitiers</p>

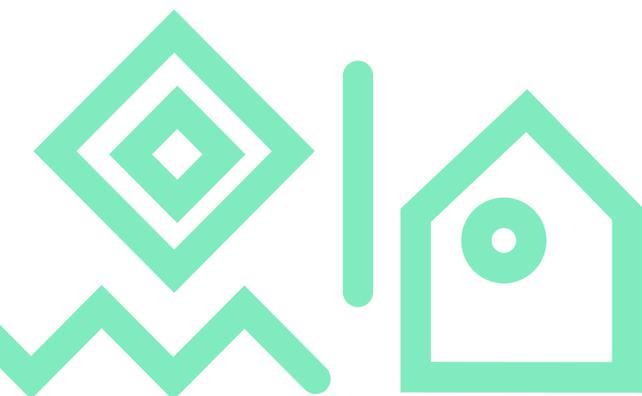
### Études rénovation thermique

<p>Request Interreg</p>	<p>Atheba</p>
<p>Adaptation changements climatiques</p>	<p>Rénovation performante</p>

- Rural – secteur diffus
- Urbain – secteur dense
- Approche globale
- Bâti 1947-2005
- Confort d'été
- Coût économique
- Impact écologique
- Matériaux biosourcés
- Pathologies
- Études thermiques
- Études typologiques
- Prescriptions techniques
- Approche urbaine

Les dénominations sont volontairement synthétiques. Les études sont référencées dans la bibliographie à la fin du guide (p. 222).

# Avant-propos



## Comment utiliser le guide ?

Les mots suivis d'un astérisque sont à retrouver dans les notes de chaque page et dans le lexique à la fin du document.

Les travaux d'isolation\* ou de correction thermiques (CTI) sur un mur en ITE\*ou ITI\* peuvent être réalisés à condition que le mur soit diagnostiqué comme sain au préalable, ou que les pathologies (moisissures, dégâts, etc.) aient été traitées.

Pour en savoir plus sur les diagnostics :

 Les diagnostics

P. 24

FC 1

Les boutons **P.** + n° de page font référence à une autre entrée du guide dans laquelle vous trouverez des informations annexes. La couleur de la pastille correspond à celle du cahier.

Les boutons **FC** + n° renvoient à l'un des six fichiers compagnons créés pour servir de synthèse et d'interface en cas d'échange avec les particuliers.





Constance Bodenez

# Cahier approche globale



*Ornans (25) – Vue depuis la Loue – © Ajena*

# 1.1

## Le contexte de la rénovation en France

# Contexte législatif

## L'évolution des lois

Légende :

### Patrimoine

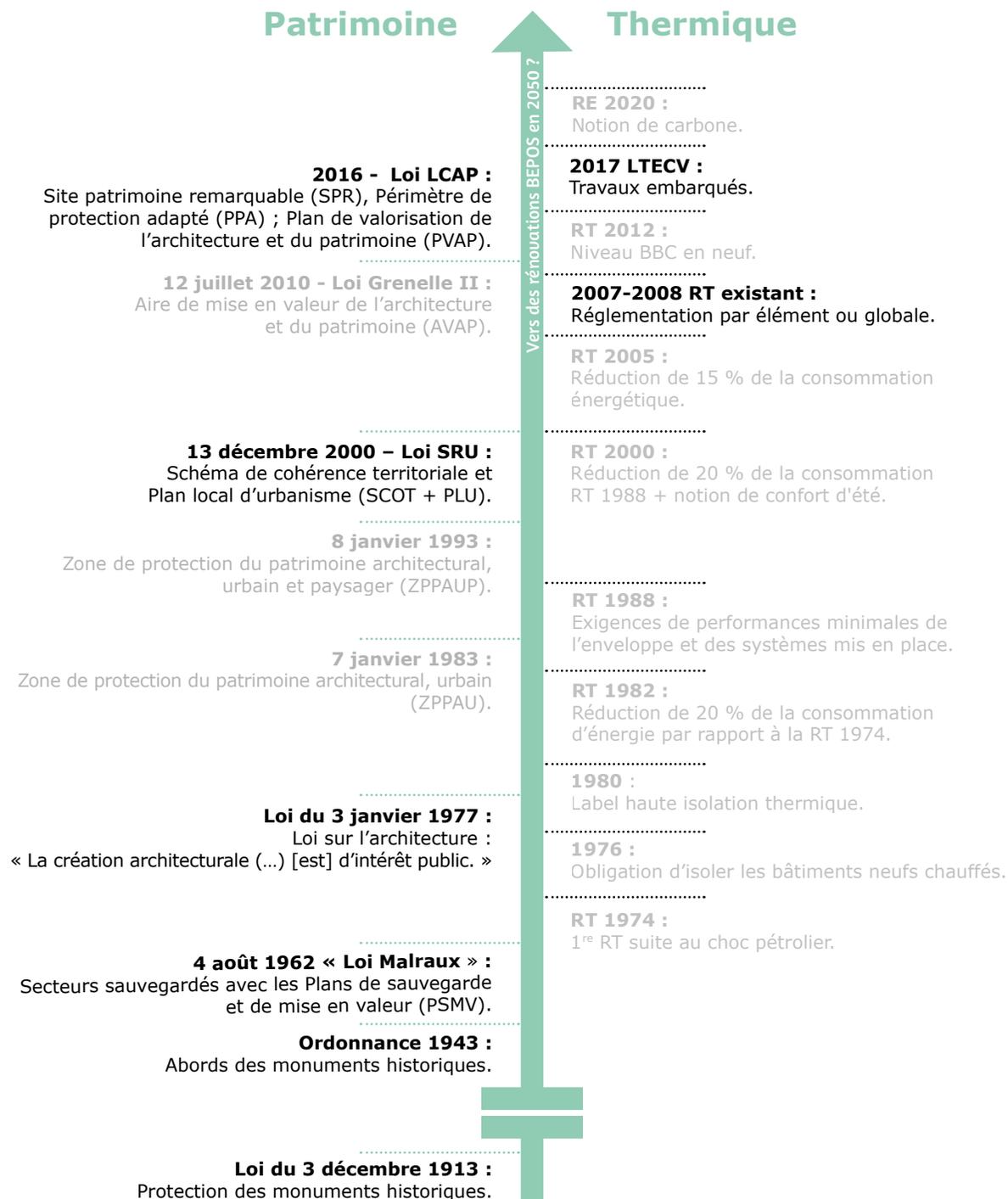
**Loi du xx** Réglementation du patrimoine obsolète.

**Loi du xx** Réglementation du patrimoine en cours

### Thermique

**RT 19xx** Réglementation thermique applicable aux bâtiments neufs uniquement ou obsolètes.

**RT 19xx** Réglementation thermique applicable aux bâtiments rénovés



# Contexte législatif

## Au titre du Code de la construction et de l'habitation

Les bâtiments anciens dérogent aux réglementations thermiques du fait de la multiplicité des cas et de la complexité de traitement. Or la rénovation thermique et architecturale de ce bâti assure leur pérennité et leur préservation. Elle est nécessaire.

\* **SPR** : Site patrimoine remarquable

## Quelles exigences législatives ?

Les réglementations thermiques (RT 2012, RE 2020...) ne concernent que les constructions neuves. Lors de travaux de rénovation sur des bâtiment d'avant 1948, il est nécessaire de respecter la **réglementation thermique par élément**. Selon l'**arrêté du 3 mai 2007** (modifié le 1<sup>er</sup> janvier 2018), chaque élément remplacé doit respecter un critère de performance.

De plus, lorsque le bâtiment relève du bâti ancien et/ou présente un **intérêt patrimonial (monument classé, inscrit ou en SPR\*)**, il bénéficie d'une dérogation.

### CEPENDANT :

#### **Il est tout à fait possible d'être performant thermiquement et respectueux du patrimoine !**

Les performances de la réglementation thermique par élément constituent a minima des objectifs à atteindre, voire un **seuil minimal de performance** à conserver comme objectif dans les choix de rénovation.

Rénover un bâtiment, en particulier un logement, c'est :

- Permettre un usage pérenne du bâtiment ancien.
- Améliorer le confort quotidien pour se « sentir bien chez soi » en toute saison.
- Valoriser les savoir-faire et le patrimoine vivant.
- Réduire la facture d'énergie en diminuant ses besoins en énergie primaire.
- Contribuer à la diminution des émissions de CO<sup>2</sup>.
- Participer à la valorisation du patrimoine.



*Application de ouate de cellulose projetée.  
Immeuble à pan de bois à Schnersheim (67)  
© Denis Elbel – CREBA*

# Contexte législatif

## Au titre du Code de l'urbanisme et du Code du patrimoine

La réglementation patrimoniale en France s'articule autour du Code du patrimoine et de l'urbanisme. Avant chaque projet, il est important de connaître les niveaux de protection de la parcelle et du bâtiment.

<sup>1</sup> Sites & Cités

<sup>2</sup> op. cit.

<sup>3</sup> Ministère de la Culture

À savoir : les travaux de rénovation complets réalisés sur un bâtiment situé dans un SPR ou sur un MH bénéficient de dispositifs fiscaux particuliers.

\* EPIC : Établissement public à caractère industriel et commercial

## Quel contexte législatif s'applique à une parcelle donnée ?

**PLU(i)** – Plan local d'urbanisme.

*Code de l'urbanisme*

Rédigé soit par les services des mairies, soit par les EPIC\* ayant la compétence planification ou alors par des prestataires extérieurs.

**Objectifs** : régler les constructions d'une commune et leurs caractéristiques comme l'emprise au sol, l'occupation, l'aspect extérieur ou la densité.

### Sites patrimoniaux remarquables (SPR)

**PSMV** – Plan de sauvegarde et de mise en valeur.

*Code de l'urbanisme*

Rédigé conjointement par l'État et les collectivités, accompagnés de bureaux d'études spécialisés, il se substitue au PLU. Il concerne l'intérieur et l'extérieur des bâtis.

**Objectifs** : après une étude urbaine et historique, le PSMV est un document d'urbanisme qui permet autant de « *conserver le cadre urbain et l'architecture ancienne que d'en permettre l'évolution harmonieuse au regard des fonctions urbaines contemporaines et en relation avec l'ensemble de la ville*<sup>1</sup>. »

**PVAP** – Plan de valorisation de l'architecture et du patrimoine.

*Code du patrimoine*

Rédigé conjointement par l'État et les collectivités, accompagnés de bureaux d'études spécialisés. C'est une servitude d'utilité publique annexée au PLU(i). Il concerne uniquement l'extérieur des bâtis.

**Objectifs** : « *identifier les immeubles, espaces publics, monuments, sites, cours, jardins (...) à protéger et à conserver, à mettre en valeur ou à requalifier pour des motifs d'ordre culturel, historique ou architectural. Il fixe les prescriptions permettant d'assurer leur conservation ou leur restauration*<sup>2</sup> (...). »

### Monuments historiques

**Abords de monument historique**

*Code du patrimoine*

Périmètre (délimité ou de 500 m) autour d'un monument historique, soumis à l'avis de l'architecte des Bâtiments de France (ABF).

**Objectifs** : s'assurer que le projet s'insère dans l'environnement urbain singulier.

**Monument historique (MH)**

*Code du patrimoine*

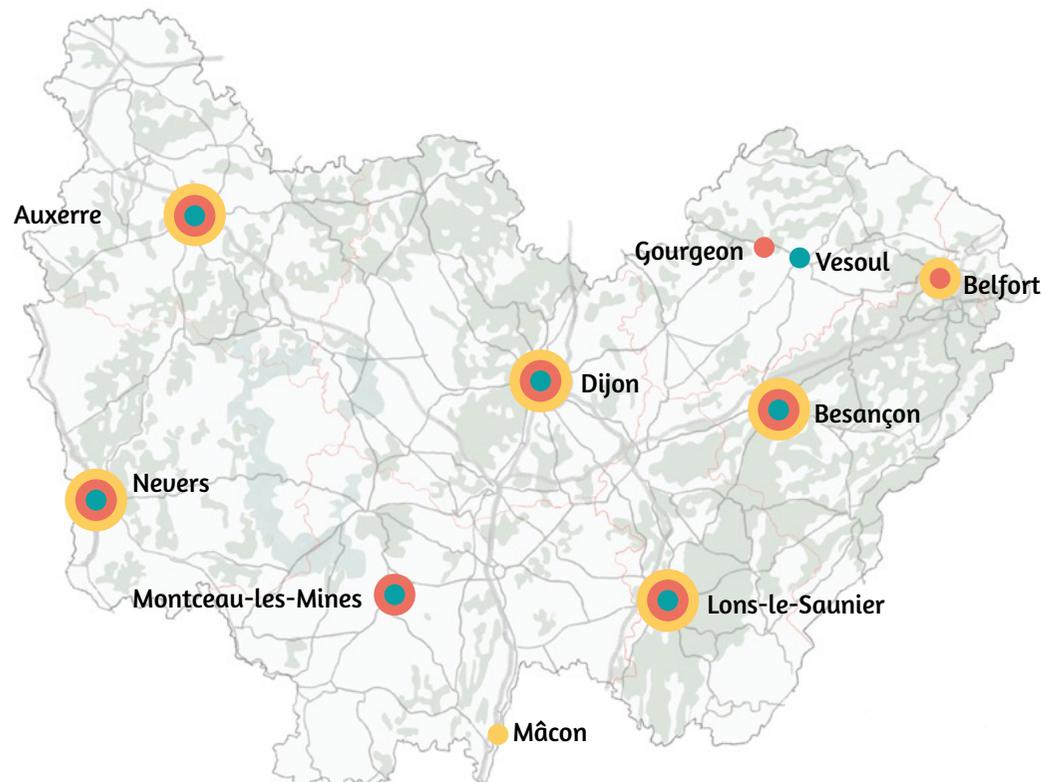
C'est « *une reconnaissance par la Nation de la valeur patrimoniale d'un bien*<sup>3</sup>. »

Les travaux doivent être envisagés au cas par cas, conjointement avec la DRAC.

**Objectifs** : préserver le bâtiment et assurer sa restauration et sa rénovation.

# Partenaires et ressources

## Contacts des partenaires pour la réhabilitation en Bourgogne-Franche-Comté



Cartographie des partenaires © Ajena

### LES CAUE

Conseils d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement

#### Pour quoi ?

Obtenir des conseils en architecture, en patrimoine et montage de projets, pour l'intégration des constructions dans leur environnement, en dehors de toute maîtrise d'œuvre.

#### Pour qui ?

Collectivités, particuliers et professionnel.le.s du bâtiment.

#### Quand ?

Émergence du projet, en phase diagnostic.

### LES ECF

Espaces Conseil FAIRE

#### Pour quoi ?

Obtenir des conseils techniques et financiers pour la cohérence des projets de rénovation énergétique des logements.

> Pour les projets de copropriété, se renseigner sur le dispositif Coach Copro.

#### Pour qui ?

Particuliers, professionnel.le.s et collectivités.

#### Quand ?

Premières réflexions technico-économiques autour d'un projet, en phase diagnostic.

### LES UDAP

Unités départementales de l'architecture et du patrimoine

#### Pour quoi ?

Entamer le dialogue sur la nature d'un projet et ses ambitions, afin que celui-ci corresponde aux attendus de l'espace protégé.

#### Pour qui ?

Collectivités, particuliers et architectes.

#### Quand ?

Avant le permis de construire, pour anticiper et définir la composition du bâtiment, les matériaux utilisés et son esthétique.

# Partenaires et ressources

## Ressources

Plusieurs ressources sont disponibles pour les professionnel.le.s afin de faciliter les prises de décision, trouver des collaborateurs adaptés ou se former aux spécificités de la rénovation.

### ESPACE DE FORMATION

**Le CREBA**  
Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien



#### Pour quoi ?

Ressource documentaire et retours d'expérience sur le bâti ancien.

#### Pour qui ?

Professionnel.le.s de la construction, de la rénovation et du patrimoine.

> <https://www.rehabilitation-bati-ancien.fr/>

### Pôle Énergie Bourgogne-Franche-Comté



#### Pour quoi ?

Ressource documentaire et formations pour la transition énergétique. Webinaires, ateliers de formation.

#### Pour qui ?

Professionnel.le.s de la construction, collectivités.

> <https://www.pole-energie-franche-comte.fr>

### ANNUAIRES PROFESSIONNELS

Ordre des architectes :



Pour trouver un.e architecte.

> <https://annuaire.architectes.org/>

### Association des architectes du patrimoine

Professionnel.le.s diplômé.e.s de l'École de Chaillot, garantissant leurs connaissances du bâti ancien.

> <https://www.architectes-du-patrimoine.org/>

### Association les architectes de la rénovation BFC (ADLR)

Architectes respectant une chartre de rénovation.

> <https://adlr.bfc.wixsite.com/renovons>

### Annuaire de l'OPQIBI

Certification de prestataires en ingénierie.

> <https://www.opqibi.com/>

### Annuaire des artisan.e.s

Professionnel.le.s certifié.e.s de la rénovation.

> <https://www.pole-energie-franche-comte.fr/annuaire/rge-entreprises-travaux.htm>

### Annuaire mis en place par le syndicat CAPEB

> <https://patrimoinebati.capeb.fr/>

# Partenaires et ressources

Le **CREBA** met à disposition de chacun des outils d'aide à la prise de décision.

## Une charte de réhabilitation responsable du bâti ancien

Ce document promeut « une démarche et des critères à respecter pour une réhabilitation dite "responsable" d'un bâtiment ancien. »

## La Guidance Wheel :

Outil d'aide à la prise de décision dans les rénovations. Il informe sur les travaux induits et permet de faciliter l'ordonnancement des travaux ainsi que la gestion des interfaces.

## Outils Opéra :

Outils pour la prise en compte des risques hygrothermiques lors de la réhabilitation de parois anciennes.

## Mallette pédagogique « REX Bâtiments performants »

L'Agence Qualité Construction (AQC) met à disposition des retours d'expérience, fiches pratiques et photographies. Les recommandations concernent les bâtiments neufs et la rénovation.

## Les Règles de l'Art Grenelle de l'Environnement (RAGE):

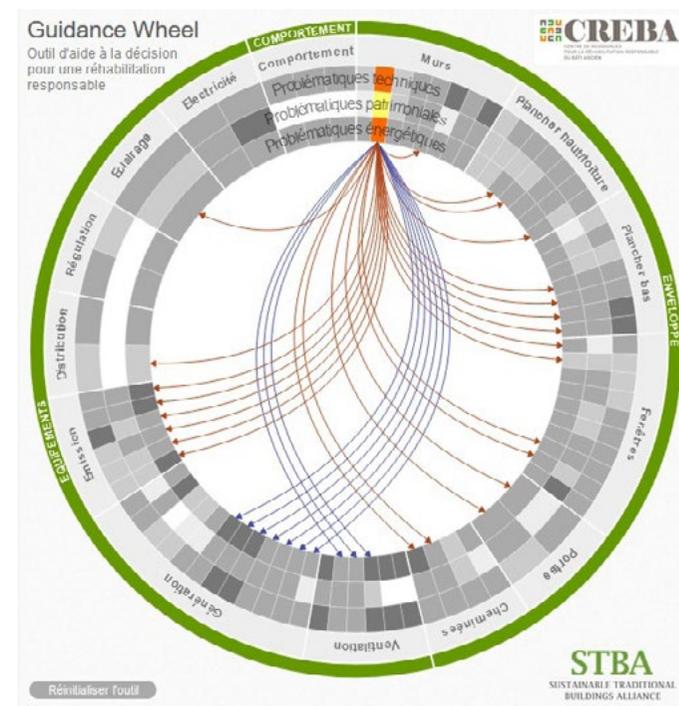
Règles et recommandations pour la performance des bâtiments en construction et en rénovation.

L'Ordre des architectes propose également une « **Mallette Rénovation** ».

*Attention, ces outils sont à destination de professionnels pour aider à la prise de décision ou souligner des points de vigilance. Ce ne sont en aucun cas des outils de conception.*

## Outils

Plusieurs outils sont disponibles pour les professionnels afin de conserver une vision globale sur un projet de rénovation, mais également de bénéficier des retours d'expérience de projets existants.



Capture d'écran de la Guidance Wheel.  
CREBA – <http://www.rehabilitation-bati-ancien.fr>

## Aides financières à la rénovation du patrimoine

La rénovation des bâtiments anciens permet de bénéficier de certaines aides financières ou avantages fiscaux.

### **Loi Denormandie :**

*Réduction d'impôt pour l'investissement locatif dans l'ancien.*

*Conditionnée par le coût d'acquisition du logement, mais aussi le revenu des locataires. Le taux de réduction d'impôt est compris entre 12 et 21 %.*

> <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F35011>

### **Dispositif Malraux :**

Réduction d'impôt selon le montant de la restauration. En 2021, la réduction d'impôt était de :

- 30 % pour les immeubles situés dans les SPR avec un PSMV.
- 22 % pour les immeubles situés dans un SPR avec un PVAP.

Les travaux doivent être contrôlés par un.e architecte des Bâtiments de France et prendre en charge la restauration de l'intégralité de l'immeuble.

> <https://www.loi-malraux-immobilier.fr/>

### **Aides de la DRAC :**

La Direction régionale des affaires culturelles dispose d'aides, renseignez-vous auprès des UDAP.

### **Aides Effilogis :**

Aides financières de la région conditionnée à un niveau de performance de la rénovation, basée sur le modèle Effinergie (label BBC Rénovation).

> <https://www.effilogis.fr/>

### **Aides de la région et/ou des communes via les programmes Action Cœur de ville :**

Dans le cadre des contrats Cœur de ville, les communes qui participent au programme disposent de fonds spécifiques et cumulables avec d'autres subventions.

> [Se renseigner auprès du service urbanisme des communes](#)

### **Aides de la Fondation du patrimoine :**

Certains projets spécifiques et de grande envergure peuvent bénéficier d'aides ou de dons.

> <https://www.fondation-patrimoine.org/>



*Place François-Rude, Dijon (21) – © Ajena*

## 1.2

# L'approche globale de la rénovation

# L'approche globale

## Définition

L'approche globale de la réhabilitation observe un projet de rénovation dans son ensemble afin d'éviter des interventions décorréées les unes des autres et sans gestion des interactions entre les lots. Elle participe ainsi à atteindre les objectifs communs de performance énergétique et de valorisation du patrimoine.

## Qu'est-ce que l'approche globale de la réhabilitation ?

L'approche globale considère le fonctionnement du bâtiment dans son ensemble. C'est la seule solution pour garantir une performance thermique élevée et éviter l'apparition de désordres.

Elle favorise d'une part la gestion des interfaces entre les postes de travaux et d'autre part elle augmente la probabilité d'atteindre le niveau de performance prévu à l'étape projet.

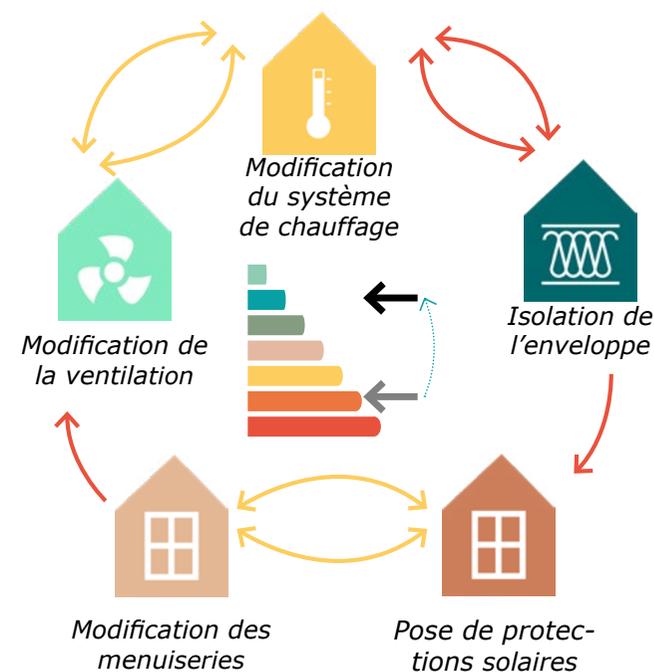
*Le traitement adapté des interfaces différencie, à investissement égal, une rénovation moyennement performante d'une rénovation très performante.*

## Le contexte de l'étude et du guide

L'étude se focalise sur les problématiques spécifiques liées à la rénovation du bâti en centre ancien (ville et bourg). Le guide vise à développer les deux axes suivants selon une approche globale :

- Proposer une réflexion sur les qualités intrinsèques du bâti ancien à conserver et à faire évoluer avec les besoins contemporains.
- Rechercher un arbitrage des travaux de rénovation entre performance thermique et valorisation du patrimoine.

L'approche globale est une recherche de cohérence entre tous les travaux afin d'atteindre un fonctionnement optimal du bâtiment et un **compromis de moyens**, vers une démarche la plus pertinente selon le bâtiment, sa valorisation, les diagnostics, l'environnement, et les objectifs de performance.



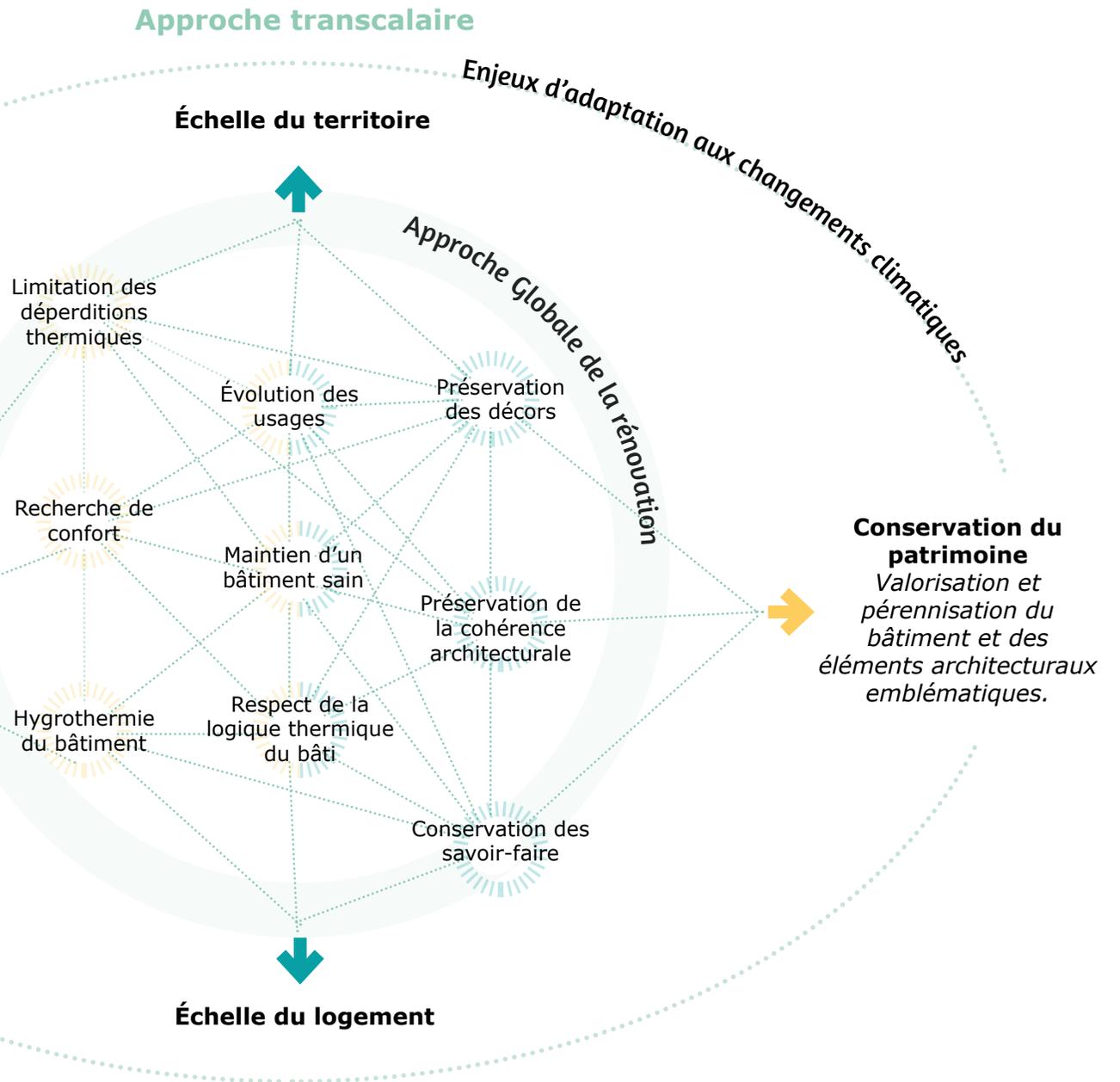
*L'approche globale et la prise en compte des interactions induites entre les différentes interventions est la seule manière de garantir une performance optimale –*  
© AJENA

# L'approche globale

## Une réflexion à la croisée de plusieurs problématiques

Approche transversale

**Rénovation énergétique**  
*Considération de l'évolution des usages, du climat et des exigences de performance.*



**Conservation du patrimoine**  
*Valorisation et pérennisation du bâtiment et des éléments architecturaux emblématiques.*

Les problématiques de rénovation énergétique et de réhabilitation patrimoniale d'un bâtiment se regroupent autour de sujets transversaux, et transcalaires (à travers les échelles entre le territoire et le logement). Ces problématiques communes nécessitent d'être traitées dans un souci de compromis sans altérer le **confort des occupants** et la **durabilité des interventions**.

## Réflexions transversales

Parmi les problématiques évoquées dans le schéma précédent, certaines sont des clés de rénovation du bâti ancien patrimonial. En sus du résumé ci-contre, elles sont traitées de façon détaillée dans différentes études de référence (BATAN, ATHEBA, etc.).

*\* Un air trop sec peut également être nuisible à la santé. Le taux d'humidité de l'air ambiant peut être mesuré facilement grâce à un hygromètre.*

*\* **Perspiration** : capacité de la paroi d'évacuer la vapeur d'eau.*

**Prêt de mallette énergie** > <https://www.grandbesancon.fr/categorie-demarche/developpement-durable/>

Les bâtiments anciens sont caractérisés par :

### Gestion de l'humidité



Un fonctionnement hygroscopique dynamique. L'eau est présente sous deux formes : liquide et gazeuse.

Une bonne gestion de l'humidité permet de :

- Évacuer l'eau liquide en pied de mur.
- Évacuer la vapeur d'eau générée par les habitant.e.s.
- Éviter les désordres sévères.
- Garantir les performances de l'isolant.
- Garantir un air sain\*.

### Comment agir ?

- Réaliser un diagnostic en cas de traces d'humidité.
- Utiliser des matériaux qui favorisent la perspiration\* des parois.
- Mettre en place un frein-vapeur afin de protéger l'isolant de l'humidité intérieure.
- Mettre en place un système de ventilation adapté et régulé.

### Étanchéité à l'air



Une forte perméabilité à l'air, ce qui s'oppose à la logique performative des bâtiments contemporains.

Une bonne étanchéité à l'air permet de :

- Limiter les déperditions thermiques en hiver.
- Favoriser le contrôle de la qualité de l'air.
- Éviter l'inconfort des courants d'air non maîtrisés.

### Comment agir ?

- Assurer la continuité du « plan d'étanchéité à l'air ».
- Adapter la pose des menuiseries et choisir la ventilation associée.
- Mettre en place un système de ventilation adapté et régulé.

*L'étanchéité à l'air d'un logement peut être mesurée par un spécialiste pendant les travaux et donc corrigée avant la fin des travaux.*

### Confort d'été



Des épaisseurs de murs conséquentes avec une forte inertie synonyme de fraîcheur en été.

Le confort d'été consiste à éviter les surchauffes dans le logement et permet de :

- Conserver un climat intérieur agréable.
- Se passer d'une climatisation énergivore.

### Comment agir ?

- Mettre en place des protections solaires, extérieures de préférence.
- Assurer une circulation d'air en été.
- Conserver les qualités d'inertie, donc un déphasage important.

*L'isolation par l'intérieur coupe l'inertie du bâtiment. La perte d'inertie des murs peut être compensée en utilisant des matériaux d'isolation et/ou de composition des cloisons denses.*

# L'approche globale

## Approche transcalaire

La réflexion transcalaire vise à étudier le sujet de la réhabilitation à travers différentes échelles, de la ville au logement, en passant par le quartier et réciproquement.

Études thématiques à l'échelle urbaine :

 Adaptation au changement climatique

 Request Interreg

## Quelle échelle adopter pour une réhabilitation efficace ?

L'adaptation du bâti ancien aux enjeux climatiques ne peut se limiter à une réflexion sur le bâti seul, en particulier dans les centres anciens qui présentent des densités importantes.

- Comment peut-on alors engager des réflexions collectives à l'échelle d'un îlot, qui permettraient de définir des logiques d'intervention collective, et qui se déclinaient jusqu'au sein du logement ?
- Quelles mutualisations et quelles actions de grande échelle peuvent alors se mettre en place ?

Nous avons identifié par la suite plusieurs actions qui peuvent être traitées à travers une approche transcalaire.

Ces démarches d'une échelle de ville ou de quartier à celle du logement individuel sont possibles si elles sont accompagnées d'un engagement politique, d'un programme urbain précis et d'un travail pluriel et prospectif sur l'évolution de la ville et des quartiers protégés. Elles nécessitent l'engagement des acteurs locaux, mais aussi celui des habitant.e.s et/ou des propriétaires.

## Enjeux techniques



Bâtiments économes



Bâtiments économes et énergies renouvelables



Confort d'été



Eaux pluviales

## Enjeux patrimoniaux



Cohérence et mutation du patrimoine

## Enjeux opérationnels



Mutualisation des actions de réhabilitation

> Les enjeux explicités ci-dessus sont ceux qui ont été retenus comme axes de mission pour le développement du guide. L'approche globale peut être approfondie en prenant en compte les questions de qualité de l'air, de pollution, de gestion de l'eau, de biodiversité, etc.

# L'approche globale

## Approche transcalaire

Élément de structure urbaine, **l'îlot** encourage des réflexions communes et des logiques d'intervention collective, de même qu'à **l'échelle de la parcelle**.

La rénovation d'un quartier ou d'un bâtiment est synonyme d'économies d'échelle.

Au niveau **du logement**, les actions sont soumises à autorisations collectives. Les initiatives individuelles peuvent mener à des actions collectives. Un passage en chauffage collectif serait par exemple plus efficient.

*\* Il existe plusieurs possibilités :*

– Production d'énergie renouvelable ou non (gaz).

– Raccordement à un réseau de chaleur urbain (renouvelable ou non).

– Création d'une chaufferie collective  
Pour chaque solution, la production d'eau chaude sanitaire peut être collective ou individuelle.



Bâtiments économes



Énergies renouvelables



Confort d'été



Eaux pluviales



Cohérence et mutation du patrimoine



Mutualisation des actions de réhabilitation

### Échelle de l'îlot

- Logique de rénovation d'un ensemble urbain.
- Gestion des interfaces entre bâti.

- Complémentarité possible des besoins en énergie (selon usages).
- Production/alimentation en énergie collective\* au bénéfice du quartier.

- Trame verte et trame bleue.
- Optimisation de ventilation naturelle de l'îlot.
- Albédo des surfaces à considérer.
- Masque solaire des immeubles à prendre en compte.

- Récupération et valorisation des eaux de pluie.
- Désimperméabilisation des sols et infiltration des EP pensée à grande échelle.

- Réhabilitation de l'îlot liée à une démarche de mutation urbaine globale.
- Pérennisation d'une cohérence morphologique.
- Construction de la notion de patrimoine social.

- Coordination des actions – gestion groupée des interfaces.
- Préservation de la valeur esthétique du quartier.

### Échelle de la parcelle

- Logique de rénovation du bâtiment dans son ensemble.

- Production/alimentation en énergie collective\* au bénéfice de la copropriété.

- Végétalisation des communs.
- Optimisation de ventilation naturelle de la parcelle.
- Albédo des surfaces à considérer.
- Harmonisation des protections solaires.

- Récupération et valorisation des eaux de pluie sur la parcelle.
- Désimperméabilisation des sols et infiltration des EP.
- Raccord à un projet à l'échelle de l'îlot.

- Adaptation au mode de vie contemporain.
- Rénovation du bâti dans son ensemble afin d'en conserver la logique thermique et esthétique.
- Préservation des éléments remarquables.

- Concertation et coordination des actions des copropriétés.
- Préservation de la valeur esthétique du bâtiment.

### Échelle du logement

- Rénovation d'un logement en cohérence avec le projet d'immeuble.

- Production d'énergie individuelle ou collective.

- Végétalisation individuelle complémentaire.
- Optimisation de la ventilation naturelle des espaces collectifs.
- Harmonisation des protections solaires hétérogènes.

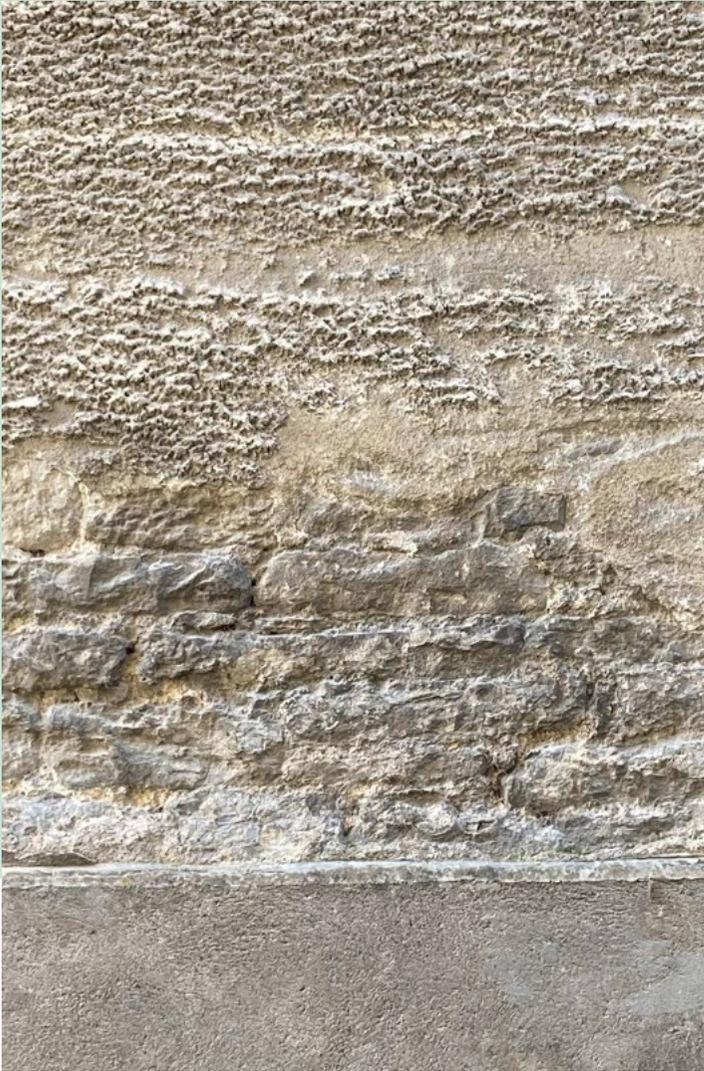
- Récupération d'eau de pluie et revalorisation soumise à autorisation et initiatives collectives.

- Adaptation du logement au mode de vie contemporain.
- Préservation de la valeur esthétique du logement et de ses éléments remarquables intérieurs.

- Démarches de concertation et de coordination des actions entre copropriétaires.
- Validation collective pour certaines interventions individuelles.

## 1.3

# Les diagnostics



*Cloquage des enduits lié aux remontées capillaires,  
Ornans (25) - © Ajena*

## Objectifs et étapes clefs

Quelle que soit la taille du projet, il est essentiel de connaître l'état général du bâtiment. Un diagnostic précis est une étape essentielle à tout projet.

## Objectifs d'un diagnostic

Les diagnostics sont une **étape essentielle et obligatoire avant toute opération de réhabilitation**. Il s'agit de se rendre compte de l'état général d'un bâtiment afin d'orienter les travaux, d'éviter les mauvaises surprises pendant le chantier ou une fois que les travaux auront été réalisés.

**Le diagnostic doit porter sur toutes les parties du bâtiment**, des fondations à la couverture. Il doit être le plus exhaustif possible et **prendre en compte les pathologies et les éléments patrimoniaux**.

Dans le cas d'un patrimoine remarquable, il doit s'accompagner d'une analyse historique détaillée permettant de retracer l'histoire du bâtiment.

Il constitue une **analyse de l'état du bâtiment**, mais aussi de ses usages et des facteurs externes qui pourraient impacter l'état existant ou orienter le projet. Cette étape de synthèse **apporte une vision plus réaliste** de l'état du bâti et des hypothèses d'amélioration énergétique.

Réaliser un diagnostic délimite l'ampleur des travaux de traitement des pathologies et donc précise l'enveloppe budgétaire disponible.

Les différent.e.s professionnel.le.s doivent travailler ensemble pour conjuguer les compétences et choisir des solutions adaptées au cas rencontré.

🔍 Les diagnostics

FC 1

**PaCote** **Projet OPERA**

**TRAVAUX PREALABLES – ENTRETIEN ET REPARATION DES ENDUITS**  
*La présente fiche est liée à la suite d'outils OPERA et ne remplace en rien les règles de l'art existantes*

Généralités

L'état de l'enduit détermine la protection à la pluie battante de la paroi, souvent réalisée en matériaux (brique ou pierre par exemple) de qualité moyenne et présentant une faible protection à la pluie. Avant d'entamer une isolation par l'intérieur l'enduit extérieur doit être rénové si celui-ci est dégradé.

Diagnostic état de l'enduit

**Enduit à la chaux en mauvais état :**

Ci-contre un exemple d'enduit extérieur à la chaux relativement ancien et fissuré. Ici la fissure est continue sur toute la hauteur du pignon et relativement large à certains endroits. Il s'agit de plus d'un pignon exposé à l'ouest donc très exposé à la pluie battante.

Outre la taille de la fissure deux éléments traduisent la présence d'humidité et de pathologies :

- La végétation poussant à travers la fissure
- L'état du mur côté intérieur (photos page suivante)

À côté de la fissure toute une partie de l'enduit s'est décollée (entre pierres d'angle) laissant apparaître la structure du mur en moellons.



**Enduit à la chaux présentant une fissure importante**

**Revêtement étanche à la vapeur :**

Certains bâtiments anciens ont également été rénovés avec des revêtements inadaptés, tels qu'un revêtement trop étanche à la vapeur d'eau.



**Pathologie due à un revêtement étanche à la vapeur sur une paroi ancienne**

Sur le mur ci-contre un enduit minéral et une peinture ont été appliqués sur un mur en pierre, rendant l'ensemble étanche à la vapeur. La conséquence a été le décollement de l'enduit et une exposition importante à la pluie battante.

**Cerema** **CSTB** **ebok** **POUGET**

Exemple de fiche diagnostic d'un enduit – Outil OPERA

# Les diagnostics

## Diagnostic architectural et patrimonial

Le diagnostic patrimonial architectural est un préalable obligatoire à tous types de travaux dans le bâti existant patrimonial. Pour travailler sur des supports sains et réduire les risques de sinistres et de litiges, la consolidation et la conservation du bâtiment sont dictées par le diagnostic qui oriente et hiérarchise les désordres.

*Note :*

*\* En Bourgogne-Franche-Comté, les diagnostics sanitaires concernant la mэрule et les termites sont plus rares car cette zone géographique est moins concernée par ces problématiques.*

### Le diagnostic patrimonial architectural

C'est une analyse technique et spatiale en deux parties :

- Une étude archéologique qui renseigne l'évolution spatiale et structurelle à travers les époques, et quels impacts ces modifications ont eus sur le bâtiment.
- Une étude sanitaire qui permet de repérer les désordres, les éventuelles pathologies et leur évolution, l'état des équipements (chaudière, radiateurs, ventilation).

Il s'accompagne souvent d'un relevé (dessin et photographie), qui permet d'établir les plans, coupes et façades nécessaires pour identifier la logique d'un désordre pour mieux en traiter la cause. Enfin, le relevé permet de quantifier et de rendre compte de l'ampleur des travaux.

### Reconnaissance des éléments remarquables

Pour certains bâtiments, cette reconnaissance peut être exigée. Elle permet de relever les éléments à préserver (boiseries, menuiseries, décors, etc.) et à restaurer le cas échéant.

### Les diagnostics sanitaires

Avant les travaux, il est essentiel de réaliser, entre autres\*, un diagnostic amiante et un diagnostic plomb, afin de localiser l'utilisation de ces matériaux et d'anticiper leur procédure de dépose.

### L'étude de faisabilité

Dans certaines situations, avant de s'engager dans des travaux ou un projet, l'architecte missionné.e peut réaliser une étude de faisabilité. Sur la base des éléments du diagnostic, elle peut établir plusieurs scénarios de réhabilitation selon le budget, les souhaits et les ambitions.



*Désordres repérés lors du diagnostic  
© Stéphanie Honnert Architecte*

# Les diagnostics

## Diagnostics thermiques

### Les audits énergétiques

C'est une expertise thermique qui considère les caractéristiques du bâti, ses usages et ses consommations énergétiques. Elle fait ressortir des pistes d'amélioration du bâti, de ses parois et des systèmes (chauffage, ventilation) grâce à différents scénarios de rénovation.

### La simulation thermodynamique (STD)

Il s'agit d'une modélisation avec un logiciel du bâtiment qui caractérise le fonctionnement thermique du bâti au cours d'une période (1 an) et permet d'objectiver les besoins énergétiques saisonniers. Elle met en lumière les phases d'inconfort autant en été (surchauffe) qu'en hiver.

### La caméra thermique

Les images thermiques d'un bâtiment sont des outils importants pour le diagnostic des points singuliers de l'enveloppe et des systèmes (réseau ventilation, réseau électrique, etc.).

Leur analyse aboutit à une priorisation des travaux en lien avec le budget de rénovation.

### Le diagnostic de performance énergétique (DPE\*)

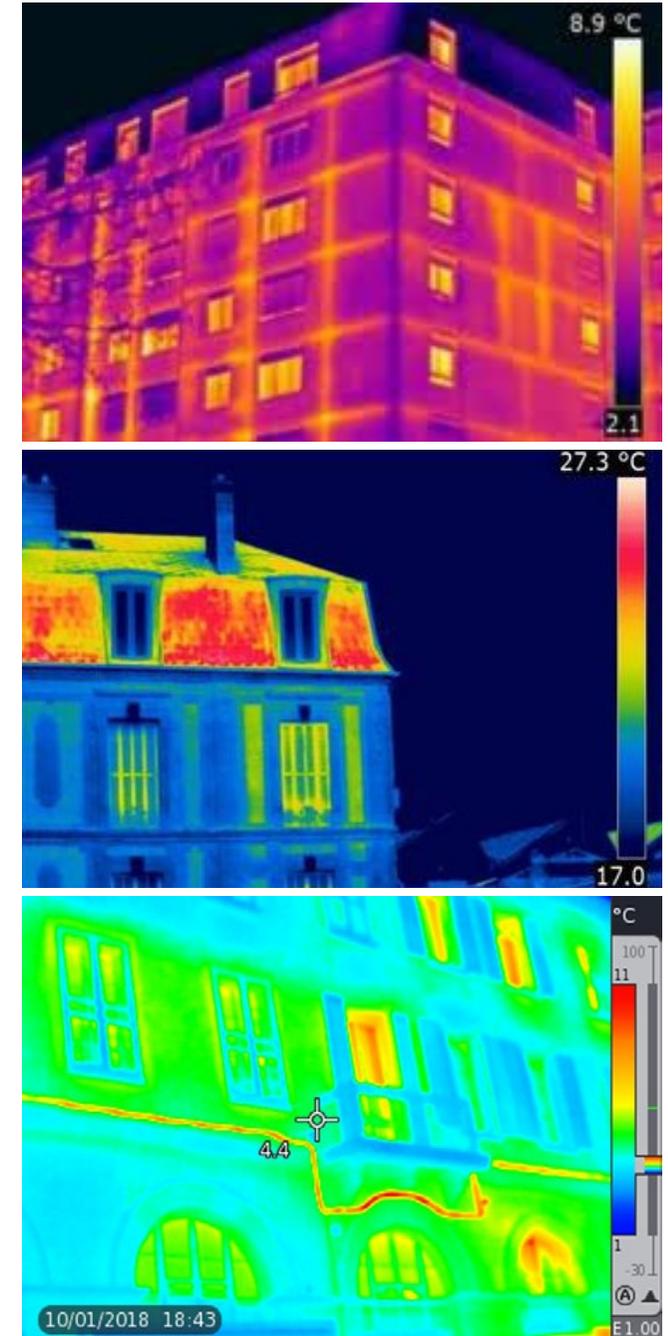
Il évalue la consommation énergétique et l'impact en émission de CO<sup>2</sup> du bâtiment afin de renseigner sur la performance énergétique d'un logement/bâtiment et le situer sur l'échelle de performance du parc immobilier.

### L'étude d'approvisionnement

Elle vise à comparer et analyser les différentes possibilités d'approvisionnement en énergie d'un site donné.

\* **DPE** : diagnostic de performance énergétique qui vise à analyser les consommations des bâtiments selon une méthode normalisée pour faciliter leur comparaison.

Chaque type de diagnostic thermique est réalisé suivant une méthode de calcul définie, commune et normalisée (depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2021, c'est la méthode 3CL).



Images de caméra thermique - © Ajena

# Les diagnostics

## Diagnostic urbain

Les rapports de présentation et les études urbaines permettent de définir des actions à l'échelle urbaine afin de redynamiser les quartiers, les villes et bourgs et ainsi encourager la réappropriation des logements et habitant.e.s par des occupant.e.s potentiel.le.s.

### Pourquoi réaliser un diagnostic urbain ?

À l'échelle d'une commune ou d'un quartier, il est possible de se référer à des études ou à des diagnostics urbains, qui permettent de comprendre l'organisation de la ville, son histoire et sa composition. Ces documents sont précieux lorsqu'il y a une volonté de travailler à une échelle plus importante que celle du logement. On distingue :

#### Les rapports de présentation :

Ces derniers sont des documents préalables à la rédaction d'un PSMV ou d'un PVAP, dont ils constituent l'un des éléments. Ils analysent le tissu urbain, l'état sanitaire des bâtiments, etc.

#### Les études urbaines :

En cas de démarches ambitieuses, la mise en place d'une étude urbaine, portée par des équipes pluridisciplinaires (architectes, urbanistes, paysagistes, bureaux d'études fluides et thermiques, sociologues, etc.), en concertation avec les actions des communes et territoires (SCOT - Schéma de cohérence territoriale, Plan d'action climat), permet d'engager des réflexions sur l'évolution des quartiers et de leurs enjeux à long terme. Ces démarches aboutissent généralement à l'établissement d'un diagnostic urbain dépassant la seule question patrimoniale. Elles interrogent le vécu d'un quartier par ses habitant.e.s autant que par les décisionnaires, et permettent de recueillir les ambitions de chacun.e pour la mutation de leur ville.

> Ces recueils peuvent devenir des temps d'information, de rencontres et d'échanges festifs : balades urbaines, tables rondes, ateliers, dessins, psychanalyse urbaine....



Passage sur le divan de l'Agence nationale de psychanalyse urbaine pour la ville du Creusot (71), 2018 - © ANPU

# Les diagnostics

## Diagnostics biodiversité

La biodiversité existe en ville !  
Un diagnostic avant travaux permet d'identifier les espèces et d'assurer une cohabitation harmonieuse entre habitants humains et non humains...

- **Chauves-souris :**

**Société d'histoire naturelle d'Autun :**  
[shna.autun@orange.fr](mailto:shna.autun@orange.fr) // 03 86 78 79 38

**CPEPESC - Franche-Comté :**  
[chiropteres@cpepesc.org](mailto:chiropteres@cpepesc.org) // 03 81 88 66 71  
(du lundi au vendredi de 9 h à 18 h)

- **Oiseaux :**

**DREAL :**  
[especes-protegees.dreal-bfc@developpement-durable.gouv.fr](mailto:especes-protegees.dreal-bfc@developpement-durable.gouv.fr)

**LPO :**  
Franche-Comté :  
[franche-comte@lpo.fr](mailto:franche-comte@lpo.fr) // 03 81 50 43 10  
Bourgogne :  
21 : [accueil21-71@lpo.fr](mailto:accueil21-71@lpo.fr) // 03 80 56 27 02  
58 : [nievre@lpo.fr](mailto:nievre@lpo.fr)  
71 : [accueil21-71@lpo.fr](mailto:accueil21-71@lpo.fr) // 03 85 48 77 70  
89 : [yonne@lpo.fr](mailto:yonne@lpo.fr) // 03 86 42 93 47

### Les bons réflexes :

Caves, combles, interstices peuvent servir de refuge à de nombreuses espèces d'oiseaux et de chauves-souris, dont la plupart sont protégées. Les travaux de rénovation vont menacer et perturber leur milieu.

*Comment s'assurer d'avoir les bons réflexes pour préserver l'habitat de chacun.e et assurer une cohabitation sereine ?*

### Être observateur :

Les habitant.e.s sont les premiers à pouvoir rendre compte de la présence de chiroptères ou d'oiseaux sur leur terrain. Observer les indices (excréments, présence récurrente d'individus, etc.).

Se renseigner auprès de la commune et des habitant.e.s et voisin.e.s, pour savoir si la présence d'espèces protégées a déjà été constatée.

### Et si je repère une espèce protégée ?

- **Contactez les associations concernées** (voir encadré).
- **Lors de la conception**, il est possible d'intégrer **des adaptations simples et peu coûteuses** au projet. Ces aménagements n'ont pas d'impact sur les performances thermiques des isolants et permettent une cohabitation. Les associations naturalistes se proposent pour un accompagnement et des solutions techniques.
- **Adapter le chantier :** les chantiers sont des temps critiques, en particulier s'ils sont effectués en présence des espèces et lors des périodes de reproduction. L'identification des espèces en amont permet une meilleure planification des interventions. Des sensibilisations peuvent être effectuées auprès des entreprises pour assurer un chantier en toute sérénité.

**La destruction directe ou indirecte des individus ou des gîtes des chiroptères ou d'oiseaux est interdite et passible d'amende (arrêté du 29 octobre 2009).**

### Les chiroptères (chauves-souris) :

Ils trouvent refuge en été (naissances) comme en hiver (hibernation) dans les combles, caves et interstices.

On peut facilement constater leur présence si l'on trouve du guano (excréments).

Les chauves-souris ne sont ni constructrices ni destructrices. Généralement, elles ne portent pas de maladies et ne dégradent en aucun cas le bâtiment.

*Chauve-souris et réhabilitation*

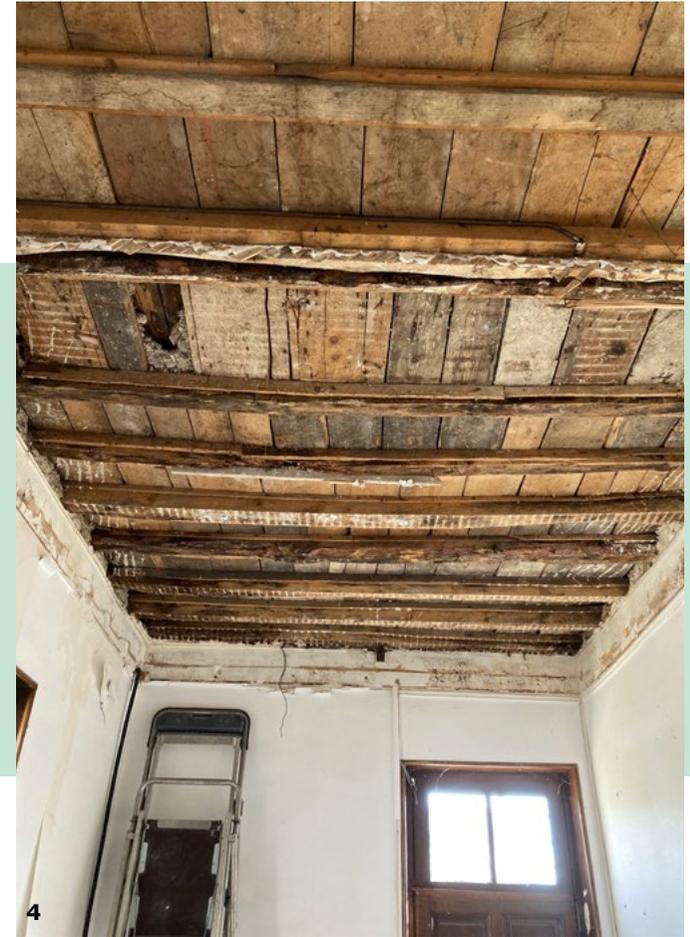
> <https://plan-actions-chiropteres.fr/bibliographie/batiment>

### Les oiseaux :

Les principaux oiseaux sont les hirondelles de fenêtre, facilement repérables, et les martinets, très discrets (observables à la fin de l'été et en mai-juin). Comme les chiroptères, les oiseaux trouvent refuge dans les combles et les interstices de maçonnerie.

*Hirondelles et martinets en BFC*

> <https://bourgogne-franche-comte.lpo.fr/wp-content/uploads/2021/07/Brochure-LPO-hirondelles-et-martinets-en-BFC.pdf>



**1. Salpêtre – Assé-le-Riboul**  
© CREBA

**2. Remontée capillaire avec cristallisation des sels en surface ayant provoqué l'altération de la peinture**  
© Stéphanie Honnert Architecte

**3. Infiltrations ayant entraîné la décohésion des maçonneries, fissurations résultant du gonflement du parement maçonné**  
© Stéphanie Honnert Architecte

**4. Plancher présentant une flèche importante et le pourrissement des solives**  
© Stéphanie Honnert Architecte



Constance Bodenez

# Cahier typologique

# Préambule

## Analyse du bâti ancien en Bourgogne-Franche-Comté

Dans cette étude, on entend par bâti ancien les immeubles mitoyens qui composent le tissu des centres urbains.

Ces bâtiments sont les témoins d'une géographie, d'une géologie, d'une évolution des savoir-faire et d'une histoire propre au territoire de chaque ville.

<sup>2</sup> Généralement ces bâtiments ont une inertie intéressante pour le confort d'été, un fonctionnement hygrothermique permettant la perspiration des parois, donc une meilleure gestion de l'humidité intérieure.

L'épaisseur des murs de ce type de bâti n'agit pas comme un isolant mais retarde simplement les variations abruptes de température.

En Bourgogne-Franche-Comté, on trouve différentes manières de construire **selon les époques, les ressources présentes localement ou les dynamiques commerciales** (routes, rivières). Cependant des points communs se dégagent comme le recours à des pans de toitures à fortes pentes couverts de tuiles plates, l'emploi de ressources abondantes et variées telles que la pierre calcaire ou le bois pour l'élévation des murs et des charpentes. **Ce bâti ancien constitue un patrimoine qui présente des qualités diverses** : esthétiques, économiques et climatiques.

L'architecture des centres anciens est aussi **marquée par le maillage des voies commerciales** qui permettaient l'acheminement des matériaux.

- **Par la voie fluviale** dans un premier temps : on observe dans les cours de la Seine et de la Loire, au nord de la Bourgogne, des couvertures à ardoises acheminées là depuis leur site d'extraction dans l'ouest de la France.
- **Par la voie ferroviaire** dans un second temps : à partir du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, le chemin de fer crée un maillage important à l'échelle du territoire national. Les matériaux et les produits manufacturés sont acheminés depuis leur site de production ou d'extraction d'un bout à l'autre du pays.

La diffusion des modes stylistiques connaît dès lors **une expansion qui amène à une certaine standardisation des modèles**, à l'instar du bâti d'inspiration haussmannienne.

## LES USAGES

Tourné vers le **commerce et l'artisanat**, le centre ancien est souvent **organisé autour d'une autorité soit castrale, épiscopale ou abbatiale**.

L'atelier ou le commerce en rez-de-chaussée est couplé à **l'habitation dans les étages**. Au fil du temps, avec l'externalisation des sites de production en dehors de la ville, **l'habitat devient prédominant**, notamment à partir de la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et tout au long du XIX<sup>e</sup> siècle.

L'ère industrielle s'accompagne d'un exode rural sans précédent vers les villes. L'explosion démographique induit le recours à des systèmes constructifs économiques, rapides et facilement reproductibles.

**Le centre ancien se densifie par des surélévations ou des constructions en cœur d'îlot, des démolitions d'habitations sinistrées au profit de logements neufs et modernes.**

Nous sommes alors à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

Le dernier tournant dans les usages du bâti ancien apparaît à la fin de la Seconde Guerre mondiale. Bien que majoritairement épargnée par les bombardements, la Bourgogne-Franche-Comté suit l'évolution des techniques de construction d'après-guerre : béton armé, ciment et ouvrages préfabriqués.

Au gré de l'évolution des techniques, **les centres anciens seront soumis à des transformations d'usage** (aménagement des combles, occupation des cours par du stationnement, etc.) et à **des transformations matérielles** (apparition du PVC pour les menuiseries, d'enduit-ciment en façade, etc.) pouvant nuire à leurs qualités thermiques<sup>2</sup> et esthétiques, voire structurelles.

# Préambule

## Une logique constructive et climatique

Le bâti ancien est composé de matériaux biosourcés ou géosourcés disponibles ou facilement acheminables.

### LE CENTRE ANCIEN ET SON ENVIRONNEMENT

Construit au fil du temps, le long des routes, des cours d'eau et des courbes de niveau, le **bâti des centres anciens tire généralement parti du site sur lequel il s'implante**. D'abord par l'utilisation des matériaux disponibles sur place afin de limiter les coups liés à leur acheminement. Le bâti a donc pour première qualité la richesse de ces matériaux qui sont le témoin de filières et de savoir-faire propres à un territoire. Il est une composante d'un paysage qui s'étend bien au-delà des limites construites de la ville : carrières de pierre ou de minerai, sylviculture, agriculture (chanvre, paille) pour la matière première et scieries, tuileries, forges pour les matières transformées.

**Cette culture constructive tournée vers la gestion d'une économie des ressources et d'énergie se retrouve à l'échelle de l'îlot, de la parcelle, de l'immeuble et enfin du logement.**

#### La mitoyenneté

La première économie de matière et d'énergie intervient dans la disposition des bâtiments les uns par rapport aux autres. **La situation de mitoyenneté a permis à l'époque de la construction des villes d'optimiser les ressources** et la consommation d'énergie en mutualisant la moitié des parois de chaque immeuble.

**Cette approche rationnelle de l'habitat évoque des enjeux environnementaux actuels** (économie de moyens et d'espace...), ce qui confère au bâti ancien des qualités écologiques intrinsèques.



*Immeubles mitoyens, quai Veil-Picard à Besançon (25)  
© Ajena*

## Une logique constructive et climatique

Le bâti ancien est composé de matériaux biosourcés ou géosourcés disponibles ou facilement acheminables.

### Les cours intérieures

Sur les parcelles du centre ancien, la densité du bâti est très importante. **L'apport de lumière au centre est géré par l'aménagement de cours intérieures** qui concentrent les usages domestiques et permettent la desserte des logements. Souvent ombragées, les cours participent à la climatisation des logements sur l'arrière par la circulation de flux d'air frais. Certaines pouvant être plantées, elles deviennent de véritables îlots de fraîcheur pour les immeubles qui lui sont contigus.

### Les hauts combles

Les grandes toitures en tuiles plates caractéristiques de la Bourgogne-Franche-Comté constituent non seulement des greniers pour le stockage et le séchage, **mais également des zones tampon entre l'extérieur et l'intérieur des logements.** Correctement ventilés, **ils permettent de réguler les écarts de température particulièrement importants en climat continental** – hivers rigoureux et étés chauds, voire caniculaires ces dernières années.

### Les caves

On retrouve le pendant des combles en sous-sol avec l'aménagement de caves dont disposent la plupart des immeubles de centres anciens. **Ces volumes enterrés ou semi-enterrés régulent la température et l'humidité en limitant le contact direct du sol avec les volumes chauffés.** Les systèmes de ventilation naturelle par soupiraux doivent rester ouverts et en état pour garantir la salubrité des maçonneries et un bon équilibre hygrothermique.

### Les dessertes

Particulièrement représentés à Besançon, les escaliers et coursives extérieurs sont

des dispositifs de desserte fonctionnels et qualitatifs. Ils occupent généralement les cours intérieures et permettent de desservir les logements de plusieurs bâtiments tout en étant parfaitement éclairés. Pour les cages d'escalier intégrées à l'immeuble, elles disposent quant à elles d'un éclairage naturel au niveau des paliers ou en partie zénithale. **Ce sont des espaces pouvant être ventilés et qui participent au confort d'été par la circulation d'air à l'intérieur de l'immeuble.** Les portes palières équipées d'impostes ouvrantes participent au flux d'air et garantissent la ventilation nocturne et sécurisée des logements en période de surchauffe estivale.

### Logique urbaine et confort d'été

**La logique constructive du centre ancien participe grandement à ces qualités thermiques** : peu de linéaires de façades exposées à l'extérieur et aux intempéries, des logements superposés qui chacun participe du confort thermique d'hiver, un tissu resserré pour réduire l'impact des vents dominants et pour générer de l'ombre lors de la période estivale.

Durant la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les espaces non bâtis ont **souffert d'une imperméabilisation massive**, remplaçant les cours pavées, ensablées ou engazonnées par de l'enrobé servant les véhicules. Les centres anciens étaient **également habillés de fontaines et points d'eau ponctuels, de lavoirs, qui ont partiellement disparu.** Ces pratiques, couplées à la récurrence des périodes de canicule, **ont eu pour effet d'augmenter l'inconfort d'été et les îlots de chaleur**, par une élévation de 2 à 4 °C de la température des cours intérieures.



**Cour d'escalier intérieur à Besançon (25)**

© *Stéphanie Honnert Architecte*

**Cour intérieure avec escalier ancien,  
Rue des forges à Dijon (21)**

© *Ajena*



## L'intérieur des logements

L'aménagement intérieur des logements est une adaptation esthétique et thermique aux « défauts » constructifs des bâtis anciens.

### Logique constructive

Les parois verticales sont réalisées en maçonnerie ou en pan de bois (bien que ce dernier mode constructif se raréfie à partir du XVI<sup>e</sup> siècle).

**L'épaisseur des murs pour ces deux types de mises en œuvre permet d'obtenir une bonne inertie** des parois pour un déphasage des températures : les murs encaissent la chaleur accumulée en journée qu'ils restituent progressivement pendant la nuit et inversement, la fraîcheur de la nuit est restituée en journée.

L'épaisseur des murs de refend permet d'y aménager les conduits de cheminées, mais également des niches et des placards encastrés. **À l'intérieur, les renforcements ainsi créés permettent de placer judicieusement les radiateurs sans qu'ils empiètent sur la surface de la pièce.**

Au droit des menuiseries, **l'épaisseur des parois est plus faible car elle répond à une logique structurelle : alléger le mur sous les baies pour diminuer le poids repris par les linteaux à chaque niveau.**

Les embrasures souvent doublées de panneaux bois permettent d'y loger **des volets bois intérieurs** qui limitent les déperditions de chaleur au niveau des menuiseries.

Il est à noter que la majorité du bâti des centres anciens est antérieure à l'arrivée de l'électricité dans les logements. **La construction est donc optimisée afin de permettre de gérer au mieux l'apport de lumière naturelle et l'économie d'énergie.**

### Les espaces intérieurs

La générosité des volumes de nombreux logements de centres anciens et leur double orientation sur rue et sur cour les rendent propices aux transformations ou réorganisations.

La hauteur des menuiseries permet une

**diffusion de la lumière naturelle** dans les différentes pièces de vie. Généralement de plain-pied, elles ouvrent le logement sur un balcon ou balconnet permettant d'agrandir l'espace intérieur. À l'inverse, les zones nécessitant peu de lumière sont situées en profondeur du bâtiment, c'est pourquoi les alcôves accueillant le lit se trouvent la plupart du temps au centre du logement, à l'endroit le plus sombre et le plus chaud.

### Les décors

Le principe d'une construction **qui tient compte du confort thermique se retrouve jusque dans le type de décors** : les boiseries qui habillent l'intérieur des logements participent au confort thermique des intérieurs en **évitant la sensation de paroi froide et en coupant les courants d'air**. En effet, le bois – et notamment les résineux – est un correcteur thermique qui permet de gérer les fuites d'air ou de calories au niveau des jonctions des planchers aux murs sous la forme de plinthes, de cimaises ou de moulures au plafond. **La déperdition de chaleur au niveau des menuiseries est tempérée par des volets bois intérieurs.**



**Porte double à panneaux du presbytère de Montbozon (70)**

Remaniée, elle témoigne des différentes époques de transformation de l'édifice.

© Stéphanie Honnert Architecte

**Aménagement intérieur d'un appartement ancien :**  
Parquet à panneau, boiserie toute hauteur, cheminée en pierre surmontée d'un décor en staff.

*Rénovation du 6, rue de la Madeleine à Besançon (25)*

© Nicolas Waltefaugle

Architectes : Lefranc-Corbet-Friant & Tempesta puis Milani & Beaudoin



# Préambule

## Points de vigilance

Toute opération de réhabilitation va modifier le fonctionnement thermique du bâtiment.

Des précautions sont à prendre afin d'éviter l'apparition de pathologies.

La transformation d'un appartement dans le bâti ancien nécessite une **adaptation vigilante du projet face aux dispositions existantes. Une réhabilitation inadaptée pourra nuire à moyen ou à long terme à l'état sanitaire du bâtiment et donc du logement.**

L'**apport d'humidité** avec l'activité quotidienne (pièces humides) **couplée à une mauvaise ventilation** constitue par exemple une source importante de désordres. La plupart des logements des centres anciens ne comprenaient pas de pièces humides à l'origine, il s'agit donc d'une modification dans l'usage qui impacte considérablement les taux d'humidité de l'air, des bois, des maçonneries...

**Le bâti ancien peut parfaitement s'adapter à ces nouveaux usages mais sa réhabilitation nécessite certaines précautions.**

### L'incompatibilité des matériaux

Le **recouvrement des matériaux anciens** perspirants par des matériaux modernes étanches participe à l'altération du bâtiment existant (desquamation des pierres, humidité retenue dans les murs, apparition de salpêtre, remontées de sels, dégradation des maçonneries).

### Coupures de ventilation

Le remplacement des menuiseries anciennes par des menuiseries neuves étanches peut **empêcher la circulation d'air** qui s'opérait auparavant entre le châssis et la maçonnerie. La coupure des flux de ventilation naturelle avec le comblement des soupiraux des caves d'une part et la fermeture des vasistas et chatières en toiture d'autre part **provoque également l'accumulation d'humidité.**

### Densification

La densification des parcelles avec l'aménagement des combles en appartement ou l'obstruction des cours intérieures **entraîne une mauvaise circulation des flux d'air dans l'immeuble.**

La rénovation des centres anciens doit être envisagée dans **une démarche au cas par cas**, selon l'orientation et les modes constructifs du logement. **Il est possible d'intervenir à différentes échelles**, de l'appartement à l'immeuble ou même de l'îlot dans lequel il s'inscrit. Il s'agit de tirer parti des dispositions existantes pour en extraire les mesures d'interventions les plus appropriées.

# Préambule

## Pierres de Bourgogne-Franche-Comté

Le bâti ancien est composé de matériaux biosourcés ou géosourcés disponibles ou facilement acheminables.

Les pierres provenant de carrières locales étaient utilisées et peuvent être difficiles à remplacer aujourd'hui.

### Zoom pierre :

Source : © Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, Dossier IA39001234, © Université de Franche-Comté, Laboratoire de Géosciences.

Les constructions en pierre de la région sont issues de carrières locales. Le calcaire jurassique, des étages Bathonien ou Bajocien, est le plus répandu.

Ainsi, on dénombre cinq bassins d'extraction principaux en Bourgogne, pour lesquels des carrières de différentes tailles sont encore en exploitation :

- Le bassin Tonnerrois / Bleu de Lignières...
- Le bassin Châtillonnais / Pierre de Saint-Marc...
- Le bassin Nivernais / Pierre de Verger...
- Le bassin de la Côte ou Comblanchien avec notamment la pierre du même nom.
- Le bassin du Mâconnais / Pierre de Buxy...

**En Franche-Comté**, peu de carrières demeurent pour la pierre de construction. Les pierres les plus connues comme la **pierre de Chailluz** (Besançon) et la **pierre de Vuillecin** (Morteau-Pontarlier) n'ont plus de carrières en exploitation, ce qui contraint les tailleurs et maçons à rechercher des équivalents en Bourgogne ou dans l'Ain notamment. **Le Jura** a été très exploité comme le montre la carte page suivante. Les carrières du **pays Dolois** sont notamment reconnues pour le **marbre jaune veiné de rouge de la pierre de Sampans**, qui a servi à la réalisation de nombreux ornements. Le XX<sup>e</sup> siècle verra la réduction drastique de l'exploitation pour la pierre de construction. La marbrerie de Saint-Amour (Yelmini Artaud), encore en activité, exploite des carrières mais en dehors de la région (Ain, Savoie). Enfin, dans le Territoire de Belfort et dans les Vosges Saônoises, il est important de noter la forte présence du **grès des Vosges**, pour ses caractéristiques particulières et bien différentes de celles du calcaire.



**Le bassin du Tonnerrois**  
Bleu de Lignières



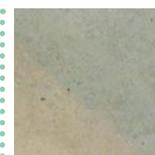
**Besançon**  
Pierre de Chailluz



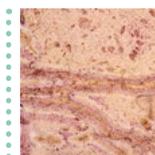
**Le bassin du Châtillonnais**  
Pierre de Saint-Marc...



**Morteau-Pontarlier**  
Pierre de Vuillecin



**Le bassin du Nivernais**  
Pierre de Verger



**Pays Dolois**  
Pierre de Sampans



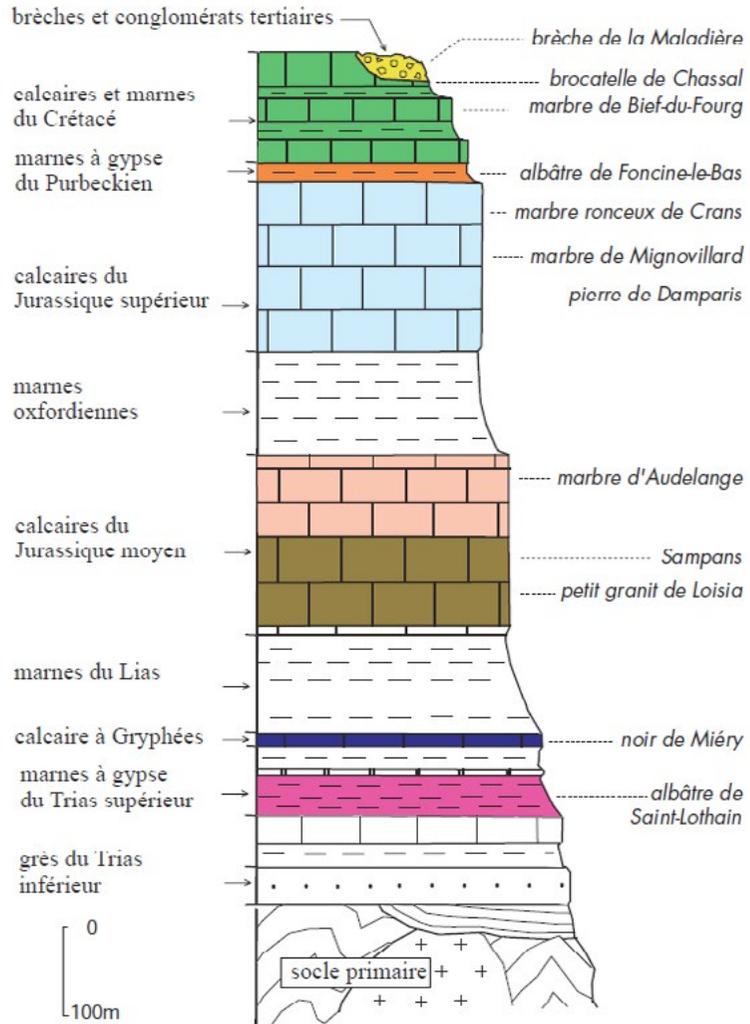
**Le bassin de la Côte ou Comblanchien**  
Pierre de Comblanchien



**Territoire de Belfort & Vosges Saônoises**  
Grès des Vosges



**Le bassin du Mâconnais**  
Pierre de Buxy...

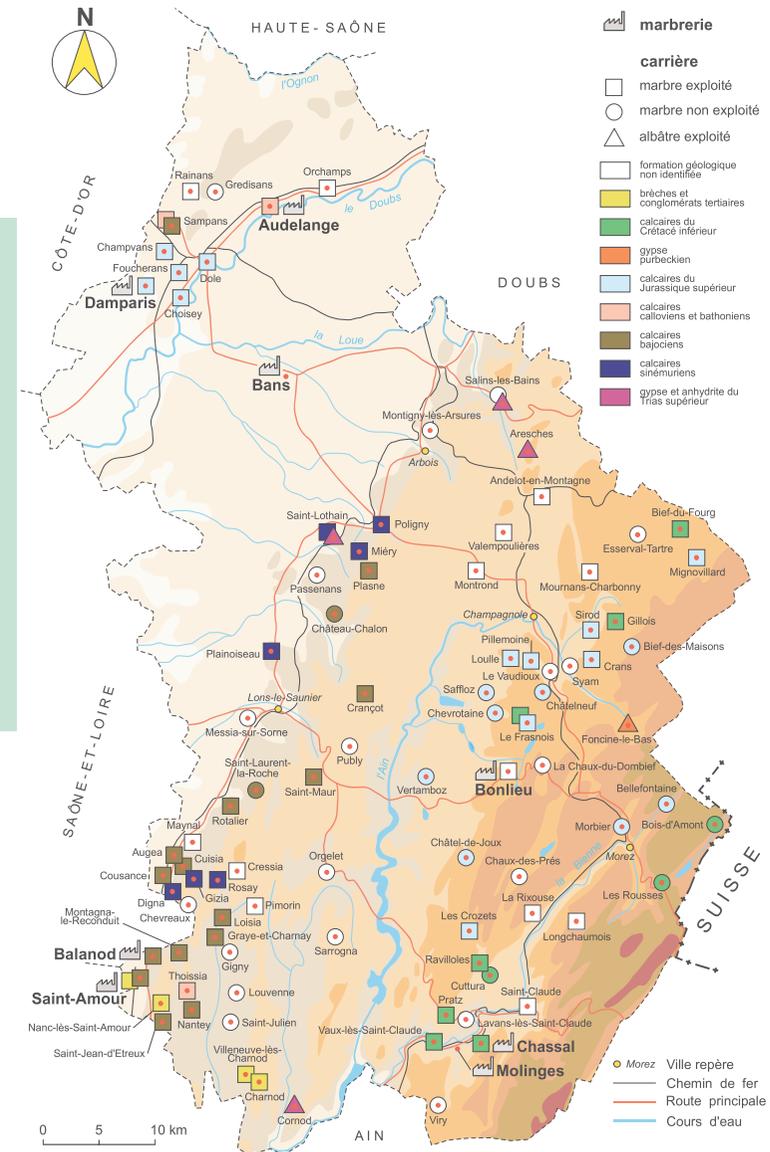


### Couche d'extraction des pierres

© Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, Dossier IA39001234, © Université de Franche-Comté, Laboratoire de Géosciences

### Carte des carrières du Jura

© Région Franche-Comté, Inventaire du patrimoine, Dossier IA39001234, © Université de Franche-Comté, Laboratoire de Géosciences



## Les types étudiés

L'objectif de cette analyse typologique est de reconnaître et de valoriser, par la connaissance, les édifices qui composent le tissu courant des centres anciens, pouvant ne pas être protégés.

### LES TYPES ÉTUDIÉS

En prenant note de ces différentes caractéristiques et suivant la répartition des modes constructifs sur le territoire, **l'analyse a permis de dégager cinq typologies, non exhaustives, du bâti jusqu'en 1947.**

Le choix d'une date limite fixée à la seconde moitié du XX<sup>e</sup> siècle correspond à un changement important à l'échelle nationale des procédés constructifs. Encouragé par une politique de reconstruction et de modernisation, l'emploi du béton armé et d'éléments préfabriqués se substitue progressivement aux mises en œuvre vernaculaires et à l'emploi de ressources locales. Le bâti construit après la Seconde Guerre mondiale invite donc à une réflexion thermique et patrimoniale distincte basée sur des critères d'analyse adaptés aux modes constructifs modernes.

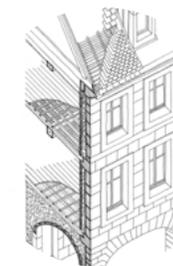
Outre le cadre temporel, la disposition urbaine du bâti – implantation sur la parcelle, rapport aux constructions mitoyennes, accès aux logements, occupation du RDC... – a permis la définition des types tout comme les procédés constructifs qui les caractérisent. Les cinq typologies sont présentées ci-contre.

**L'objectif de cette étude par typologie est de reconnaître et de valoriser les édifices qui composent le tissu courant des centres anciens et pouvant ne pas être protégés.**

#### Type 1

Bâti à commerce sur parcelle étroite

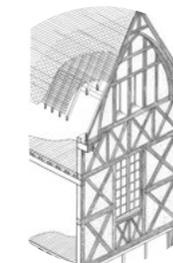
P. 43



#### Type 2

Bâti à pan de bois sur parcelle étroite

P. 50



#### Type 3

Immeuble de la période classique sur parcelle remembré

P. 56



#### Type 4

Immeuble à loyer sur parcelle remembré

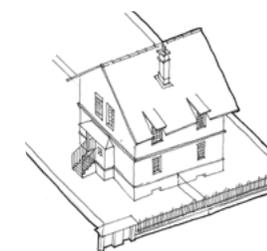
P. 63



#### Type 5

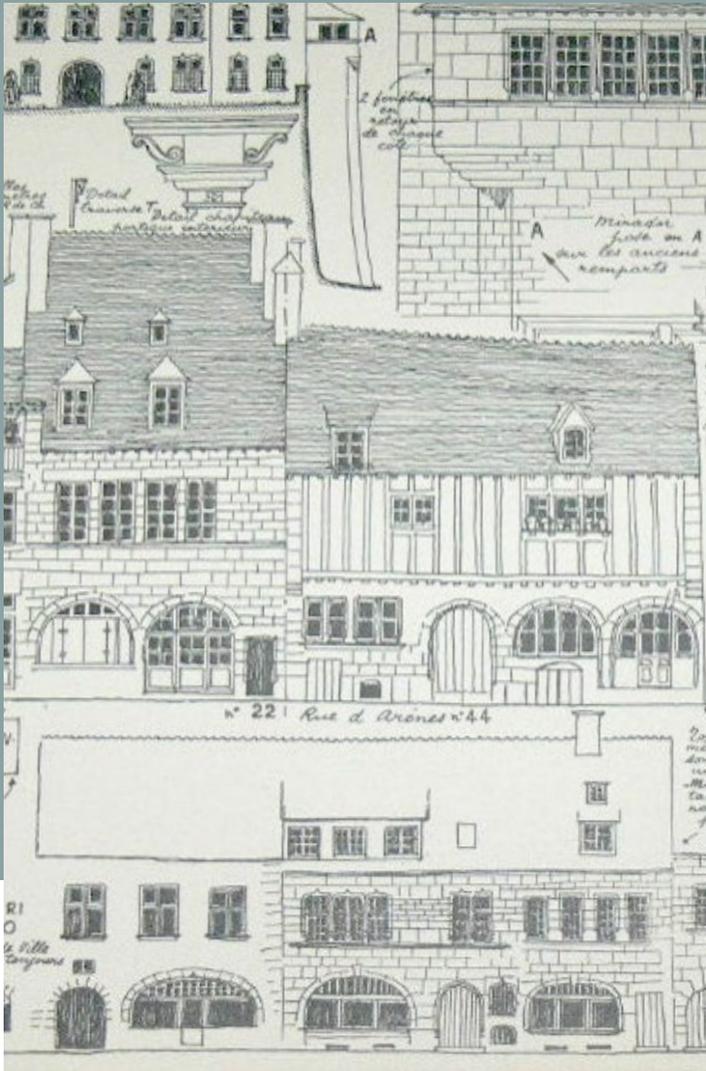
Maison mitoyenne sérielle

P. 69



## 2.1

# Type 1 : Bâti à commerce sur parcellaire étroit



Rue d'Arène à Besançon (25)  
Laprade, Albert, *Les carnets d'architecture d'Albert  
Laprade*

# Type 1 : Bâti à commerce sur parcellaire étroit



## Implantation et caractéristiques parcellaires

### Morphologie

Parcelle étroite et longue.  
3 à 5 m de large pour 12 à 15 m de long.

### Liaison à l'espace public

Arcades et commerces en RDC.

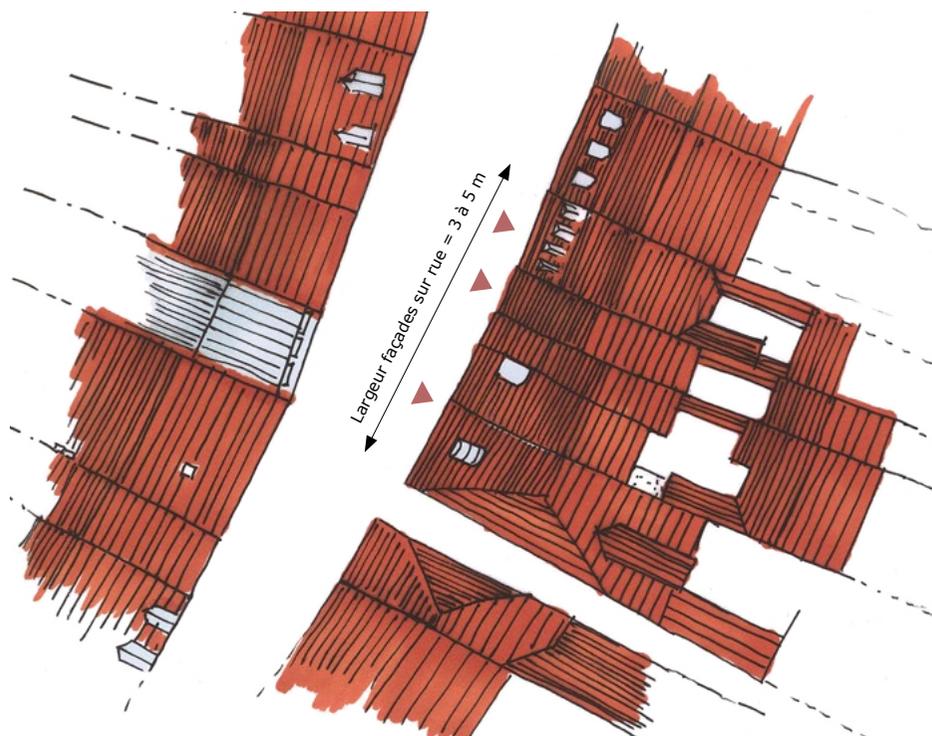
### Accès

Porte piétonne latérale ou par le commerce.

### Implantation du bâti

Sur rue, selon la profondeur de la parcelle.  
Plusieurs corps de bâtiments se succèdent dans la profondeur.

*Évolution et variantes : des annexes occupent la cour au RDC sur un ou plusieurs niveaux.*



Rez-de-chaussée à arcades à Lons-le-Saunier (39) - © Stéphanie Honnert Architecte (SHA)  
Plan de toitures d'un quartier du centre-ville de Lons-le-Saunier (39) - © SHA

# Type 1 : Bâti à commerce sur parcellaire étroit

## Morphologie et type de bâti sur la parcelle

### Volumétrie et composition

#### Circulation verticale

Sur cour sous forme d'escaliers avec ou sans coursive.

**Étages** R+1 à R+2.

**Travées** 2 à 3 sur rue.

*Évolution et variantes : fusion de plusieurs immeubles sur rue pour ne former qu'un immeuble.*

#### Combles

Hauts combles avec pente de 45° à 60°.

*Évolution et variantes : changement de pente et création d'un terrasson dans le cas d'une surélévation.*

### Époque et décors

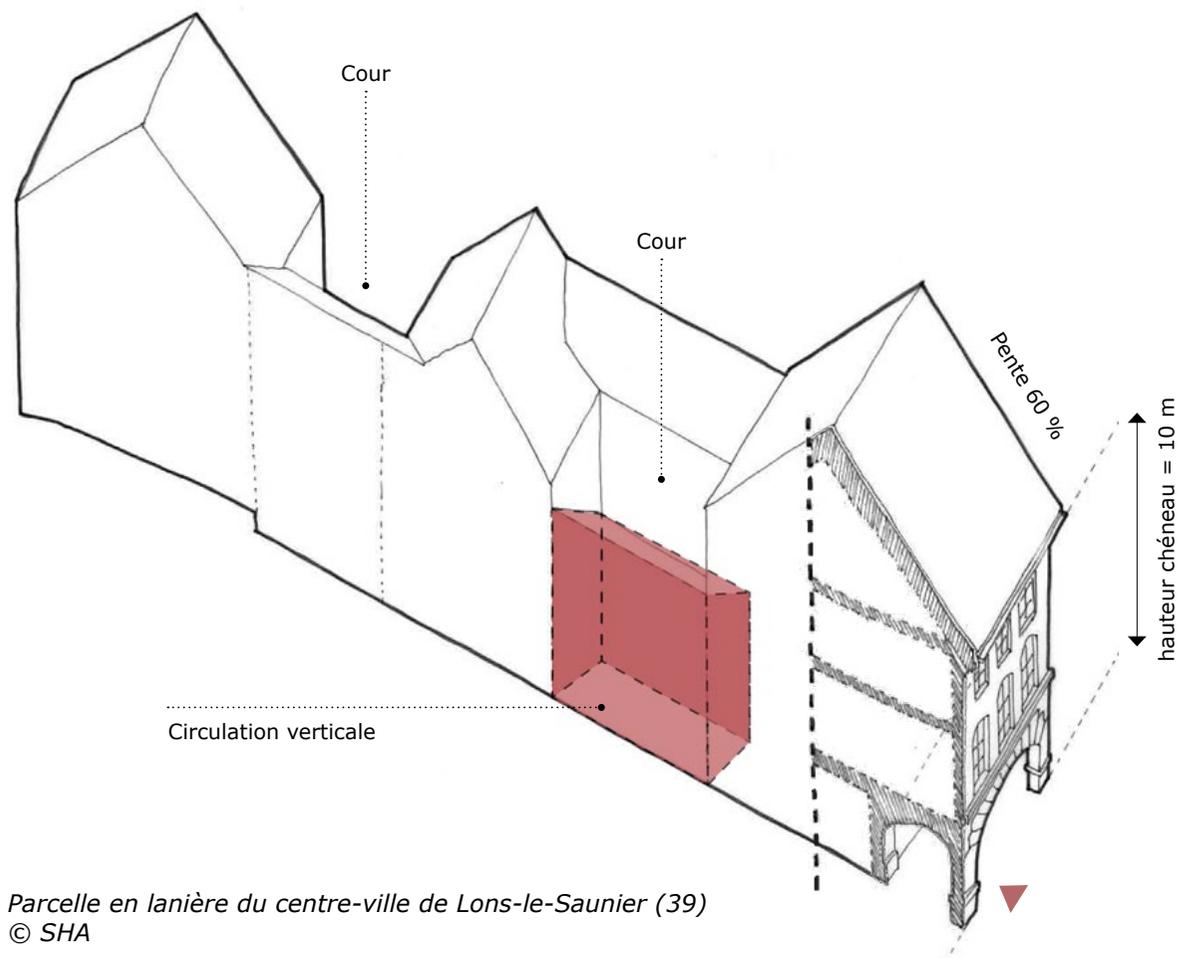
#### Datation relative de construction

Base XV<sup>e</sup> -XVI<sup>e</sup> siècles. Densification de la parcelle à partir du XIX<sup>e</sup> siècle et surélévation à partir de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

#### Décors

Cordons entre les étages ou à la base des baies. Galbe et chanfrein des pieds-droits de baie. Taille décorative de la clé d'arc ou des linteaux.

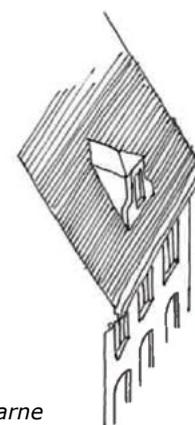
*Évolution et variantes : perte du décor par remplacement des pierres.*



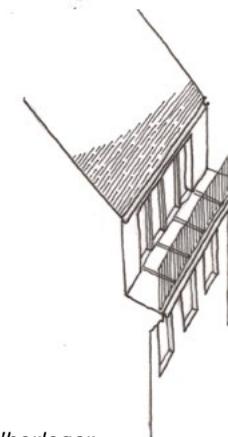
Parcelle en lanière du centre-ville de Lons-le-Saunier (39)  
© SHA



Variante terrasson  
à éviter



Variante lucarne



Variante  
Atelier d'horloger

# Type 1 : Bâti à commerce sur parcellaire étroit

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Propriétés thermiques

- Mitoyenneté de la façade la plus longue apportant de bonnes capacités inertielles et une bonne isolation des parois verticales. Les propriétés isolantes des murs sur rue dépendent du remplissage du pan de bois.
- Peu de surface de parois exposée à l'extérieur.
- Appartement traversant offrant une bonne ventilation.
- Hauts combles pouvant servir d'espace tampon.
- Possible présence d'une cave pouvant améliorer le confort d'été au rez-de-chaussée.

### Lucarnes

Pierre de taille ou à la capucine (charpente bois).  
*Évolution et variantes : châssis de toit de type Velux.*

### Couverture

Tuiles plates sur lattes et chevrons.  
*Évolutions et variantes : tuiles mécaniques/ardoises.*

### Charpente

Charpente à pannes de mur pignon à mur pignon.

### Plancher intermédiaire

Plancher bois à la française ou plancher bois sur solivage.  
*Évolution et variantes : poutrelles-hourdis.*

### Traitement des façades

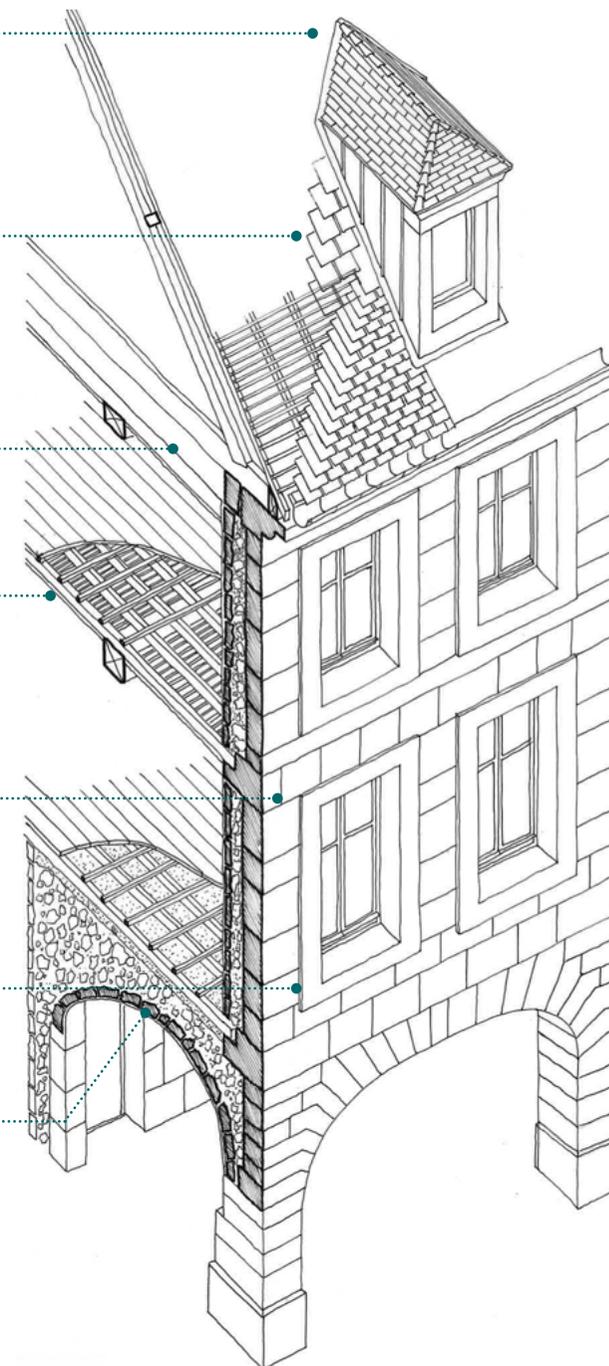
Pierre de taille ou moellons enduits à la chaux.  
*Évolution et variantes : pose d'enduit à base de ciment.*

### Embrasure

Pierre de taille.

### Plancher bas

Dallage de terre cuite ou pierre sur terre-plein ou cave voûtée.  
*Évolution et variantes : dalle béton.*



# Type 1 : Bâti à commerce sur parcellaire étroit

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Matériaux

Pierre calcaire (carrières locales).  
Grès des Vosges

### Évolution et variantes :

- Reprise en maçonnerie de parpaings.
- Changement de matériau suite à la disparition des carrières et à la démocratisation de process industriels.



Tuile plate



Grès des Vosges



Pierre calcaire



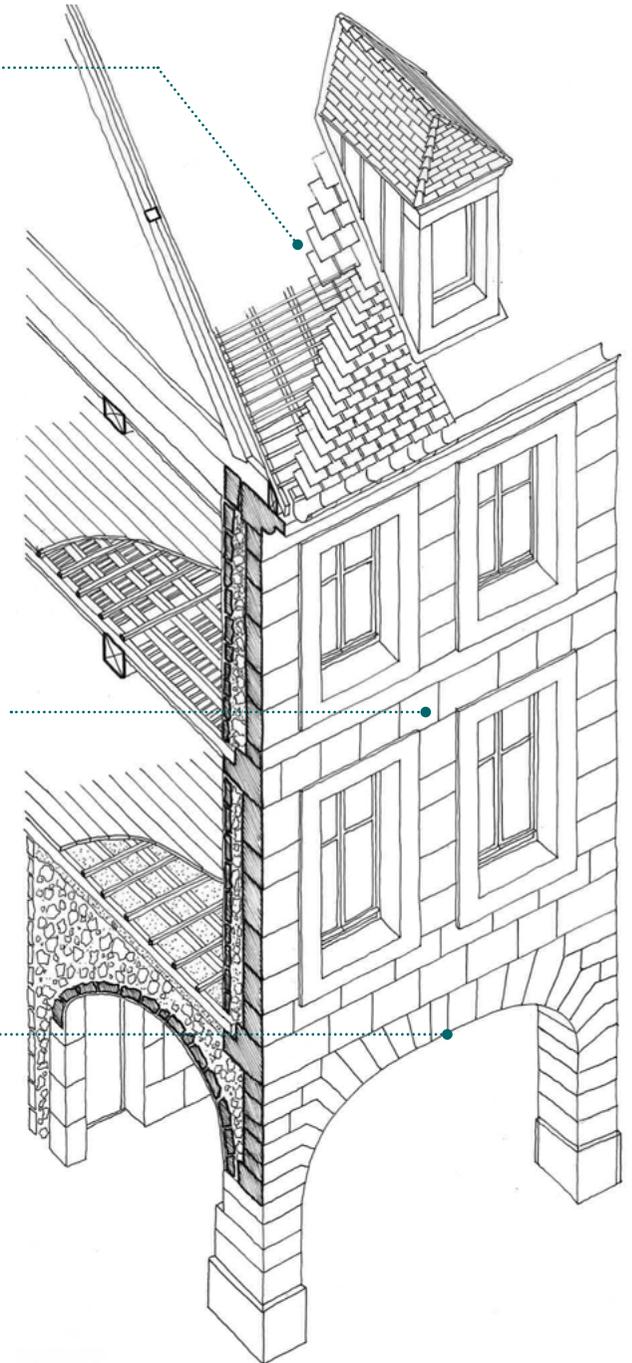
Mur en moellons



Encadrement de baies en pierre de taille



Détail d'arcade



# Type 1 : Bâti à commerce sur parcellaire étroit

## Recommandations d'interventions

### Traitement des menuiseries et des occultations

Remplacement des menuiseries possible selon leur caractère patrimonial, en gardant un matériau compatible et respirant.

Les occultations pourront être envisagées.

Q Les menuiseries, volets, balcons

P. 129

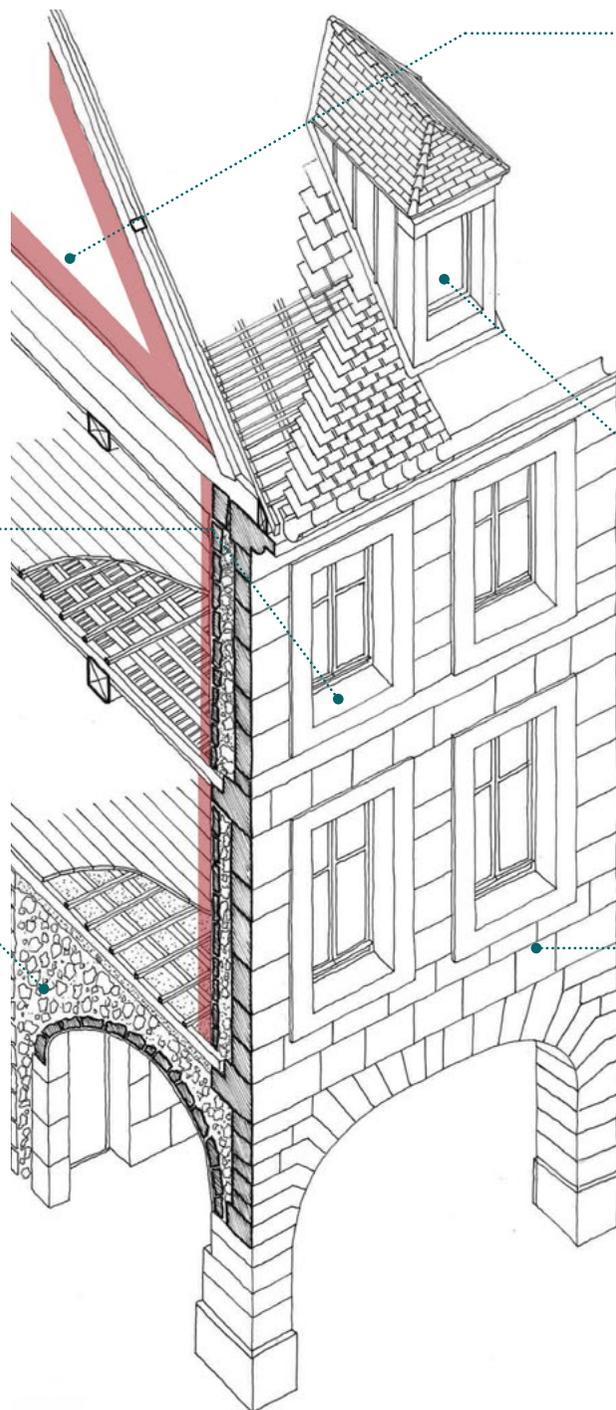
### Traitement du plancher bas

La sous-face voûtée limite les possibilités d'isolation à l'intérieur du logement.

Les caves possèdent des qualités thermiques qui permettent un bon confort d'été. La pose d'une isolation entrave les qualités inertielles du sol et n'est possible que depuis l'intérieur du logement, si le revêtement de celui-ci n'a pas un caractère patrimonial intéressant. Dans ce cas (présence d'un parquet intéressant ou de tomettes), ce poste d'amélioration peut être compensé par d'autres opérations.

Q Isolation des planchers

P. 118



### Isolation en comble

Isolation sous rampant ou en comble perdu, selon l'occupation du niveau.

Le haut comble offre de vastes espaces pour pouvoir isoler de l'intérieur. De plus, la présence d'une pierre de corniche couronnant la façade sur rue limite les possibilités de surélévation (sarking à proscrire).

Q Isolation des toitures

P. 106

### Point de vigilance

- Isolation des lucarnes et étanchéité du raccord avec la couverture.
- Sarking à proscrire pour l'isolation de la toiture. Il faut éviter une surépaisseur de la rive, au-dessus de la corniche.

### Percements et systèmes

Le remplacement de chaudière implique des percements réglementaires. Ceux-ci devront respecter le caractère patrimonial de l'édifice et utiliser au maximum les conduits existants.

### Paroi verticale

Choix d'un isolant perspirant ou d'une mise en œuvre qui permette la respiration du mur.

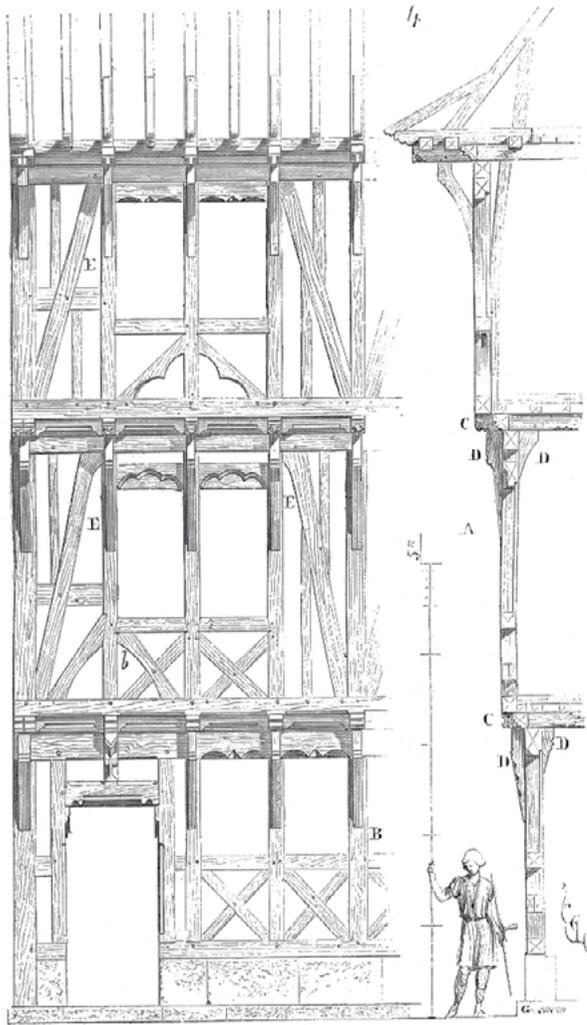
Les façades en pierre de taille ou enduites sont souvent porteuses de modénatures participant à leur valeur patrimoniale. Les façades déperditives restent minimales, elles pourront faire l'objet d'une isolation par l'intérieur afin d'améliorer l'étanchéité à l'air du logement.

Q Isolation des murs

P. 91

## 2.2

### Type 2 : Bâti à pan de bois sur parcelle étroit



*Immeuble à pan de bois  
Dictionnaire raisonné d'architecture, E. Viollet-le-Duc*

## Type 2 : Bâti à pan de bois sur parcellaire étroit

### Implantation et caractéristiques parcellaires

#### Morphologie

Parcelle étroite et longue.  
3 à 5 m de large pour 10 à 15 m de long.

#### Liaison à l'espace public

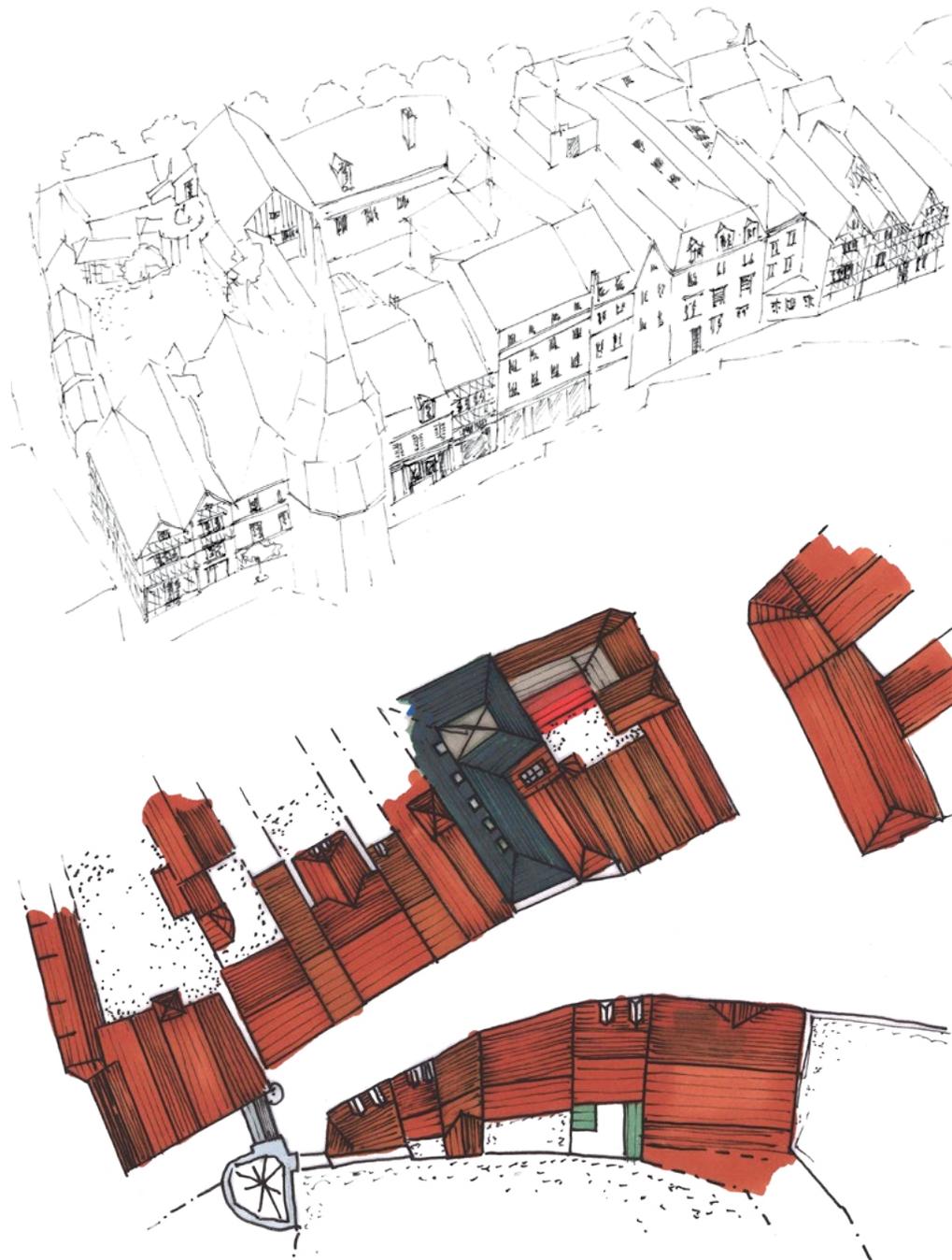
Commerces en RDC.

#### Accès

Porte piétonne latérale ou par le commerce.

#### Implantation du bâti

Façade pignon sur rue.  
Le bâti occupe quasiment toute la parcelle avec un espace à l'arrière pour une cour accessoire.



Vue à vol d'oiseau d'un îlot du centre-ville d'Auxerre (89) – © SHA  
Plan de toitures – © SHA

# Type 2 : Bâti à pan de bois sur parcellaire étroit

## Morphologie et type de bâti sur la parcelle

### Volumétrie et composition

#### Circulation verticale

Intégrée au bâtiment.

#### Étages

R+2 avec étage sous comble.

Évolution et variantes : aménagement du comble.

#### Travées

2 à 3 sur rue.

Évolution et variantes : fusion de plusieurs immeubles.

#### Combles

Hauts combles, pente de 45° à 60°.

Évolution et variantes : changement de sens de faitage pour placer le gouttereau sur rue.

### Époque et décors

#### Datation relative de construction

Époque médiévale.

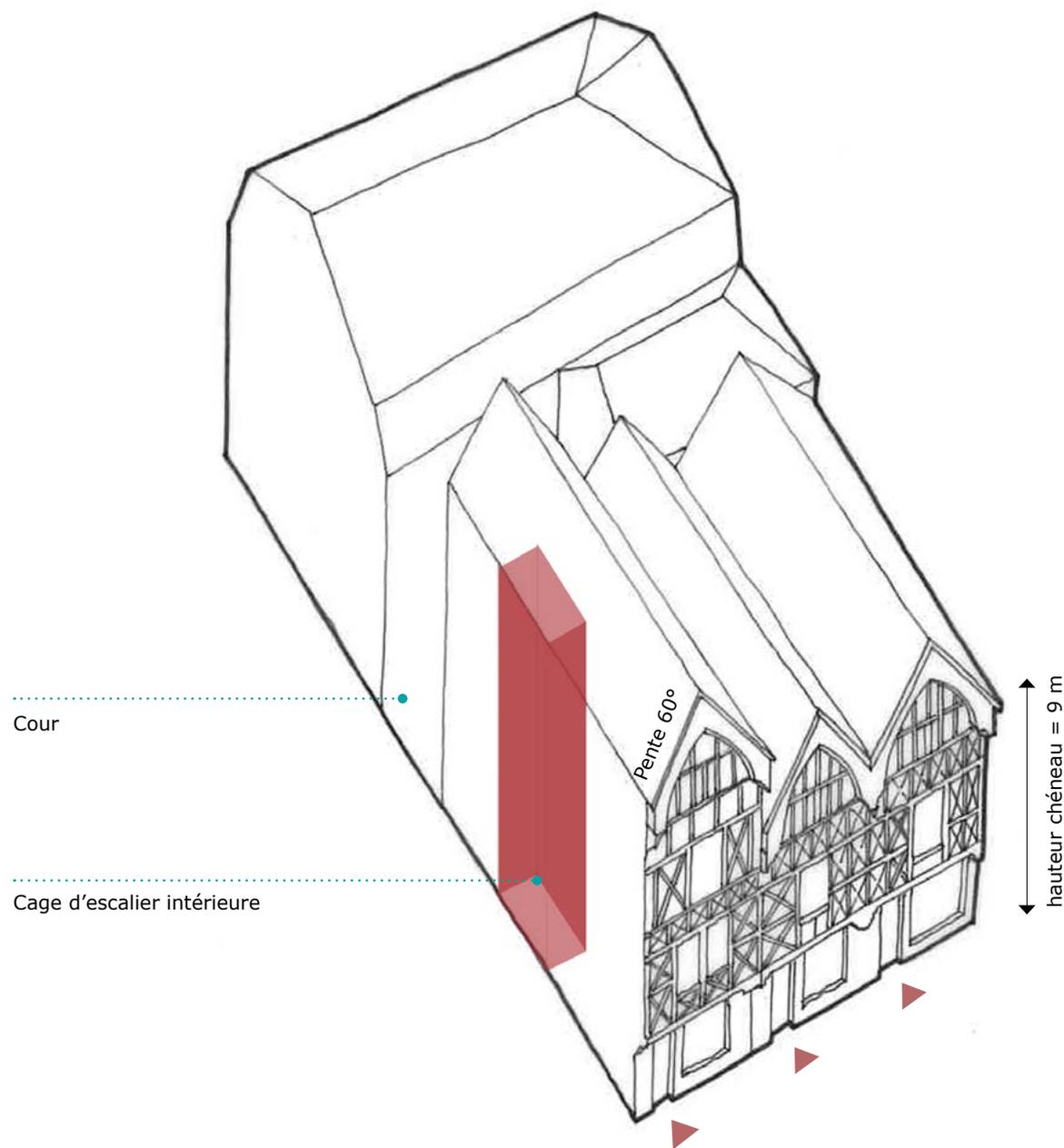
Densification de la parcelle à partir du XIX<sup>e</sup> siècle et surélévation à partir de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

#### Décors

Encadrements des baies en bois sculpté.

Console en bois sculpté.

Évolution et variantes : perte du décor par remplacement des pièces de bois.



# Type 2 : Bâti à pan de bois sur parcellaire étroit

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Propriétés thermiques

- Les propriétés isolantes des murs sur rue dépendent du remplissage du pan de bois.
- Peu de surface de parois exposées à l'extérieur.
- Hauts combles pouvant servir d'espace tampon.
- Possible présence d'une cave pouvant améliorer le confort d'été au rez-de-chaussée.

### Couverture

Tuiles plates sur lattes et chevrons.  
Ardoises dans les régions proches de la Loire et de la Seine.

Évolutions et variantes : tuiles mécaniques/ardoises.

### Charpente

Ferme à pannes.

### Lucarnes

Pas de lucarnes sur rue car pignon.

Évolution et variantes : châssis de toit de type Velux.

### Plancher intermédiaire

Plancher bois à la française ou plancher bois sur solivage.

Évolution et variantes : poutrelles-hourdis.

### Traitement des façades

Pan de bois apparent ou enduit.

Évolution et variantes : dépose de l'enduit pour rendre le pan de bois apparent.

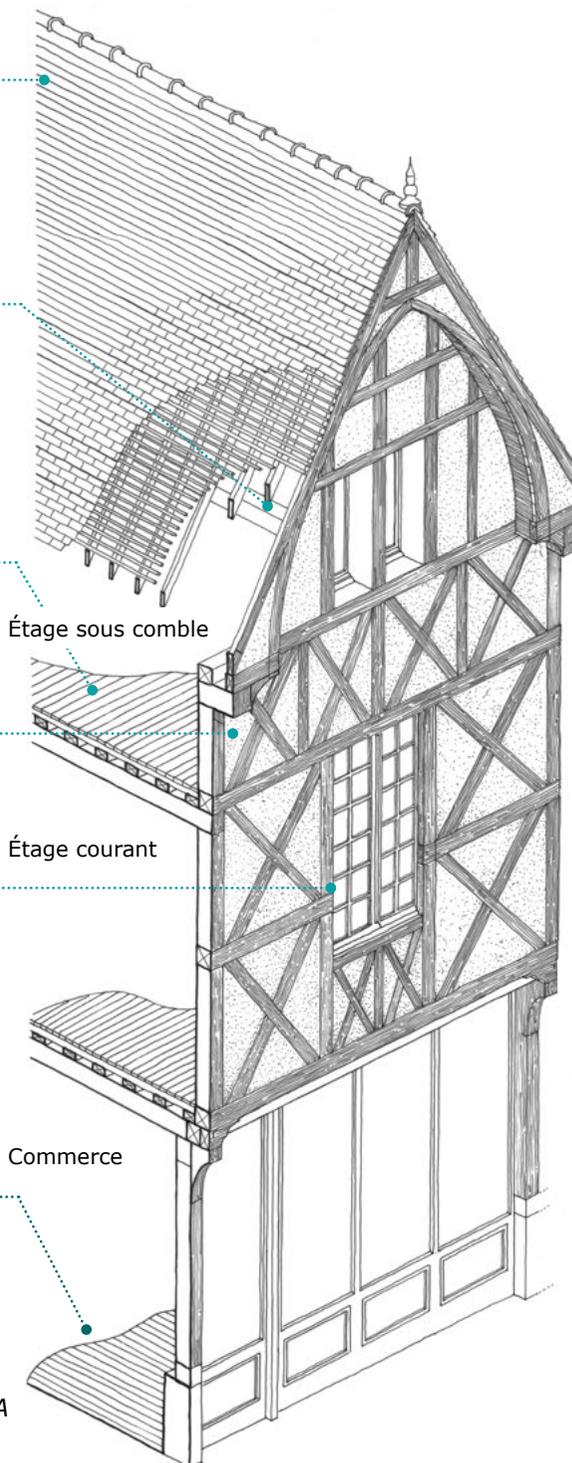
### Embrasure

Bois.

### Plancher bas

Dallage de terre cuite ou pierre sur terre-plein ou cave voûtée.

Évolution et variantes : dalle béton.



Axonométrie en écorché d'un immeuble de type 2 - © SHA

# Type 2 : Bâti à pan de bois sur parcellaire étroit

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Matériaux

Pan de bois.

Évolution et variantes : reprise en maçonnerie de parpaings.



Ossatures primaires et secondaires du pan de bois



Remplissage brique



Tuile plate



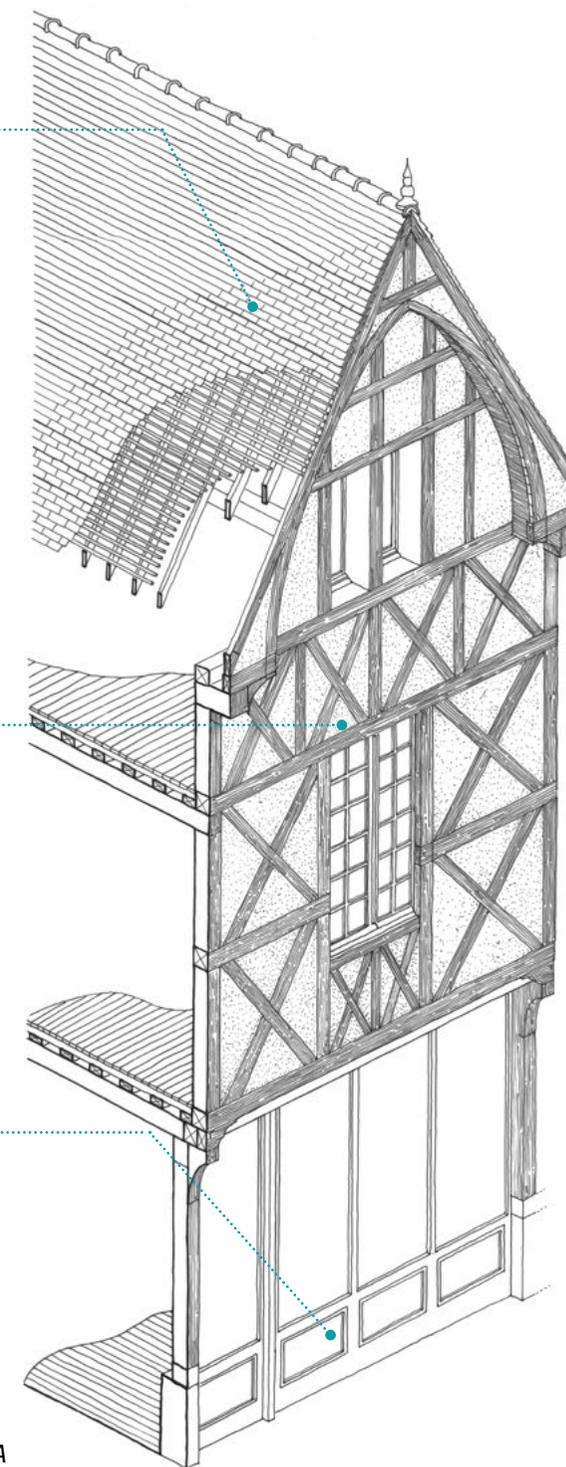
Remplissage torchis



Soubassement en pierre de taille



Soubassement en moellons



Axonométrie en écorché d'un immeuble de type 2 - © SHA

# Type 2 : Bâti à pan de bois sur parcellaire étroit

## Recommandations d'interventions

### Percements et systèmes

Le remplacement de chaudière implique des percements réglementaires. Ceux-ci devront respecter le caractère patrimonial de l'édifice et utiliser au maximum les conduits existants.

### Plancher intermédiaire

Intervention lourde si dépose du parquet pour une repose à l'identique.

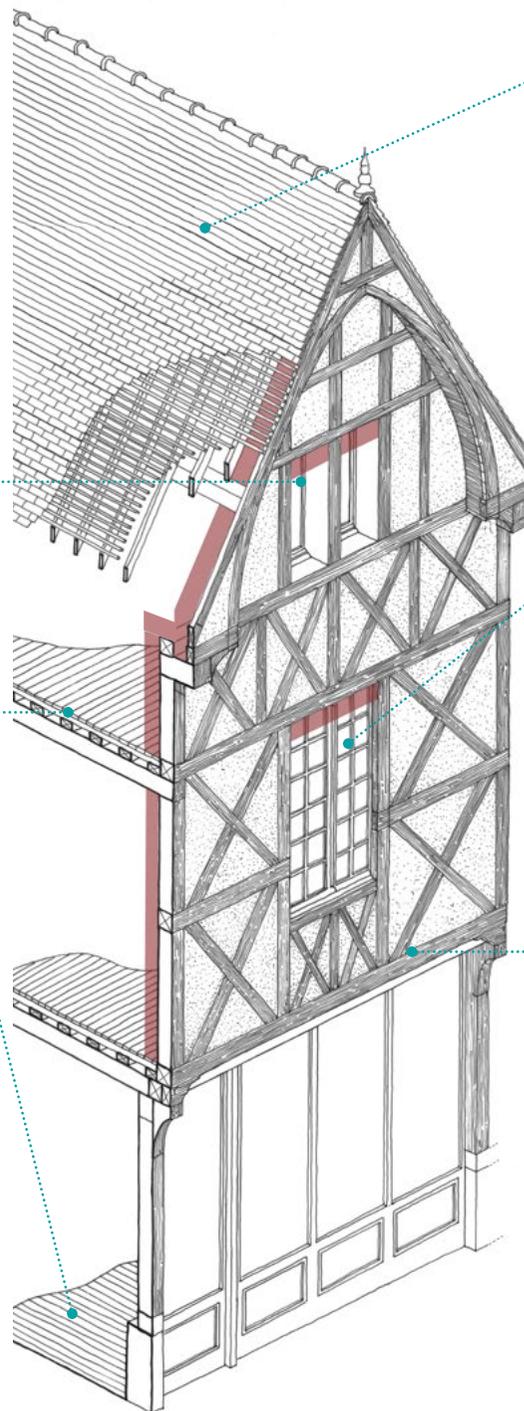
### Traitement du plancher bas

La sous-face voûtée limite les possibilités d'isolation à l'intérieur du logement.

*Les caves possèdent des qualités thermiques qui permettent un bon confort d'été. La pose d'une isolation entrave les qualités inertielles du sol et n'est possible que depuis l'intérieur du logement, si le revêtement de celui-ci n'a pas un caractère patrimonial intéressant. Dans ce cas (présence d'un parquet intéressant ou de tomettes), ce poste d'amélioration peut être compensé par d'autres opérations.*

🔍 Isolation des planchers

P. 118



### Isolation en comble

Isolation sous rampant ou en comble perdu, selon l'occupation du niveau. Sarking à proscrire pour l'isolation de la toiture. Il faut éviter une surépaisseur de la rive.

*Le haut comble offre de vastes espaces pour pouvoir isoler de l'intérieur.*

*Le sarking n'est pas une solution envisageable dans cette typologie.*

🔍 Isolation des toitures

P. 106

### Traitement des menuiseries et des occultations

Remplacement des menuiseries possible selon leur caractère patrimonial, en gardant un matériau compatible et respirant.

### Protection solaire

Store-toile ou persiennes derrière un lambrequin selon prescriptions du règlement.

🔍 Les menuiseries, volets, balcons

P. 129

### Parois verticales

Choix d'un isolant perspirant ou d'une mise en œuvre qui permette la respiration du mur.

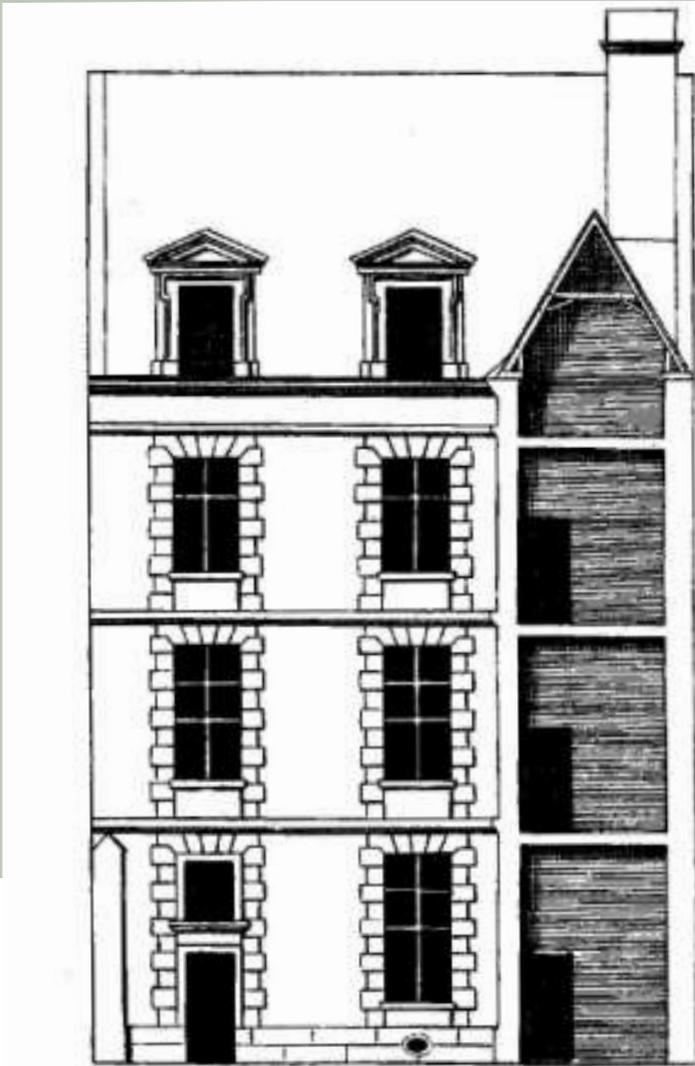
*Les façades en pan de bois sont souvent porteuses de modénatures participant à leur valeur patrimoniale. Les façades déperditives restent minimales, elles pourront faire l'objet d'une isolation par l'intérieur afin d'améliorer l'étanchéité à l'air du logement.*

🔍 Isolation des murs

P. 91

## 2.3

Type 3 :  
Immeuble de la  
période classique sur  
parcellaire remembré



*Pierre Le Muet, Manière de bien bastir pour toutes sortes de personnes - La Face du côté de la cour, 1647*

## Type 3 : Immeuble de la période classique sur parcellaire remembré

### Implantation et caractéristiques parcellaires

#### Morphologie

Parcelle étroite et longue.  
6 à 10 m de large pour 12 à 15 m de long.

#### Liaison à l'espace public

Commerces ou logements en RDC.

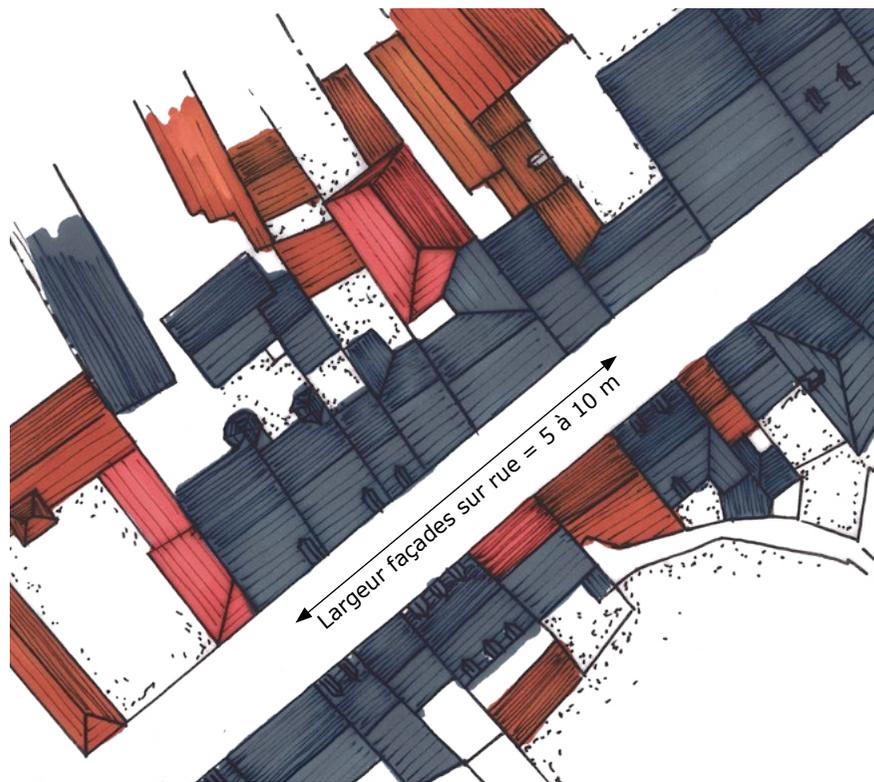
#### Accès

Porte cochère.

#### Implantation du bâti

Mur gouttereau sur la rue.  
Un premier corps de bâtiment occupe le front de rue donnant sur une cour à l'arrière. Dans le cas d'une parcelle profonde, un second corps peut s'implanter en fond de parcelle.

*Évolution et variantes : densification de la parcelle par la création d'ateliers attenants au commerce sur rue ou de garages plus récemment.*



Vue d'une rue du centre-ville de Nevers (58) – © SHA  
Plan de toitures d'un quartier du centre-ville de Nevers (58) – © SHA

# Type 3 : Immeuble de la période classique sur parcellaire remembré

## Morphologie et type de bâti sur la parcelle

### Volumétrie et composition

#### Circulation verticale

Intégrée au bâtiment.

#### Étages

R+2 à R+3.

#### Travées

5 à 7 sur rue avec porte au centre.

#### Combles

Hauts combles, pente de 45° à 60°. Présence non systématique d'une habitation en sous-pente, éclairée par les lucarnes.

*Évolution et variantes : ouverture du comble tampon pour augmenter la surface d'habitation du dernier étage sous pente.*

### Époque et décors

#### Datation relative de construction

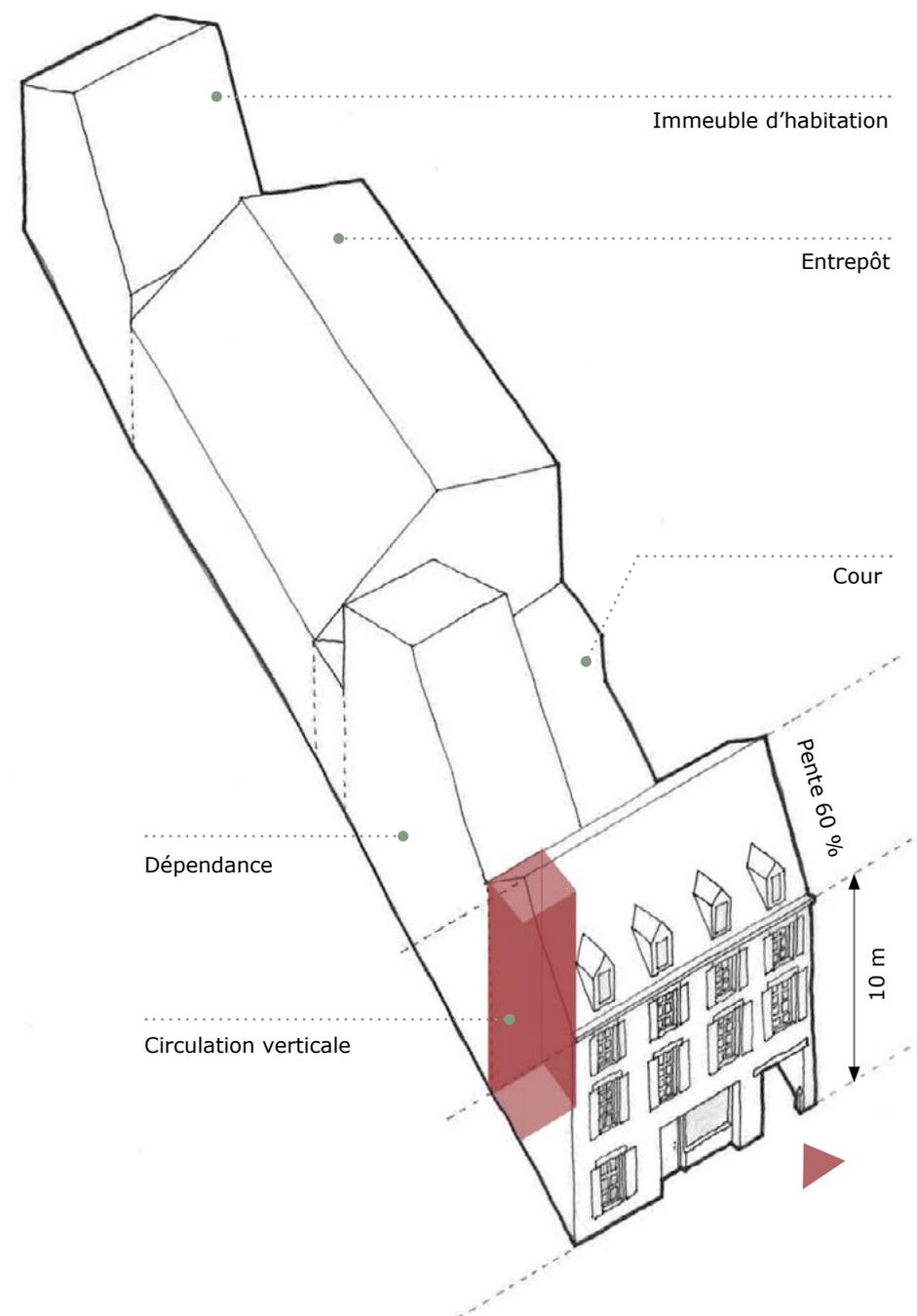
Époque classique (du XVII<sup>e</sup> au XVIII<sup>e</sup> siècle). Densification de la parcelle à partir du XIX<sup>e</sup> siècle et surélévation à partir de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle.

#### Décors

Cordons entre les étages ou à la base des baies. Un balcon peut souligner la travée centrale sur rue et l'étage noble (R+1).

Encadrements des baies plus ou moins travaillés : cadre, table, fronton, etc. Taille décorative de l'embrasure de la porte cochère.

*Évolution et variantes : perte du décor par remplacement des pierres.*



# Type 3 : Immeuble de la période classique sur parcellaire remembré

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Propriétés thermiques

- Mitoyenneté de la façade la plus longue apportant de bonnes capacités inertielles et une bonne isolation des parois verticales.
- Peu de surfaces de parois exposées à l'extérieur.
- Appartement traversant offrant une bonne ventilation.
- Hauts combles pouvant servir d'espace tampon.
- Possible présence d'une cave pouvant améliorer le confort d'été au rez-de-chaussée.

### Couverture

Tuiles plates sur lattis et chevrons. Ardoises dans les régions proches de la Loire et de la Seine.  
*Évolutions et variantes : tuiles mécaniques/ardoises.*

### Charpente

Charpente à pannes avec ferme maîtresse intermédiaire.

### Lucarnes

Pierre de taille ou à la capucine (charpente bois).  
*Évolution et variantes : châssis de toit de type Velux.*

### Plancher intermédiaire

Plancher bois à la française ou plancher bois sur solivage.  
*Évolution et variantes : poutrelles-hourdis.*

### Embrasure

Pierre de taille.

### Traitement des façades

Pierre de taille ou moellons enduits à la chaux.  
*Évolution et variantes : pose d'enduit à base de ciment.*

### Plancher bas

Dallage de terre cuite ou pierre sur terre-plein ou cave voûtée.  
*Évolution et variantes : dalle béton.*



# Type 3 : Immeuble de la période classique sur parcellaire remembré

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Matériaux

Pierre calcaire (carrières locales).  
Grès des Vosges

*Évolutions et variantes : reprise en maçonnerie de parpaings. Changement de matériau suite à la disparition des carrières et à la démocratisation des process industriels.*



Tuile plate



Couverture en ardoise



Encadrement de baies en pierre de taille



Volets bois à persiennes et cordon en pierre



Mascaron en pierre



Garde-corps en fer forgé, fonte ou acier



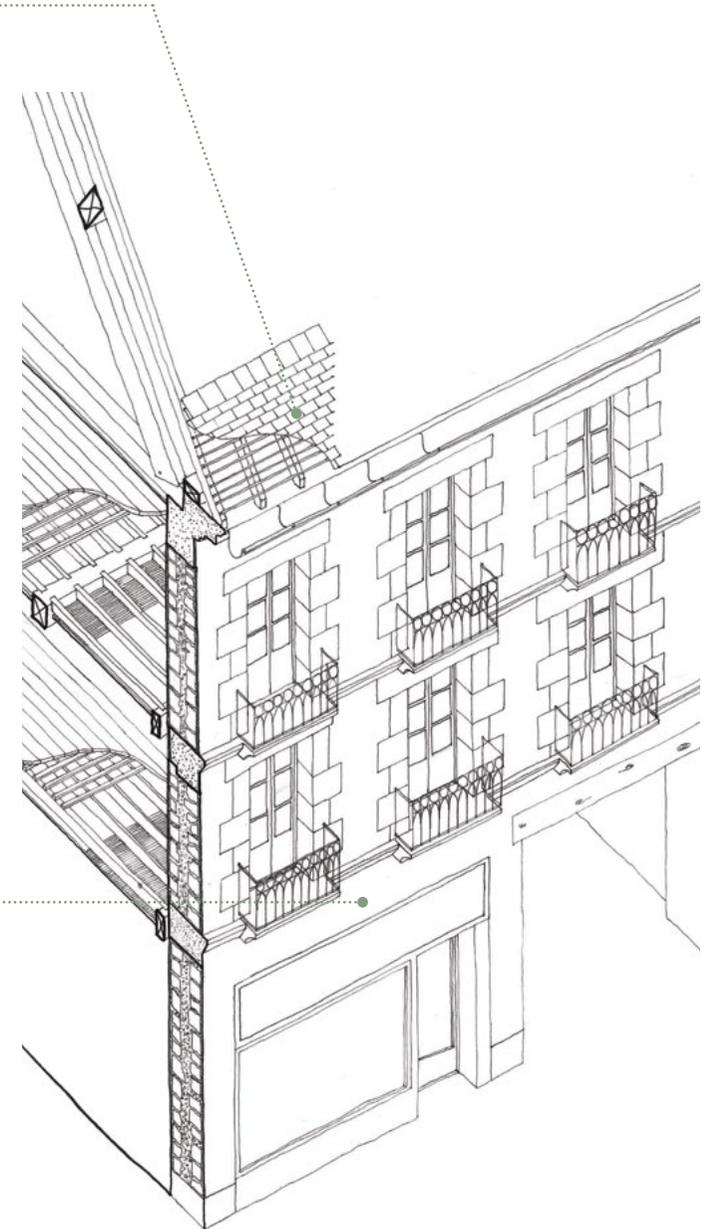
Grès des Vosges



Mur en moellons



Pierre calcaire



Axonométrie en écorché d'un immeuble de type 3  
© SHA

# Type 3 : Immeuble de la période classique sur parcellaire remembré

## Recommandations d'interventions

**Isolation du comble :** le haut comble offre de vastes espaces pour pouvoir isoler de l'intérieur. De plus, la présence d'une pierre de corniche couronnant la façade sur rue limite les possibilités de surélévation. Le sarking n'est donc pas une solution envisageable dans cette typologie.

**Isolation des parois verticales :** les façades en pierre de taille ou enduites sont souvent porteuses de modénatures participant à leur valeur patrimoniale. Les façades déperditives restent minimales, elles pourront faire l'objet d'une isolation par l'intérieur afin également d'améliorer l'étanchéité à l'air du logement.

**Traitement du plancher bas :** la sous-face voûtée (d'une arcade ou d'une cave) limite les possibilités de traitement thermique du plancher bas. Elle possède néanmoins des qualités thermiques qui permettent un bon confort d'été. La pose d'une isolation entrave les qualités inertielles du sol et

### Isolation en comble

Isolation sous rampant ou en comble perdu, selon l'occupation du niveau.

### Point de vigilance

Sarking à proscrire pour l'isolation de la toiture. Il faut éviter une surépaisseur de la rive.

### Protection solaire

Store-toile ou persiennes derrière un lambrequin selon prescriptions du règlement.

### Parois verticales

Traitement des embrasures et étanchéité à l'air à soigner. Choix d'un isolant perspirant ou d'une mise en œuvre qui permette la respiration du mur.

### Plancher intermédiaire

Isolation du plancher au-dessus des passages cochers.

n'est possible que depuis l'intérieur du logement, si le revêtement de celui-ci n'a pas un caractère patrimonial intéressant. Dans ce cas (présence d'un parquet intéressant ou de tomettes), ce poste d'amélioration peut être compensé par d'autres postes.

**Traitement des menuiseries et des occultations :** remplacement des menuiseries possible selon leur caractère patrimonial, en gardant un matériau compatible et respirant. Les occultations pourront être envisagées selon les solutions énoncées ci-après.

**Percements et systèmes :** le remplacement de chaudière implique des percements réglementaires. Ceux-ci devront respecter le caractère patrimonial de l'édifice et utiliser au maximum les conduits existants.



Axonométrie en écorché d'un immeuble de type 3  
© SHA.

# Type 3 : Immeuble de la période classique sur parcellaire remembré

## Percements et systèmes

Le remplacement de chaudière implique des percements réglementaires. Ceux-ci devront respecter le caractère patrimonial de l'édifice et utiliser au maximum les conduits existants.

## Plancher intermédiaire

Isolation du plancher au-dessus des passages cochers.

## Traitement du plancher bas

La sous-face voûtée limite les possibilités d'isolation à l'intérieur du logement.

*Les caves possèdent des qualités thermiques qui permettent un bon confort d'été. La pose d'une isolation entrave les qualités inertielles du sol et n'est possible que depuis l'intérieur du logement, si le revêtement de celui-ci n'a pas un caractère patrimonial intéressant. Dans ce cas (présence d'un parquet intéressant ou de tomettes), ce poste d'amélioration peut être compensé par d'autres opérations.*

🔍 Isolation des planchers

P. 118



## Isolation en comble

Isolation sous rampant ou en comble perdu, selon l'occupation du niveau. Sarking à proscrire pour l'isolation de la toiture. Il faut éviter une surépaisseur de la rive.

*Le haut comble offre de vastes espaces pour pouvoir isoler de l'intérieur.*

*Le sarking n'est pas une solution envisageable dans cette typologie.*

🔍 Isolation des toitures

P. 106

## Traitement des menuiseries et des occultations

Remplacement des menuiseries possible selon leur caractère patrimonial, en gardant un matériau compatible et respirant.

## Protection solaire

Store-toile ou persiennes derrière un lambrequin selon prescriptions du règlement.

🔍 Les menuiseries, volets, balcons

P. 129

## Parois verticales

Choix d'un isolant perspirant ou d'une mise en œuvre qui permette la respiration du mur.

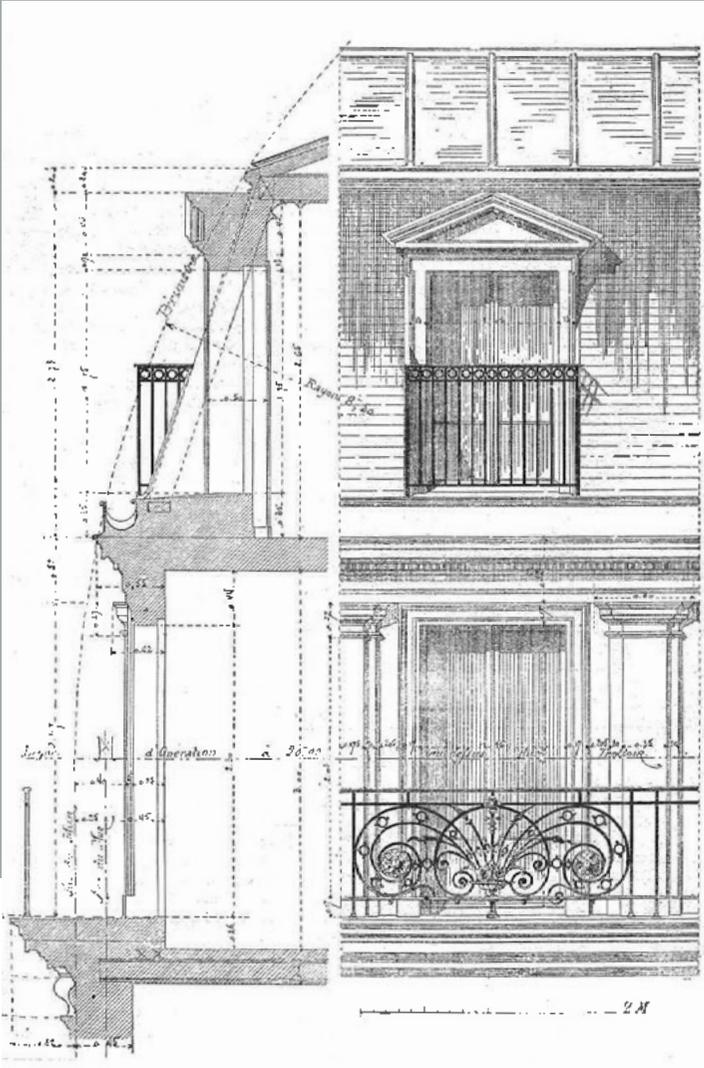
*Les façades en pan de bois sont souvent porteuses de modénatures participant à leur valeur patrimoniale. Les façades déperditives restent minimales, elles pourront faire l'objet d'une isolation par l'intérieur afin d'améliorer l'étanchéité à l'air du logement.*

🔍 Isolation des murs

P. 91

## 2.4

### Type 4 : Immeuble à loyer sur parcellaire remembré



Tubeuf Georges, *Traité d'architecture théorique et pratique*, Paris 1890-1898

# Type 4 : Immeuble à loyer sur parcellaire remembré

## Implantation et caractéristiques parcellaires

### Morphologie

Parcelle régulière : de 10 à 13 m de large pour 12 à 15 m de profondeur.

### Liaison à l'espace public

Commerces ou logements en RDC.

### Accès

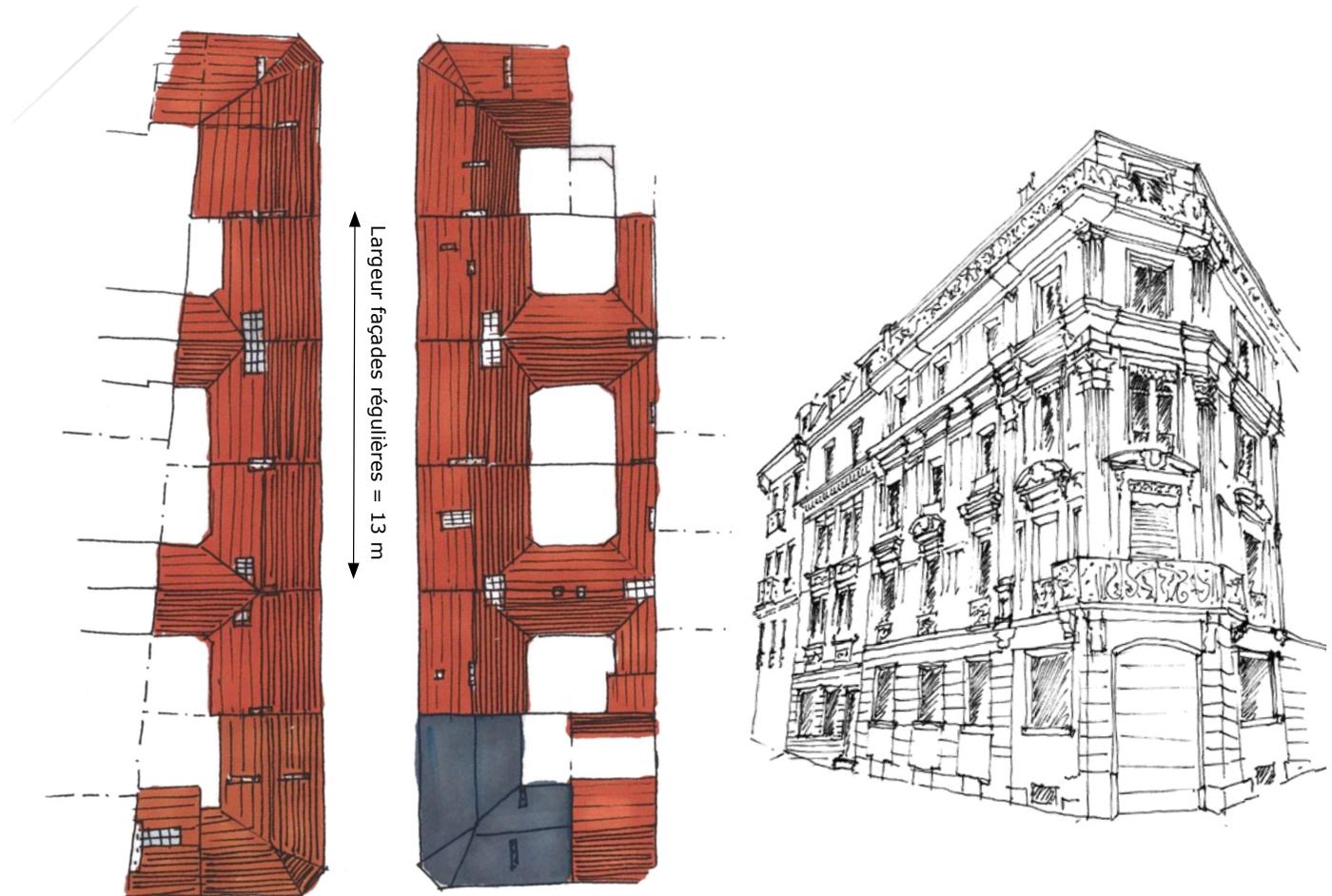
Porte cochère ou porte piétonne double.

### Implantation du bâti

Mur gouttereau\* sur la rue.

Un premier corps de bâtiment occupe le front de rue donnant sur une cour à l'arrière. Dans le cas d'une parcelle profonde, un second corps peut s'implanter en fond de parcelle.

*Évolution et variantes : densification de la parcelle par la création d'ateliers attenants au commerce sur rue ou de garages plus récemment.*



Vue d'une rue du centre-ville de Besançon (25) – © SHA  
Plan de toitures d'un quartier du centre-ville  
de Besançon (25) – © SHA

# Type 4 : Immeuble à loyer sur parcellaire remembré

## Morphologie et type de bâti sur la parcelle

### Volumétrie et composition

#### Circulation verticale

Intégrée au bâtiment.

#### Étages

R+3 à R+5.

#### Travées

5 à 7 sur rue avec porte au centre.

#### Combles

Comble à la Mansart, le dernier niveau est habité. Le comble résiduel se situe sous le terrasson.

*Évolution et variantes : ouverture du comble tampon pour augmenter la surface d'habitation du dernier étage sous pente.*

### Époque et décors

#### Datation relative de construction

Époque post-révolution industrielle.

*Évolutions et variantes : densification de la parcelle à partir du XIX<sup>e</sup> siècle.*

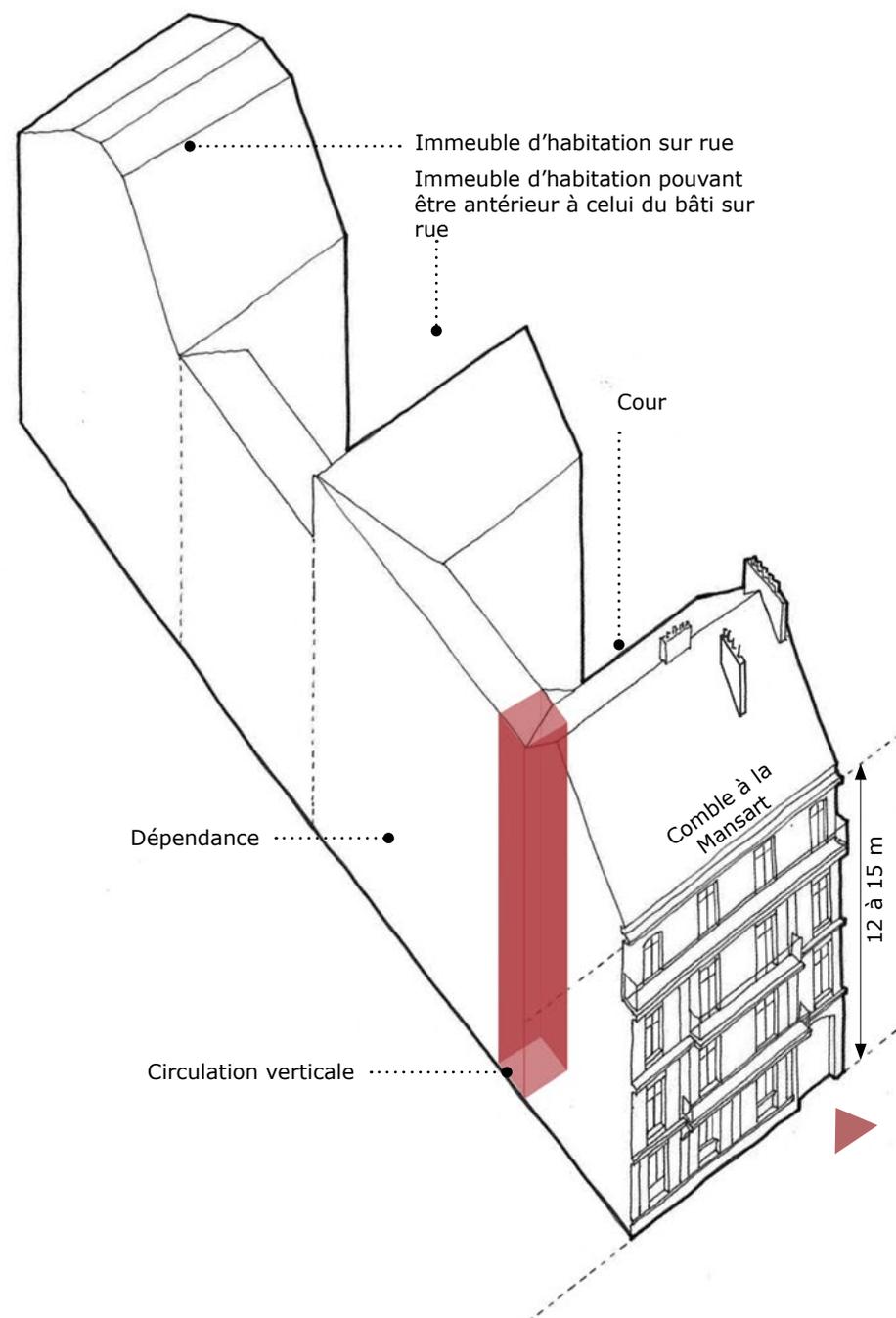
#### Décors

Reprise et interprétation du gabarit haussmannien avec balcon filant.

À partir de 1906, présence de saillies type bow-window.

Encadrements des baies plus ou moins travaillés : cadre, table, fronton, etc.

Présence d'ordonnancement dans le décor. Taille décorative de l'embrasure de la porte cochère.



Axonométrie d'une parcelle du centre-ville de Besançon (25) - © SHA

# Type 4 : Immeuble à loyer sur parcellaire remembré

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Matériaux

Pierre calcaire (carrières locales).  
*Évolution et variantes : reprise en maçonnerie de parpaings. Changement de matériau suite à la disparition des carrières et à la démocratisation de process industriels.*

### Traitement des façades

Pierre de taille ou moellons calcaires enduits à la chaux.  
Possible présence de gypse/plâtre en façade en Bourgogne du Nord proche de la région parisienne.  
*Évolution et variantes : pose d'enduit à base de ciment.*

### Embrasure

Pierre de taille ou badigeon.

### Lucarnes

Pierre de taille/étage du comble dans le brisis du comble à la Mansart.  
*Évolution et variantes : châssis de toit type Velux.*

### Couverture

Terrasson en zinc et brisis en tuiles ou ardoises dans les régions proches de la Loire et de la Seine.  
*Évolution et variantes : couverture en zinc.*

### Plancher intermédiaire

Plancher bois sur solivage ou poutrelles-hourdis.

### Charpente

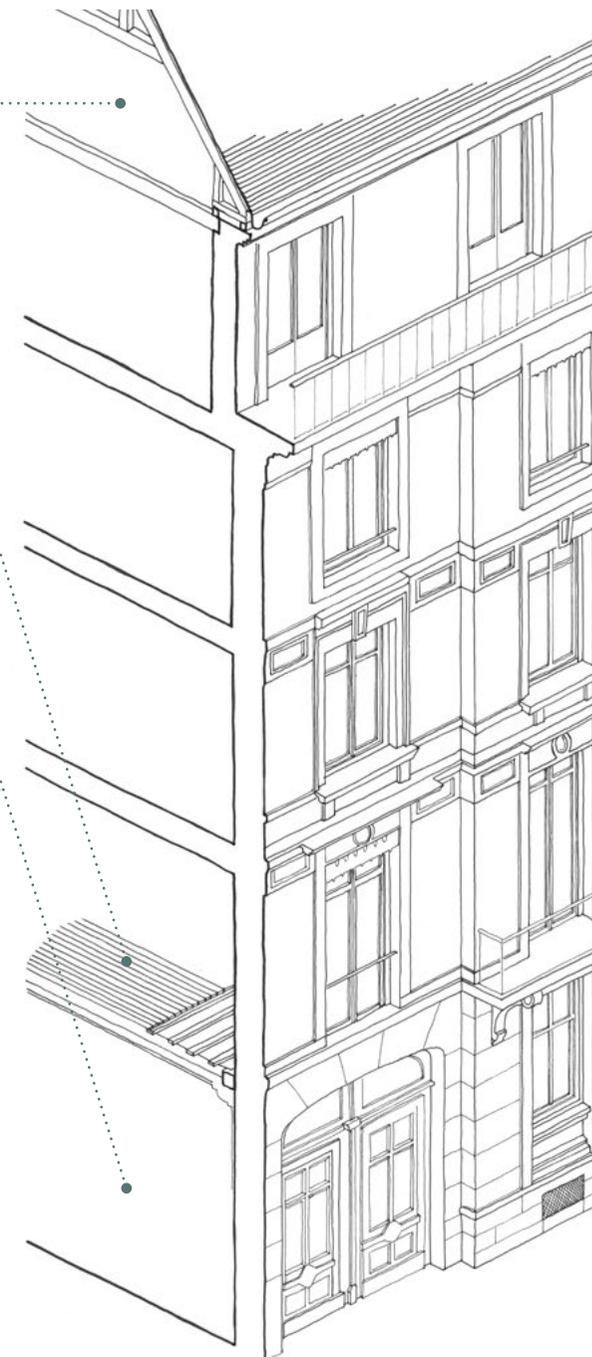
Charpente à la Mansart avec terrasson et brisis.

### Plancher bas

Dallage terre cuite ou pierre sur terre-plein. Possible présence de cave.  
*Évolution et variantes : dalle béton.*

### Propriétés thermiques

- Mitoyenneté de la façade apportant de bonnes capacités inertielles.
- La façade la plus longue est exposée à l'extérieur, ce qui a pour inconvénient d'augmenter les déperditions.
- Appartement partiellement traversant, avec les espaces de service sur une cour relativement étroite.
- Grande hauteur sous plafond qui permet de réguler la température en été.
- Le rez-de-chaussée souvent habité est légèrement surélevé par rapport à la rue. Une cave permet de réguler le confort d'été.



# Type 4 : Immeuble à loyer sur parcellaire remembré

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Matériaux

Pierre calcaire (carrières locales).

Évolution et variantes :

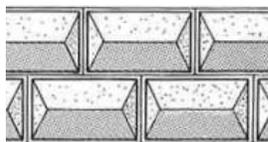
- Reprise en maçonnerie de parpaings.
- Changement de matériau suite à la disparition des carrières et à la démocratisation de process industriels.



Tuiles petit moule



Ardoises



Parement à bossage carré, à pointe de diamant, à ligne de refend



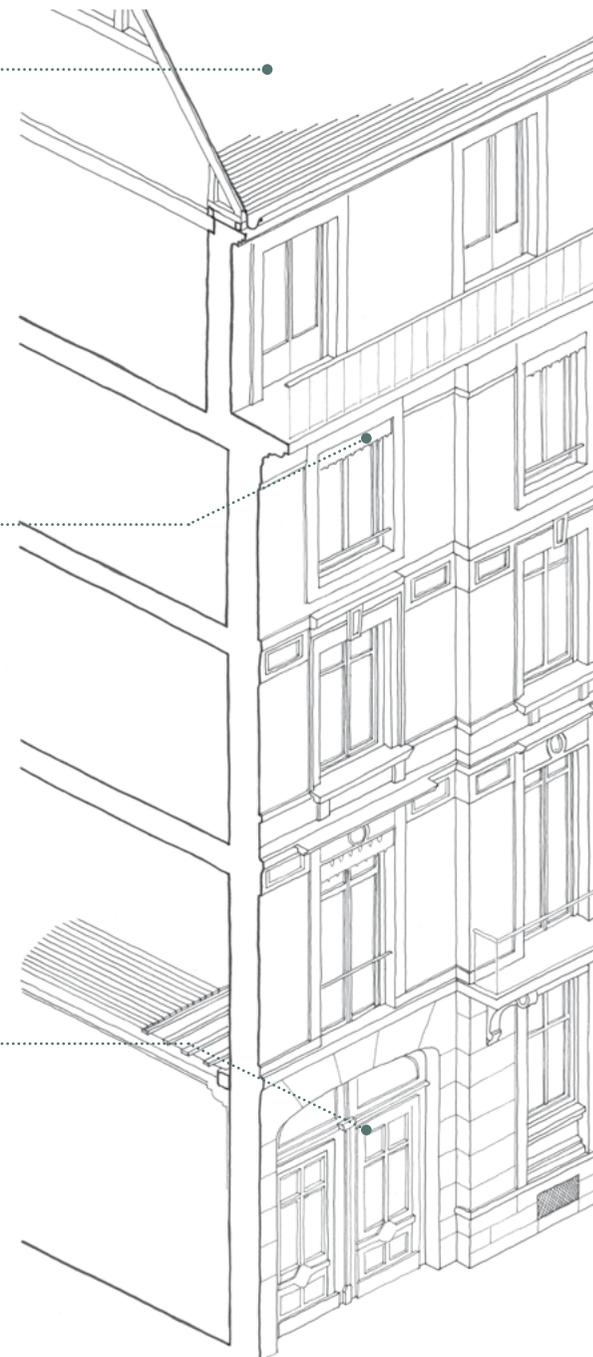
Lambrequin en fer



Garde-corps en fer forgé, fonte ou acier



Porte cochère en bois



# Type 4 : Immeuble à loyer sur parcellaire remembré

## Recommandations d'interventions

### Percements et systèmes

Le remplacement de chaudière implique des percements réglementaires. Ceux-ci devront respecter le caractère patrimonial de l'édifice et utiliser au maximum les conduits existants.

### Plancher intermédiaire

Isolation du plancher au-dessus des passages cochers.

Les décors de corniche et rosace en plâtre devront être conservés.

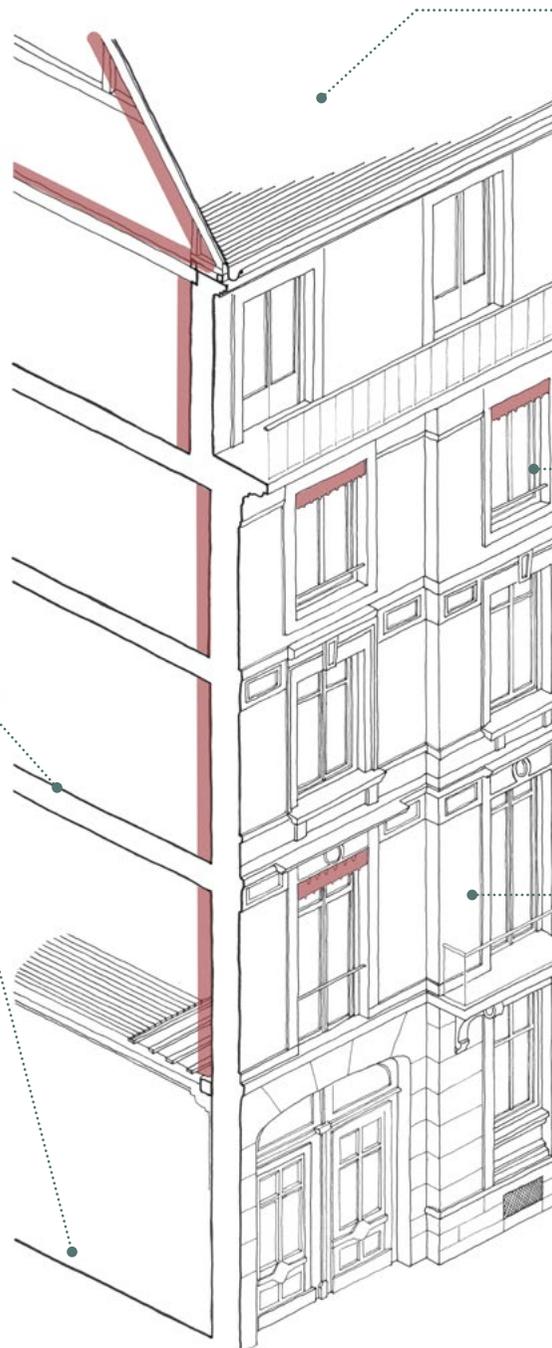
### Traitement du plancher bas

La sous-face voûtée limite les possibilités d'isolation à l'intérieur du logement.

*Les caves possèdent des qualités thermiques qui permettent un bon confort d'été. La pose d'une isolation entrave les qualités inertielles du sol et n'est possible que depuis l'intérieur du logement, si le revêtement de celui-ci n'a pas un caractère patrimonial intéressant. Dans ce cas (présence d'un parquet intéressant ou de tomettes), ce poste d'amélioration peut être compensé par d'autres opérations.*

Isolation des planchers

P. 118



### Isolation en comble

Isolation sous rampant ou en comble perdu, selon l'occupation du niveau. Sarking à proscrire pour l'isolation de la toiture. Il faut éviter une surépaisseur de la rive.

*Le comble à la Mansart permet d'isoler en comble perdu. Le sarking n'est pas une solution envisageable dans cette typologie.*

Isolation des toitures

P. 106

### Traitement des menuiseries et des occultations

Remplacement des menuiseries possible selon leur caractère patrimonial, en gardant un matériau compatible et respirant.

### Protection solaire

Store-toile ou persiennes derrière un lambrequin selon prescriptions du règlement.

Les menuiseries, volets, balcons

P. 129

### Parois verticales

Traitement des embrasures et étanchéité à l'air à soigner.

Choix d'un isolant perspirant ou d'une mise en œuvre qui permette la respiration du mur.

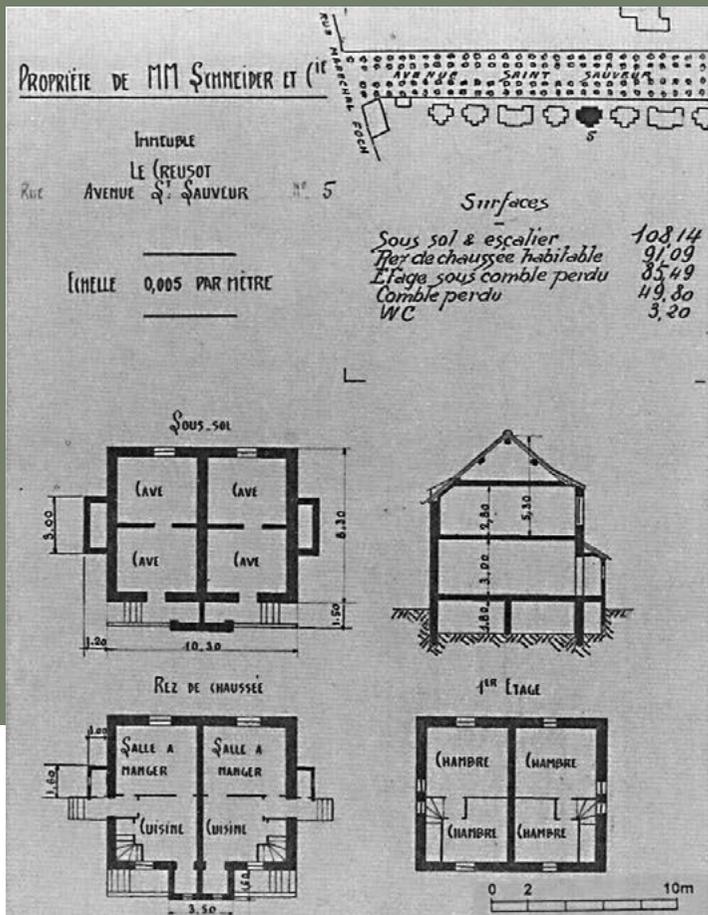
*Les façades en pan de bois sont souvent porteuses de modénatures participant à leur valeur patrimoniale. Les façades déperditives restent minimales, elles pourront faire l'objet d'une isolation par l'intérieur afin d'améliorer l'étanchéité à l'air du logement.*

Isolation des murs

P. 91

## 2.5

# Type 5 : Maison mitoyenne sérielle



Propriété de MM Schneider & Cie, Immeuble – Le Creusot, avenue Saint-Sauveur n° 5 ; plan non daté d'un type C extrait des dossiers reconstruction de 1946 – Archives de l'écomusée Le Creusot-Montceau (71), A 672/81

# Type 5 : Maison mitoyenne sérielle



## Implantation et caractéristiques parcellaires

### Morphologie

Parcelle identique : d'environ 10 m de large pour 40 m de profondeur.

### Liaison à l'espace public

Grille sur muret.

### Accès

Portail piéton.

*Évolution et variantes : suppression de la grille et du muret pour la mise en place d'un portail pour véhicule.*

### Implantation du bâti

Un jardinet de profondeur réduite sépare la maison de l'espace public.

Dans le cas de maisons jumelées, l'entrée est souvent latérale. Pour les maisons sérielles, l'entrée se fait face à la rue.

La maison suit un axe parallèle ou perpendiculaire à la rue, suivant l'orientation de son faîte.

Le bâti reste à proximité de la rue ; quand la parcelle est profonde, un jardin potager est aménagé à l'arrière.



>La présence des cités ouvrières est récurrente en Bourgogne-Franche-Comté.

>Selon leur composition urbaine, celles-ci peuvent également rassembler l'ensemble des fonctions qui peuvent définir un centre-ville : institutions administratives, éducatives, espaces culturels, culturels et sportifs.

En haut : croquis de la Cité Saint-Sauveur au Creusot (71) – © SHA

En bas : plan de toitures de la Cité Saint-Sauveur au Creusot (71)

© SHA

# Type 5 : Maison mitoyenne sérielle

## Morphologie et type de bâti sur la parcelle

### Volumétrie et composition

#### Circulation verticale

Intégrée au bâtiment.

#### Étages

R+1 avec rez-de-chaussée surélevé.

*Évolution et variantes : extension dans le prolongement de la maison dans la largeur ou la profondeur de la parcelle.*

#### Travées

1 à 3 sur rue.

*Évolution et variantes : élargissement de la maison.*

#### Combles

Pente de 30° à 45°.

#### Époque et décors

#### Datation relative de construction

XIX<sup>e</sup> siècle.

*Évolution et variantes : densification de la parcelle avec ajout de dépendances, de vérandas ou de surélévations.*

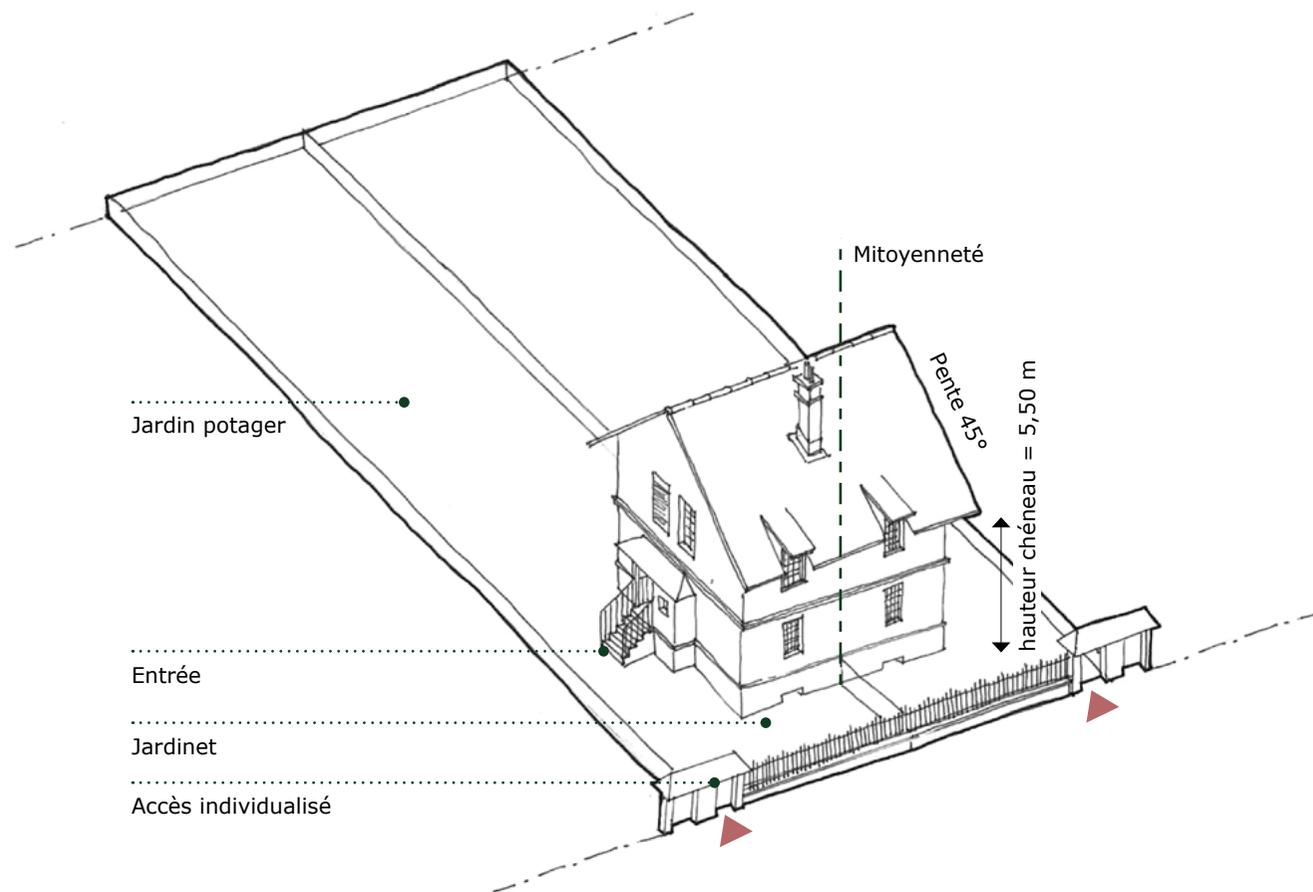
#### Décors

Cordon périphérique entre le RDC et l'étage. Lucarnes pendantes.

Souches de cheminée en brique.

Perron et portail couvert.

*Évolution et variantes : suppression du cordon après isolation par l'extérieur, modification des lucarnes, clôtures d'origine supprimées.*



# Type 5 : Maison mitoyenne sérielle

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Propriétés thermiques

- Mitoyenneté d'une façade apportant de bonnes capacités inertielles et une économie d'énergie.
- La majeure partie des façades est exposée donc induit des déperditions importantes en parois verticales.
- Hauts combles permettant une isolation en combles perdus et le maintien d'un espace tampon pour le confort d'été.
- Le rez-de-chaussée est légèrement surélevé par rapport à la rue, avec une cave semi-enterrée.

Les maisons entrant dans cette typologie sont construites en matériaux anciens et sont antérieures à 1947.

### Couverture

Tuiles mécaniques.

### Charpente

Charpente à pannes sans fermes intermédiaires.

### Lucarnes

Chiens-assis.

Évolution et variantes : châssis de toit type Velux.

### Plancher intermédiaire

Plancher bois sur solivage ou poutrelles-hourdis.

### Traitement des façades

Moellons calcaires enduits à la chaux. Brique de mâchefer enduite à la chaux. Appareillages en pierres apparentes.

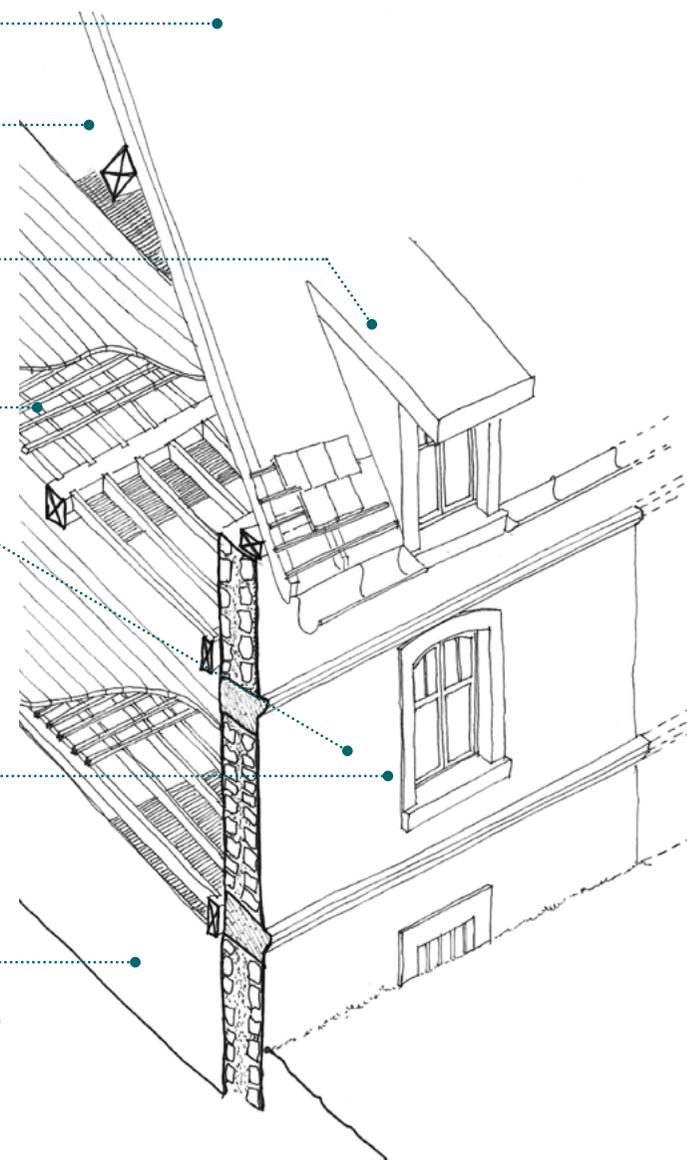
Évolution et variantes : pose d'enduit à base de ciment.

### Embrasure

Pierre de taille. Badigeon sur bois peint. Embrasure en brique de terre cuite pouvant être badigeonnée ou apparente.

### Plancher bas

Dallage sur terre-plein. Possible présence de caves.  
Évolution et variantes : dalle béton.



Axonométrie en écorché d'une maison de type 5  
© SHA

# Type 5 : Maison mitoyenne sérielle

## Caractéristiques constructives et propriétés thermiques

### Matériaux

Pierre calcaire (carrières locales) ou mâchefer.

Évolution et variantes :

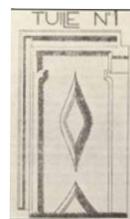
- Reprise en maçonnerie de parpaing.
- Changement de matériau suite à la disparition des carrières et à la démocratisation de process industriels.

Notes :

Les maisons entrant dans cette typologie sont construites en matériaux anciens et sont antérieures à 1947.



Tuiles à emboîtement  
petit moule



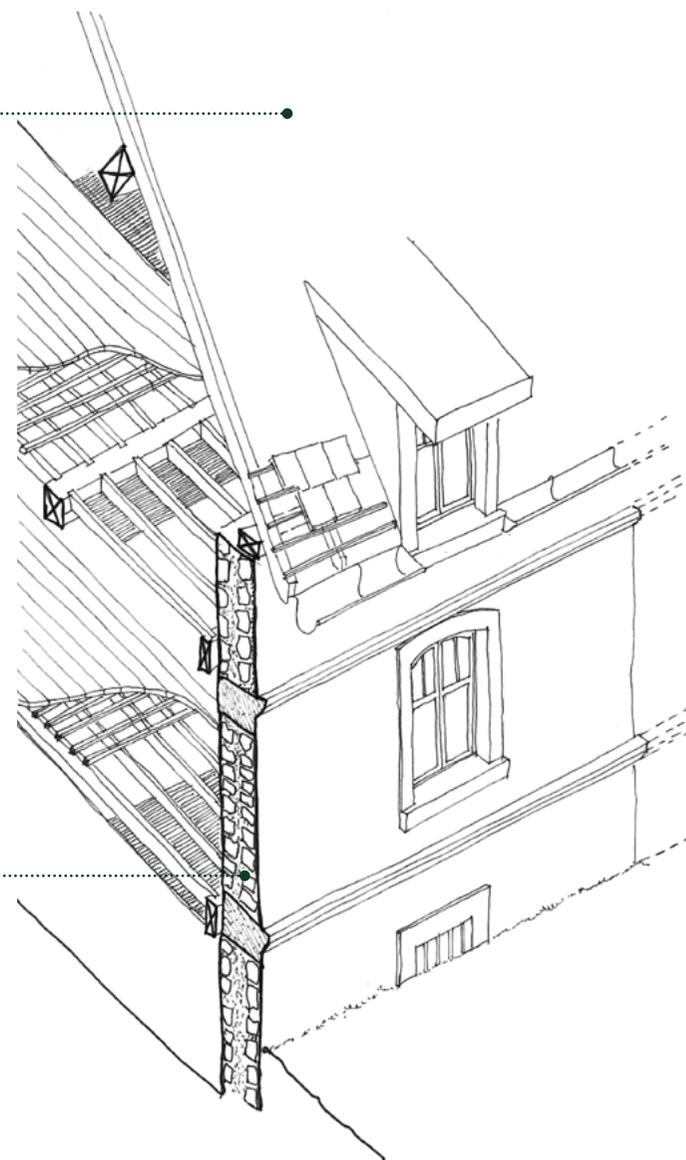
Tuile losangée



Colombage en parement



Mur maçonné en  
pierre meulière



Axonométrie en écorché d'une maison de type 5  
© SHA

# Type 5 : Maison mitoyenne sérielle

## Recommandations d'interventions

### Parois verticales

Les façades en pierre de taille ou enduites sont souvent porteuses de modénatures participant à leur valeur patrimoniale. Les façades déperditives pourront faire l'objet d'une isolation par l'intérieur pour ne pas accentuer la profondeur des embrasures de baies à l'extérieur et ne pas avoir à gérer la mitoyenneté. L'ITI permet d'isoler le mur mitoyen intérieur afin de réduire les déperditions en cas de vacance du logement voisin et d'améliorer le confort acoustique.

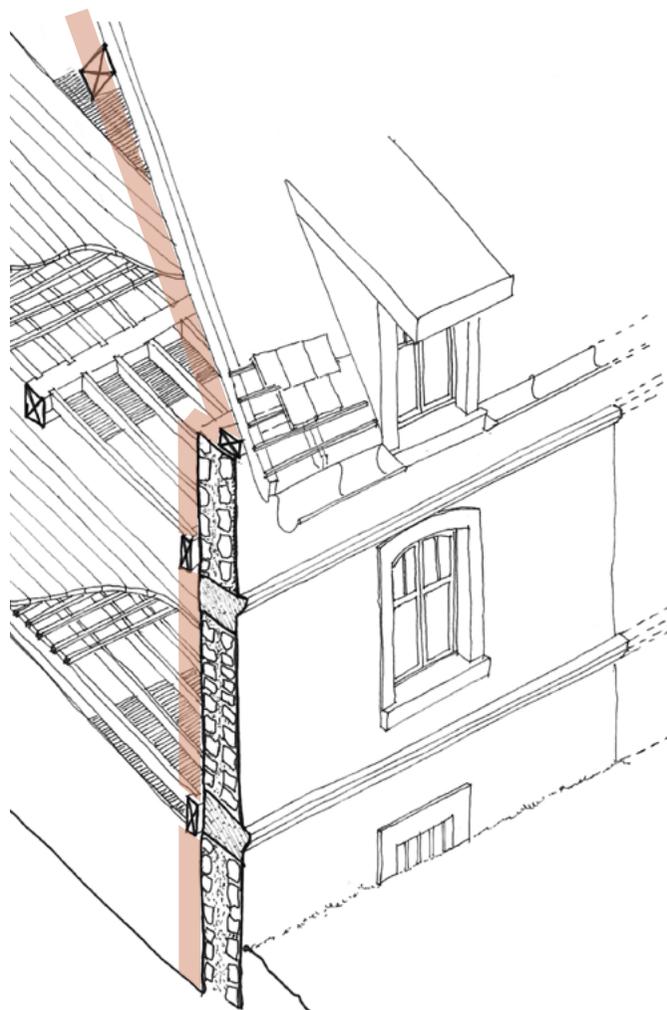
### Points de vigilance

- Traitement des embrasures et étanchéité à l'air à soigner.
- Choix d'un isolant perspirant ou d'une mise en œuvre qui permette la respiration du mur.
- Dans le cadre d'un ravalement de façade, privilégier les enduits à base de chaux.

 Isolation  
des murs

P. 91

Le caractère patrimonial des cités jardins/ouvrières/habitations à bon marché (HBM) est avéré. Ces quartiers ont toujours suscité l'intérêt. Afin de ne pas dénaturer ces ensembles, il est important d'en conserver la cohérence. L'ITE n'est donc pas recommandée. Si cette option persiste, il faut néanmoins qu'elle soit réalisée avec des isolants perspirants (type laine de bois, brique de chanvre) enduits à la chaux.



Axonométrie en écorché d'une maison de type 5 © SHA

### Traitement des menuiseries

Remplacement des menuiseries possible selon leur caractère patrimonial, en gardant une composition proche du dessin d'origine et un matériau compatible et respirant.

### Protection solaire

Store-toile ou persiennes derrière un lambrequin selon prescriptions du règlement.

 Les menuiseries,  
volets, balcon

P. 129

### Isolation en comble

Isolation sous rampant ou en comble perdu, selon l'occupation du niveau

*Le haut comble, même partiellement habité, permet d'isoler en comble perdu. De plus, la mitoyenneté limite les possibilités de surélévation. Afin d'optimiser les coûts des travaux, la couverture doit être réalisée en même temps que la maison mitoyenne, cela évite les cassures et la noue peut être source de sinistres.*

### Point de vigilance

- Sarking à proscrire pour l'isolation de la toiture. Il faut éviter une surépaisseur de la rive.

 Isolation  
des toitures

P. 106

### Percements et systèmes

Les maisons mitoyennes sérielles sont souvent équipées de conduits de cheminée pouvant recevoir aisément les extractions des nouveaux équipements. Il faut s'assurer de la dimension intérieure du conduit et de sa parfaite étanchéité, surtout au niveau des planchers et de la charpente.

 Ventilation

P. 163

### Plancher intermédiaire

Isolation du plancher par le dessous, si la présence d'une cave avec une hauteur suffisante le permet.

### Traitement du plancher bas

Une cave est un espace tampon qui, à l'instar des combles perdus, permet de réguler la température dans le logement. On y accède souvent par l'extérieur, ce qui limite le contact direct avec l'espace chauffé. Selon la hauteur de la cave, l'isolation du plancher peut être réalisée par le dessous en prenant garde d'avoir une nappe isolante continue et donc de déplacer les éventuels réseaux suspendus.

 Isolation  
des planchers

P. 118



# Cahier thématique

## 3.1

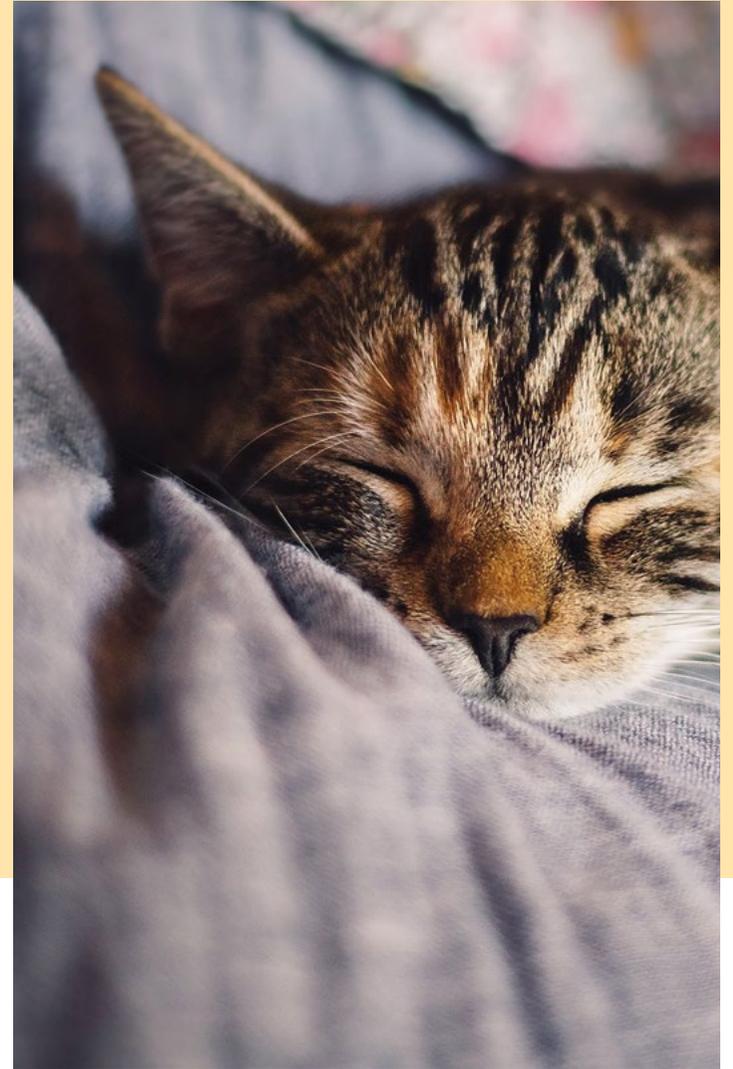
# Confort et notions clefs de thermique



*Début des travaux pour améliorer le confort de l'immeuble - © Constance Bodenez*

## 3.1.1

# Le confort thermique au sein du logement



*Une température idéale toute l'année*  
© Pixabay

# Le confort thermique au sein du logement

## Définition de la notion de confort thermique

Le confort est lié au ressenti de la personne, il est donc principalement subjectif. En revanche, certains paramètres et conditions sont reconnus comme universellement source de confort thermique, ergonomique et visuel.

\* BRISEPIERRE, Gaëtan, et HAMON Viviane, *Les professionnels de l'immobilier et la rénovation énergétique*, 2017, CNRTL (accessible en ligne).

\* Les comportements des occupant.e.s peuvent être utilisés lors de l'étude thermique dans les scénarios de fonctionnement des systèmes énergétiques, de la ventilation.

## Pluralité des définitions du confort

L'amélioration du confort du logement est, avec la perspective de réaliser des économies financières sur le long terme, l'un des leviers principaux pour amorcer une réhabilitation thermique performante (BrisePierre et Hamon, 2017\*).

Le confort, comme « *ensemble des commodités matérielles qui procurent le bien-être* » (CNRTL), est une notion plurielle qui relève de l'interaction entre des critères architecturaux, thermiques, mais aussi ergonomiques.

### Les critères architecturaux :

- Spatialité (dimensions des pièces, volume, agencement).
- Luminosité.
- Matérialité.
- Ambiance sonore,
- etc.

### Les critères thermiques :

- La température ressentie.
- La qualité de l'air intérieur.
- La sensation d'humidité ou d'air sec.
- Les apports solaires.
- L'effusivité des matériaux des parois.
- Les courants d'air parasites.

### Les critères ergonomiques :

- Ergonomie des dispositifs mis en œuvre.
- Adéquation des travaux de réhabilitation avec les habitudes de vie et les comportements.

*D'une manière concrète, on pense à un.e habitant.e qui vivrait habituellement avec les fenêtres ouvertes en toute saison. Une simulation thermique numérique ne prenant pas en compte l'ouverture de fenêtres en été ne serait pas juste.*

## Prise en compte des comportements dans la conception

Au-delà des modèles thermiques définis par les logiciels de calcul ou la projection d'un usage du logement par un.e architecte ou un.e thermicien.ne, il faut considérer les comportements réels des occupant.e.s dans la modélisation. La connaissance de l'usage du bâtiment et des habitudes des occupant.e.s est primordiale : dans la phase amont du projet, et ensuite dans l'analyse énergétique\* puis dans les choix finaux du projet. Une réflexion fine doit être menée afin de s'assurer que les solutions techniques proposées ne dénaturent pas les qualités architecturales du bâtiment et soient en adéquation avec les modes de vie des habitant.e.s tout en garantissant une performance thermique optimale.

Des choix techniques ou constructifs inadaptés peuvent aboutir à des augmentations de factures imprévues ou à l'apparition d'un inconfort important dans le logement (sensation de paroi froide ou au contraire des surchauffes...).

**Une opération de réhabilitation est réussie si elle parvient à intégrer ces trois critères architecturaux, thermiques et ergonomiques harmonieusement !**

 Le confort dans son logement en toute saison

FC 3

# Le confort thermique au sein du logement

Prévoir un système de protection solaire adapté pour limiter l'apport de chaleur dû aux rayons incidents.



P. 147

Prévoir un système de ventilation assurant un renouvellement d'air suffisant et répondant aux enjeux de performance.



P. 163

Prévoir de conserver l'inertie de certains murs afin d'assurer un bon déphasage.



P. 130

## Confort pendant l'été

Le confort d'été est l'un des enjeux principaux à prendre en compte dans les opérations de réhabilitation.

Le bâti ancien possède de bonnes performances face aux températures estivales. Il convient de ne pas les dénaturer et d'adapter son comportement.

Pour découvrir d'autres gestes pour économiser l'énergie au quotidien, découvrez les 100 éco-gestes :  
> [https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/guide\\_100\\_ecogestes\\_familles\\_a\\_energie\\_positive.pdf](https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/guide_100_ecogestes_familles_a_energie_positive.pdf)

Conserver l'inertie grâce aux murs de refend, aux cloisons, aux isolants choisis.

### Le soir et la nuit :

Favoriser les courants d'air traversants pour aérer le logement.

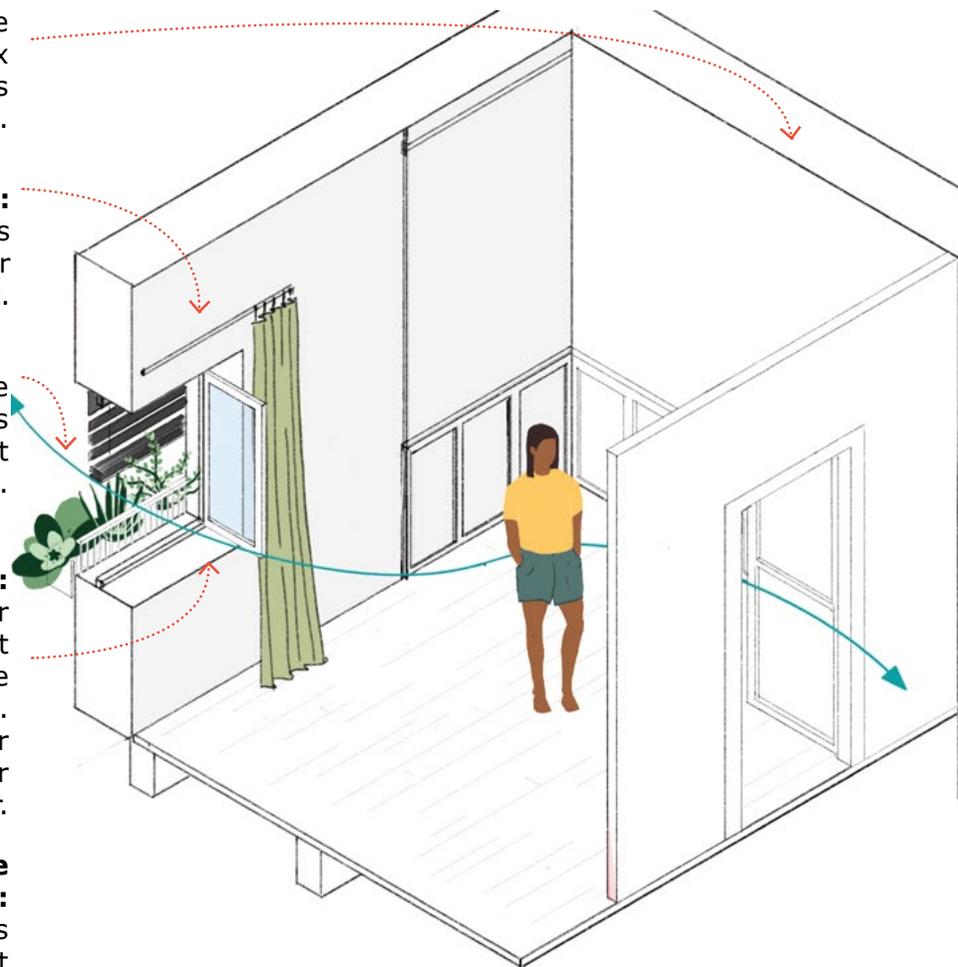
Favoriser la présence de végétation pour les apports d'ombre et l'évapotranspiration.

### La journée :

Fermer les volets pour empêcher le rayonnement solaire de réchauffer le logement.  
Fermer les fenêtres pour empêcher la chaleur d'entrer.

### Limiter les apports de chaleur internes :

Sport, cuisine, appareils électroniques et électroménager.



# Le confort thermique au sein du logement

Choisir une rénovation des menuiseries compatible avec le cadre patrimonial.

Prévoir une bonne étanchéité à l'air pour limiter les déperditions thermiques.

Favoriser une isolation adaptée au bâtiment et apportant du confort aux occupants.e.s.



P. 129



P. 130

## Confort pendant l'hiver

Le confort d'hiver passe par une température intérieure stable. L'un des enjeux d'une rénovation performante est de limiter l'apport en énergie nécessaire pour chauffer. Au-delà, certaines adaptations et aménagements permettent de contribuer facilement à se « sentir bien » dans un logement.

Pour découvrir d'autres gestes pour économiser l'énergie au quotidien, découvrez les 100 éco-gestes :  
> [https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/guide\\_100\\_ecogestes\\_familles\\_a\\_energie\\_positive.pdf](https://www.connaissancedesenergies.org/sites/default/files/guide_100_ecogestes_familles_a_energie_positive.pdf)

Isoler ou apporter une correction thermique adaptée pour limiter la sensation de paroi froide.

Réduire les entrées d'air parasites.

### Le soir :

Fermer les volets pour couper la sensation de paroi froide et réduire les déperditions.

Adapter ses vêtements selon la saison.

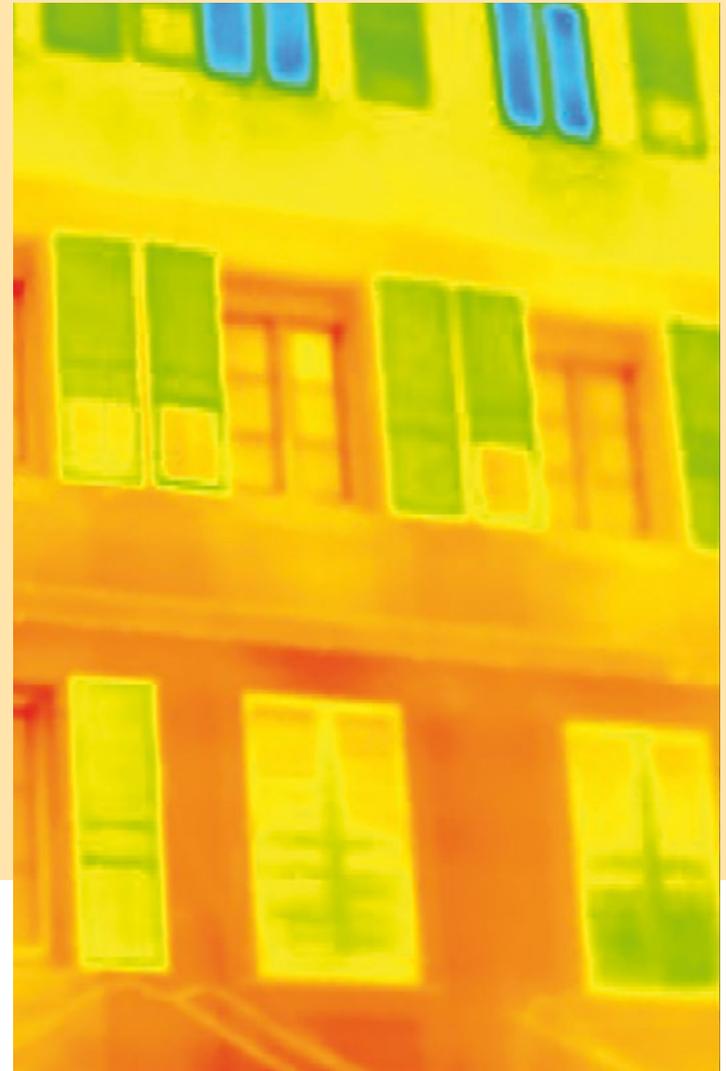
Mettre des tapis pour couper l'effet de paroi froide sur le corps.

Adapter le thermostat en fonction des heures de présence.



## 3.1.2

# La thermique du bâtiment



*Image de caméra thermique*  
© Ajena

# La thermique du bâtiment

## Grandeurs liées à l'isolation des parois

Les valeurs U et R caractérisent :

- Les parois opaques (murs, planchers haut et bas, toitures) et transparentes (baies).
- Les performances de l'isolant.

🔍 Performance des matériaux

P. 85

\* **K** : Degré Kelvin (écart de 1K correspond à un écart de 1 °C)

\* **Conduction thermique** : phénomène de progression de l'énergie calorifique dans un solide de proche en proche/par contact. Différent du rayonnement ou de la convection.

\* **L'effusivité** et la **diffusivité** sont des grandeurs quantifiant l'inertie thermique. La diffusivité et l'effusivité caractérisent la capacité d'un matériau à transférer l'énergie à travers ce matériau.

## Les grandeurs caractéristiques :

### Coefficient de conductivité thermique d'un matériau :

$\lambda$  (= lambda) exprimé en  $W/m.K^*$

Il indique la quantité de chaleur qui se propage par conduction\* thermique en 1 seconde, à travers  $1 m^2$  d'un matériau homogène, épais de 1 mètre lorsque la différence de température entre les deux faces est de 1K.

*Plus  $\lambda$  est petit, plus le matériau est isolant.*

### Résistance thermique d'un matériau :

R exprimée en  $m^2.K/W$ .

*Aptitude d'un matériau à ralentir la progression de l'énergie calorifique qui le traverse. (DICOBAT).*

*Plus le R est grand, plus le matériau est isolant.*

### Coefficient de transmission surfacique :

(ou coefficient de déperdition thermique)

U exprimé en  $W/m^2.°C$ .

*Caractérise la transmission thermique d'un matériau par unité de surface pour une épaisseur donnée.*

*Plus le U est petit, plus le matériau est isolant.*

### Effusivité\* thermique d'un matériau

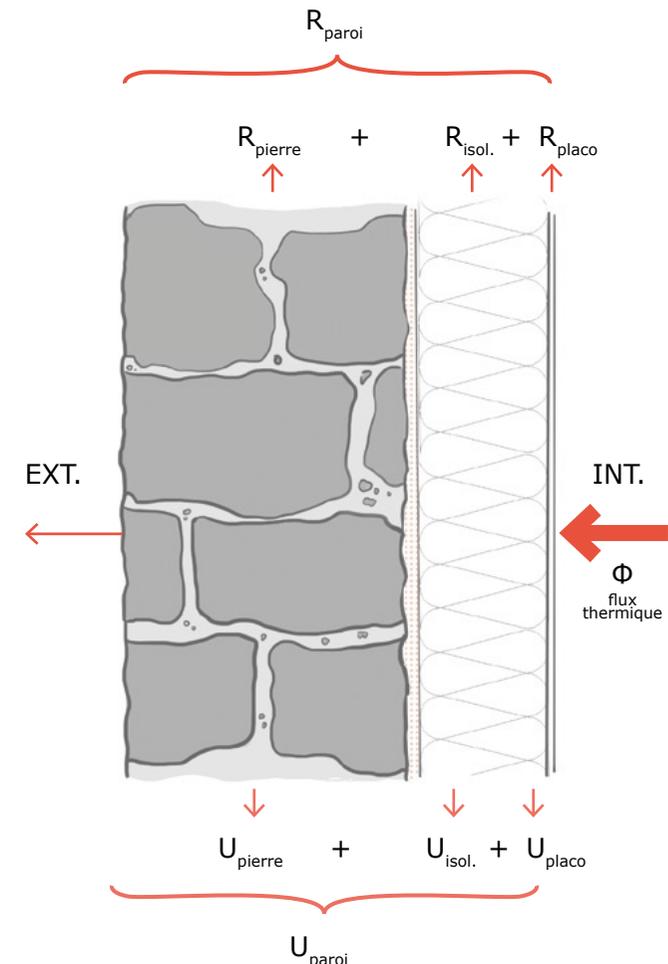
E exprimée en  $J.K^{-1}.m^{-2}.s^{-1/2}$

*Capacité d'un matériau à échanger de l'énergie thermique avec son environnement.*

*Plus E est élevée, plus le matériau absorbe l'énergie rapidement.*

*L'effusivité est responsable de la température de paroi.*

## Résistance thermique



## Transmission thermique

Schéma de principe de la résistance thermique et de la transmission d'une paroi - © Ajena

# La thermique du bâtiment

## Grandeurs liées au confort d'été

La valeur  $Sw$  caractérise :  
- Les parois transparentes.

L'inertie caractérise :  
- Les matériaux de construction.

Performance des matériaux

P. 85

### Les grandeurs caractéristiques :

#### Facteur solaire

Le facteur solaire noté  $Sw$  est sans unité. Coefficients d'absorption et de transparence cumulés, c'est-à-dire le rapport entre l'énergie qui pénètre dans un local à travers un vitrage et l'énergie totale incidente.

#### Inertie thermique

L'inertie thermique est une propriété physique d'un matériau, souvent présentée en heures.

Caractère d'un matériau capable d'accumuler de l'énergie calorifique lors d'un apport de chaleur, pour la restituer ensuite, dans un délai plus ou moins long.

L'inertie thermique d'un matériau est liée proportionnellement à :

- Sa densité.
- Sa masse.
- Sa conductivité thermique.

**Plus la maçonnerie est dense, plus le matériau est inerte thermiquement.**

**Plus le matériau possède de l'inertie thermique, plus sa température évoluera lentement.**

> L'inertie est responsable du déphasage d'un matériau, c'est-à-dire sa capacité à emmagasiner la chaleur ou la fraîcheur et la restituer dans le temps.

On cherchera des matériaux qui ont des périodes de déphasage longues, afin que la chaleur de la journée soit restituée la nuit, par exemple.

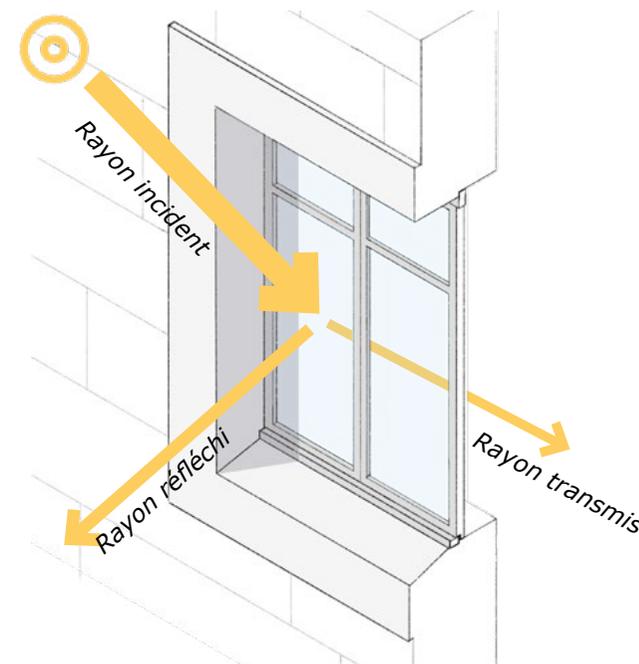
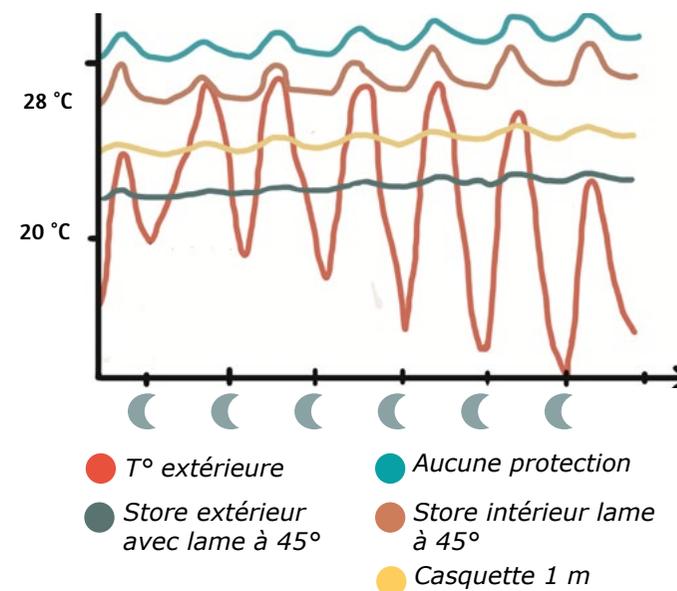


Schéma de principe du facteur solaire - © Ajena



Impact des protections solaires sur la chaleur au sein des logements - © Ajena

# La thermique du bâtiment

## Grandeurs liées à la gestion de l'humidité

Les valeurs  $\mu$  et  $S_d$  caractérisent les parois opaques, c'est-à-dire les murs, les toitures, et les planchers.

Performance des matériaux

P. 85

### FREIN-VAPEUR ou PARE-VAPEUR ?

Un frein-vapeur va « freiner » la diffusion de la vapeur d'eau, tout en lui permettant de s'évacuer, garantissant la perspiration de la paroi.

Un pare-vapeur va bloquer la diffusion de la vapeur d'eau et peut empêcher le séchage de la paroi.

### Les grandeurs caractéristiques :

#### Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau :

$\mu$ , sans unité.

Capacité à bloquer la migration de la vapeur d'eau au sein d'une paroi.

#### Coefficient de diffusion de la vapeur d'eau

$S_d$ , exprimé en mètre.

Capacité d'un matériau à être traversé par la vapeur d'eau au sein d'une paroi.

#### Point de rosée

Température à laquelle la vapeur d'eau (gaz) d'une masse d'air donnée à pression constante commence à se condenser en gouttelettes d'eau liquide.

#### Pour éviter la formation de points de rosée :

- Poser un frein-vapeur hygro-réglable.
- Respecter la composition des parois : du moins ouvert au plus ouvert à la diffusion de vapeur d'eau.

#### Perspiration d'une paroi :

Propriété d'une paroi à favoriser la migration de vapeur d'eau sur toute son épaisseur et permettre son évaporation lorsqu'elle arrive de l'autre côté. Cette capacité est nécessaire pour évacuer la vapeur d'eau générée par les occupants dans une habitation (environ 2,5 L d'eau/jour/pers.).

EXT.

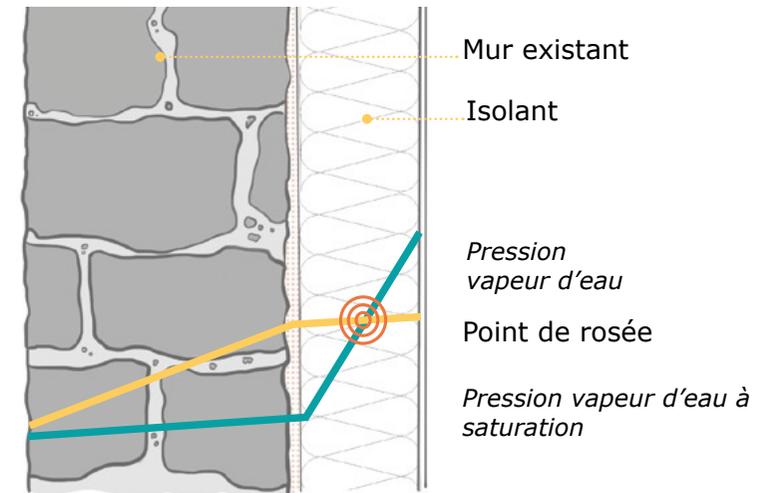


Schéma de migration de la vapeur d'eau – sans frein-vapeur et avec point de rosée – © Ajena

EXT.

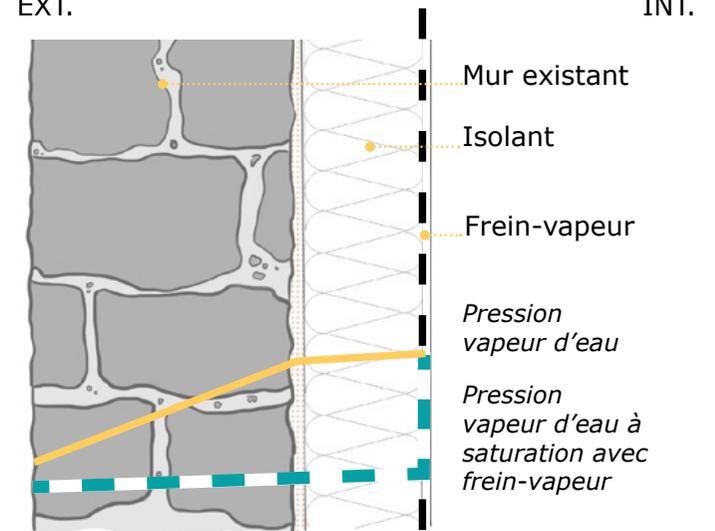


Schéma de migration de la vapeur d'eau – avec frein-vapeur – © Ajena

INT.

INT.

### 3.1.3

## Matériaux locaux et biosourcés



*Torchis dans un pan de bois*  
© Stéphanie Honnert Architecte

# Caractéristiques principales des matériaux compatibles rénovation

Extrait de l'analyse de matériaux pour la rénovation. L'analyse complète est disponible en annexe du dossier.

Présentation générale du produit				Critères environnementaux						Critère technique	
Type de produit	Biosourcé	Type de matériau	Pays (01)	Type de données environnementales	Impact carbone (kg CO <sup>2</sup> eq/UF)	Stockage carbone (kg CO <sup>2</sup> eq/UF)	Énergie fabrication (MJ/UF)	Constitution (dont % biosourcé, matière renouvelable)	Étiquette sanitaire	ACERMI	Aptitude à l'usage
Béton de chanvre	Biosourcé	Chênevotte	FR (38)	FDES vérifiée et valide	6,32	10,77	96,7	Liant spécifique développé par PAREX + chènevotte	A+	oui	Conforme aux règles professionnelles « Enduits en mortier de chanvre » ( <i>Construire en Chanvre</i> - Juillet 2012)
Béton de chanvre	Biosourcé	Chênevotte	Multiples	FDES vérifiée et valide	123	168	2 790	environ 100 kg de chènevottes/m <sup>3</sup>	non	non	Conforme aux règles professionnelles « Enduits en mortier de chanvre » ( <i>Construire en Chanvre</i> - Juillet 2012)
Blocs	Biosourcé	Chênevotte	BE	ACV « cradle to grave » + estimation pour les étapes de mise en œuvre et fin de vie à partir de la FDES Biosys	- 7,63	150	760	Chênevotte + chaux hydraulique + chaux aérienne	non	non	Pas de document de référence excepté le guide de mise en œuvre du fabricant
Blocs	Biosourcé	Chênevotte	FR (25)	FDES vérifiée et valide	0,889	150	760	Chênevotte	A+	non	Atex cas A
Chape	Biosourcé	Poussière de chanvre	FR (85)	Estimation (étapes A1 à A3)	0,1	1,5	3,1	100 % biosourcé : poussières issues du défilage du chanvre et du lin	non	non	Pas de document de référence excepté le guide de mise en œuvre du fabricant
Enduit	Biosourcé	Liège	IT	EPD (étapes A1 à A3)	0,805	6.50e-4	8,05	Liège ; argile ; fibres de polypropylène ; poudre de diatomée ; adjuvants divers	non	non	DTA n° 7/12-1509
Enduit	Non biosourcé	Aérogel	CH	EPD (étapes A1 à A3)	4,25	0	66,1	Liants : chaux hydraulique NHL 5, chaux hydratée, ciment blanc // Agrégats : granules d'aérogel, agrégats minéraux légers // Additifs : agent de rétention d'eau, entraîneur d'air, agent hydrofuge	non	non	Non. Guide de mise en œuvre fabricant
Isolant dalle	Non biosourcé	Granulat verre	CH	FDES vérifiée et valide	10	0	1470	Verre cellulaire	NC	non	DTA 3.3/16-910_V2
Isolant en vrac	Biosourcé	Ouate de cellulose	FR (40)	FDES vérifiée et valide	1,65 (soufflage) 1,44 (insufflation)	1,52 kg CO <sup>2</sup> eq/kg papier	30,4 (soufflage) 25,9 (insufflation)	95 % papier ; 5 % acide borique	A	oui	Avis technique 20/14- 339 ; marquage CE
Isolant en vrac	Biosourcé	Ouate de carton	FR (71)	FDES vérifiée et valide	- 3,71	1,52 kgCO <sup>2</sup> eq/kg papier	44,2	85 % carton ; 7 % hydroxyde d'aluminium ; 4,5 % acide borique ; 0,5 % d'huile minérale (traitement anti-poussière)	A	oui	Avis technique 20/17-404_v1 ; Avis technique 20/17-405_V1 ; AMB : 11 mars 2016 CQMB N° 2015/001 ; Assurance décennale (article 1792 - 4 Code civil) RPP du BTP n° 605819
Isolant en vrac	Biosourcé	Fibres de chanvre	FR (79)	Estimation (étapes A1 à A3)	0,6	1,5	4,6	100 % fibres de chanvre	non	non	Chanvre Mellois en Nouvelle-Aquitaine a réalisé une ATEX cas B pour la pose de fibres de chanvre en comble perdu
Isolant rigide	Biosourcé	Liège	PT	EPD (étapes A1 à A3) + estimation pour les étapes de mise en œuvre et fin de vie à partir de la FDES Isolair	- 3,37	19,5	126,71	100 % liège	A+	oui	Document fabricant
Isolant rigide	Biosourcé	Fibres de bois	FR (88) + DE	FDES vérifiée et valide	-0,050	20,25	236	Fibres de bois 90 %	A+	oui	Norme NF EN 13171 DTU 31.2
Isolant semi-rigide	Biosourcé	Coton recyclé	FR (62)	FDES non valide	5,51	1,4	17,8	85 % coton recyclé ; 15 % liant polyester	A+	oui	ATEC CSTB - Mur (n°20/16-392) Toiture (n°20/16-393)
Isolant semi-rigide	Biosourcé	Chanvre, lin, coton	FR (85)	FDES vérifiée et valide	0,921	2,55	58,8	Fibres de chanvre, lin et coton (85 %) et liant polymère	A+	oui	Avis technique n°20/14-329 (application en murs) Avis technique n°20/14-330 (application en toiture) Atex en cours pour l'ITE
Isolant semi-rigide	Biosourcé	Fibres de bois	FR (42)	FDES vérifiée et valide	6,96	4,675	121	Fibres de bois 85 % et liant PE	A+	oui	Avis techniques n°20/19-431-V1 et 20/19-432-V2
Isolant semi-rigide	Biosourcé	Paille de riz	FR (01)	FDES vérifiée et valide	1,82	5,98	101	92 % paille de riz ; 8 % liant ; sans additif	A+	non	s ATEX n° 2721 murs et n° 2722 toiture (combles et planchers)
Isolation Paille	Biosourcé	Paille de blé	Multiples	FDES non valide	- 14,1	55,5	41	100 % biosourcé	A+	non	Règle professionnelle CP 2012
Parement minéral	Non biosourcé	Panneau isolant	DE	EPD (étapes A1-A3)	101	0	1 350	Chaux et sable	A+	oui	Pas de document de référence excepté le guide de mise en œuvre du fabricant

# Caractéristiques principales des matériaux compatibles rénovation

Extrait de l'analyse de matériaux pour la rénovation. L'analyse complète est disponible en annexe du dossier.

Présentation générale du produit			Fonction										Critères techniques					Caractéristiques thermiques						
Information de classement			Isolation thermique										Grandeurs caractéristiques					épaisseur (en cm) pour un R de ;			R obtenu avec une épaisseur (cm) de :			
Type de produit	Biosourcé/ Non biosourcé	Type	MUR ITE	MUR ITI	Mur Ossature Bois	Sarking	Rampant ITI	Plancher	Comble perdu	Toiture-terrasse	Isolation répartie	Cloisons	Lambda	Déphasage	Amortissement	Chaleur spécifique	Réaction au feu	2,5	4	7	5	15	25	
Béton de chanvre	Biosourcé	Chênevotte	x	x									0,066	8,71 (15 cm d'épaisseur)	80 %	1 200	NC	16,5	26,4	46,2	0,8	2,3	3,8	
Béton de chanvre	Biosourcé	Chênevotte	x	x	x			x					0,09	17 (30 cm d'épaisseur)	98 %	1 560	B,s1,d0 ( finition enduite)	22,5	36	63	0,6	1,7	2,8	
Blocs	Biosourcé	Chênevotte		x						x	x	x	0,071	18 (bloc de 30 cm)	99 %	1 560	A2 (avec enduit)	17,75	28,4	49,7	0,7	2,1	3,5	
Blocs	Biosourcé	Chênevotte	x	x	x							x	x	0,071	17 (bloc de 30 cm)	98 %	1 560	B,s1,d0 ( finition enduite)	17,75	28,4	49,7	0,7	2,1	3,5
Chape	Biosourcé	Poussière de chanvre						x					0,06	Non concerné	Non concerné	Non connu	Euroclasse F	15	24	42	0,8	2,5	4,2	
Enduit	Biosourcé	Liège	x	x									0,045	7,8 (12 cm d'épaisseur)	81 %	1 000	classe A2,s1,d0	11,25	18	31,5	1,1	3,3	5,6	
Enduit	Non biosourcé	Aérogel	x	x									0,028	9,7 (15 cm d'épaisseur)	84 %	1 600	A2,s1,d0	7	11,2	19,6	1,8	5,4	8,9	
Isolant dalle	Non biosourcé	Granulat verre						x					0,093	Non concerné			A1	23,25	37,2	65,1	0,5	1,6	2,7	
Isolant en vrac	Biosourcé	Ouate de cellulose		x	x		x		x				0,038	7,6 (27 cm d'épaisseur)	73 %	2 100	E	9,5	15,2	26,6	1,3	3,9	6,6	
Isolant en vrac	Biosourcé	Ouate de carton		x				x	x				0,041	8,2 (29 cm d'épaisseur)	77 %	2 100	C s3 d0 (soufflage); B s2 d0 à 65 kg / m³ (insufflation)	10,25	16,4	28,7	1,2	3,7	6,1	
Isolant en vrac	Biosourcé	Fibres de chanvre							x				0,038	7 (27 cm d'épaisseur)	68 %	1 600	Pas d'essais	9,5	15,2	26,6	1,3	3,9	6,6	
Isolant rigide	Biosourcé	Liège	x	x				x					0,04	10,1 (20 cm d'épaisseur)	86 %	1 600	Euroclasse E	10	16	28	1,3	3,8	6,3	
Isolant rigide	Biosourcé	Fibres de bois	x		x	x							0,044	10,54 (20 cm d'épaisseur)	87 %	2 100	Euroclasse E	11	17,6	30,8	1,1	3,4	5,7	
Isolant semi-rigide	Biosourcé	Coton recyclé		x	x		x					x	0,039	4,17 (20 cm d'épaisseur)	33 %	1 600	Euroclasse E (seul) // B/S1/d0 (dans conditions finales d'utilisation)	9,75	15,6	27,3	1,3	3,8	6,4	
Isolant semi-rigide	Biosourcé	Chanvre, lin, coton	x	x	x		x					x	0,038	5,49 (20 cm d'épaisseur)	53 %	1 800	F	9,5	15,2	26,6	1,3	3,9	6,6	
Isolant semi-rigide	Biosourcé	Fibres de bois		x	x		x					x	0,036	7,86 (20 cm d'épaisseur)	75 %	2 100	F	9	14,4	25,2	1,4	4,2	6,9	
Isolant semi-rigide	Biosourcé	Paille de riz		x	x		x						0,039	5,58 (20 cm d'épaisseur)	54 %	1 509	Euroclasse E	9,75	15,6	27,3	1,3	3,8	6,4	
Isolation paille	Biosourcé	Paille de blé	x		x							x	0,052	14,46 (37 cm d'épaisseur)	95 %	1 500	B S1 d0 (pour mur enduit chaux ou terre crue)	13	20,8	36,4	1,0	2,9	4,8	
Parement minéral	Non biosourcé	Panneau isolant	x	x									0,043	7,53 (20 cm d'épaisseur)	72 %	1 000	A1	10,75	17,2	30,1	1,2	3,5	5,8	

# Matériaux locaux et biosourcés

## Analyse du tissu local des filières biosourcées

La cartographie ci-contre référence les fabricants de matériaux de construction locaux, dans le territoire de Bourgogne-Franche-Comté et les départements limitrophes. Favoriser les entreprises locales permet de réduire le bilan carbone d'un chantier.



- Isolants**
- Novidem**  
6 et 8, rue de l'Argentique  
71530 Fragnes-la-Loyère
- 1 Le Relais Métisse**  
422, boulevard de l'Est  
62138 Billy-Berclau
- 2 Soprema/Pavatex**  
Route Jean-Charles-Pellerin  
88190 Golbey
- 3 Biofib**  
Le Fief Chapitre  
85400 Ste-Gemme-la-Plaine
- 4 Terre de laine**  
Piquat Rd 2089, Massagettes  
63210 Saint-Pierre-Roche

- 5 Isonat**  
Z.A. de Bonvert  
rue Barthélémy-Thimonnier  
42300 Mably
- 6 FBT Isolation**  
146, avenue du Bicentenaire  
01120 Dagneux
- Paille**
- 1 SCEA des Trois Chardons**  
1, Le Magny  
58150 Suilly-la-Tour
- 2 Les petites bottes Nivernaises**  
Domaine du champ Tournet,  
Baye  
58110 Bazolles

- Non biosourcés**
- Isover**  
19, rue Paul-Sabatier  
71100 Chalon-sur-Saône
- Fixit**  
Route du Grand-Saint-Bernard  
1880 Bex, Suisse
- 1 Béton de chanvre Eurochanvre**  
7, route de Dijon  
70100 Arc-lès-Gray
- 2 BCB-Lhoist**  
Chemin du Choumois  
25870 Châtillon-le-Duc

- 3 Biosys**  
1, rue des planches  
Z.A. La Croix de Pierre  
25580 Étalans
- 1 Parex**  
105, rue de Santoyon  
Parc d'activités de Chesnes Nord  
38070 Saint-Quentin-Fallavier
- 2 Vicat**  
4, rue Aristide-Bergès  
Les Trois Vallons  
38080 L'Isle-d'Abeau

## 3.2

# Parois et enveloppe



*Enduit terre sur un mur ancien  
à Merry-la-vallée (89) – © Pascal Fortunier – CREBA*

# Lexique du bâti ancien

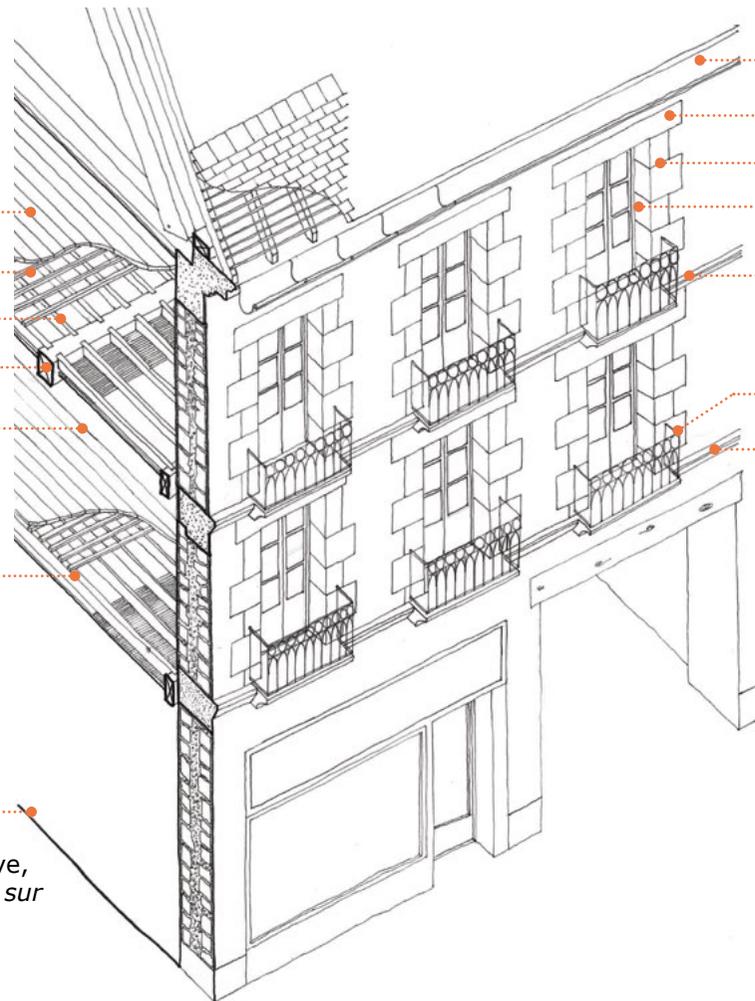
## Les murs et planchers

- Parquet
- Lambourde de parquet
- Solive
- Poutre maîtresse

- Gouttière
- Linteau
- Jambage
- Tableau
- Bandeau
- Ferronnerie
- Corniche

**Plancher intermédiaire**  
Usuellement en bois ou « plancher bois ».  
*Complexe de sol composé de lambourdes de plancher (ou muralières), de solives et d'un parquet.*

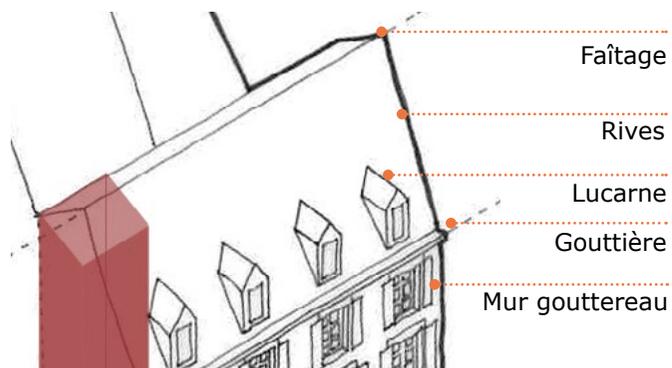
**Plancher bas**  
Sur terre-plein ou sur cave, on parle aussi de dallage sur terre-plein.



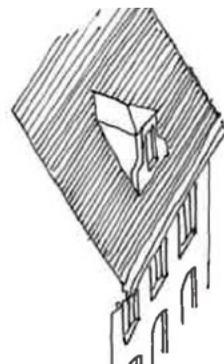
## Façades, planchers et toitures

Quelques notions clés pour nommer les éléments constitutifs d'un bâtiment.

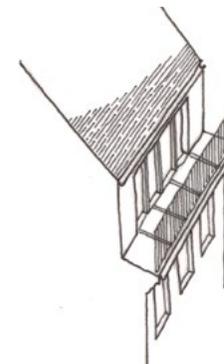
## Les toitures



Toiture avec lucarne

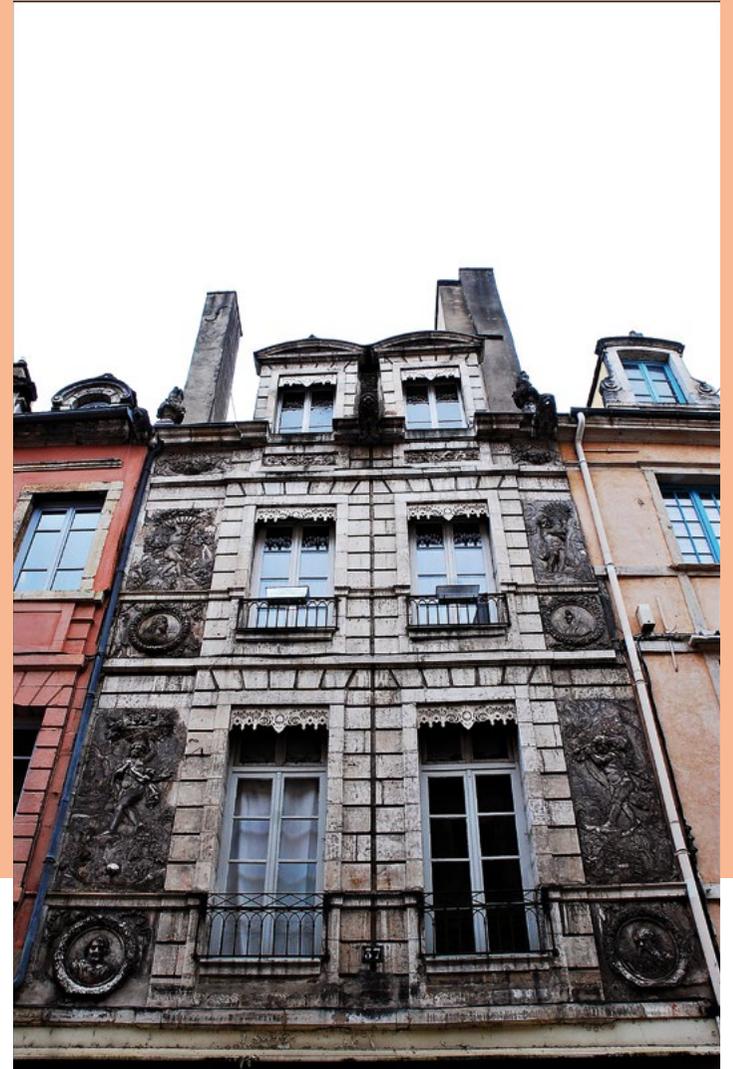


Surélévation bisontine



## 3.2.1

# Isolation des murs



*Maison dite « des 4 saisons » rue du Châtelet à Chalon-sur-Saône (71) - © Pixabay*

# Isolation des murs

## Diagnostics et conception

Dans le bâti ancien, les murs sont construits en matériaux traditionnels biosourcés ou géosourcés.

Ces matériaux nécessitent une attention particulière en rénovation.

\* **Points singuliers (dans ce guide) :** zone d'interaction entre parois et éléments dont le traitement doit être anticipé afin de garantir continuité d'isolation et étanchéité à l'air (mur/escaliers, refend/mur...).

\* **Perspiration :** capacité de la vapeur d'eau de migrer dans le mur.

\* **Capillarité :** capacité de l'eau liquide de migrer dans le mur.

### Pendant le diagnostic :

- Vérifier l'absence de pathologie des murs (humidité ou défaut structurel).
- Référencer la composition des murs, (nature et caractéristique de la pierre et de la maçonnerie), enduit extérieur compris.
- Identifier les éléments à valeur patrimoniale qui participent à la qualité de l'espace (reconnaissance des éléments remarquables).

 Les diagnostics

P. 26

FC 1

 Typologie et éléments remarquables

P. 33

FC 5

### Pendant la conception :

- Adapter la solution d'isolation selon la nature et l'orientation du mur.
- Appliquer les épaisseurs d'isolant sur les plans afin d'assurer la continuité du plan d'isolation (en plan et en coupe) et de mettre en évidence les points singuliers\* (interfaces murs de façades/mur de refend, liaison murs/toiture, murs/plancher), et points de détails (interface ITI/escalier, etc.).
- Choisir un traitement adapté des éléments patrimoniaux selon leur état (à conserver, à restaurer, à rénover partiellement...).
- S'assurer de la compatibilité des matériaux : la perspiration\* de la paroi et la capillarité\* des murs doivent être respectées.
- Anticiper le passage des réseaux, et intégrer harmonieusement et discrètement les équipements.

 Performance des matériaux

P. 85

 Choisir une entreprise

P. 212

### Pendant le chantier :

- S'assurer du respect de la continuité de l'étanchéité à l'air, en particulier lors du passage de réseaux (coordination des entreprises).

# Isolation des murs

## Au titre du Code de la construction et de l'habitation

### Obligations réglementaires :

La réglementation thermique du bâti existant élément par élément accorde une dérogation aux bâtiments situés en Site patrimoine remarquable.

Les valeurs indiquées correspondent aux différents objectifs minimaux qui garantissent la performance finale du bâtiment dans le cadre des aides financières pour la rénovation.

 La réglementation thermique

P. 13

 Les grandeurs thermiques

P. 81

Labélisation	Réglementation thermique par élément	Crédit d'impôt / MaPrimeRénov'	Effilogis
Valeur R mur extérieur	$R \geq 2,9 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$R \geq 3,7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$R \geq 4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Valeur R mur sur volume non chauffé	$R \geq 2 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	Non précisé	Non précisé

Les aides étant évolutives d'une année à l'autre, ce tableau est valable pour 2021.

ADEME, Guide de la rénovation thermique – novembre 2018  
IMPOTS.GOUV.FR : <https://www.impots.gouv.fr/portail/particulier/depenses-eligibles-au-cite>  
EFFILOGIS.FR : <https://www.effilogis.fr/>

# Isolation des murs

## Au titre du Code de l'urbanisme et du Code du patrimoine

Les règlements d'urbanisme diffèrent selon les communes ou communautés de communes.  
Avant tout début de projet, il convient de se renseigner auprès des services de mairie.  
**C'est toujours le règlement le plus contraignant qui est appliqué.**

### Enjeux et principes patrimoniaux

Les façades et les éléments de détail qui la composent sont protégés par les réglementations urbaines.  
La préservation des façades constitue un enjeu primordial du fait de leur impact visuel dans un ensemble urbain.

Les grands principes patrimoniaux sont :

- L'isolation par l'extérieur est proscrite en cas de façade en pierre de taille ou de façade à pan de bois.
- On peut demander de remettre en état certains éléments de décor qui auraient été dégradés.
- Privilégier des matériaux locaux (pierre ou sables) et les finitions régionales pour les enduits.



La réglementation patrimoniale

P. 15

### Extrait du PSMV de Dijon

« UA 11 – Aspect extérieur des constructions :  
11.2 – Règles générales concernant les immeubles existants  
(...)  
b) Façades enduites

À l'exception des maçonneries en pierre taillée à joints réguliers, et des éléments architectoniques de parement soigné (bandeaux, encadrements, corniches, frontons, façade de lucarnes, certaines chaînes d'angle), les façades seront enduites.

Le parement de l'enduit sera réalisé :

- soit par mélange de chaux grasse et sables colorés, donnant un ton proche de celui des pierres utilisées dans la façade même ou celles des immeubles voisins ou un ton plus soutenu qui les met en valeur,
- soit à défaut, par tout autre procédé, naturel ou artificiel, donnant un aspect similaire.

La finition sera un "lissé à la truelle", un "gratté" ou un "taloché fin", ou plus rarement, un enduit "à pierre vue", suivant l'époque de construction et la situation de l'immeuble. »

# Isolation des murs

## Quels sont les enjeux liés à l'isolation des murs ?

L'isolation des murs représente souvent une des priorités lors de l'isolation des logements. Pourtant, les analyses montrent que les murs ne représentent que 10 % à 30 % en moyenne des déperditions\*.

## Enjeux liés à l'isolation des murs

Le choix des matériaux isolants pour les murs est capital, car il va conditionner la durabilité des travaux, du pouvoir isolant et du confort intérieur (température, ressenti, et qualité d'air).

Les interactions entre les différentes interventions

FC 2

### \* Effusifs :

Voir p. 78

### \* Perspiration :

Voir p. 80

### \* Coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau :

Voir p. 80



### Diminution de la sensation de paroi froide :

C'est l'enjeu principal, car directement lié à la notion de confort. **Les murs en pierre ou moellons apparents en intérieur peuvent faire diminuer la température ressentie.** Une isolation ou une correction thermique avec des matériaux compatibles et peu effusifs\* permet de réduire cet effet, d'augmenter la température ressentie et donc le confort thermique du logement.



### Préservation de l'inertie pour le confort d'été :

Les murs de pierre (de taille et moellons) présentent **une forte inertie**, intéressante en été. Elle peut être conservée dans les refends et cloisons lorsque les murs extérieurs sont isolés par l'intérieur et perdent alors leur caractéristique inertielle avec l'ambiance intérieure.



### Préservation du fonctionnement dynamique de l'humidité :

Grâce à la perspiration\* de leurs matériaux, **les murs du bâti ancien laissent passer la vapeur d'eau intérieure vers l'extérieur et vice versa.**

Il est nécessaire de respecter ce fonctionnement et de mettre en œuvre des matériaux isolants qui respectent cette dynamique et permettent la migration de vapeur d'eau. Grâce notamment à une valeur dégressive de leur coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau\* (Sd) de l'intérieur vers l'extérieur.



### Traitement de l'étanchéité à l'air :

Les travaux d'isolation sur les murs sont l'occasion de réaliser les interventions d'amélioration de l'étanchéité à l'air. C'est le frein-vapeur qui joue le rôle de système continu d'étanchéité à l'air. **Il doit être représenté sur les plans lors des travaux afin d'anticiper toutes les interfaces** (mur/plancher, mur/plafond, mur/enduit mur avec parement placo, etc.).

# Isolation des murs

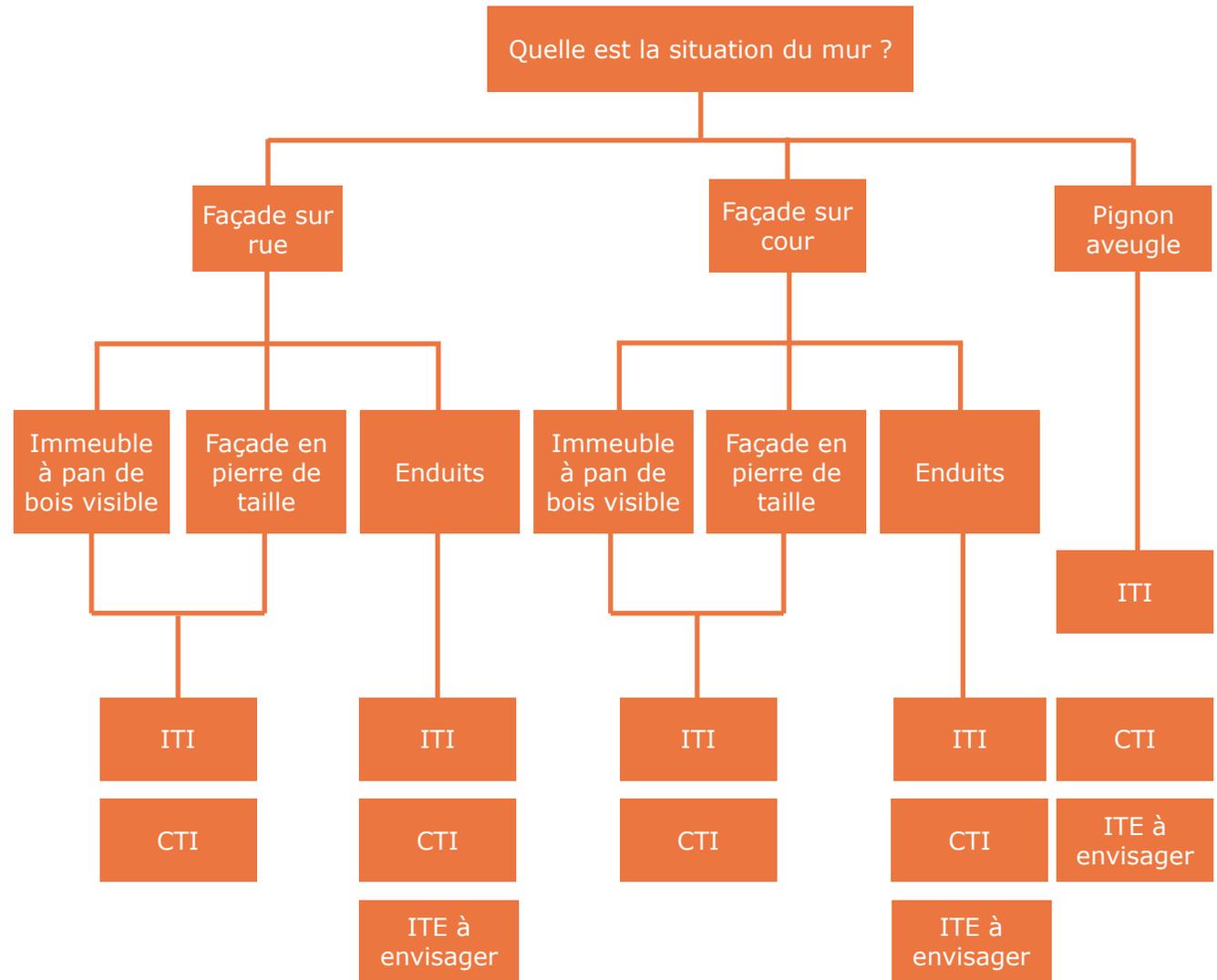
## Quelle approche pour l'isolation des murs ?

Les travaux d'isolation thermique peuvent être réalisés à condition que le mur soit sain ou que les pathologies (moisissures, etc.) aient été traitées.

**ITI** : isolation thermique par l'intérieur.  
 $R \geq 2,9 \text{ m}^2.K/W$ .

**CTI** : correction thermique par l'intérieur. Application d'une correction thermique, dont le rôle est de contrer l'effet de paroi froide.  $R \leq 2,9 \text{ m}^2.K/W$  en améliorant la résistance thermique superficielle.

**ITE** : isolation thermique par l'extérieur.



*Selon la nature du mur, mais aussi son orientation, la qualité de la ventilation, le volume de la pièce et son usage (humide ou non), il conviendra de choisir la bonne technique pour isoler son logement. Ainsi, on n'aborde pas de la même manière l'isolation d'une cuisine fermée plein nord que celle d'un grand salon ensoleillé.*

# Isolation des murs

## Quelle approche pour l'isolation des murs ?

Selon la situation du mur concerné par l'isolation, plusieurs techniques sont envisageables.

*Sismicité : vérification des communes concernées*

*><http://www.planseisme.fr/Zonage-sismique-de-la-France.html>*

*Dans le contexte de l'étude, on considérera :*

*Correctif thermique :*

*$R \leq 2,9 \text{ m}^2.K/W.$*

*Isolant thermique :*

*$R \geq 2,9 \text{ m}^2.K/W.$*

### **Isolation thermique par l'intérieur (ITI) :**

Solution à privilégier dans le contexte d'une rénovation en bâti ancien.

#### **Avantages :**

- Réduction de la sensation de paroi froide.
- Action pièce par pièce possible.

#### **Inconvénients :**

- Attention particulière à porter sur la conservation des boiseries qui participent à la valeur de l'habitat.
- Chantier en site occupé complexe.
- Consomme de l'espace disponible.

#### **Points de vigilance :**

- Respect des règles de la perspiration des matériaux et/ou pose de freins-vapeur hygro-régulables.
- Contour des fenêtres et jonction avec les murs de refend et les planchers.

#### **Deux approches de l'ITI :**

- ITI rapportée – avec la mise en place d'une structure et d'un doublage isolés.
- ITI projetée (type enduit).

• S'il est impossible d'isoler le mur, c'est-à-dire d'obtenir un R suffisamment élevé, on parlera alors de correction thermique. L'approche est identique, les performances finales de la paroi sont simplement moindres. La pose d'une correction thermique doit permettre de supprimer l'effet de paroi froide. Il faudra compenser grâce aux performances des autres postes.

### **Isolation thermique par l'extérieur (ITE) :**

Convient peu au bâti ancien, mais peut être acceptée selon une analyse fine de la typologie, de ses qualités intrinsèques et de son environnement.

#### **Avantages :**

- Possibilité d'un chantier en site occupé.
- Meilleure performance thermique.

#### **Inconvénients :**

- Création d'un décalage dans l'alignement des façades en cas d'immeubles mitoyens.
- Percement des murs maçonnés pour le scellement de l'ossature.
- Diminution des apports solaires à cause de l'épaisseur de l'isolant.
- Traitement des pieds de façade complexe, voire impossible en situation urbaine.
- Traitement des rives complexe, voire impossible.

#### **Points de vigilance :**

- L'ITE induit des travaux de reprise de toiture et un traitement spécifique des pieds de façade.
- Conservation des modénatures des façades et des détails maçonnés.
- Préconisations spécifiques en cas de projet en zone sismique.

#### **Deux approches de l'ITE :**

- ITE rapportée – avec la mise en place d'une structure et un revêtement, bardage ou enduit.
- ITE projetée (type enduit).

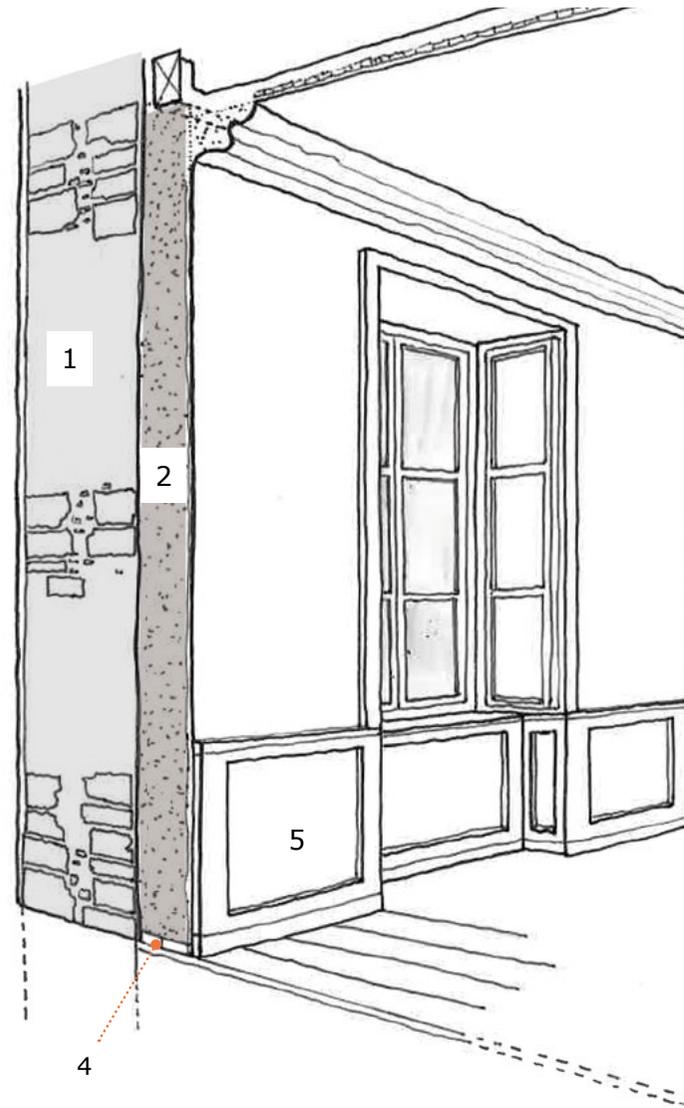
# Isolation des murs

## ITI projetée en présence de boiseries

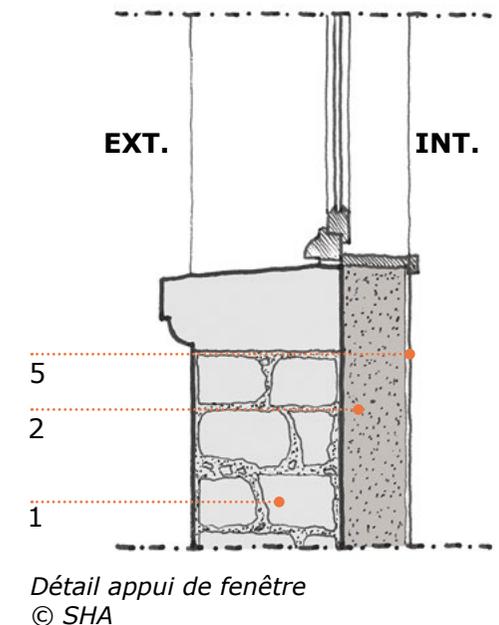
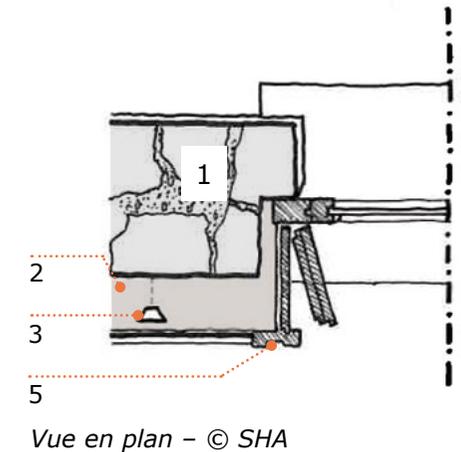
Cas d'un intérieur pourvu d'allèges en panneaux bois sculptés, de corniches moulurées et de volets bois intérieurs.

La dépose et la repose de ces éléments décoratifs améliore le confort thermique tout en conservant le caractère intérieur de l'appartement ancien. Ils participent notamment à la correction thermique des parois :

- Isolation renforcée par la faible conductivité thermique du bois, sensation de paroi chaude et absorption acoustique.
- Action de la corniche en tant que correcteur thermique par le surplus d'enduit au niveau de la jonction mur-plancher.



1. Mur en moellons
  2. Isolation en enduit chaux-chanvre projeté
  3. Ossature bois pour armature de l'enduit vissé sur maçonnerie
  4. Bande résiliente en fibre de bois pour la protection du sol existant
  5. Habillages bois reposés
- © SHA



# Isolation des murs

## ITI rapportée en doublage et Fermacell

Cas d'un intérieur simple, sans ornements et éléments de modénature.

Mise en œuvre d'un doublage isolant en laine organique sur montant bois, avec frein-vapeur hygrovariable positionné à 1/3 de la paroi et finition en plaques de Fermacell. Solution plus rapide, sans apport d'humidité.

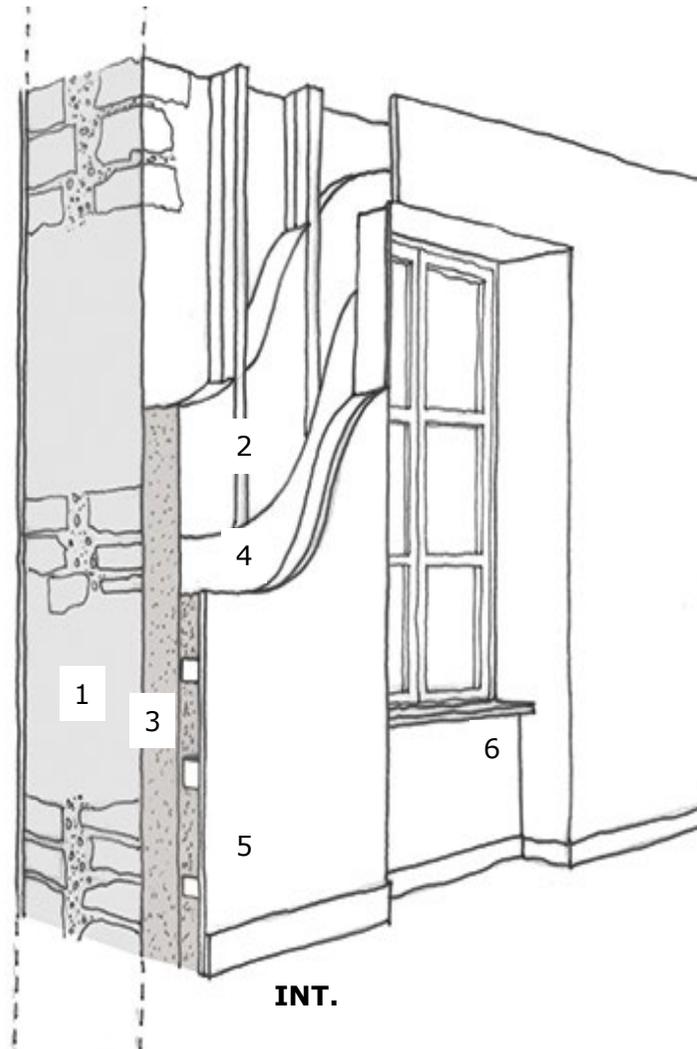
La finition de l'embrasure peut être réalisée à l'aide d'une tablette bois avec retour du doublage ou d'un encadrement du tableau en bois.

> Cette solution, bien que largement répandue et mise en œuvre, n'est pas conforme au DTU.

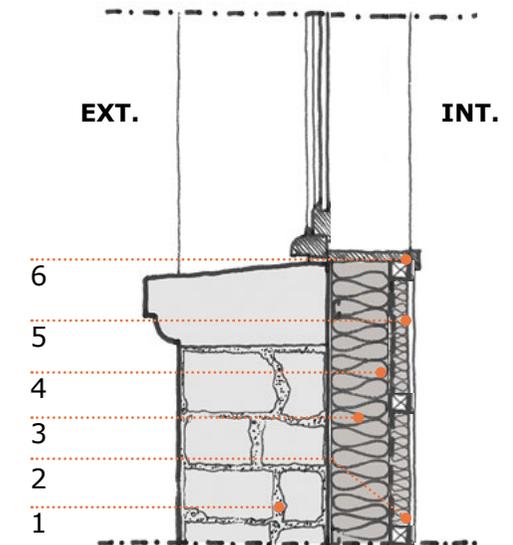
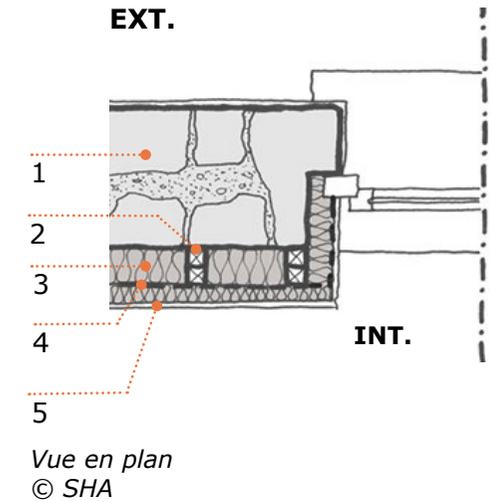
En effet, le DTU demande la création d'une lame d'air ventilée entre le mur en moellon et l'isolant.

La lame d'air est souvent supprimée pour des questions d'épaisseur des parois et de gain de place à l'intérieur.

**La mise en place d'un frein-vapeur est alors impérative.**



1. Mur en moellons
  2. Ossature croisée en bois
  3. Panneau rigide ou semi-rigide d'isolant
  4. Frein vapeur hygrovariable positionné à 1/3 de la paroi (côté chaud)
  5. Plaques de Fermacell
  6. Tablette bois pour finition encadrement
- © SHA



Détail appui de fenêtre  
© SHA

# Isolation des murs

## Isolation intérieure avec doublage en plaques de plâtre

Cas d'un intérieur simple, sans ornements et éléments de modénature.

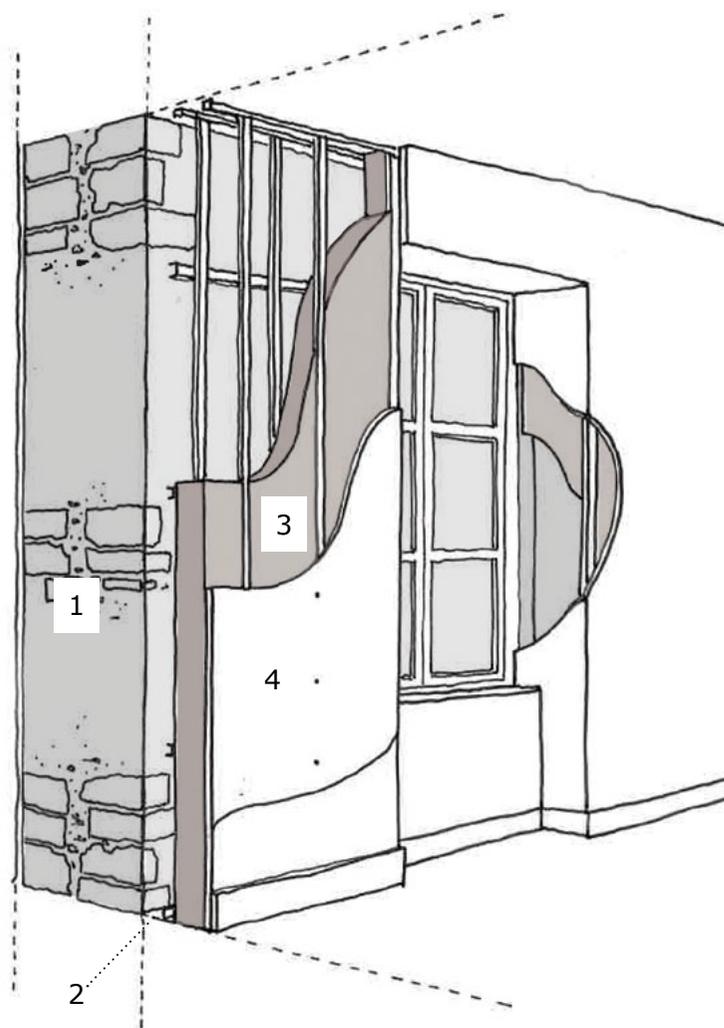
Mise en œuvre d'un doublage isolant et plaque de plâtre type BA13 sur rails métalliques, avec lame d'air ventilée entre le mur et l'isolant pour éviter toute condensation d'eau à l'intérieur du complexe du mur. La finition de l'embrasure peut être réalisée à l'aide d'une tablette bois avec retour du doublage ou d'un encadrement du tableau en bois.

Solution rapide et moins coûteuse qui demande davantage de surface.

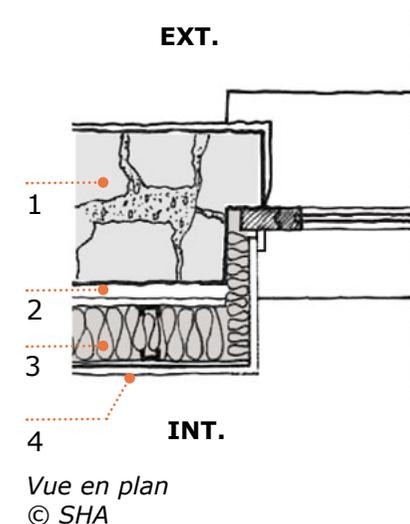
### Variantes :

*La structure peut être remplacée par une ossature bois (limitation des ponts thermiques), la plaque de plâtre par un panneau en fibre de bois ou type Fermacell enduit face intérieure pour une meilleure respiration du mur en moellons.*

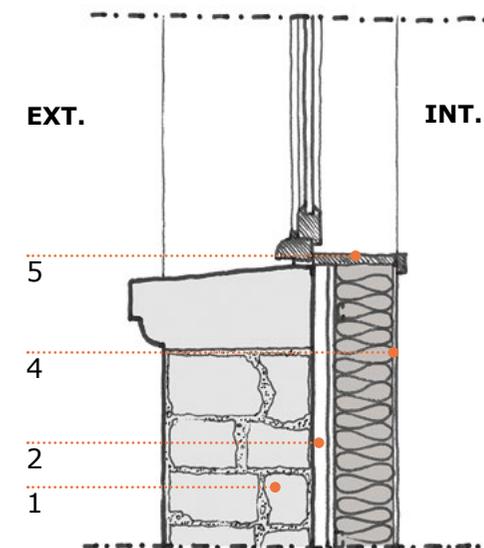
> Cette solution est conforme au DTU.



1. Mur en moellons
  2. Vide d'air
  3. Ossature métallique pour mise en œuvre isolant en laine minérale ou organique
  4. Plaque de plâtre type BA13
- © SHA



Vue en plan  
© SHA



Détail appui de fenêtre  
© SHA



### Pose d'un doublage isolé avec un frein-vapeur hygroréglable

On remarquera la pose d'une ossature en bois par dessus le frein-vapeur pour recevoir les plaques de parement et le passage des réseaux. Ainsi, le frein-vapeur n'est pas transpercé.

© Intérieur chaux

### Projection du béton de chanvre après protection des fenêtres et passage des gaines des canalisations et du réseau électrique

Immeuble à pan de bois à Schnersheim (67)

© Denis Elbel - CREBA



# Isolation des murs

## Analyse des différentes techniques d'isolation

Les matériaux biosourcés sont à privilégier lors de la rénovation du bâti ancien, car ils sont perspirants.

 Performance des matériaux

P. 85

 Notions de coûts

P. 205

\* Formation nécessaire des professionnel.le.s via des réseaux spécialisés, des fournisseurs et/ou des structures associatives.

Certaines techniques décrites ne font pas l'objet de règles professionnelles ou de DTU et ne possèdent donc pas de garantie décennale.

Techniques	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
<b>Projetées</b> <b>Enduits de correction thermique</b> <i>Cellulose, chaux-chanvre, chaux-liège, terre-paille, argile...</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserve en partie l'inertie du bâti.</li> <li>• Compatible avec un support non plan.</li> <li>• Correction ou isolation thermique selon l'épaisseur mise en œuvre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apport d'humidité conséquent.</li> <li>• Délai de séchage à prendre en compte.</li> <li>• Perte d'espace intérieur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratique peu répandue chez les professionnel.le.s conventionnel.le.s du bâtiment*.</li> <li>• Peut nécessiter la pose d'une structure rapportée en bois en fonction de l'épaisseur (si <math>e &gt; 12</math> cm).</li> <li>• Certaines techniques ne sont pas encadrées (terre).</li> </ul>
<b>Maçonneries</b> <i>Briques de chanvre, isolants minéraux en bloc.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserve en partie l'inertie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation en cas de surface plane uniquement.</li> <li>• Perte d'espace intérieur importante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'assurer du respect de la continuité capillaire entre les matériaux (ou de la présence d'une lame d'air ventilée).</li> <li>• Utiliser une colle de montage perspirante.</li> </ul>
<b>Rapportées</b> <b>Isolant en panneaux</b> <i>Laine de bois, ouate en panneaux...</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre aisée et répandue (DTU).</li> <li>• Technique sèche.</li> <li>• Conserve en partie l'inertie du bâti – si forte densité de l'isolant.</li> <li>• Correction ou isolation thermique selon l'épaisseur mise en œuvre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte d'espace intérieur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tassement à prendre en compte.</li> <li>• Réduction des ponts thermiques grâce à la pose d'une double ossature croisée.</li> <li>• Membrane hygrovariable ou lame d'air ventilée à mettre en œuvre.</li> </ul>
<b>Rapportées</b> <b>Isolant insufflé</b> <i>Ouate de cellulose, chènevotte...</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre aisée et répandue.</li> <li>• Compatible avec un support non plan.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte d'espace intérieur.</li> <li>• Nécessité d'un doublage indépendant pour acheminer les réseaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Privilégier une mise en œuvre en caissons.</li> <li>• Membrane hygrovariable ou lame d'air ventilée à mettre en œuvre.</li> </ul>

# Isolation des murs

## Isolation extérieure projetée

Cas d'un extérieur simple, sans ressaut par la présence de moulures, cordons filants, corniches, pilastres...

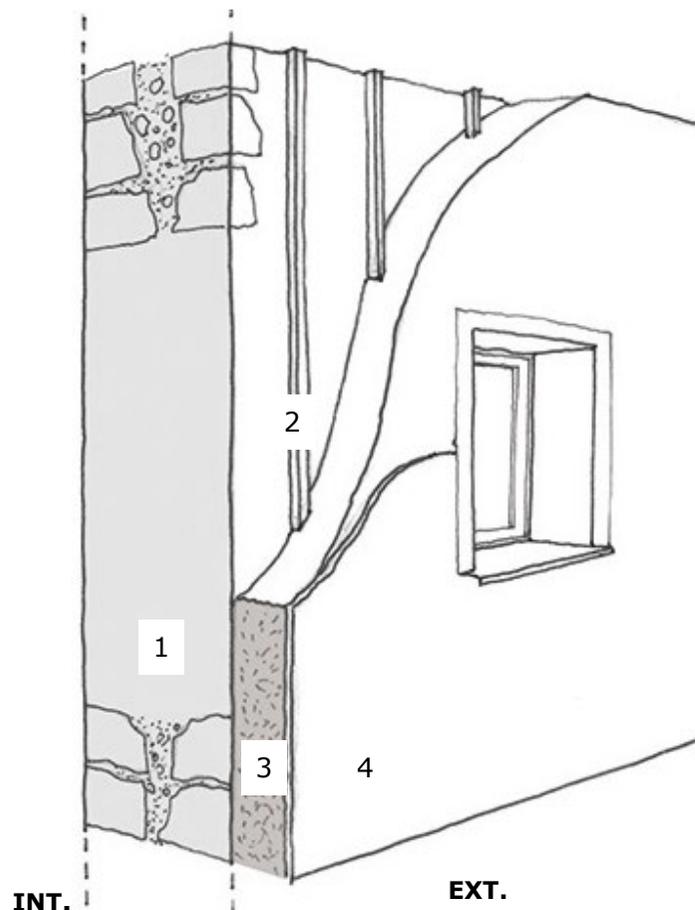
Mise en œuvre d'une isolation par l'extérieur avec :

- Une ossature bois permettant de soutenir l'isolant projeté en béton de chanvre paille.
- Revêtement en chaux sable pour faire membrane d'étanchéité et pare-pluie.

L'isolation par l'extérieur améliore la thermique d'une paroi tout en préservant les éventuels décors ou matériaux des parois intérieures.

### Points de vigilance :

- Le raccord entre l'isolation extérieure et la rive de toiture, pour éviter les déperditions thermiques entre ces deux ouvrages et conserver l'étanchéité.
- Le raccord avec le pied de façade (ou la toiture en cas d'isolation de pignon aveugle), pour éviter les remontées capillaires.

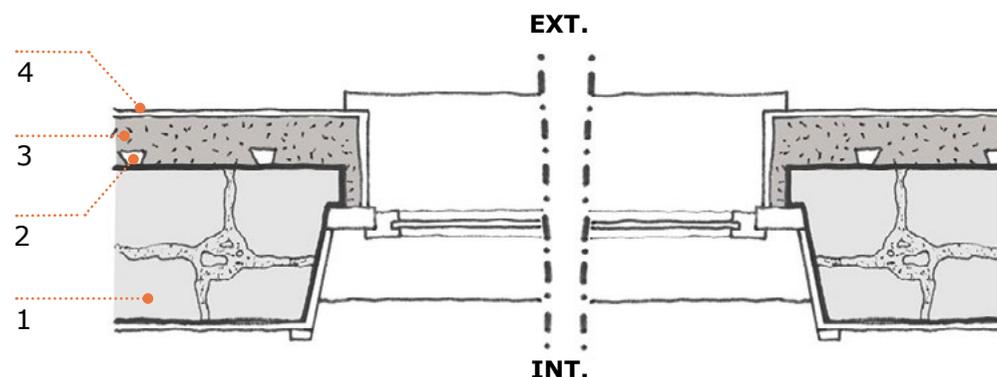


1. Mur en moellons
2. Ossature bois pour mise en œuvre de l'enduit projeté
3. Béton de chanvre
4. Finition en chaux sable

Cette axonométrie ne montre pas le traitement en pied de façade et en toiture qui doit être mis en œuvre.

Elle suppose également que l'on soit dans une situation où les menuiseries extérieures ont pu être changées afin de permettre le retour d'isolant.

Axonométrie écorchée de la pose d'un enduit isolant en ITE - © SHA



Vue en plan - © SHA

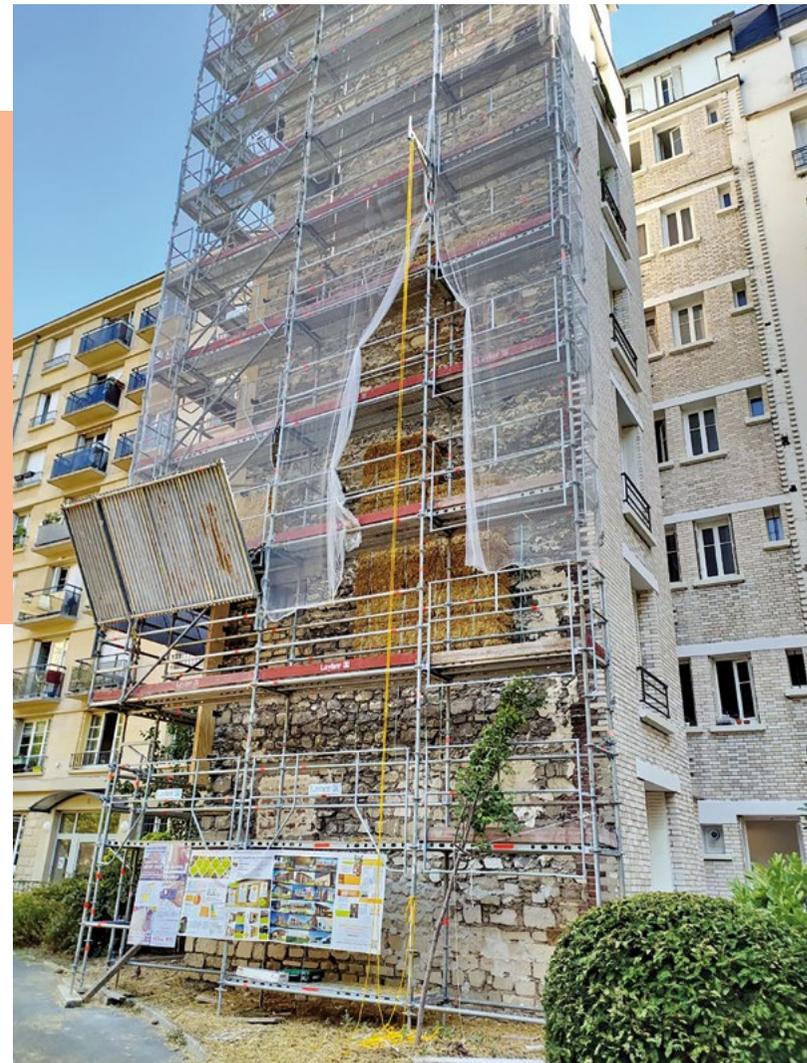
## ITE en bottes de paille

Isolation d'un pignon aveugle avec des bottes de paille à Paris (75) – © Traits vivants



### Avant et après les travaux d'isolation

Isolation d'un pignon aveugle avec des bottes de paille à Paris (75) – © Traits vivants



# Isolation des murs

## Immeuble à pan de bois

Les immeubles à pan de bois sont complexes à rénover : composition du pan de bois, du remplissage, etc. En cas de projet de rénovation, les solutions d'isolation doivent être étudiées au cas par cas.

Une analyse du bâtiment est nécessaire pour savoir si le pan de bois était destiné à être visible ou non, avant de décider d'une technique de réhabilitation compatible. Les opérations sont alors conséquentes, car elles nécessitent le plus souvent une mise à nu de la structure (et donc des décors), une protection du bâtiment contre les intempéries, et une évacuation de gravats conséquente.



*Le plancher du premier étage a été déposé pour permettre une projection continue du béton de chanvre entre les étages – Schnersheim (67) – © CREBA*



*Réalisation de tenons et mortaises pour le pan de bois – Schnersheim (67) – © CREBA*



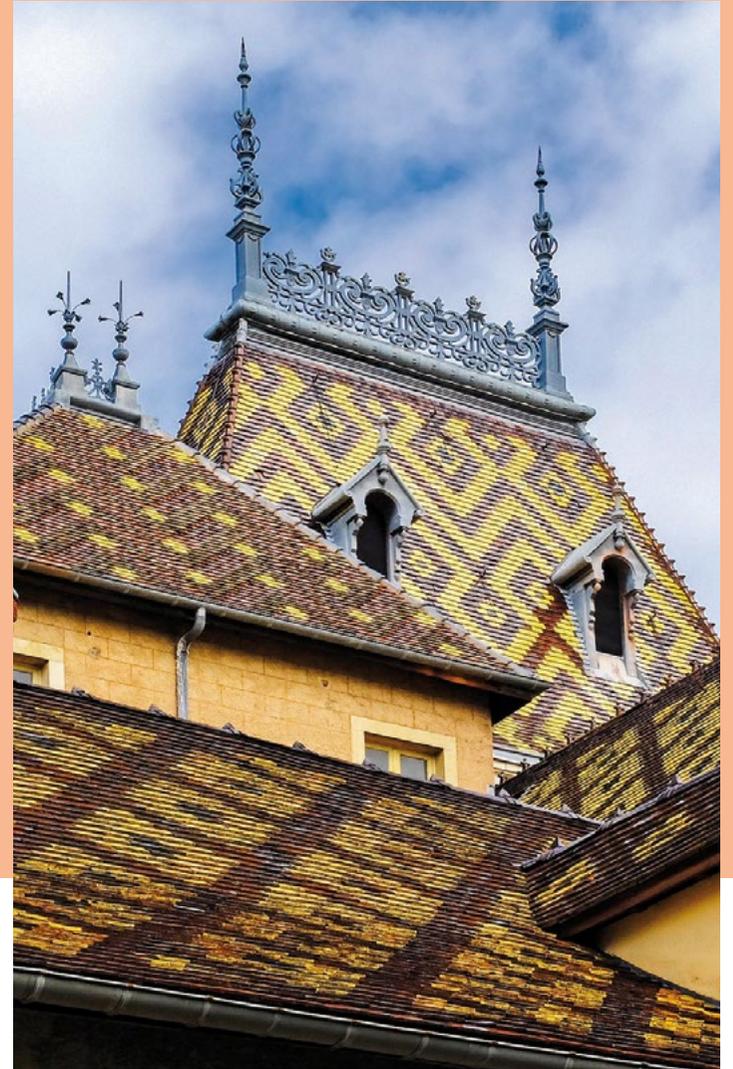
*Avant la rénovation*



*Rénovation d'un immeuble à Autun (71) qui a pu retrouver son pan de bois – © Epur'Archi*

## 3.2.2

# Isolation des toitures



*Toitures avec des tuiles émaillées à Beaune (21)*  
© Pixabay

# Isolation des toitures

## Diagnostic et conception

Le diagnostic de toiture est important, car il va définir si la toiture et la charpente peuvent être conservées ou si elles doivent faire l'objet d'une rénovation pour cause de faiblesse structurelle.

### Pendant le diagnostic :

- Vérifier l'absence de pathologies de la charpente.
- Identifier la composition de la toiture et son état : mode de pose, type de tuiles, état des tuiles, présence de pare-pluie, etc.
- Vérifier l'absence d'espèces protégées dans les combles, les rives et les sous-faces des toitures.

 Les diagnostics

P. 26

FC 1

 Typologie et éléments remarquables

P. 33

FC 5

### Pendant la conception :

- Anticiper la gestion des liaisons mur/toiture de l'isolation et de l'étanchéité à l'air.
- Prévoir la ventilation de la toiture et son intégration harmonieuse.
- S'assurer de la perspiration et de la densité des matériaux isolants mis en œuvre pour conserver une construction saine et un déphasage suffisant pour le confort d'été.
- Prévoir la rénovation des lucarnes.
  
- Quand le règlement le permet, anticiper l'intégration de systèmes d'énergie renouvelable et de leurs accessoires de manière harmonieuse et discrète.

 Performance des matériaux

P. 85

### Pendant le chantier :

- S'assurer que les entreprises respectent la continuité de l'étanchéité à l'air, en particulier les intersections avec les éléments de charpente et les sorties de toiture.
- Réaliser la continuité de l'isolation et de l'étanchéité entre toitures et murs.

 Choisir une entreprise

P. 212

# Isolation des toitures

## Au titre du Code de la construction et de l'habitation

### Obligations réglementaires :

La réglementation thermique du bâti existant élément par élément, elle accorde une dérogation aux bâtiments situés en Site patrimoine remarquable.

Les valeurs indiquées correspondent à différents objectifs minimaux qui garantissent la performance finale du bâtiment dans le cadre des aides financières pour la rénovation.

 La réglementation thermique

P. 13

 Les grandeurs thermiques

P. 81

Labélisation	Réglementation thermique par élément	Crédit d'impôt / MaPrimeRénov'	Effilogis BBC
Valeur R isolation rampant	$R \geq 4,4 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$R \geq 6 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$R \geq 7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$
Valeur R isolation comble perdu	$R \geq 4,8 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$R \geq 7 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$	$R \geq 7,5 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

Les aides étant évolutives d'une année à l'autre, ce tableau est valable pour 2021.

ADEME, Guide de la rénovation thermique – novembre 2018  
IMPOTS.GOUV.FR : <https://www.impots.gouv.fr/portail/particulier/depenses-eligibles-au-cite>  
EFFILOGIS.FR : <https://www.effilogis.fr/>

# Isolation des toitures

## Au titre du Code de l'urbanisme et du Code du patrimoine.

*Les règlements d'urbanisme diffèrent selon les communes ou communautés de communes.  
Avant tout début de projet, il convient de se renseigner auprès des services de mairie.  
**C'est toujours le règlement le plus contraignant qui est appliqué.***

### Enjeux et principes patrimoniaux

Les grands principes patrimoniaux concernant les toitures :

- Le respect du gabarit initial de la toiture.
- Les tuiles utilisées doivent correspondre à celles mises en œuvre à l'époque de la construction du bâtiment.
- L'harmonisation des accessoires (chatières, descentes d'eaux pluviales, etc.).
- Certains règlements spécifiques peuvent s'appliquer pour les cheminées en toiture.

 La réglementation patrimoniale

P. 15

### Extrait du PSMV Centre ancien Besançon

« 11.2 – Toiture : (...) Des bâtiments existants conservés :

*Le remplacement de toitures traditionnelles existantes par des toitures-terrasses est interdit. Les toitures sont restaurées en restituant leurs dispositions de l'époque de restauration retenue comme étant la plus significative. Elles doivent conserver ou recouvrir leurs pentes et matériaux d'origine.*

(...)

*Le matériau de couverture est, sauf exceptions justifiées par le style de l'immeuble, la tuile plate à pureau droit : petit moule, entre 60 et 75 au m<sup>2</sup>.*

*La tuile à emboîtements : la tuile violon ou Montchanin losangée, les faîtières à emboîtement et les rives à rabat du type industriel sont réservées aux édifices postérieurs au milieu du XIX<sup>e</sup> siècle, pour lesquels ces éléments de couverture sont historiquement justifiés. »*

# Isolation des toitures

## Enjeux liés à l'isolation des toitures

La rénovation de toiture cache souvent des enjeux d'aménagement et d'élargissement de surface de logements.

L'investissement est souvent conséquent, il faut prévoir une intervention durable et synonyme de confort pour les occupants.e.s.

\* **Déphasage (ici)** : capacité des matériaux composant l'enveloppe de l'habitation à ralentir les transferts de chaleur.

\* **Inertie** : caractère d'un matériau capable d'accumuler de l'énergie calorifique pour la restituer ensuite, dans un délai plus ou moins long.

### Information énergies

**renouvelables** : se rapprocher de son conseiller.ère Espace Conseil FAIRE.

## Le rôle des toitures et combles



La toiture, lorsqu'elle n'est pas isolée et que **ses combles ne sont pas aménagés, joue un rôle d'espace tampon central** dans le confort d'été et d'hiver. Ventilée, elle permet l'évacuation de la chaleur en été. Non ventilée, elle réduit les besoins de chauffage en hiver. Lors des rénovations, il est donc important de respecter le fonctionnement thermique initial du bâtiment.

**Si possible, les combles doivent conserver leur rôle d'espace tampon.**

### Combles aménagés

- S'ils sont aménagés, il faut alors travailler sur le déphasage\*, grâce à une bonne inertie de la toiture, donc à des matériaux isolants plus denses.
- En été, l'inertie\* ralentit l'entrée de la chaleur sous les toits et la ventilation sous les tuiles évacue la chaleur de la toiture.
- Sans cela, ces zones sont souvent très inconfortables à vivre.

### Production d'énergie

- La toiture représente aussi une surface disponible pour installer des systèmes d'énergie renouvelable (panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques).
- Pour être acceptés en SPR, les panneaux doivent répondre à certains critères d'apparence et de pose.

 Les capteurs solaires

P. 196

## La migration de vapeur d'eau dans la toiture



Comme pour les murs, il est important de s'assurer de la perspirance de la toiture, tout en évitant la création de condensation dans la paroi. Il est important d'être particulièrement vigilant dans l'isolation des toitures, les exigences thermiques réglementaires demandent une épaisseur d'isolation conséquente.

Il est donc conseillé :

- De respecter une valeur dégressive de leur coefficient de perméabilité à la vapeur d'eau\* (Sd) de l'intérieur vers l'extérieur.
- De positionner un frein-vapeur hygrovariable continu, assurant l'imperméabilité à l'air de l'enveloppe et limitant les transferts de vapeur d'eau de l'intérieur de l'habitation vers la paroi.
- En cas d'isolation thermique par l'intérieur, il est nécessaire de respecter la règle des 2/3 - 1/3.

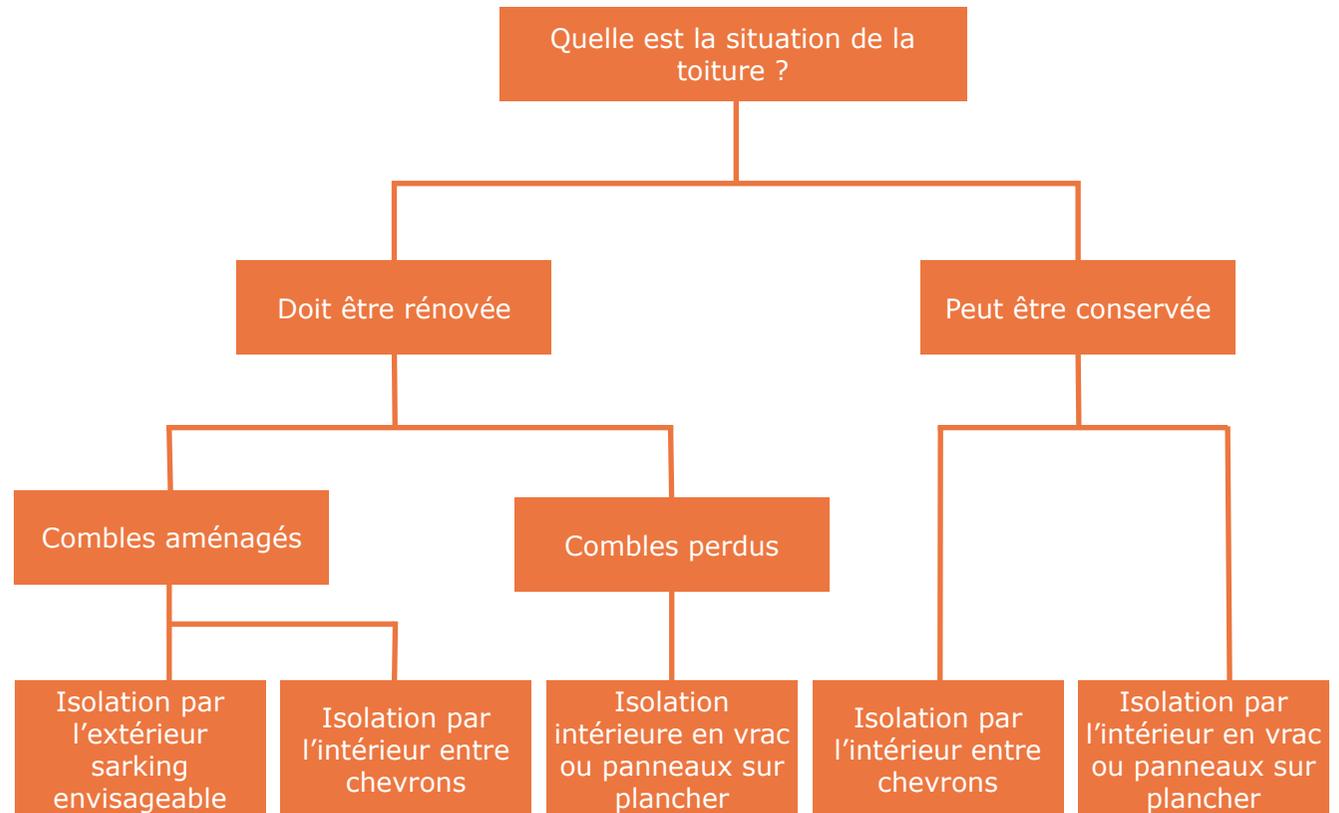
> Règle des 2/3 - 1/3 :

*Placer deux tiers de l'isolant en face extérieure du frein-vapeur (côté froid) et un tiers entre le frein-vapeur et le support du parement intérieur (côté chaud).*

# Isolation des toitures

## Approche de l'isolation des toitures

Le projet d'isolation de la toiture dépend principalement de l'état sanitaire et structurel de la couverture.



# Isolation des toitures

## Quelle approche de l'isolation de la toiture ?

il existe deux possibilités d'isolation de la toiture : soit en intervention par l'intérieur, soit par l'extérieur. La seconde solution est souvent plus coûteuse et nécessite des traitements architecturaux précis (faîtage, débord de toiture, etc.).

### Isolation thermique par l'intérieur

Deux approches se distinguent :

#### Isolation des combles perdus

##### Avantages :

- Conserve l'espace tampon et ses bénéfices thermiques.
- Facilite la gestion de l'étanchéité à l'eau et à l'air du bâtiment.
- Technique de soufflage bon marché.
- Compatible avec l'autorénovation.

#### Isolation des rampants

##### Avantages :

- Gain d'espace supplémentaire (si aménagement des combles).

##### Inconvénients :

- Perte de l'espace tampon des combles et de ses avantages thermiques (risque de surchauffe en été).
- Perte de hauteur sous plafond.
- Si pas de détuilage, complexité de la pose du pare-pluie.

##### Points de vigilance :

- Interactions avec les cheminées (pose d'un isolant minéral).
- Traitement adapté de l'étanchéité à l'air.
- Choix d'un isolant dense afin de favoriser l'inertie pour le confort d'été.
- Prévoir la ventilation de toiture.
- Vérifier la présence de chiroptères ou d'oiseaux avant d'envisager des travaux.

### Isolation thermique par l'extérieur

#### Sarking

##### Avantages :

- Excellente performance thermique.
- Conserve la charpente apparente.
- Permet de ne pas perdre d'espace dans les combles.
- Participe au déphasage et donc au confort d'été.

##### Inconvénients :

- Création d'une surépaisseur de toiture souvent incohérente avec le bâti ancien, et donc souvent interdite par les règlements.
- Complexe à intégrer dans un contexte de bâti ancien.
- Perte de l'espace tampon des combles et de ses avantages thermiques (risque de surchauffe en été).

##### Points de vigilance :

- Traitement des bords de rives et bords de toiture pour dissimuler la surépaisseur.
- Vérifier la présence de chiroptères ou d'oiseaux avant d'envisager des travaux.
- Prévoir la ventilation de toiture.
- Vérifier la présence de chiroptères ou d'oiseaux avant d'envisager des travaux.

# Isolation des toitures

## Isolation sous rampant, sans détuilage, avec mise en place d'une ventilation et pare-pluie existant.

Un aménagement apporte un gain de surface, mais il peut être responsable d'un inconfort important en été.

Les toitures sont des lieux de nichage pour plusieurs espèces  
Attention lors des travaux !

 Le diagnostic biodiversité

P. 31

\* **Chatière** : petite ouverture aménagée dans la toiture pour la ventilation des combles.

\* **Outeaux** : large chatière ou petite lucarne de ventilation. Concerne principalement les toitures en ardoise et nécessite un ouvrage de charpente.

### Ventilation de la toiture

La ventilation de la toiture s'opère entre les chevrons. Les entrées d'air sont assurées à l'égout, au faîtage et par l'intermédiaire d'ouvrages tels que chatières\* et/ou outeaux\* de toiture.

Couverture en tuiles plates sur liteaux

Pare-pluie

Isolation entre pannes

Isolation sous pannes

Frein-vapeur et revêtement intérieur

Panne sablière sur entrait

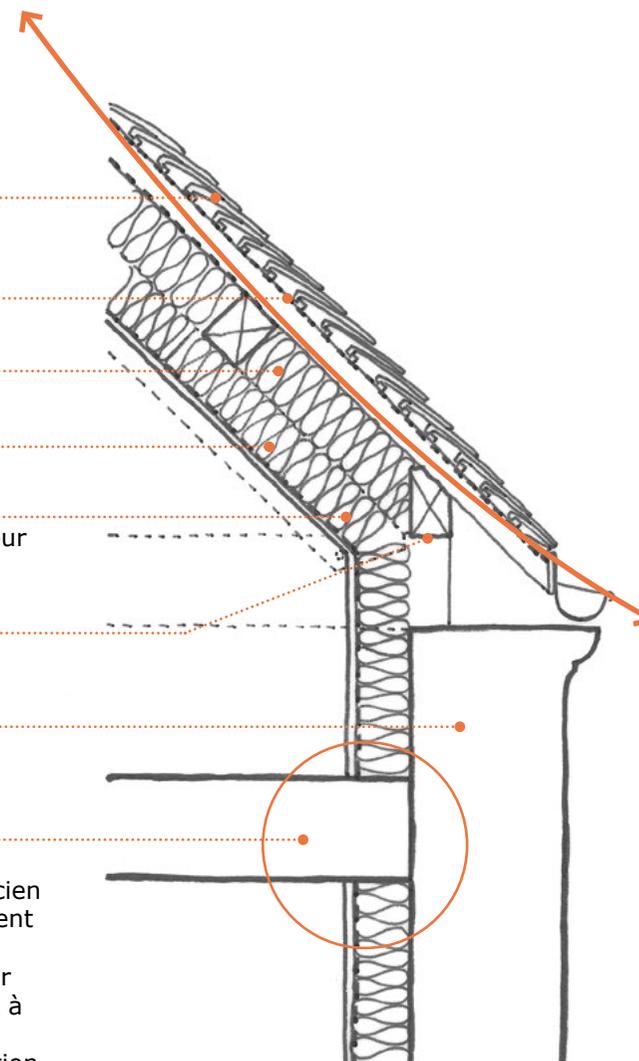
Mur en pierre et corniches

### Pont thermique

Le caractère composite du bâti ancien et les assemblages par encastrement réduit les ponts thermiques. Leur valeur de déperdition ainsi que leur longueur sont réduites par rapport à un bâti plus moderne.

En revanche, il faut limiter la création d'un point froid pouvant entraîner l'apparition de condensation.

Valeurs du  $\Psi = 0,58$  à  $0,68$  W/(m.K)



Coupe d'une isolation sous rampant - © SHA

# Isolation des toitures

## Isolation en vrac en plancher de comble perdu

Cette solution d'isolation est peu complexe et peu coûteuse à mettre en œuvre. Elle a l'avantage de maintenir le rôle du grenier comme espace tampon.

Les toitures sont des lieux de nichage pour plusieurs espèces  
Attention lors des travaux !

 Le diagnostic biodiversité

P. 31

\* **Chatière** : petite ouverture aménagée dans la toiture pour la ventilation des combles.

\* **Outeaux** : large chatière ou petite lucarne de ventilation. Concerne principalement les toitures en ardoise et nécessite un ouvrage de charpente.

### Ventilation de la toiture

La ventilation de la toiture s'opère entre les chevrons. Les entrées d'air sont assurées à l'égout, au faîtage et par l'intermédiaire d'ouvrages tels que chatières\* et/ou outeaux\* de toiture.

Couverture en tuiles plates sur liteaux

Espace tampon

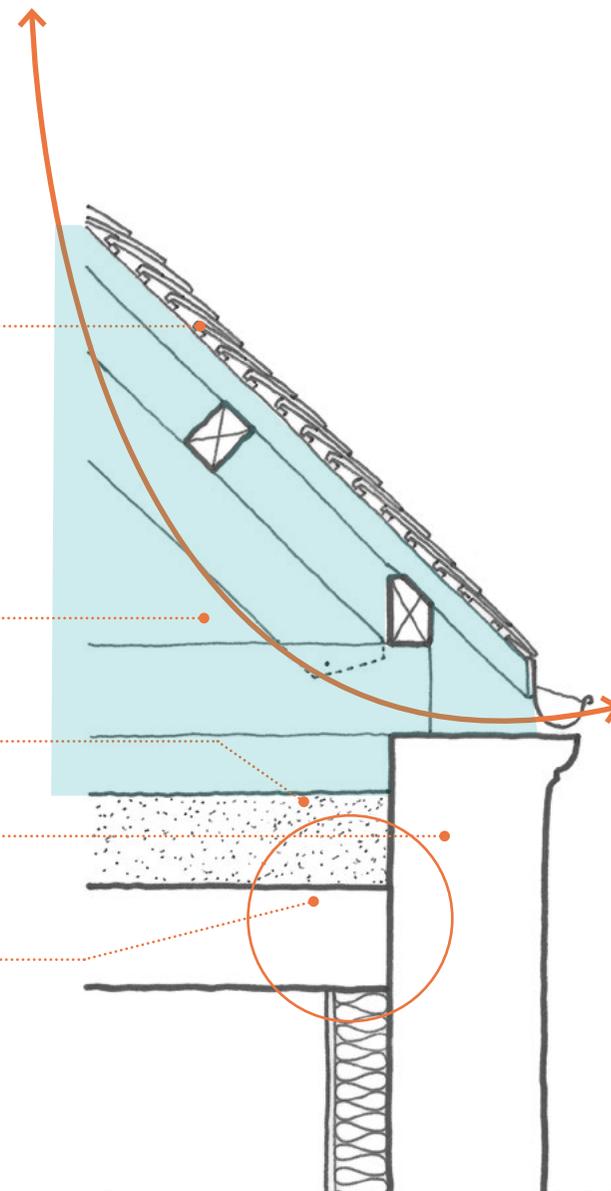
Isolant type ouate de cellulose

Mur en pierre et corniches

### Pont thermique

Le caractère composite du bâti ancien et les assemblages par encastrement réduisent les ponts thermiques. Leurs valeurs de déperdition ainsi que leur longueur sont réduites par rapport à un bâti plus moderne.

En revanche, il faut limiter la création d'un point froid pouvant entraîner l'apparition de condensation.



Coupe d'une isolation sur plancher - © SHA

# Isolation des toitures

## Détail d'isolation d'une lucarne

Les toitures sont des lieux de nichage pour les chauves-souris et les oiseaux. Attention lors des travaux !

Le diagnostic biodiversité

P. 31

\* **Chatière** : petite ouverture aménagée dans la toiture pour la ventilation des combles.  
\* **Outeaux** : large chatière ou petite lucarne de ventilation. Concerne principalement les toitures en ardoise et nécessite un ouvrage de charpente.

### Ventilation de la toiture

La ventilation de la toiture s'opère entre les chevrons. Les entrées d'air sont assurées à l'égout, au faîtage et par l'intermédiaire d'ouvrages tels que chatières\* et/ou outeaux\* de toiture.

Couverture en tuiles plates sur liteaux

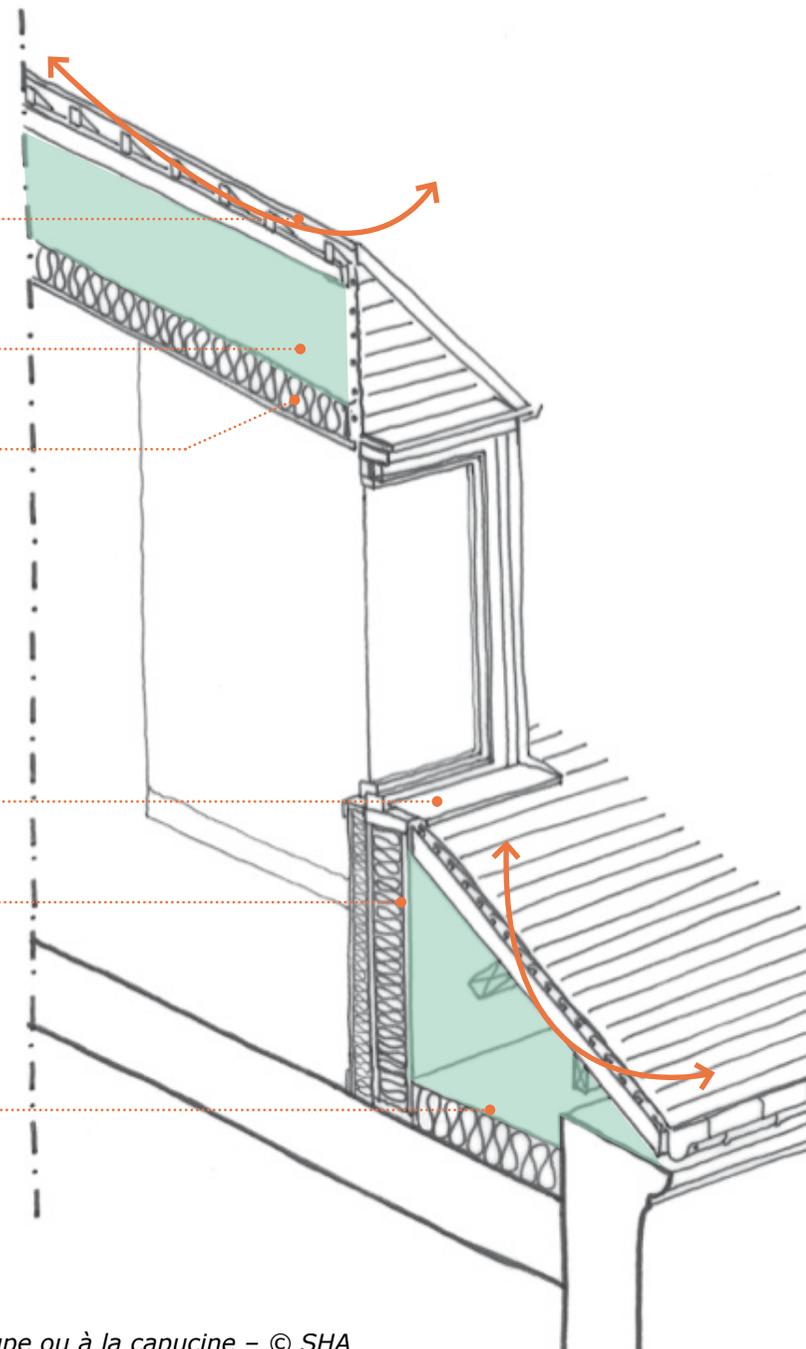
Espace tampon

Isolation sur faux plafond

Bavette zinc pour l'étanchéité

Paroi de la lucarne en ossature bois ou panneaux bois composite type Sapisol

Espace tampon



Axonométrie coupée d'une lucarne à croupe ou à la capucine - © SHA



### Isolation des combles en rampant

Création de caissons pour ouate de cellulose insufflée  
Panneaux de laine de bois visibles – Merry-sur-Yonne (89)  
© Pascal Fortunier – CREBA

### Isolation des combles en rampant

Pose croisée de panneaux de laine de bois (avant la pose du frein-vapeur).  
On remarquera le traitement de l'interface entre le mur et la toiture – Beauregard (01).  
© Marjorie Bolikian – CREBA



# Isolation des toitures

## Matériaux compatibles

Pour en savoir plus sur les performances et les coûts des matériaux :

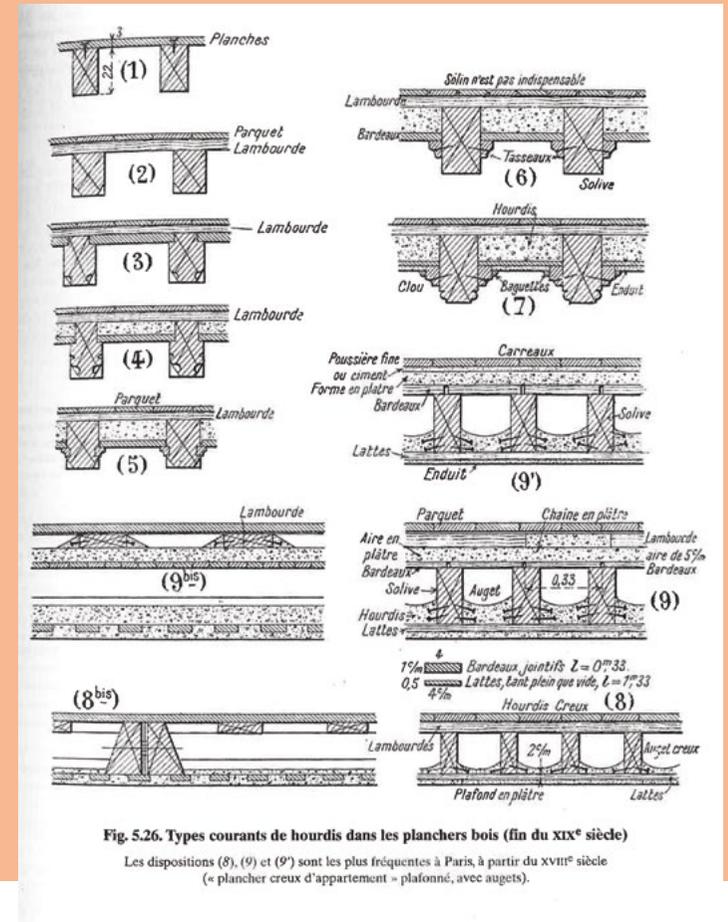
 Performance des matériaux **P. 85**

 Notions de coûts **P. 205**

Technique d'isolation	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
<b>Isolation en caissons sous rampant</b> (ouate de cellulose, laine minérale...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solution facile à mettre en œuvre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mauvaise inertie en cas de densité insuffisante, à coupler avec de la laine de bois.</li> <li>• Perte d'espace intérieur.</li> <li>• Interface entre le haut du mur et le bas de la toiture complexe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Détails spécifiques des sorties de toiture (ventilation; conduit de cheminée).</li> <li>• Membrane hygrovariable à mettre en œuvre.</li> <li>• Tassement à prendre en compte.</li> <li>• Choisir une référence la plus dense possible.</li> </ul>
<b>Isolation rapportée sous rampant</b> (panneaux laine de bois)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favorise un temps de déphasage moyen.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perte d'espace intérieur.</li> <li>• Interface entre le haut du mur et le bas de la toiture complexe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction des ponts thermiques grâce à la pose d'une double ossature croisée.</li> <li>• Membrane hygrovariable à mettre en œuvre.</li> <li>• Choisir une référence la plus dense possible.</li> <li>• Détails spécifiques des sorties de toiture (ventilation; conduit de cheminée).</li> </ul>
<b>Isolation vrac comble perdu</b> (perlite, paille, laine en vrac)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mise en œuvre en comble perdu extrêmement facile.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Interface entre le haut du mur et le bas de la toiture complexe.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membrane hygrovariable à mettre en œuvre.</li> <li>• Isolants spécifiques à mettre en œuvre au droit des montants de cheminée.</li> </ul>

### 3.2.3

## Isolation des planchers



Krafft Jean-Charles et Thiollet François,  
 Traité sur l'art de la Charpente, Paris, 1840

# Isolation des planchers

## Diagnostic et conception

Les planchers intermédiaires doivent être isolés lorsqu'ils sont sur un local non chauffé. Entre deux niveaux chauffés, l'isolation peut avoir un avantage phonique ou en cas de taux de vacance important. Pour le plancher bas, l'intervention est souvent lourde et complexe.

Votre commune est-elle concernée par le radon ?  
> <https://www.irsna.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactivite-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx>

### Pendant le diagnostic :

- Vérifier l'absence de pathologie : soit liée à l'humidité, soit structurelle (état des poutres et solives).
- Identifier la composition du plancher (en bois ou dallage). En cas de plancher bois, s'assurer que celui-ci peut supporter le poids d'une isolation.
- Identifier les éléments patrimoniaux à conserver (disposition des lames de parquet, type de plafond).
- Vérifier l'absence de radon dans le sous-sol, si intervention en plancher bas.

### Pendant la conception :

- S'assurer de la compatibilité des isolants selon le type de plancher.
- S'assurer de la bonne perspirance et de l'évacuation de l'humidité du sol.
- Anticiper la gestion des liaisons mur/plancher de l'isolation et de l'étanchéité à l'air.

### Pendant le chantier :

- Respecter la continuité de l'étanchéité à l'air, en particulier les interfaces avec les murs.
- Respecter la continuité de l'isolation avec les murs.
- Mettre systématiquement en place une coupure capillaire.

 Les diagnostics

P. 26

FC 1

 Typologie et éléments remarquables

P. 32

FC 5

 Performance des matériaux

P. 85

 Choisir une entreprise

P. 212

# Isolation des planchers

## Au titre du Code de la construction et de l'habitation

Les planchers sont considérés comme déperditifs lorsqu'ils donnent sur terre-plein ou sur un local non chauffé. En revanche les planchers intermédiaires donnent sur des locaux chauffés (autre logement, ou local d'usage différent).

*Les aides étant évolutives d'une année à l'autre, ce tableau est valable pour 2021.*

### Obligations réglementaires :

La réglementation thermique du bâti existant élément par élément, elle accorde une dérogation aux bâtiments situés en Site patrimoine remarquable.

Les valeurs indiquées correspondent à différents objectifs minimaux qui garantissent la performance finale du bâtiment dans le cadre des aides financières pour la rénovation.

 La réglementation thermique

P. 13

 Les grandeurs thermiques

P. 81

Labélisation	Réglementation thermique par élément	Crédit d'impôt/ MaPrimeRénov'	Effilogis BBC
Valeur R dalle sur sous-sol, sur vide sanitaire ou sur passage ouvert	$R \geq 2,7 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ (ou 2,1 si hauteur sous plafond non suffisante)	$R \geq 3 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$	$R \geq 3,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

ADEME, Guide de la rénovation thermique – novembre 2018.  
IMPOTS.GOUV.FR : <https://www.impots.gouv.fr/portail/particulier/depenses-eligibles-au-cite>  
EFFILOGIS.FR : <https://www.effilogis.fr/>

# Isolation des planchers

## Au titre du Code de l'urbanisme et du Code du patrimoine.

*Les règlements d'urbanisme diffèrent selon les communes ou communautés de communes.  
Avant tout début de projet, il convient de se renseigner auprès des services de mairie.  
**C'est toujours le règlement le plus contraignant qui est appliqué.***

### Enjeux et principes patrimoniaux

Non visibles depuis l'espace public, les enjeux liés aux planchers sont restreints. Les PSMV protègent les éléments intérieurs des immeubles remarquables, y compris les parquets. Ces derniers apportent une valeur esthétique et patrimoniale supplémentaire à un bien immobilier.

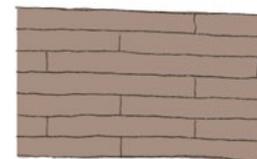
Lors de travaux de rénovation, il sera alors nécessaire de :

- Identifier le type de pose et l'essence de bois utilisée.
- Restaurer et rénover les éléments abîmés ou manquants.

 La réglementation patrimoniale

P. 15

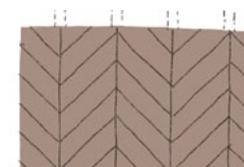
### Exemples de parquets à préserver (liste non exhaustive)



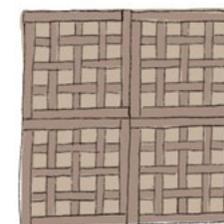
À l'anglaise



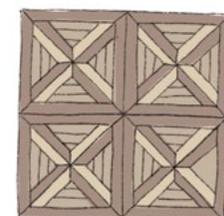
À bâtons rompus



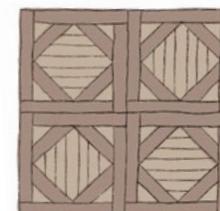
Point de Hongrie



Chantilly



Marqueterie



Type Arenberg

# Isolation des planchers

## Enjeux liés à la rénovation des planchers

Les problématiques de l'isolation des sols sont principalement liées au confort des habitant.e.s et à la difficulté d'intervention en sites occupés.

**Attention !** Une forte inertie ne signifie pas un sol froid. C'est l'effusivité du matériau qui caractérise cette sensation.

### Planchers bas



#### Diminuer la sensation de sol froid

- En rez-de-chaussée, les habitant.e.s sont souvent confronté.e.s à des sols froids, ce qui peut être la cause d'un inconfort important. Les travaux pour corriger cette sensation sont onéreux (car nécessitant une intervention lourde). Certains dispositifs correctifs peuvent aussi être envisagés pour contrer la sensation de sol froid par la pose d'une finition de sol peu effusive (ou d'un tapis).

#### Assurer la continuité des transferts hydriques

- Les sols sur terre-plein sont très sensibles à l'humidité. Il faut envisager le projet en tenant compte des règles de coupure de capillarité, de drainage et de ventilation pour éviter les pathologies.
- Mettre en œuvre des matériaux **perspirants et imputrescibles**, comme le liège, la pouzzolane ou certains isolants minéraux.
- Choisir des revêtements de sol qui respectent les règles de perspiration. On privilégiera par exemple les tomettes aux carreaux de grès céramique.

#### Conserver l'inertie

- Les sols sur cave ou sur terre-plein, en raison de leur masse importante, jouent un rôle conséquent dans l'inertie et le confort d'été. Cette caractéristique est à conserver pour le confort d'été. Pour le confort d'hiver, la correction de sensation de paroi froide peut être envisagée par le choix de revêtements adaptés (planchers bois, tomettes, tapis...).

### Planchers intermédiaires



#### Diminuer la sensation de froid

- Si le plancher intermédiaire surplombe un local commercial, un logement vacant ou un espace tampon, la sensation d'inconfort peut exister. Il peut être envisagé soit une isolation en partie inférieure du plancher, soit une correction de l'effet de paroi froide.

#### Réduire les bruits d'impact

- À l'étage courant, les habitant.e.s sont confronté.e.s aux problématiques phoniques. L'objectif de l'isolation est alors de réduire les bruits d'impact ou aériens. Dans ce cas, il s'agira d'intercaler un matériau permettant d'absorber le son, selon le principe de masse-ressort-masse.

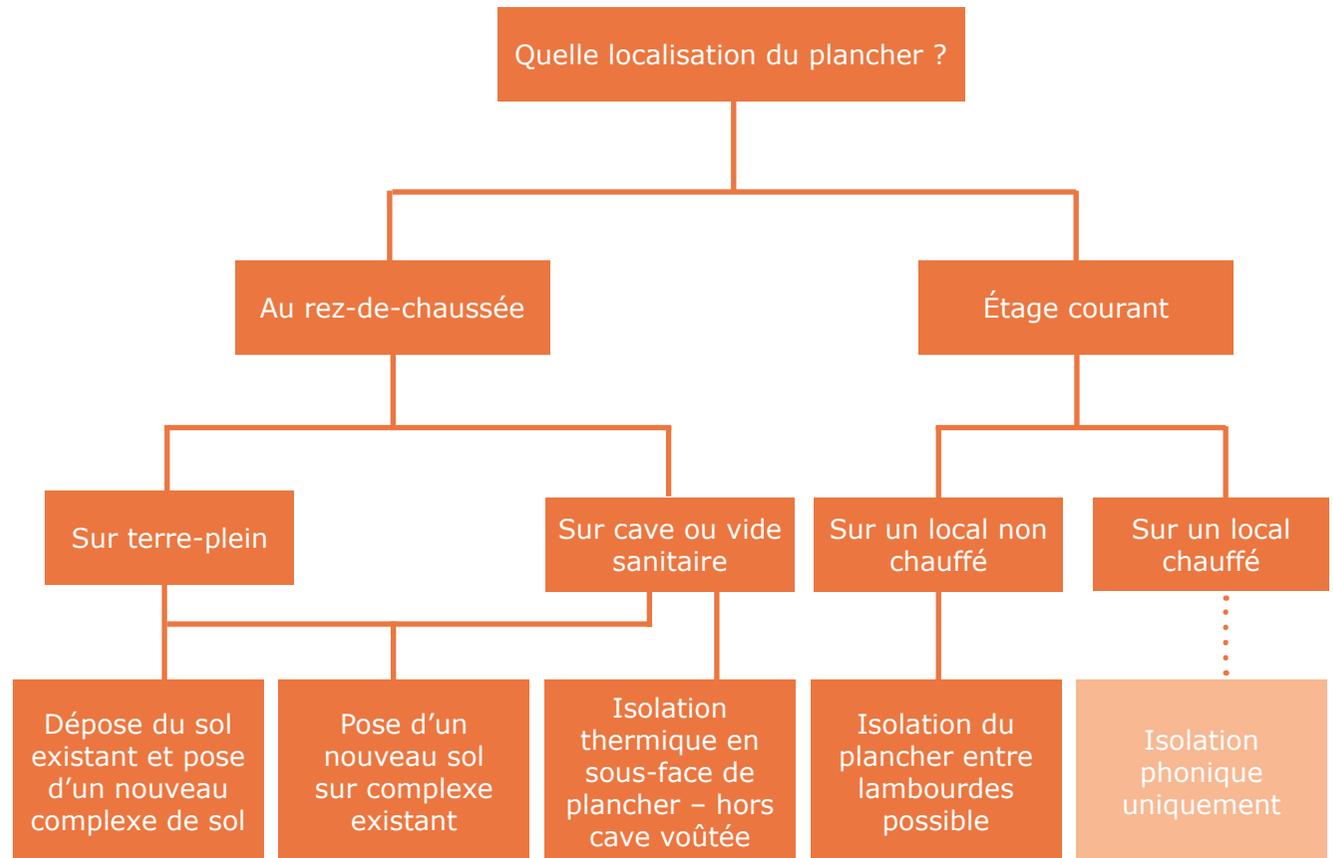
> *Un.e architecte ou un.e artisan.e spécialisé.e peut répondre à ce type de problématiques.*

# Isolation des planchers

## Quelle approche pour l'isolation des planchers ?

De même que pour la toiture, un diagnostic structurel va conditionner les interventions possibles et/ou nécessaires sur les planchers intermédiaires et bas.

*Les solutions décrites sont celles qui ne nécessitent pas de conserver le sol existant. Attention, certains travaux nécessitent l'accord de la copropriété.*



# Isolation des planchers

## Quelle approche de l'isolation des planchers ?

*Les solutions décrites sont celles qui ne nécessitent pas de conserver le sol existant.  
Attention, certains travaux nécessitent l'accord de la copropriété.*

### Dépose du sol existant et pose d'un nouveau complexe de sol

Solution qui nécessite une hauteur sous plafond suffisante et des travaux conséquents, mais qui est la plus performante.

#### Avantages :

- Réduction de la sensation de sol froid.
- Possibilité de poser un plancher chauffant.

#### Inconvénients :

- Impossible à mettre en œuvre en cas de parquet patrimonial.
- Nécessite une surélévation du sol d'une marche environ.
- Travaux conséquents.

#### Points de vigilance :

- Perspiration des matériaux et pose de freins-vapeur hygrovariables.
- Considérer le poids rapporté de l'isolation.
- Continuité de l'isolation et de l'étanchéité à l'air à assurer.
- Permettre l'évacuation de l'humidité avec des drainages. Pose d'une coupure de capillarité.
- Maintenir une bonne inertie en cas de sol sur terre-plein.

### Pose d'un nouveau sol sur sol existant

Solution qui limite la sensation de sol froid par la pose d'un nouveau sol avec une meilleure effusivité.

#### Avantages :

- Réduction de la sensation de paroi froide.
- Action pièce par pièce possible.
- Facile à mettre en œuvre.

#### Inconvénients :

- Impossible à mettre en œuvre en cas de parquet patrimonial.
- Chantier en site occupé.
- Consomme de la hauteur disponible.
- Créer parfois une marche auparavant inexistante.

#### Points de vigilance :

- Perspiration des matériaux et pose de freins-vapeur hygrovariables.
- Coupure de capillarité.
- Considérer le poids rapporté de l'isolation.

### Isolation des planchers bois sur local non chauffé ou local vacant

Ce type d'isolation permet un gain d'énergie intéressant et est souvent réalisé en sous-face de plancher.

#### Avantage :

- Coupure de la sensation de froid.
- Action possible pièce par pièce.

#### Inconvénients :

- Impossible à mettre en œuvre en cas de parquet patrimonial.
- Isolation par le dessous parfois envisageable.
- Considérer le poids rapporté de l'isolation.

### Isolation en sous-face de cave

Solution moins performante, car impossibilité de traiter le pont thermique en pied de mur.

Souvent complexe à mettre en œuvre. Nécessite des matériaux imputrescibles et perspirants onéreux.

*En cas de voûte, seule la projection est compatible.*

# Isolation des planchers

## Nouveau plancher sur cave voûtée

Dépose du plancher existant et pose d'un nouveau plancher au-dessus d'une cave voûtée :

- Mise en œuvre d'une dalle isolante en chaux-chanvre, posée sur lit de sable pour aplanissement du sol.
- Pose d'un nouveau parquet bois sur lambourdes.
- Une bande en liège périphérique est obligatoire pour éviter les remontées d'humidité dans les murs et enduits intérieurs.

L'isolation du plancher ne doit pas empêcher la circulation d'air et d'humidité au niveau des murs et des reins de voûte. La pose d'un isolant le long des parois de la cave est peu recommandée car cela modifiera la température et l'humidité souhaitée (env. 12 °C et 70-80 % d'humidité).

*Variantes : le revêtement de sol peut être réalisé en parquet cloué sur lambourdes (la lame d'air indispensable pour éviter la déformation des lames de parquet, pas de parquet collé) ou avec la pose d'un sol carrelé avec vérification de la perspiration.*

Parquet bois sur lambourdes

Enduit intérieur chaux ou plâtre

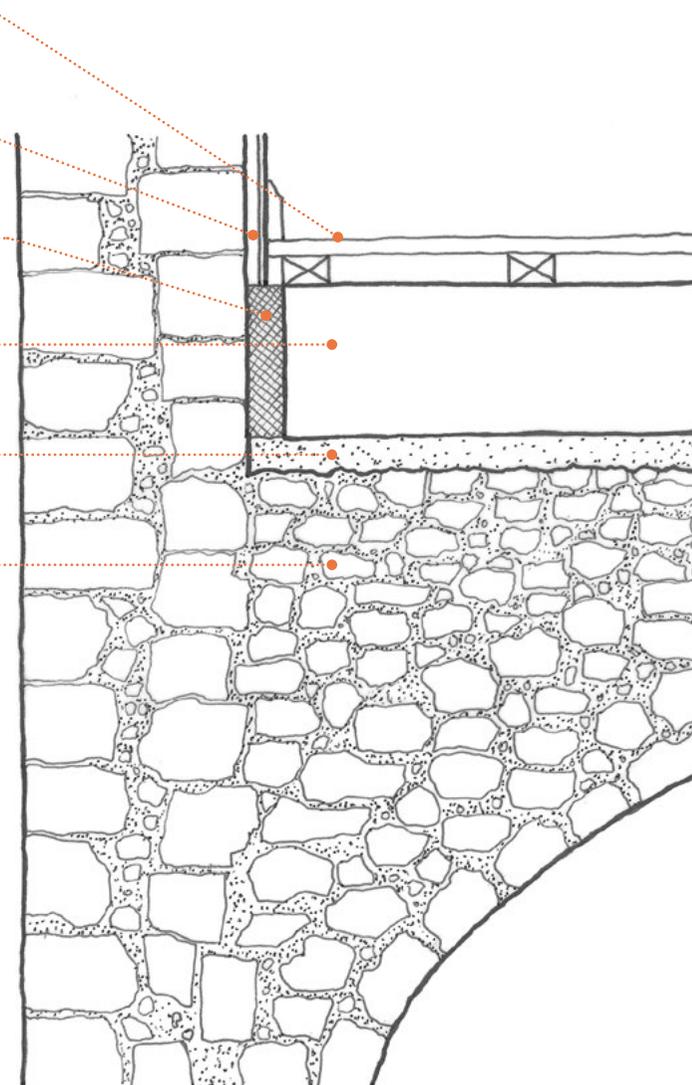
Bande résiliente en liège pour coupure de capillarité

Dalle isolante en chaux-chanvre

Lit de sable épaisseur minimale de 50 mm

Rein de voûte remplissage en moellons et mortier de chaux

**Cette proposition doit être faite après un diagnostic exhaustif des capacités portantes de la voûte !**



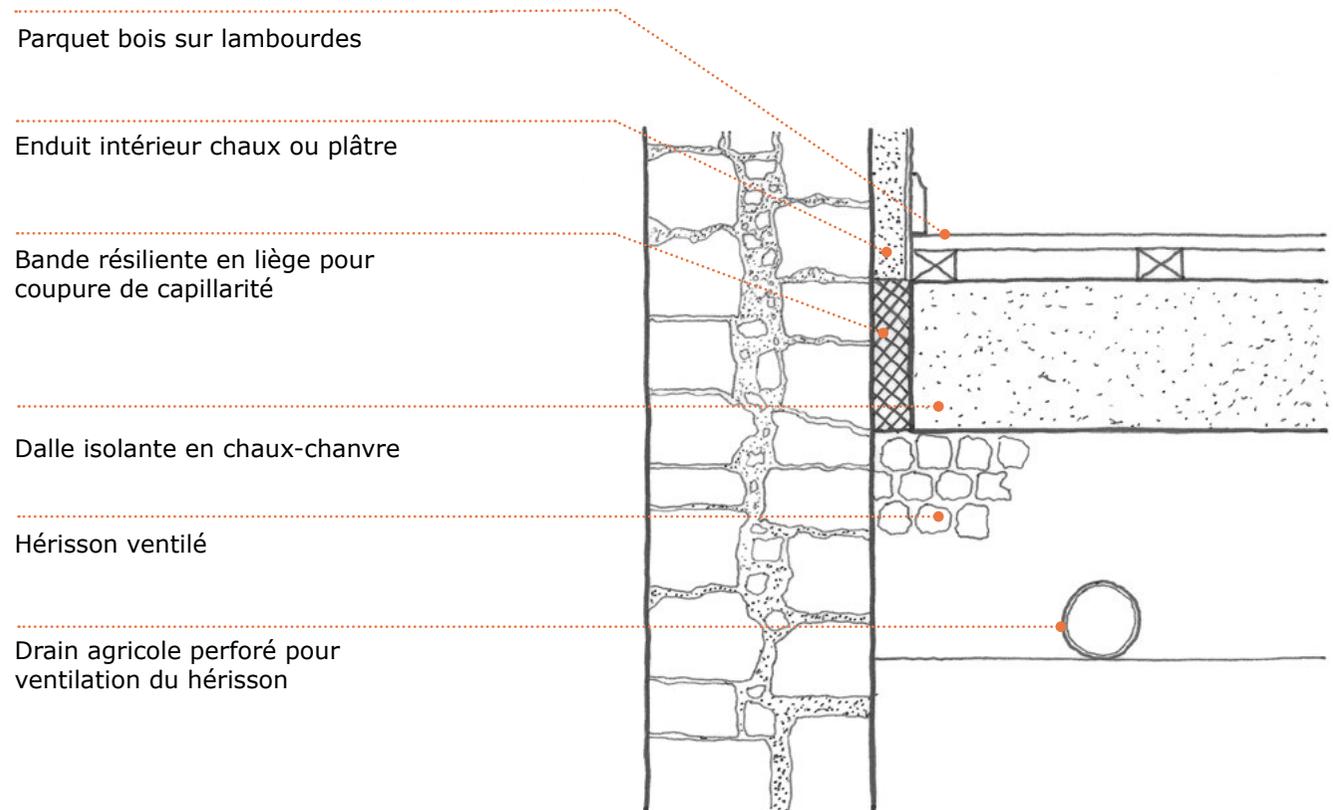
# Isolation des planchers

## Isolation plancher bas sur terre-plein

Cas d'une réfection complète d'un plancher bas sur terre-plein, donc sans cave :

- Mise en œuvre d'un hériçon ventilé avec la pose d'un drain agricole perforé dont les extrémités sont raccordées à l'extérieur.
- Coulage d'une dalle isolante en chaux-chanvre.
- Une bande en liège périphérique permet d'éviter les remontées d'humidité dans les murs et enduits intérieurs.

Le revêtement de sol sur la dalle peut être réalisé en parquet cloué sur lambourdes (la lame d'air est ici indispensable pour éviter la déformation des lames de parquet, pas de parquet collé) ou avec la pose d'un sol carrelé.



Coupe sur plancher bas – © SHA



**Renforcement de plancher bois avant isolation**  
© Stéphanie Honnert Architecte

### Mise en place d'un drain dans un complexe de sol

Pose du drain ventilé et d'un hérisson isolant en granulats de verre à Merry-sur-Yonne (89)  
© Pascal Fortunier - CREBA



# Isolation des planchers

## Comparaison des différentes techniques

 Performance des matériaux

P. 85

 Notions de coûts

P. 205

Pour l'isolation entre lambourdes, il est également possible de se reporter aux tableaux des isolants toitures.

Technique	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
<b>Dalle coulée</b> <i>Dalle chaux-liège</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conserve l'inertie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solution de correction thermique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apport d'humidité.</li> <li>• Retrait.</li> </ul>
<b>En vrac compactée</b> <i>Granulat de verre type Misapor ou équivalent</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à mettre en œuvre (très léger).</li> <li>• Permet le drainage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volume important.</li> <li>• Nécessite d'être compactée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ne doit pas être ventilé.</li> </ul>
<b>Collée</b> <i>Panneaux rigides type Multipor</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inertie.</li> <li>• Facile à mettre en œuvre.</li> <li>• Imputrescible.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniquement compatible avec des éléments plans.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colle spécifique à utiliser pour conserver la perméabilité à la vapeur d'eau.</li> </ul>
<b>Rapportée en sous-face</b> <i>Panneaux semi-rigides laine de bois, laine minérale, etc.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à mettre en œuvre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uniquement compatible avec des éléments plans ou entre lambourdes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pose d'un frein-vapeur hygrovariable.</li> </ul>
<b>En vrac entre lambourdes</b> <i>Liège panneaux ou billes, vermiculite...</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facile à mettre en œuvre.</li> <li>• Compatible en complexe de sol rapporté.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poids à prendre en compte.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pose d'un frein-vapeur hygrovariable.</li> </ul>

**Attention**, en plancher bas, il est nécessaire de choisir des matériaux qui sont imputrescibles et peu sensibles à l'humidité. Il est également nécessaire de prendre en compte le drainage et leur ventilation.

## 3.3

# Menuiseries, volets, balcons



*Façade, place Saint-Philibert à Dijon (21) – © Ajena*

## 3.3.1

# Les menuiseries



*Baie classique du XVIII<sup>e</sup> siècle à Besançon (25)  
© Stéphanie Honnert Architecte*

## Lexique illustré

La mise en œuvre des petits bois répond à des contraintes techniques d'assemblage de carreaux de verre étiré, remplacées au XX<sup>e</sup> siècle par le procédé industriel du verre flotté.

Les dimensions des carreaux de verre ont progressivement augmenté pour atteindre des proportions qui ne nécessitent plus de divisions par petits bois d'un point de vue structural. Néanmoins, le maintien de ces ouvrages participe à la cohérence historique et esthétique des châssis anciens et des façades.

Traverse haute

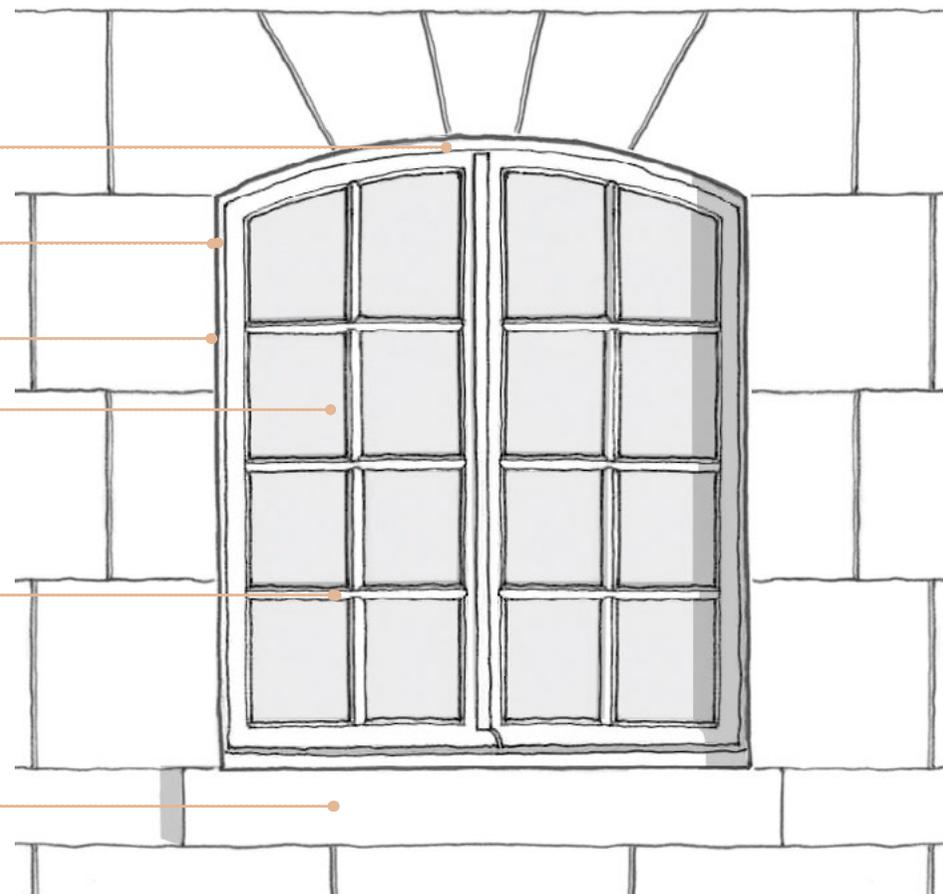
Montant dormant

Tableau

Vantail  
*Panneau plein ou ajouré d'une porte, d'une fenêtre.*

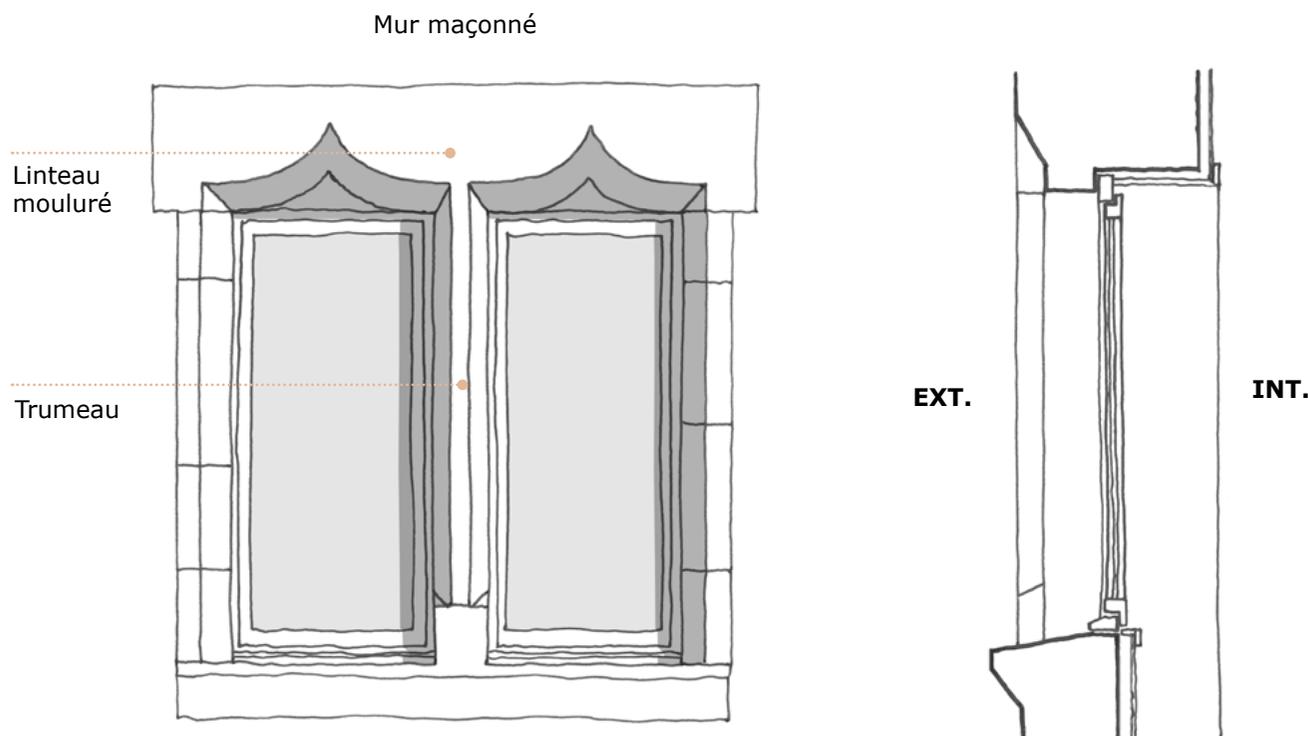
Petits bois  
*Traverse ou montant étroit, à feuillures qui divise la surface d'un vitrage.*

Appui de fenêtre



*Vue en élévation et coupe d'une fenêtre. Détail de petits bois  
© Stéphanie Honnert  
Architecte*

## Baie médiévale du XV<sup>e</sup> siècle



### Quelques exemples de dispositions de baies anciennes

Baie géminée en maçonnerie avec trumeau central en pierre de taille. Feuillure du linteau et des jambages pour pose de la menuiserie. Baies de petites dimensions ménagées dans des murs épais. Linteau sculpté.

Les types de bâtis anciens

P. 32



Vue en élévation et coupe avec et sans isolation d'une baie médiévale – © SHA

Fenêtre médiévale à Besançon (25)  
© Ajena

Porte médiévale à Dijon (21) – © Ajena

### Quelques exemples de dispositions de baies anciennes

Baie géminée dans un mur en pan de bois avec meneau et croisillons en bois.

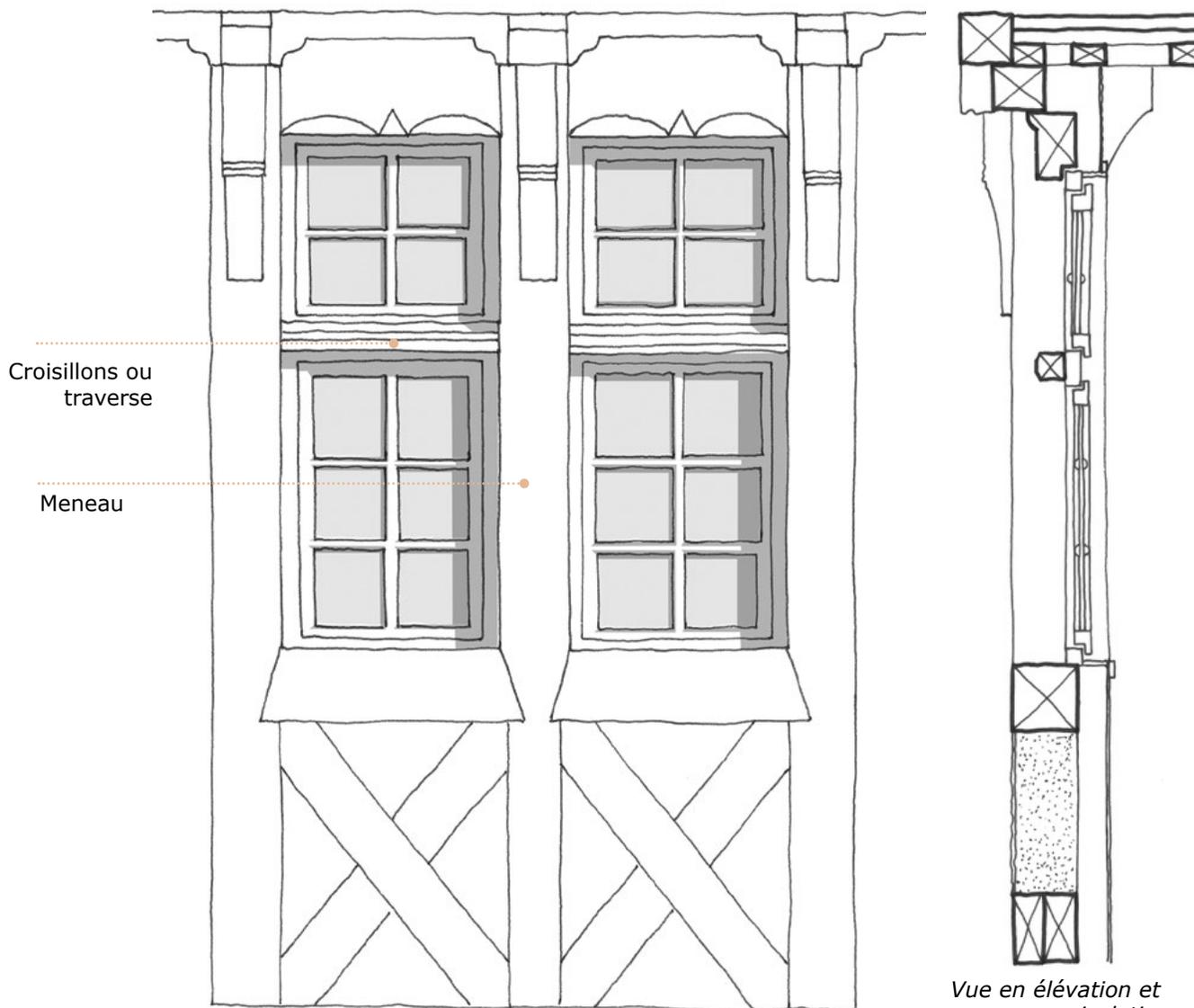
Feuillure du linteau et des jambages pour pose de la menuiserie.

Baies de petites dimensions mais dans un mur moins épais (25 à 30 cm) qu'un mur maçonné (40 à 50 cm).

🔍 Les types de bâtis anciens

P. 32

Pan de bois



Vue en élévation et coupe avec isolation d'une baie médiévale  
© SHA

## Quelques exemples de dispositions de baies anciennes

Baie en arc surbaissé divisée en carreaux de petites dimensions par des petits bois assemblés par tenons et mortaises.

Appui de la menuiserie et linteau en arc surbaissé composé de claveaux en pierre de taille.

Feuillure du linteau et des jambages de la baie pour pose de la menuiserie.

🔍 Les types de bâtis anciens

P. 32

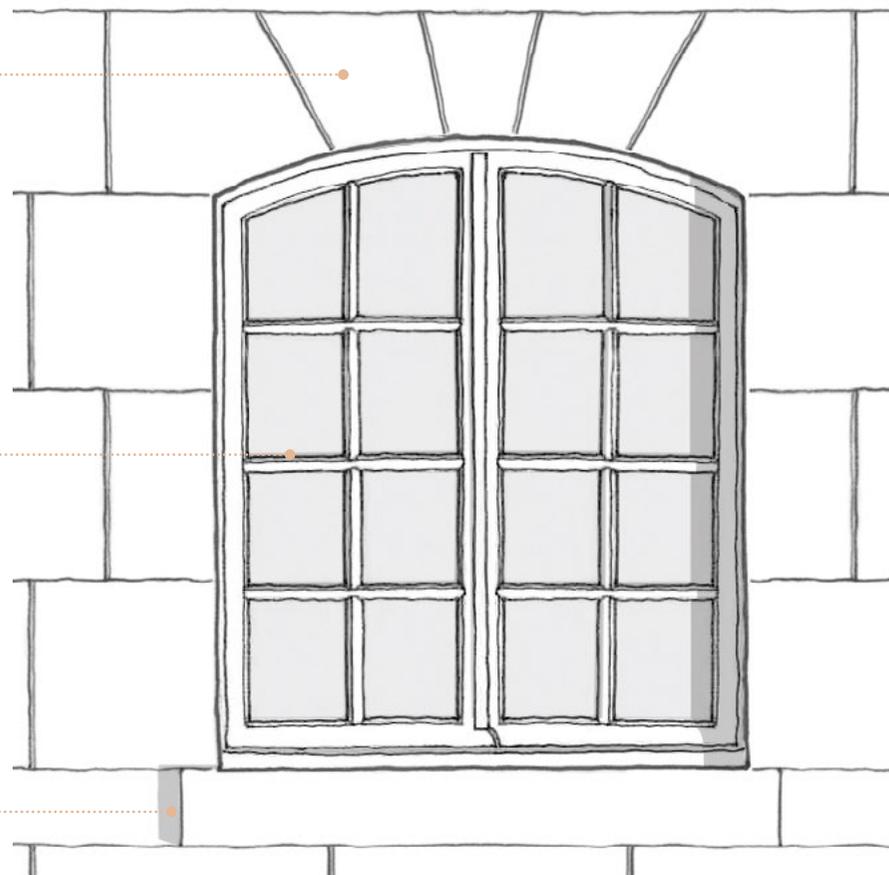
### Baie classique du XVI<sup>e</sup> siècle

Mur maçonné

Claveaux d'arc pour réalisation du linteau

Menuiserie avec découpage des carreaux par petits bois

Appui de la menuiserie en pierre de taille



## Baie du XVIII<sup>e</sup> siècle

### Quelques exemples de dispositions de baies anciennes

Menuiserie toute hauteur avec imposte vitrée, allège bois et partie vitrée avec l'emploi de carreaux de grandes dimensions. Pose de la menuiserie dans les feuillures ménagées dans le linteau et les jambages de la baie.

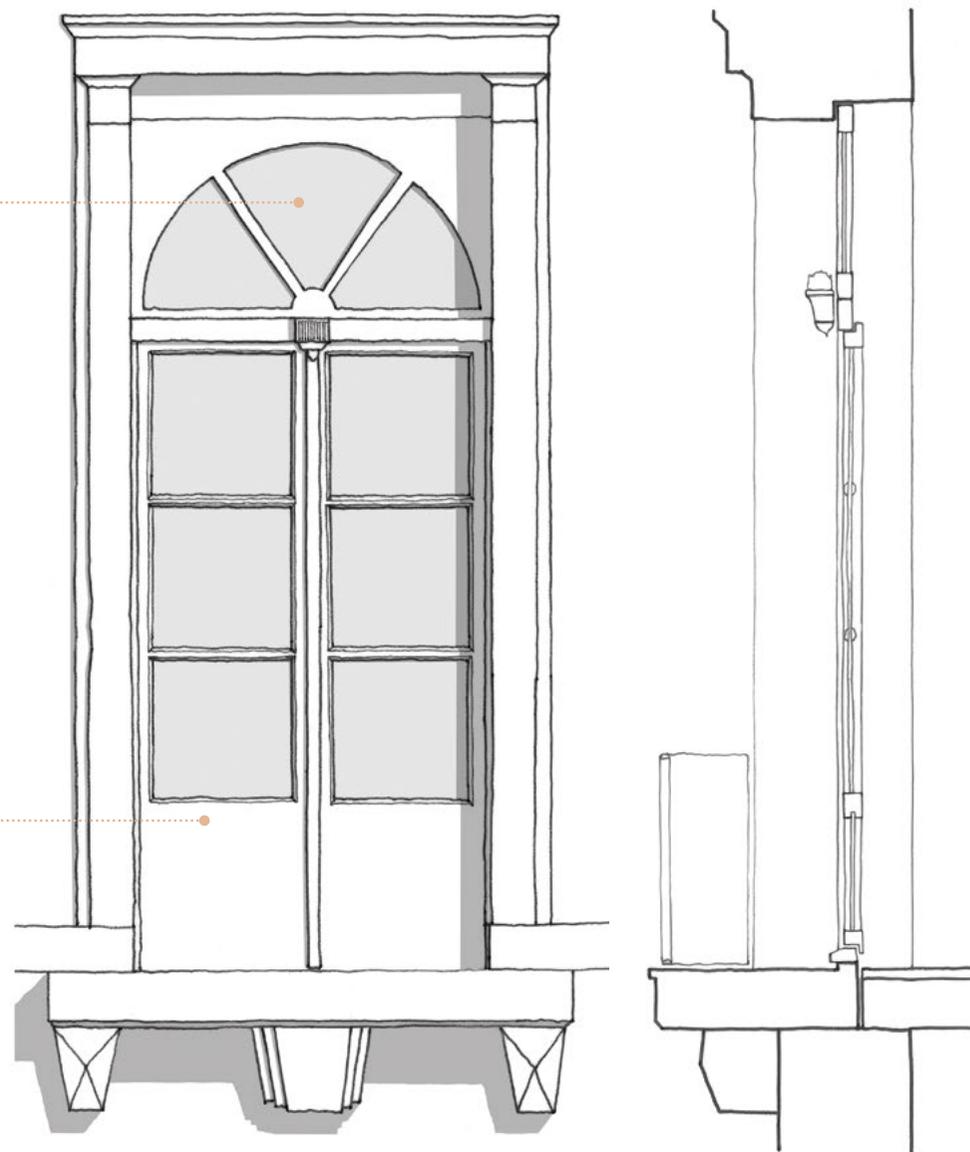
🔍 Les types de bâtis anciens

P. 32

Mur maçonné

Imposte vitrée

Allège en panneau bois



Vue en élévation et coupe d'une baie du XVIII<sup>e</sup> siècle  
© SHA

### Quelques exemples de dispositions de baies anciennes

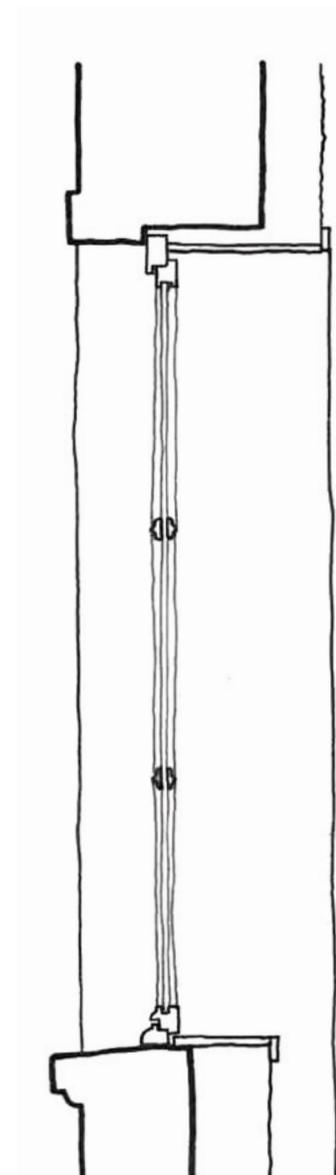
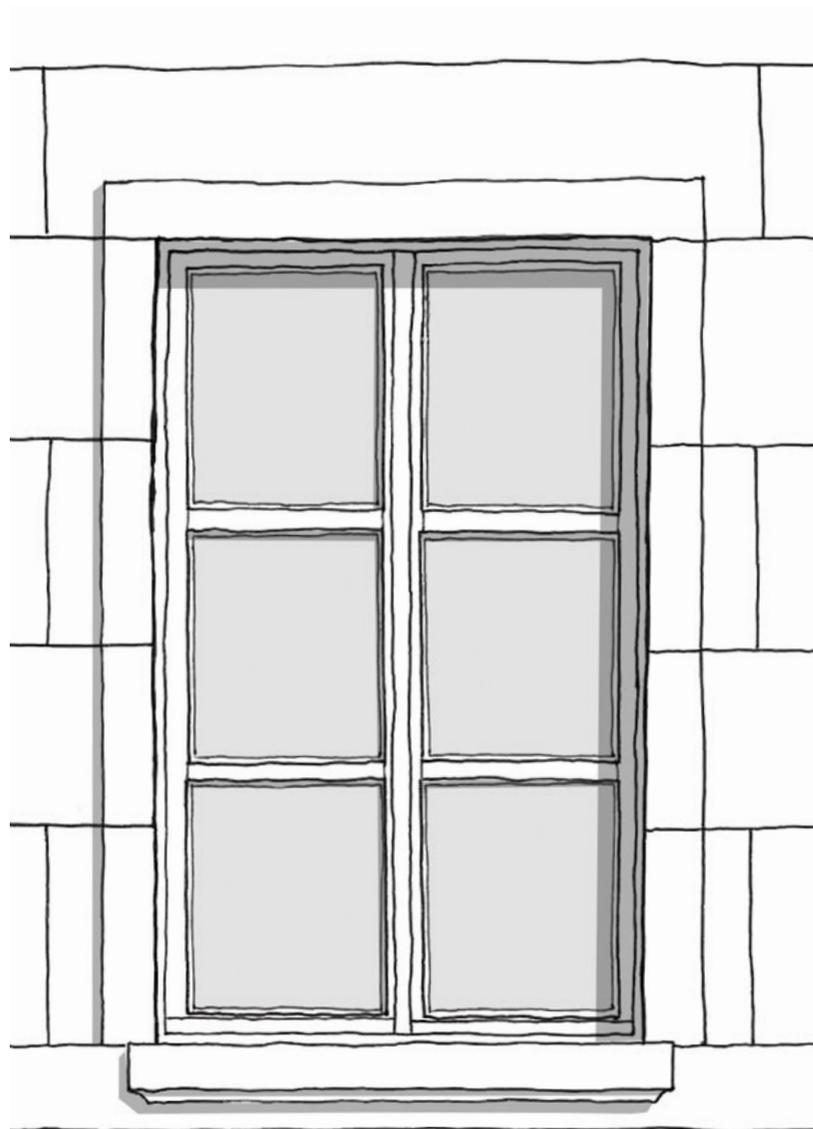
Découpage du vitrage en grands carreaux sur petits bois.

Les petits bois avaient pour objectif de maintenir les vitrages de taille modérée entre eux et agrandir le clair de vitrage.

Pose de la menuiserie dans les feuillures ménagées dans le linteau et les jambages de la baie. Appui de la menuiserie en pierre de taille.

 Les types de bâtis anciens

P. 32



## Diagnostic et conception

Le diagnostic de la menuiserie identifie la qualité de la menuiserie en place, de son état de conservation, mais aussi des autres travaux d'intervention prévus, afin d'optimiser la cohérence des interactions entre lots lors de la rénovation et du chantier.

### Pendant le diagnostic :

- Identifier le type de menuiseries selon le type de bâti.
- Qualifier leur état et les solutions possibles d'intervention (rénovation, remplacement...).
- Identifier les éléments architecturaux à préserver.
- La restauration des menuiseries en PSMV et en SPR est soumise à défiscalisation.

 Les diagnostics

P. 26

FC 1

 Typologie et éléments remarquables

P. 32

FC 5

### Pendant la conception :

- Une déclaration préalable est nécessaire dès lors que l'on intervient sur les menuiseries. Dans le cas des MH, il faut un permis de construire.
- Identifier les exigences patrimoniales et thermiques pour chaque type de menuiseries, y compris les portes.
- Se référer au PSMV ou au PLU pour le choix des matériaux et les possibilités.
- Anticiper le traitement de la continuité d'étanchéité à l'air autour du dormant.
- Prévoir la pose de grilles de ventilation adaptées et discrètes, parfois nécessaire en fonction du type de ventilation du logement.
- Prévoir l'intégration harmonieuse ou la rénovation des protections solaires, d'une entrée d'air pour la ventilation et éventuellement la reprise de garde-corps.

 Performance des matériaux

P. 85

 Choisir une entreprise

P. 212

### Pendant le chantier :

- S'assurer de la qualité du vitrage (performance thermique, facteur solaire) et du châssis (vantaux et dormant).
- Garantir la continuité de l'étanchéité à l'eau et à l'air.

# Les menuiseries

## Obligations réglementaires :

La réglementation thermique du bâti existant élément par élément, elle accorde une dérogation aux bâtiments situés en Site patrimoine remarquable.

Les valeurs indiquées correspondent aux différents objectifs minimaux qui garantissent la performance finale du bâtiment dans le cadre des aides financières pour la rénovation.

 La réglementation thermique

P. 13

 Les grandeurs thermiques

P. 81

## Au titre du Code de la construction et de l'habitation

Labélisation	Réglementation thermique par élément	Crédit d'impôt / MaPrimeRénov'	Effilogis
Valeur U de fenêtre (S > 0,5 m <sup>2</sup> ), porte-fenêtre, façade rideau	$U_w \leq 1,9 \text{ W/m}^2.K$	Selon l'approche choisie – voir planche suivante	$U_w \leq 1,3 \text{ W/m}^2.K$
Fenêtre de toit	/	$U_w \leq 1,5 \text{ W/m}^2.K$ et $Sw \leq 0,36$	/
Porte d'entrée de maison individuelle	$U_d \leq 2 \text{ W/m}^2.K$	/	$U_d \leq 1,5 \text{ W/m}^2.K$
Verrières et vérandas	$U_{cw} \leq 2,5 \text{ W/m}^2.K$	/	/

Les aides étant évolutives d'une année à l'autre, ce tableau est valable pour 2021.

U : qualifie la performance de la menuiserie.

Sw : facteur solaire qui qualifie la capacité d'une fenêtre à transmettre le rayonnement du soleil à l'intérieur d'un logement.

ADEME, Guide de la rénovation thermique – novembre 2018.

IMPOTS.GOUV.FR : <https://www.impots.gouv.fr/portail/particulier/depenses-eligibles-au-cite>

EFFILOGIS.FR : <https://www.effilogis.fr/>

# Les menuiseries

## Au titre de la réglementation urbaine et patrimoniale

La question des menuiseries joue un rôle essentiel dans la conservation patrimoniale des bâtiments. Les châssis doivent néanmoins permettre le confort des usagers au quotidien et nécessitent d'être soit restaurés, soit remplacés. La qualité des verres utilisés est tout aussi importante que le châssis lui-même.

*Les règlements d'urbanisme diffèrent selon les communes ou communautés de communes.*  
*Avant tout début de projet, il convient de se renseigner auprès des services de mairie.*  
**C'est toujours le règlement le plus contraignant qui est appliqué.**

## Enjeux et principes patrimoniaux

D'un point de vue patrimonial, on cherchera toujours, lorsqu'elles sont d'origine, à **préserver les menuiseries d'époque.**

La finesse des châssis, les techniques d'assemblage, les quincailleries, les carreaux en verre étiré sont autant d'éléments précieux et difficiles à obtenir aujourd'hui sans le recours à des savoir-faire qui se sont raréfiés. Ces ouvrages participent à l'esthétique des façades et des intérieurs, mais aussi d'un point de vue socio-économique, au dynamisme des filières de matériaux et entreprises d'artisans locaux.

Les solutions de remplacement sont donc à étudier au cas par cas, en concertation avec les UDAP, afin d'aboutir au projet le plus cohérent et le plus performant, selon les principes de l'approche globale.

### Dans le cas où des baies auraient été murées

L'objectif est de retrouver ou de conserver la cohérence ancienne du bâtiment. Le diagnostic doit permettre de retracer l'histoire du bâtiment. Le projet devra être étudié avec les UDAP afin de statuer sur la composition de la façade.

## Extrait du PSMV Centre ancien de Besançon

« ARTICLE USS-11 - ARCHITECTURE DES CONSTRUCTIONS ET QUALITÉ DES ESPACES  
11.3 – Façades : (...) les ouvertures et les menuiseries : (...) Les menuiseries :

*Toutes les menuiseries extérieures doivent obligatoirement être en feuillure intérieure des baies et non au nu de la façade.*

*Les menuiseries de rénovation sur dormant existant maintenu, sont interdites.*

*Les menuiseries à refaire sont semblables à celles d'origine de la construction ; le dessin du partage de la baie et les profils anciens non lisses sont reproduits.*

*Lorsque les menuiseries d'origine ont disparu, il y a toujours lieu de se conformer à des modèles de l'époque du bâtiment. Sont conservés notamment les impostes, petits bois, tympans en demi-cercle, etc. Elles sont peintes ou teintées dans la masse dans des tons gris clair ou beige type RAL 7035 ou 1013. »*

 La réglementation patrimoniale

P. 15

# Les menuiseries

## Enjeux liés à la rénovation des menuiseries

Il est fondamental de trouver un compromis de moyens sur le sujet des menuiseries afin de répondre à la fois à la nécessité de cohérence patrimoniale et aux besoins de performance nécessaires au confort et à la réduction des consommations du bâtiment rénové.

*La qualité du vitrage apporte également une barrière acoustique avec l'extérieur, donc un confort supérieur.*

*Le renouvellement de l'air intérieur participe au maintien d'un air sain en évacuant les polluants intérieurs.*

### La menuiserie, un point clé de la rénovation

Thermiquement, une ouverture est un élément constructif qui apparaît comme une faiblesse sur un mur opaque et continu.

Mais l'ouverture a de multiples fonctions, elle participe au confort de l'occupant.e par son apport de lumière et son ouverture sur l'extérieur, mais aussi au maintien d'un air sain et de qualité.

Les paramètres de la menuiserie qui justifient d'une bonne performance sont :

- La qualité du vitrage garantissant peu de déperditions.
- La qualité de la liaison entre vitrage et menuiserie.
- La qualité de la fermeture garantissant une bonne étanchéité.



### Menuiseries et renouvellement d'air

Dans le bâti ancien, toute intervention sur une menuiserie nécessite de vérifier la conservation d'une ventilation intérieure suffisante.

En effet, les menuiseries anciennes à simple vitrage étant moins étanches que les menuiseries récentes, elles laissent entrer de l'air par infiltration et participent à la ventilation naturelle du bâtiment.

Lors d'une rénovation ou d'un remplacement, le renouvellement de l'air intérieur par ce biais sera réduit. Cela peut conduire à un renouvellement d'air insuffisant, voire une accumulation d'humidité trop importante

à l'intérieur du bâtiment.

Il faut donc prévoir une ventilation adaptée, afin de maintenir le fonctionnement originel du bâti et garantir le renouvellement de l'air intérieur.

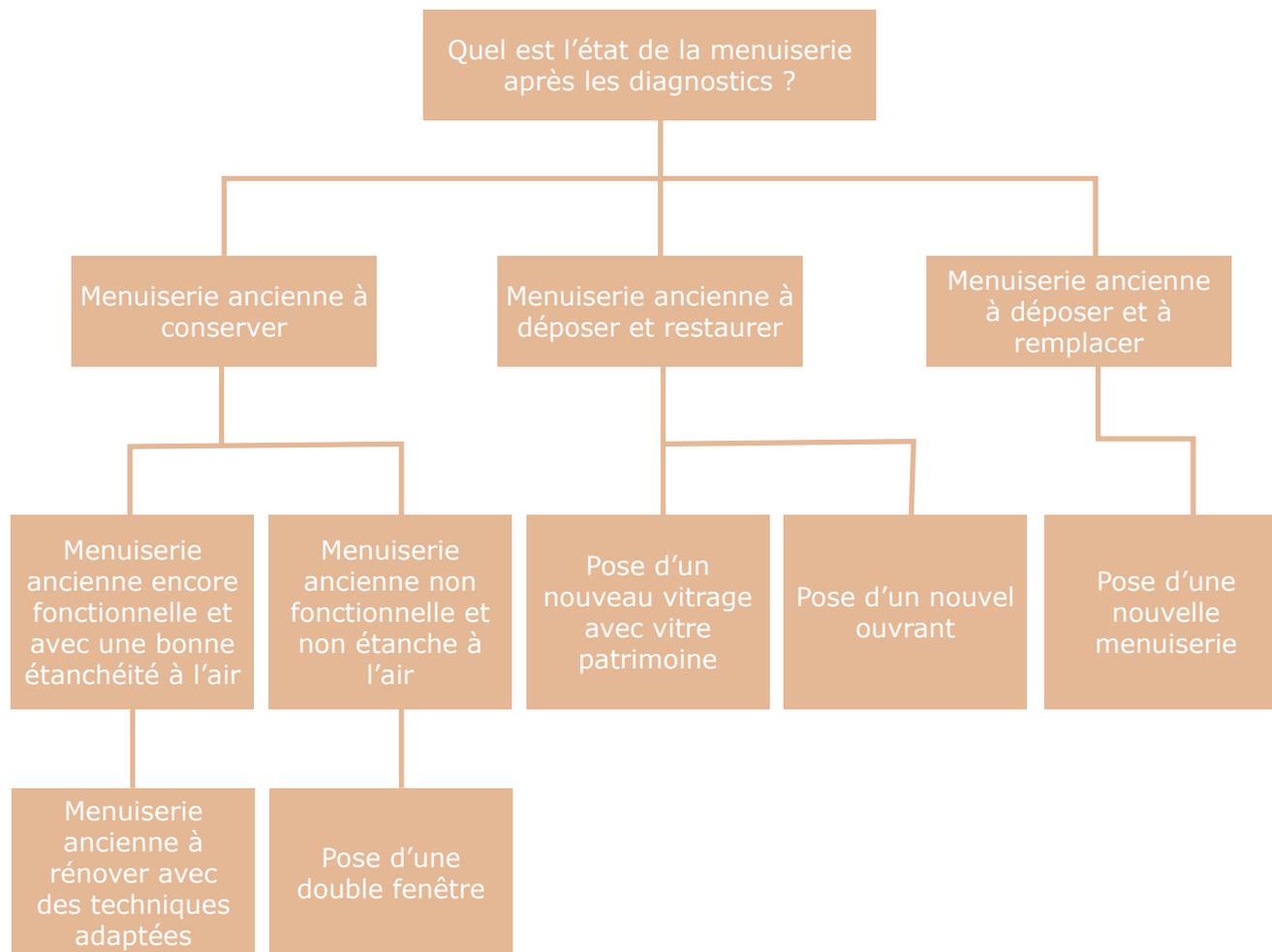
En cas de remplacement, il est essentiel de prévoir une arrivée d'air afin d'assurer un renouvellement de l'air intérieur. Les entrées d'air d'une ventilation mécanique peuvent se faire soit par les baguettes de ventilation positionnées en partie haute des menuiseries, soit par des grilles d'entrée d'air sur conduit traversant, soit sur la façade, soit sur la paroi d'un conduit intérieur adapté à la ventilation.

*> Toute intervention sur les menuiseries doit être accompagnée d'une mise en cohérence du système de ventilation et vice versa.*

# Les menuiseries

## Quelle approche pour les menuiseries ?

Selon le diagnostic, il est possible d'envisager plusieurs démarches de rénovation des fenêtres. Cette procédure est à mettre en parallèle avec le projet d'isolation des murs.



**À savoir :** il est nécessaire de considérer la rénovation du système de ventilation lors de la rénovation des menuiseries.

# Les menuiseries

## Quelle approche pour les menuiseries ?

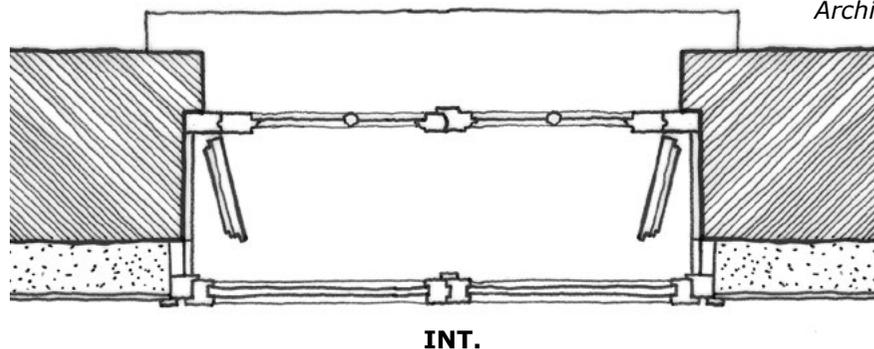
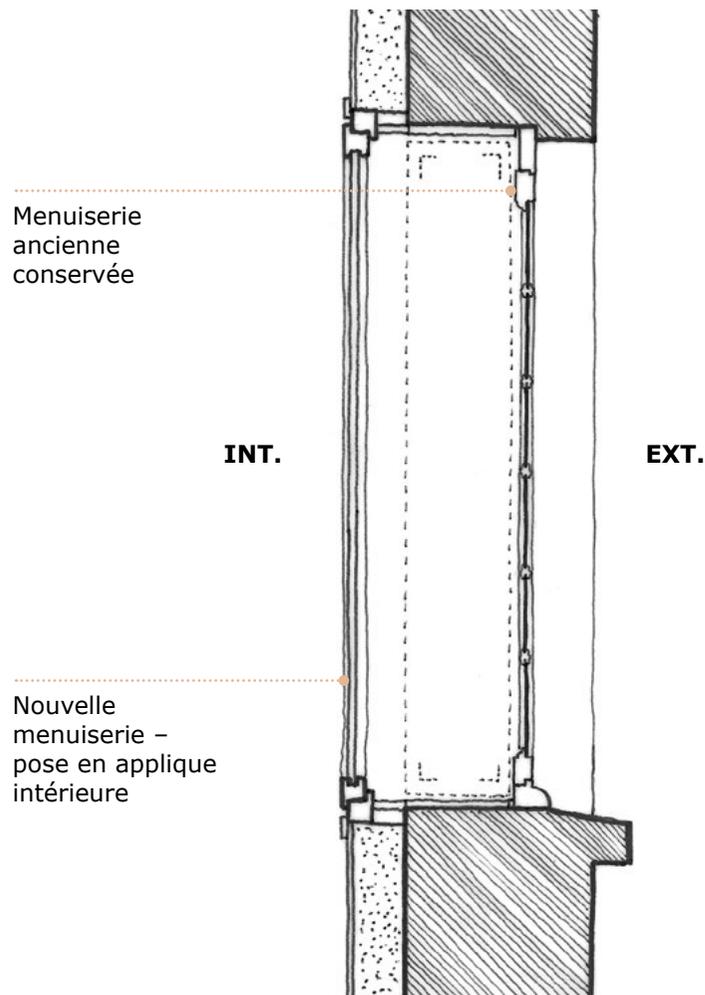
On cherchera autant que possible à conserver la menuiserie ancienne en restaurant le châssis, les vitrages et le calfeutrement entre la menuiserie et le mur. Une modification ou substitution du châssis ancien est à envisager lorsque son état de conservation ne permet plus le confort des usagers et si le règlement d'urbanisme le permet.

Type de pose	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
<b>Doublage de la menuiserie par une menuiserie neuve côté intérieur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bonne étanchéité à l'air.</li> <li>Bonne inertie thermique.</li> <li>Préservation de la menuiserie existante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Perte de luminosité.</li> <li>Précaution dans l'usage et la manipulation au quotidien.</li> <li>Raccords complexes si présence d'habillages bois et de volets intérieurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continuité de la nouvelle menuiserie avec l'ITI.</li> <li>S'assurer qu'il est possible d'ouvrir les deux menuiseries.</li> </ul>
<b>Intervention sur le vitrage :</b> – Pose d'un survitrage ; – Vitrage ancien remplacé par un simple vitrage épais ; – Vitrage ancien remplacé par un double vitrage si l'épaisseur de l'ouvrant le permet.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Préservation du châssis existant : Remise en jeu et calfeutrement de la menuiserie permettant de conserver sa quincaillerie d'époque et son esthétique.</li> <li>Amélioration de l'étanchéité à l'eau et à l'air.</li> <li>Pérennité de la matière bois.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cadre trop fin pour recevoir un double vitrage, ce qui induit une performance thermique moindre.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Vérifier que l'épaisseur du cadre du vantail soit suffisante pour la pose d'un nouveau vitrage.</li> <li>Solution envisageable uniquement si le vitrage déposé n'est pas d'origine (vitrage soufflé ou étiré).</li> </ul>
<b>Pose d'une nouvelle menuiserie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pose d'un double vitrage.</li> <li>Châssis performant.</li> <li>Reprise des calfeuttements entre la menuiserie et la maçonnerie.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Châssis plus épais.</li> <li>Perte de luminosité.</li> <li>Raccords complexes avec les habillages bois ou volets intérieurs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solution incompatible en cas de menuiserie existante à conserver.</li> <li>Possibilité de poser des entrées d'air.</li> <li>Cohérence esthétique de la menuiserie.</li> </ul>

# Les menuiseries

## Cas de la pose d'une double fenêtre

Pose d'une nouvelle menuiserie en applique dans le nu du doublage intérieur (dans le cas d'une isolation projetée type chaux-chanvre). Nouvelle menuiserie avec simple ou double vitrage. Volets intérieurs conservés.

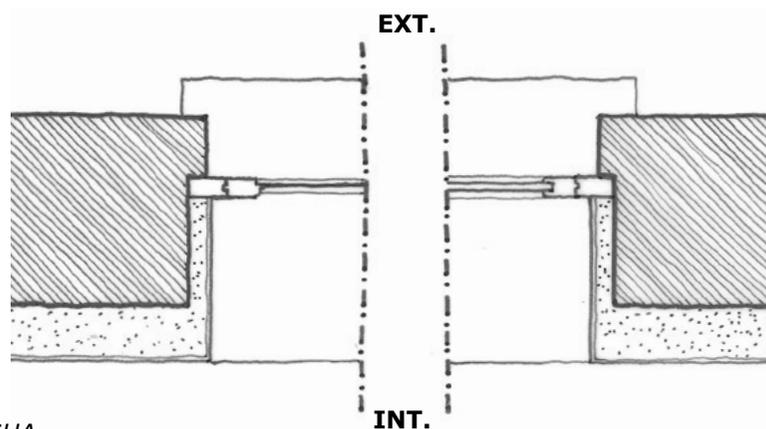
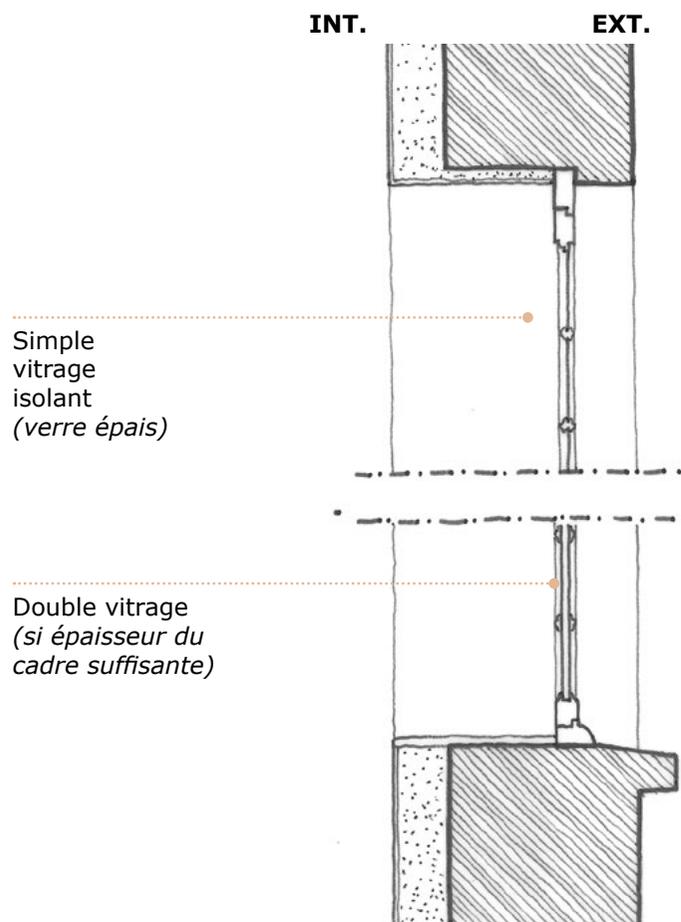


Double fenêtre à Bucey-lès-Gy (39)  
© Ajena  
Architecte : Architectures Amiot Lombard

# Les menuiseries

## Rénovation de la menuiserie ancienne

Rénovation de la menuiserie ancienne avec pose d'un nouveau vitrage, nouveau calfeutrement entre le dormant et la maçonnerie et entre le dormant et l'ouvrant. Simple vitrage thermiquement performant ou double vitrage si l'épaisseur du châssis existant le permet.

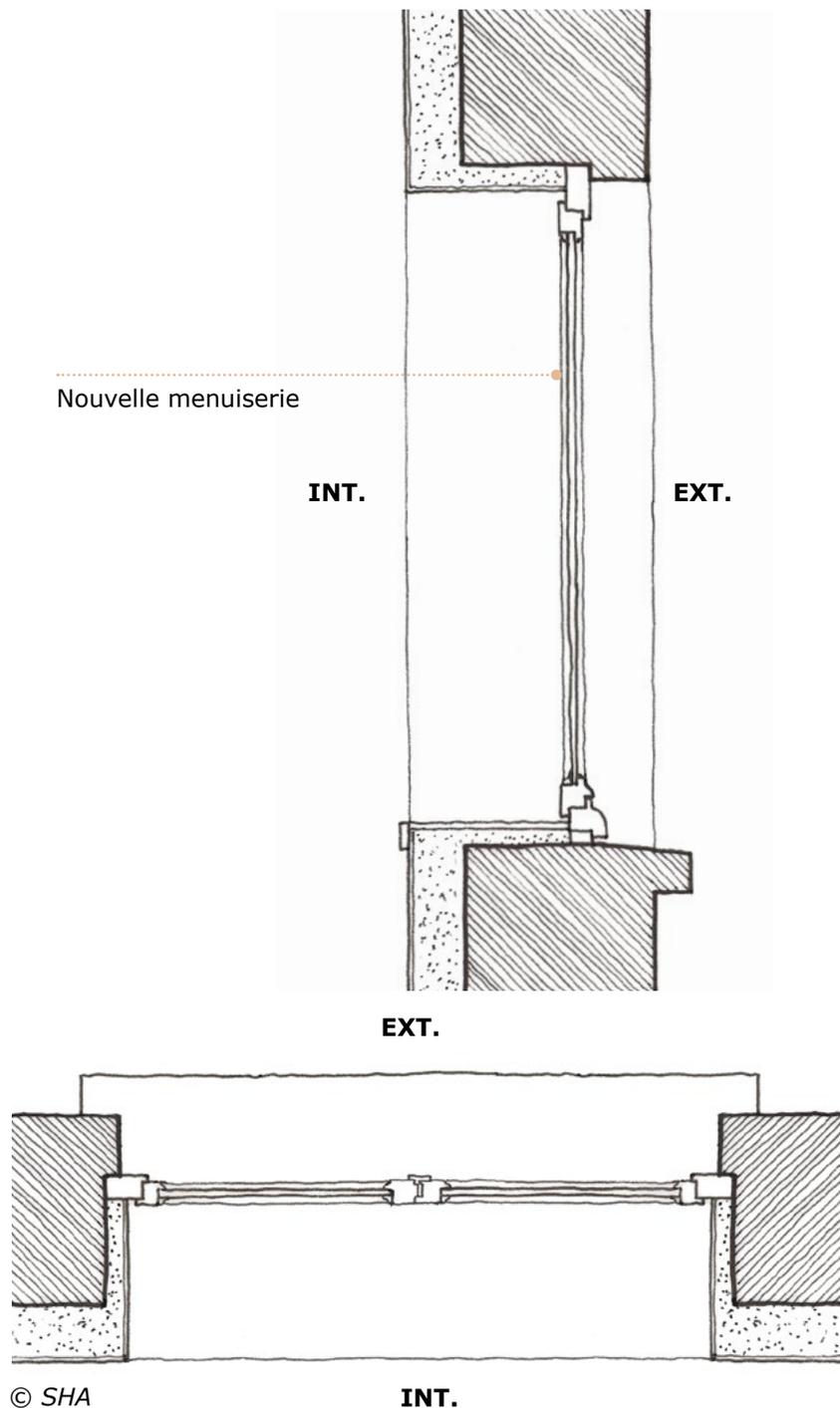


Ci-dessus : pose d'un nouveau vantail avec cadre bois pour recevoir le double vitrage, plaqué contre le vantail existant (survitrage) à Thermes-Magnoac (65)  
© CREBA

# Les menuiseries

## Pose d'une nouvelle menuiserie

Pose d'une nouvelle menuiserie bois dans la feuillure existante.  
Reprise des quincailleries de la menuiserie ancienne si elles sont en état d'usage.



© SHA

INT.



*Pose de nouvelles menuiseries en bois avec double vitrage (89)*  
© Pascal Fortunier - CREBA



*Pose de nouvelles menuiseries en bois avec double vitrage (67)*  
© Denis Elbel - CREBA

# Les menuiseries

## Les matériaux compatibles pour un remplacement ou une double fenêtre

Type de menuiserie	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
<b>Bois</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleure compatibilité avec l'ancien en termes de formes et caractéristiques.</li> <li>• Excellentes performances thermiques et acoustiques.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entretien régulier.</li> <li>• Profils contemporains plus épais que les châssis historiques (augmentation des sections des bois de mise en œuvre).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatible avec la conservation du patrimoine.</li> </ul>
<b>Acier</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu d'entretien.</li> <li>• Dormant fin.</li> <li>• Matériaux recyclables à l'infini.</li> <li>• Possibilité de cintrage et conception sur mesure.</li> <li>• Dilatation de l'acier deux fois plus faible que l'aluminium.</li> <li>• Comptabilité rénovation du patrimoine (selon les époques).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu répandu.</li> <li>• L'acier est plus effusif que le bois.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compatible avec la conservation du patrimoine, vérifier la compatibilité avec le PSMV/PLU.</li> </ul>
<b>Aluminium</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu d'entretien.</li> <li>• Possibilité de cintrage et formes complexes.</li> <li>• Solution contemporaine.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dilatation de l'aluminium et son effusivité sont plus importantes que celle du bois.</li> <li>• Non recyclable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esthétique peu compatible avec la conservation du patrimoine.</li> <li>• Vérifier la réglementation PSMV/PLU.</li> </ul>
<b>Mixte (bois-aluminium)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Très bonne performance thermique.</li> <li>• Moins d'entretien que le bois.</li> <li>• Très bonne durabilité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profils épais (section équivalente au PVC).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esthétique peu compatible avec la conservation du patrimoine, car les profils sont épais.</li> <li>• Vérifier la réglementation PSMV local/PLU.</li> </ul>
<b>PVC</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peu de dilatation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cintrage complexe, voire impossible.</li> <li>• Matériau poreux, donc non durable.</li> <li>• Mauvaise performance acoustique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Matériau et esthétique <b>non</b> compatibles avec la conservation du patrimoine.</li> </ul>

## 3.2.2

# Les volets



*Pose d'un store dans le centre-ville de Lons-le-Saunier (39) - © Ajena*

# Les volets

## Diagnostic et conception

Les volets, qu'ils soient extérieurs ou intérieurs, jouent un double rôle : protéger des apports solaires en été et de la sensation de froid en hiver.

### Pendant le diagnostic :

- Identifier les fenêtres nécessitant une protection solaire.
- Identifier quel type de protection solaire est compatible architecturalement avec le type du bâti.

### Pendant la conception :

- S'assurer du maintien d'un clair de vitrage suffisant.
- En cas de volets bois intérieurs, s'assurer de la compatibilité avec la mise en œuvre de la menuiserie et d'une éventuelle isolation par l'intérieur.
- A minima, en cas de pose de protections solaires sur la façade, une déclaration préalable est nécessaire.



*Les diagnostics*

P. 26

FC 1



*Typologie  
et éléments  
remarquables*

P. 32

FC 5

## Au titre des réglementations

Les volets constituent une barrière thermique complémentaire pour le vitrage en été comme en hiver. Ils participent au confort thermique de l'occupant.e dans le logement.

 Les grandeurs thermiques

P. 81

\* **Le facteur solaire (Sw)** représente la proportion de chaleur qui entre à l'intérieur d'une pièce d'un bâtiment par rapport à l'énergie solaire incidente.

## Au titre du Code de la construction et de l'habitation

La réglementation thermique du bâti existant élément par élément, elle accorde une dérogation aux bâtiments situés en Site patrimoine remarquable.

Les valeurs indiquées correspondent aux différents objectifs minimaux qui garantissent la performance finale du bâtiment dans le cadre des aides financières pour la rénovation.

### En rénovation, trois cas de figure se présentent :

- Volets existants à rénover ou remplacer.
- Volets ayant existé auparavant, mais actuellement inexistantes.
- Volets n'ayant jamais existé, mais nécessaires au confort des occupants.e.s.

### Selon la réglementation :

- Si les fermetures existaient, elles doivent être réinstallées de manière à correspondre à l'architecture de façade.
- En cas de remplacement de protections solaires mobiles, celles-ci doivent conduire à un facteur solaire\* **Sw ≤ 0,15**.
- Les fenêtres de toit doivent également satisfaire (par une protection extérieure mobile ou un vitrage de contrôle solaire) à un facteur solaire **Sw ≤ 0,15**.

 La réglementation thermique

P. 13

## Au titre du Code de l'urbanisme et du Code du patrimoine

Comme les menuiseries, les volets sont réglementés au titre du Code de l'urbanisme :

- La réglementation porte généralement sur les types de volets, leur matériau et leur couleur.
- Les règles peuvent imposer la pose de volets sur des façades dont les volets auraient été déposés lors des précédentes évolutions du bâtiment dans le temps.
- Chaque texte réglementaire régit les possibilités de rénovation ou remplacement de volets. Pour toutes modifications, il faut se référer au texte local auquel est soumis le bâtiment.

### Extrait du PSMV Battant - Quai Vauban Besançon

« ARTICLE U11 – ASPECTS EXTÉRIEURS I – Bâti existant  
C – Pour les menuiseries extérieures

- *Les baldaquins ou lambrequins en bois ou tôle ne doivent pas être supprimés, mais au contraire remis en état, voire complétés et peints.*
- *Les volets intérieurs en bois, qui constituent un élément traditionnel de l'habitat du quartier, seront également conservés et restaurés. Il est souhaitable de les compléter par des ouvrages neufs de même facture. »*

 La réglementation patrimoniale

P. 15

# Les volets

## Enjeux thermiques

Les volets servent de protection l'été comme l'hiver et constituent un élément central dans la réflexion sur le confort. La position de la protection solaire influence le confort en hiver et les surchauffes estivales.

*Les surchauffes en milieu urbain sont de plus en plus fréquentes sur les 20 dernières années, en période de canicule, mais également en intersaison. La protection solaire est le premier moyen pour se protéger de ces surchauffes en logement.*

Le volet est un outil qui apporte du confort lors des saisons froide et chaude, car il joue le rôle de barrière thermique supplémentaire en hiver pour empêcher la chaleur de sortir du logement. En été, le volet protège les logements du rayonnement solaire chaud.

### Confort d'été :

Les meilleures protections solaires sont celles qui sont **positionnées à l'extérieur**, car elles empêchent le rayonnement d'entrer dans le bâtiment.

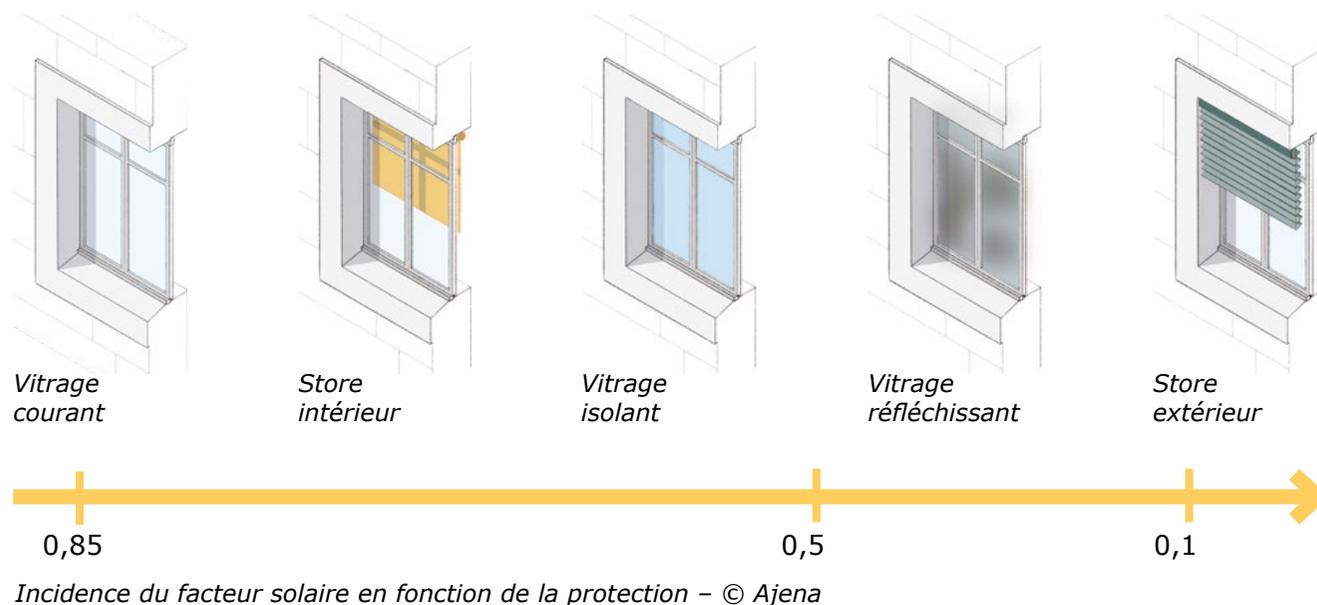
### Confort d'hiver :

La présence de volets extérieurs limite les déperditions, soit grâce à la pose de volets isolés, soit grâce à une lame d'air la plus étanche possible entre le vitrage et le volet

pour limiter la transmission de chaleur.

En complément, la présence d'un rideau intérieur (en tissu ou en bois) permet en hiver, et particulièrement le soir, de limiter l'effet de paroi froide. Plusieurs solutions sont possibles pour augmenter la correction thermique : des fabrications artisanales aux solutions plus sophistiquées.

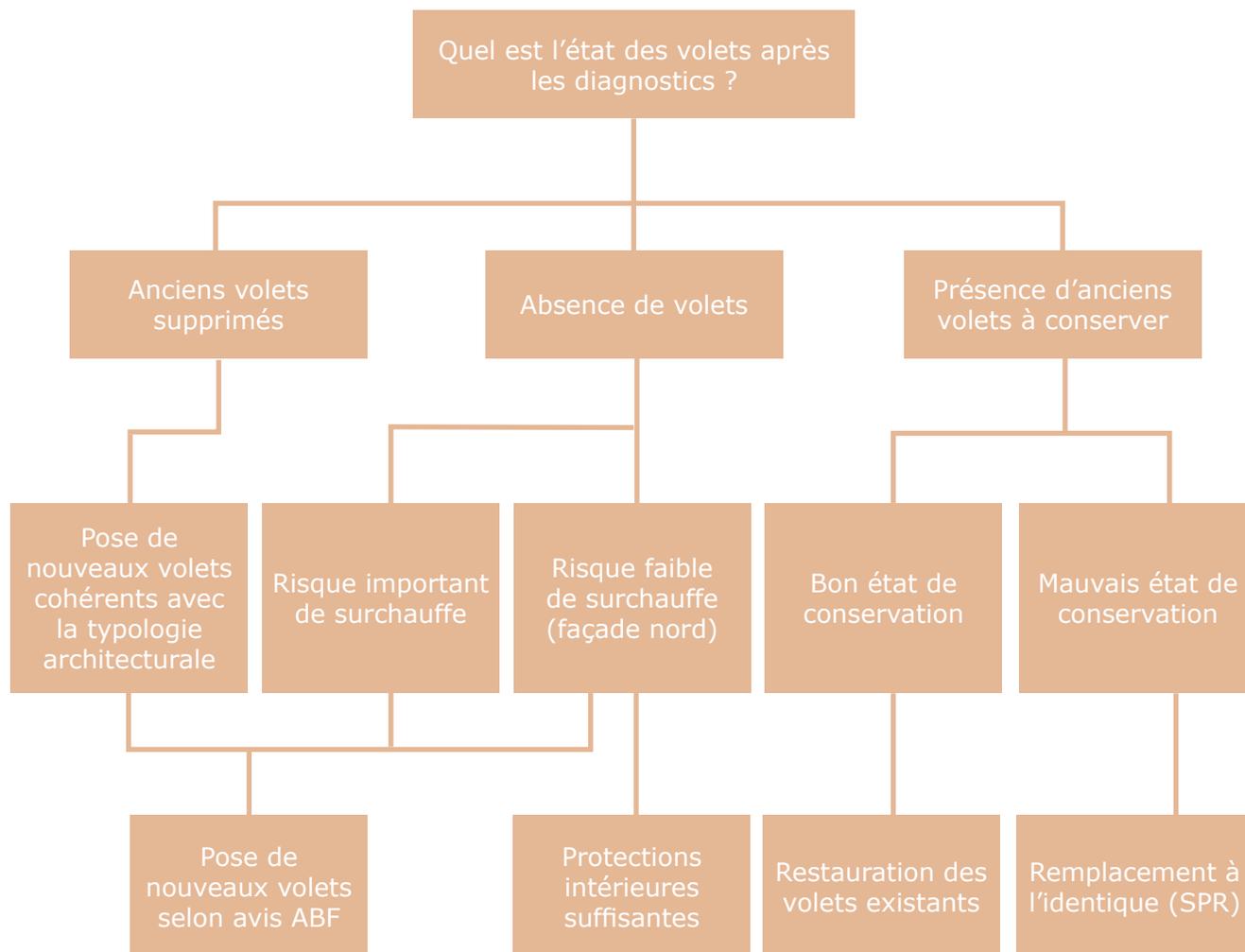
Passer l'hiver au chaud et l'été au frais est l'idéal dans une habitation où il fait bon vivre. Pour que cela soit le cas, il est important de prendre en compte le facteur solaire dans le choix de sa fenêtre, et de pouvoir la protéger du rayonnement en été afin d'éviter les surchauffes.



# Les volets

## Quelle approche pour le remplacement des volets ?

Selon le diagnostic, il est possible d'envisager plusieurs démarches de rénovation des volets. Cette procédure est à mettre en parallèle avec le projet d'isolation des murs.



# Les volets

## Volets à persiennes bois avec fixation sur gonds en fer scellés dans la maçonnerie

Facteur solaire : entre 0,13 et 0,19 selon la couleur du bois.

### Avantages :

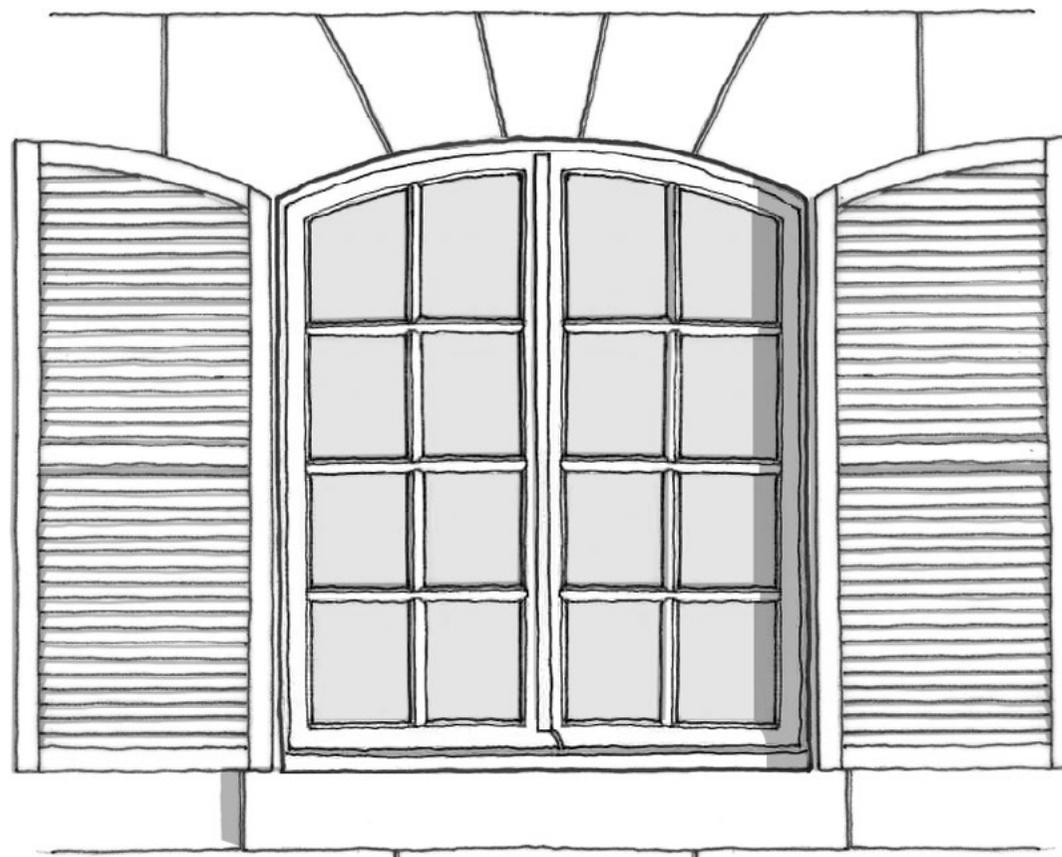
- Ils laissent entrer la lumière naturelle.
- Bonne ventilation de la surface à l'arrière de la protection, même en position fermée.
- Protègent la menuiserie des vents et températures très froides en hiver.

### Inconvénients :

- Ils nécessitent des points de fixation et un espace suffisant entre les jambages.
- Pas de rôle de protection thermique majeur.

### Points de vigilance :

- En cas d'isolation par l'extérieur, prévoir les points de fixation des volets.
- Compatibles avec la conservation du patrimoine.



Protection solaire par volets battants à persiennes, à barres et écharpes ou volets pleins  
© Stéphanie Honnert Architecte



Dijon (21) - © Ajena



Dijon (21) - © Ajena

# Les volets

## Store-toile avec guides latéraux câblés et un lambrequin en tôle peinte ou en bois peint posé en retrait de la façade

Facteur solaire : entre 0,13 et 0,19 selon la couleur du store.

### Avantages :

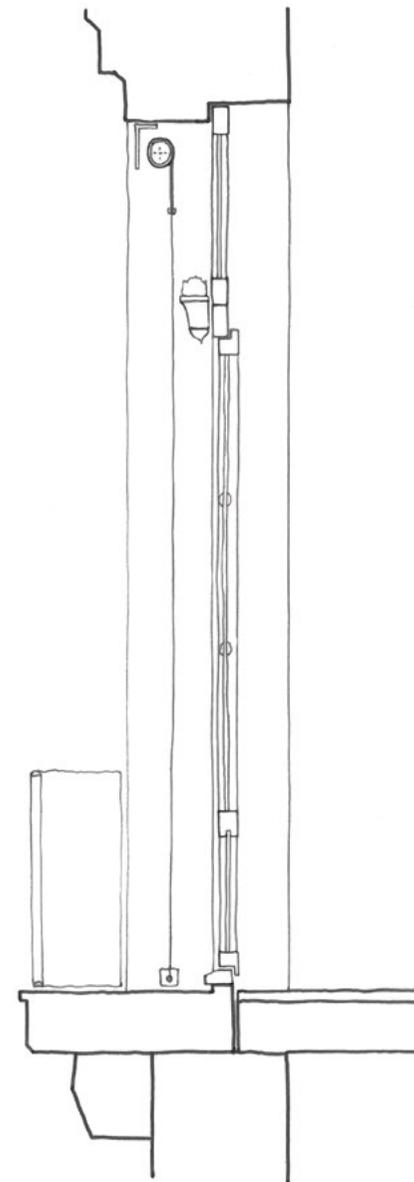
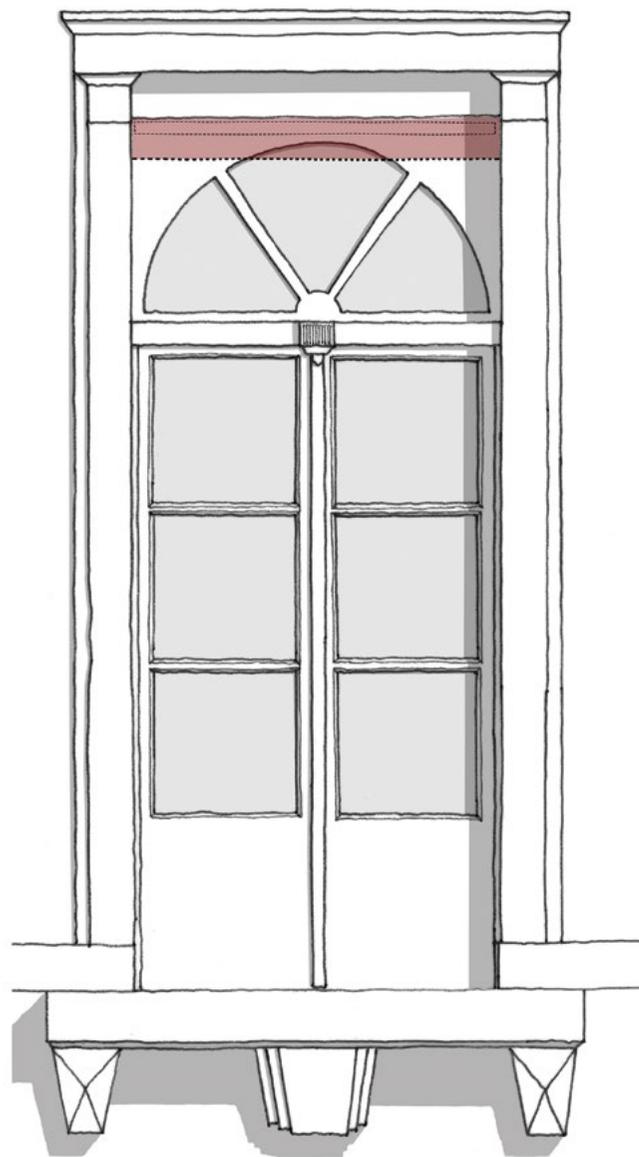
- Laisse passer la lumière selon les modèles.
- Protection solaire efficace, tout en permettant de conserver le clair de vitrage en totalité.
- Protection solaire à réflexion de rayonnement pour l'été.
- Protègent la menuiserie des vents et températures très froides en hiver.

### Inconvénient :

- Pas de rôle de protection thermique majeur.

### Points de vigilance :

- Prévoir la pose des enrouleurs en partie supérieure.
- Compatible avec la conservation du patrimoine.



Store-toile avec guides latéraux câblés et un lambrequin en tôle peinte ou en bois peint posé en retrait de la façade – © Stéphanie Honnert Architecte

# Les volets

## Jalousies ou brise-soleil orientables (BSO) avec pose d'un lambrequin en retrait du nu de la façade

Facteur solaire : entre 0,13 et 0,19 selon la couleur du bois.

### Avantages :

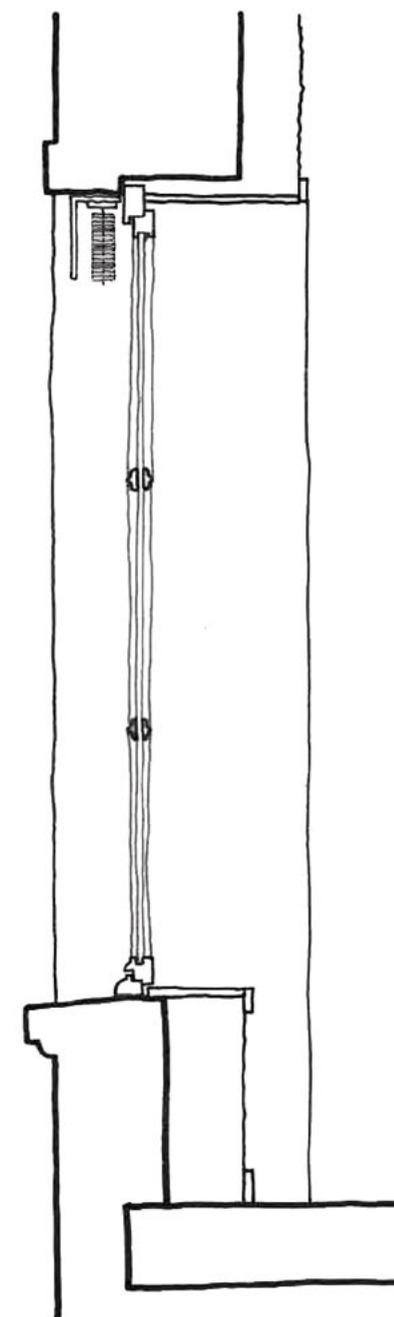
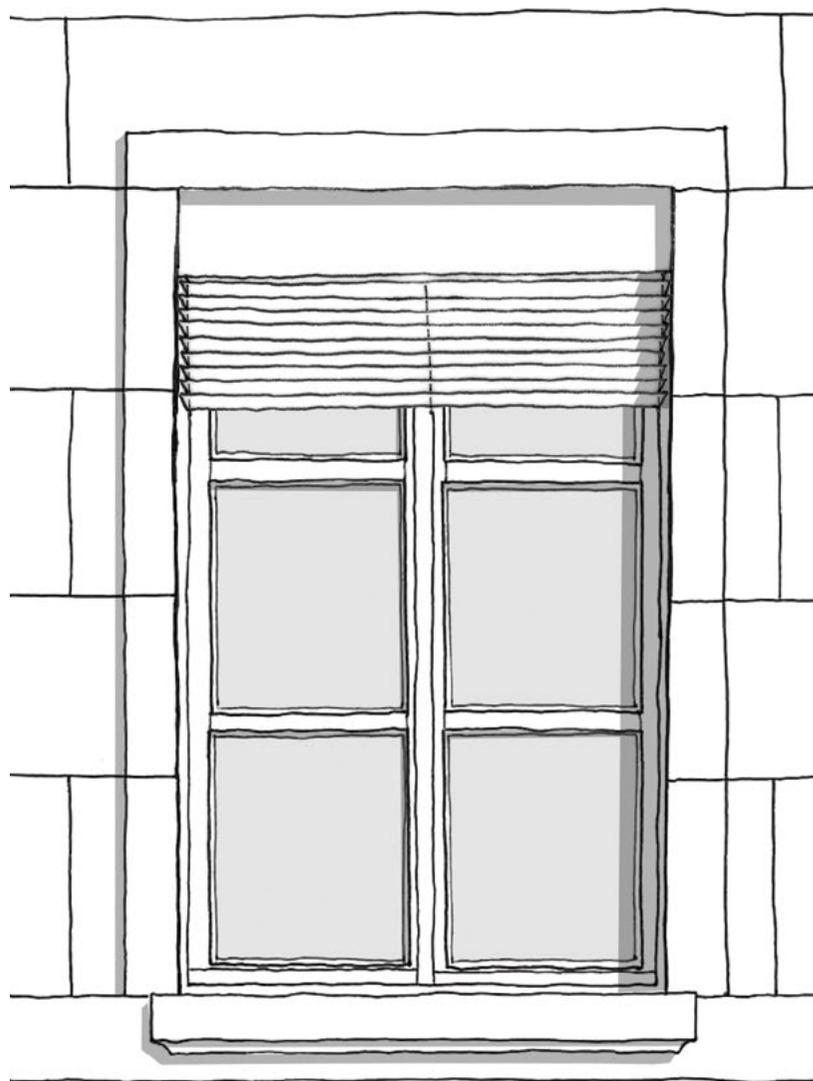
- En bois ou en métal.
- En position fermée, elles s'empilent sous le linteau, derrière un lambrequin décoratif.
- Elles laissent entrer la lumière naturelle lorsqu'elles sont orientables.
- Bonne ventilation à l'arrière.
- Protègent la menuiserie des vents et températures très froides en hiver.

### Inconvénients :

- Pas de rôle de protection thermique majeur.
- Nécessité de poser un lambrequin pour dissimuler les lames.

### Points de vigilance :

- Privilégier la pose avec câbles aux coulisses dans le cadre d'une intervention sur le bâti ancien.
- Compatible avec la conservation du patrimoine.



*Jalousies ou brise-soleil orientables (BSO) avec pose d'un lambrequin en retrait du nu de la façade – © Stéphanie Honnert Architecte*

# Les volets

## Volets intérieurs en bois repliables dans l'embrasure de la menuiserie

À conserver et restaurer impérativement.

Facteur solaire : entre 0,51 et 0,26 selon la composition du vitrage et la couleur du bois.

### Avantages :

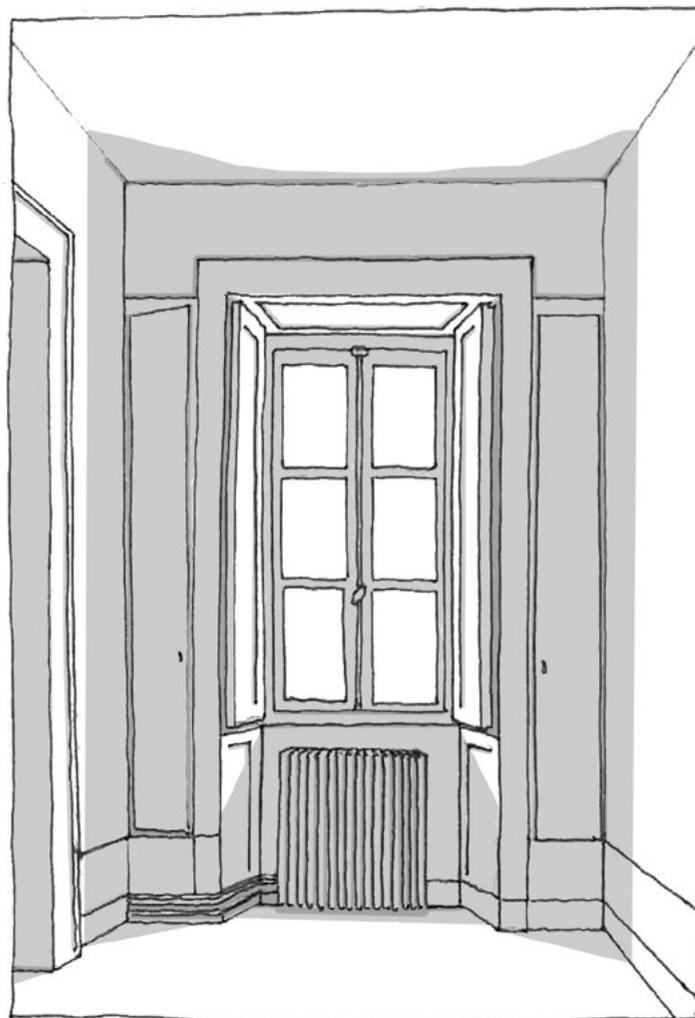
- Protection contre la sensation de paroi froide.
- Forte valeur patrimoniale.

### Inconvénients :

- Performance thermique moindre.
- Isolation par l'intérieur complexifiée.
- Protection solaire moindre.

### Points de vigilance :

- Restauration soignée des volets et de leurs quincailleries et serrureries.
- Continuité de l'isolation.



À gauche : Volets en bois intérieurs © Stéphanie Honnert Architecte  
À droite : Volets en bois rénovés © Atelier du Pont

# Les volets

## Autres types de protections solaires

D'autres types de protections solaires sont envisageables, mais elles sont moins compatibles avec le bâti ancien.

Type de protection	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
<b>Persiennes repliables métalliques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Souvent en métal.</li><li>• Elles permettent de minimiser l'impact visuel et de s'adapter au faible écart entre jambages sur certains bâtiments.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aucune performance thermique spécifique.</li><li>• Les persiennes doivent être ventilées pour éviter les surchauffes entre le vitrage et le volet.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• En cas d'ITE, prévoir les points de fixation et le retour d'isolation sur les tableaux.</li><li>• Compatibles avec la conservation du patrimoine.</li></ul>
<b>Volet roulant PVC</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Bonne isolation thermique par création d'une lame d'air entre la menuiserie et l'extérieur.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Coffre extérieur avec perte de vue et perte de clair de vitrage.</li><li>• Couleurs non compatibles avec l'ancien.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Il nécessite la pose d'un coffret et de coulisses apparentes.</li><li>• Non compatible avec la conservation du patrimoine.</li></ul>



Persiennes métalliques – rue Grand-Charmont à Besançon (25) – © Ajena

### 3.3.3

## Les balcons



*Balcon végétalisé, rue d'Anvers à Besançon (25)*  
© Ajena

# Les balcons

## Diagnostic et conception

Les balcons sont des espaces extérieurs qui participent au confort de l'habitation et au bien-être des occupant.e.s.

Ils représentent un enjeu important en façade et en réhabilitation car ils sont de plus en plus plébiscités.

### Pendant le diagnostic :

- Vérifier l'état constructif et structurel : l'état des matériaux, les points de dégradation fragilisant sa tenue, etc.
- Vérifier l'état sanitaire du balcon : la conformité avec la réglementation (hauteur réglementaire), présence de matériaux nocifs (amiante, peinture au plomb, etc.).
- S'assurer auprès de la mairie et des services d'urbanisme de la légalité de la démarche.
- S'assurer de l'accord de la copropriété en cas de projet collectif (étude d'impact sur les apports lumineux).

### Pendant la conception :

- S'assurer de la bonne tenue structurelle.
- Utiliser des matériaux et des techniques qui ne dégradent pas le bâtiment existant.
- S'assurer de respecter les normes sismiques.
- Assurer une cohérence entre le style du balcon envisagé et la typologie du bâtiment.

### Pendant le chantier :

- Prévoir un constat d'huissier avec le démarrage des travaux pour repérer tous les désordres existants indépendants des travaux.



Les diagnostics

P. 26

FC 1



Typologie  
et éléments  
remarquables

P. 32

FC 5

## Au titre du Code du patrimoine et du Code de l'urbanisme

Les balcons et les garde-corps sont protégés comme ferronneries par les règlements d'urbanisme.

Ils constituent des éléments ornementaux qui contribuent à l'esthétique des façades, autant qu'ils assurent la sécurité des habitant.e.s.

Les ferronneries existantes doivent être préservées et restaurées. En cas d'absence de dessin original, il est demandé de reproduire un dessin qui corresponde aux immeubles voisins et à la typologie du bâtiment.

### Extrait du PSMV Battant – Quai Vauban Besançon

« ARTICLE U11 – ASPECTS EXTÉRIEURS I –  
Bâti existant  
E – Ferronnerie – Fermetures

*Un certain nombre de garde-corps ou de protections en rez-de-chaussée sont réalisés en fer forgé ou en fonte. Ils devront être restaurés et complétés. En cas de dépose, ils devront être utilisés dans le secteur.*

#### F - Terrasses

- *Seules les terrasses s'apparentant à des balcons tant en aspect qu'en forme et en fonction peuvent être admises et dans la mesure où elles ne dénaturent pas le bâtiment.*
- *Elles sont interdites dans l'îlot quai Vauban.*
- *Elles peuvent être admises en couverture d'une cour en rez-de-chaussée, si elles sont rendues accessibles. »*

### Cas spécifique de la création de balcons

Le projet doit être envisagé **au niveau de l'immeuble et de la copropriété**, afin de définir les paramètres de construction (largeur, empiètement sur la cour), mais aussi de confort pour chacun.e (conservation de lumière à tous les niveaux).

Le projet doit permettre la conservation de la lecture architecturale de la façade. Il est possible d'envisager la pose d'une structure indépendante de balcon dans le cas d'une façade sur cour.

### Quels sont alors les enjeux liés à la pose d'un balcon ?

#### Aspect architectural et patrimonial :

- Possibilité d'accéder à un espace extérieur.
- Ferronneries développant l'esthétique du bâtiment.
- Forte valeur ajoutée pour le bâtiment et les logements.

#### Aspect thermique :

- Fonction de brise-soleil, diminution de la luminosité d'un logement, mais aussi des apports solaires responsables de surchauffes.
- Création potentielle de ponts thermiques selon les techniques constructives mises en œuvre (faible pour des fixations ponctuelles en façade).



Création de balcons en Site patrimonial remarquable.  
6, rue de la Madeleine à Besançon (25) : Lefranc-Corbet-Friant et  
Tempesta Architectes.  
© SedD/CEI

Diversité des balcons en Bourgogne-Franche-Comté  
Ci-dessous (de haut en bas)  
Vue depuis la Loue à Ornans (39) et rue Monge à Dijon (25) – © Ajena



# Les balcons

## Cas particulier des escaliers sur cour intérieure

### D'un point de vue patrimonial :

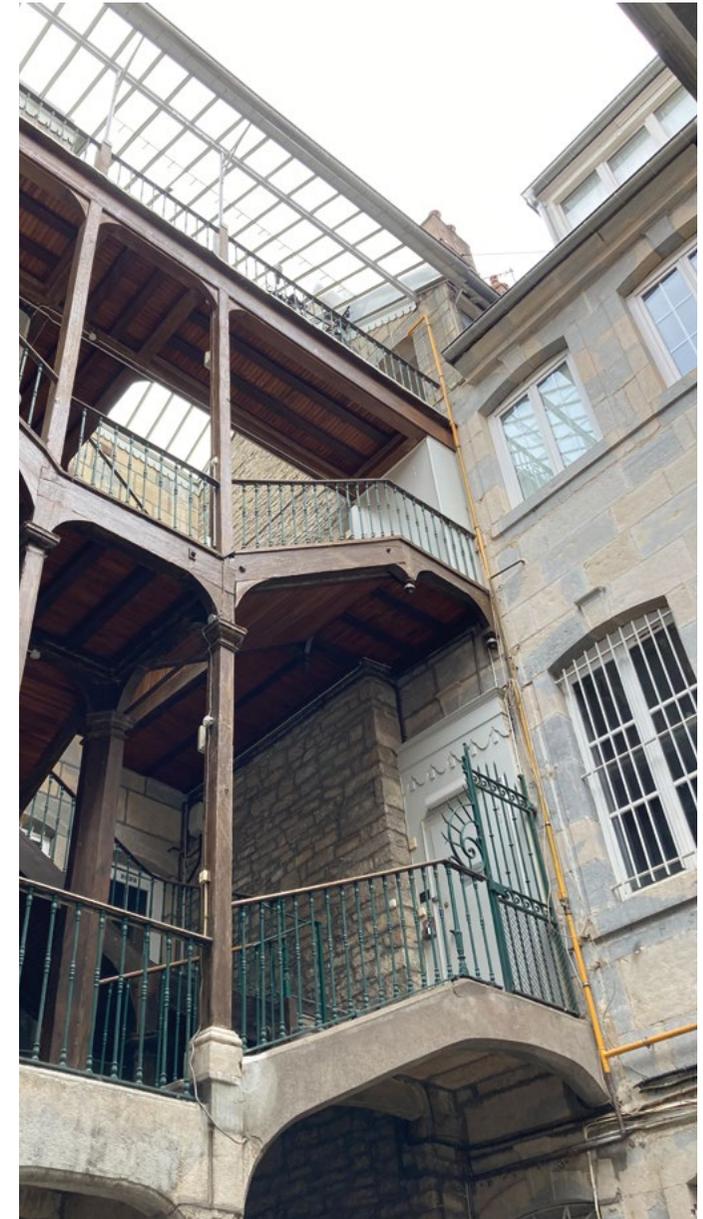
- Type d'escaliers spécifiques à Besançon.
- Ils permettent de distribuer deux logements en limitant l'encombrement d'un escalier à l'intérieur d'un immeuble.

### D'un point de vue thermique :

- S'ils sont en espace clos : cette zone de circulation est un espace tampon.
- La température moyenne de cet espace est bénéfique thermiquement pour les parois du bâtiment donnant sur cet espace.
- Enjeux de ventilation de ces espaces (pose d'une ventilation en partie haute).
- S'ils sont en espace ouvert (sur cour) : ils représentent un challenge technique d'isolation des parois sur lesquelles ils sont fixés.

### Quels sont les avantages aujourd'hui ?

Il y a un travail architectural de réflexion sur l'appropriation de ces espaces et les possibilités d'aménagement que ces espaces proposent selon leur configuration et leur implantation en cœur d'îlot.



*Cage d'escalier dans une cour intérieure à Besançon (25)  
© Stéphanie Honnert Architecte*

## 3.4

# Systemes



*Systeme de ventilation dans un logement*  
© AQC

## 3.4.1

# La ventilation



*VMC simple flux installée dans des combles perdus*  
© AQC

## Diagnostic et conception

La ventilation d'un bâtiment est caractérisée par des débits de ventilation, mais aussi le type de tirage et de conduits dont sont équipés les logements. Ces paramètres dans le bâtiment existant vont conditionner les choix finaux de ventilation.

**\* Interfaces :** zone d'interactions entre deux lots de travaux qui sont généralement peu traitées et favorisent la discontinuité d'isolation et de la barrière du frein-vapeur.  
Guide ADEME

### Pendant le diagnostic :

- Vérifier l'absence de pathologies dans le bâtiment (humidité, etc.).
- Déterminer le système de ventilation existant (qualité du tirage et type de conduit).
- Déterminer si le passage de gaines est possible (hauteur sous plafond, éléments patrimoniaux, etc.).
- Vérifier la présence et/ou le positionnement du frein-vapeur afin d'anticiper toute pathologie due à l'humidité.
- Identifier les performances d'étanchéité à l'air du bâtiment afin de faire correspondre la technologie de ventilation finale.

### Pendant la conception :

- Déterminer les besoins en extraction du logement pour le renouvellement d'air pour des raisons d'hygiène.
- Choisir le système de ventilation adapté à ses besoins en fonction du diagnostic et des travaux envisagés.
- Prévoir la répartition des bouches de ventilation (entrée et extraction) et anticiper le passage des gaines de ventilation. Intégrer les équipements harmonieusement et le plus discrètement possible.

### Pendant le chantier :

- Respecter la phase d'étanchéité à l'air du bâtiment et le traitement des interfaces\* pendant toute la durée des travaux.
- Assurer la coordination des corps d'état lors du chantier pour le traitement des points singuliers.

 Les diagnostics

P. 26

FC 1

 Choisir une entreprise

P. 212

# La ventilation

## Au titre du Code de la construction et de l'habitation

Lors d'une rénovation d'un bâtiment comprenant des travaux d'isolation ou de remplacement de menuiseries, il est primordial de conserver une ventilation suffisante afin de garantir un air sain et évacuer la vapeur d'eau dans l'air.

Les débits de ventilation doivent être réglementaires si le projet de rénovation modifie la ventilation. Toute intervention sur les menuiseries doit être accompagnée d'une mise en cohérence du système de ventilation.

\* **Pièce principale** : toute pièce de plus de 9 m<sup>2</sup> ayant pour usage le séjour ou le sommeil.

### Obligations lors de travaux d'isolation ou de remplacement des menuiseries :

- Conserver les entrées d'air préexistantes dans les murs ou en installer si la pièce principale\* concernée n'est pas ventilée.
- Pose d'entrées d'air sur les nouvelles fenêtres et portes-fenêtres des pièces principales (sauf s'il en existe déjà dans la pièce).

### Débits de ventilation :

- Définis dans l'arrêté du 24 mars 1982.
- Ils concernent les bâtiments postérieurs à 1982, mais également les logements bénéficiant d'une rénovation de la ventilation.
- L'arrêté précise également que « *la circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement par entrée d'air dans les pièces principales et sortie dans les pièces de service.* »

### Consommation des ventilateurs :

- La réglementation thermique fixe la consommation maximale admise pour les ventilateurs de VMC installés ou remplacés d'une puissance inférieure à 30 W.
- Cette consommation maximale est fixée à 0,25 Wh/m<sup>3</sup> par ventilateur et peut être portée à 0,4 Wh/m<sup>3</sup> en présence de filtres F5 à F9.

Nombre de pièces principales du logement	Débits extraits exprimés en m <sup>3</sup> /h				
	Cuisine	Salle de bain	Autre pièce d'eau	Toilettes	
				Unique	Multiple
1	75	15	15	15	15
2	90				
3	105				
4	120	30	30		
5 & plus	135				

Débits minimaux à atteindre en période d'hiver

# La ventilation

## Au titre du Code de l'urbanisme et du Code du patrimoine

La ventilation pose différentes questions sur le sujet de la conservation du patrimoine. En règle générale, l'impact des systèmes sur l'aspect visuel du bâtiment doit être réduit.

### Impacts sur l'aspect extérieur :

- La pose d'éléments de climatisation n'est pas autorisée en façade (impact direct sur l'aspect visuel). Afin d'éviter la création de conduits déportés en façade, il peut être envisagé d'utiliser des conduits existants avec un tubage adapté au système (voir également pour l'extraction des fumées de chaudière ou de poêle).
- Les extractions de ventilation sont visibles depuis l'extérieur (grilles de ventilation murales, sorties de toiture). Leur pose est soumise à des autorisations d'urbanisme et elles doivent être disposées de manière à limiter leur impact visuel. Une entrée d'air peut aussi être aménagée entre le dormant et le vantail de la menuiserie.
- Les réglettes d'entrées d'air sur les menuiseries sont visibles depuis l'extérieur.

### Impacts sur l'aspect intérieur :

- La ventilation mécanique nécessite la mise en place d'un caisson de ventilation et le cheminement de conduits de ventilation dans le logement ou en faux plafond.
- La ventilation mécanique répartie (VMR) ou la ventilation naturelle assistée (VNA) permettent d'éviter ce cheminement de gaines.



Baie médiévale du XV<sup>e</sup> siècle  
On remarquera la présence discrète de grilles de ventilation  
Rue Grand-Charmont à Besançon (25) © Ajena

# La ventilation

## La ventilation du logement

La ventilation est indispensable à la qualité de l'air du logement. Elle représente cependant une consommation d'énergie supplémentaire souvent indispensable.

L'air froid doit être réchauffé en hiver. En été, l'air chaud participe à l'inconfort thermique du logement.

*L'air humide est beaucoup plus énergivore à chauffer (et à maintenir à température pour qu'il transmette sa chaleur à la bâtisse) que l'air sec.*

La ventilation du logement constitue une source de déperditions de chaleur, mais il n'est pas possible de s'en affranchir pour des raisons de santé des occupant.e.s et de salubrité du bâtiment.

### La ventilation est nécessaire pour plusieurs raisons :

- Renouveler l'air et donc l'oxygène du logement.
- Garantir le rendement et le fonctionnement correct des appareils à combustion.
- Évacuer l'air vicié, chargé en différents polluants en renouvelant l'air intérieur, garantit une qualité d'air suffisante pour ne pas porter atteinte à la santé des occupant.e.s.
- Évacuer la vapeur d'eau pour contribuer à la pérennité du bâti. Si l'air intérieur est trop humide, le bâti se charge d'humidité. Les conséquences sont par exemple du salpêtre ou des moisissures. Une fois l'enveloppe gorgée d'humidité, ses caractéristiques de résistance thermique sont également dégradées, le mur nécessite beaucoup plus d'énergie pour monter en température.
- Limiter et/ou évacuer les odeurs.

### Limiter les déperditions de la ventilation

Pour réduire les déperditions, il faut une ventilation avec des débits maîtrisés par des systèmes mécaniques et des bouches d'entrée et de sortie d'air hygrovariables.

### Précautions pour la ventilation double et simple flux :

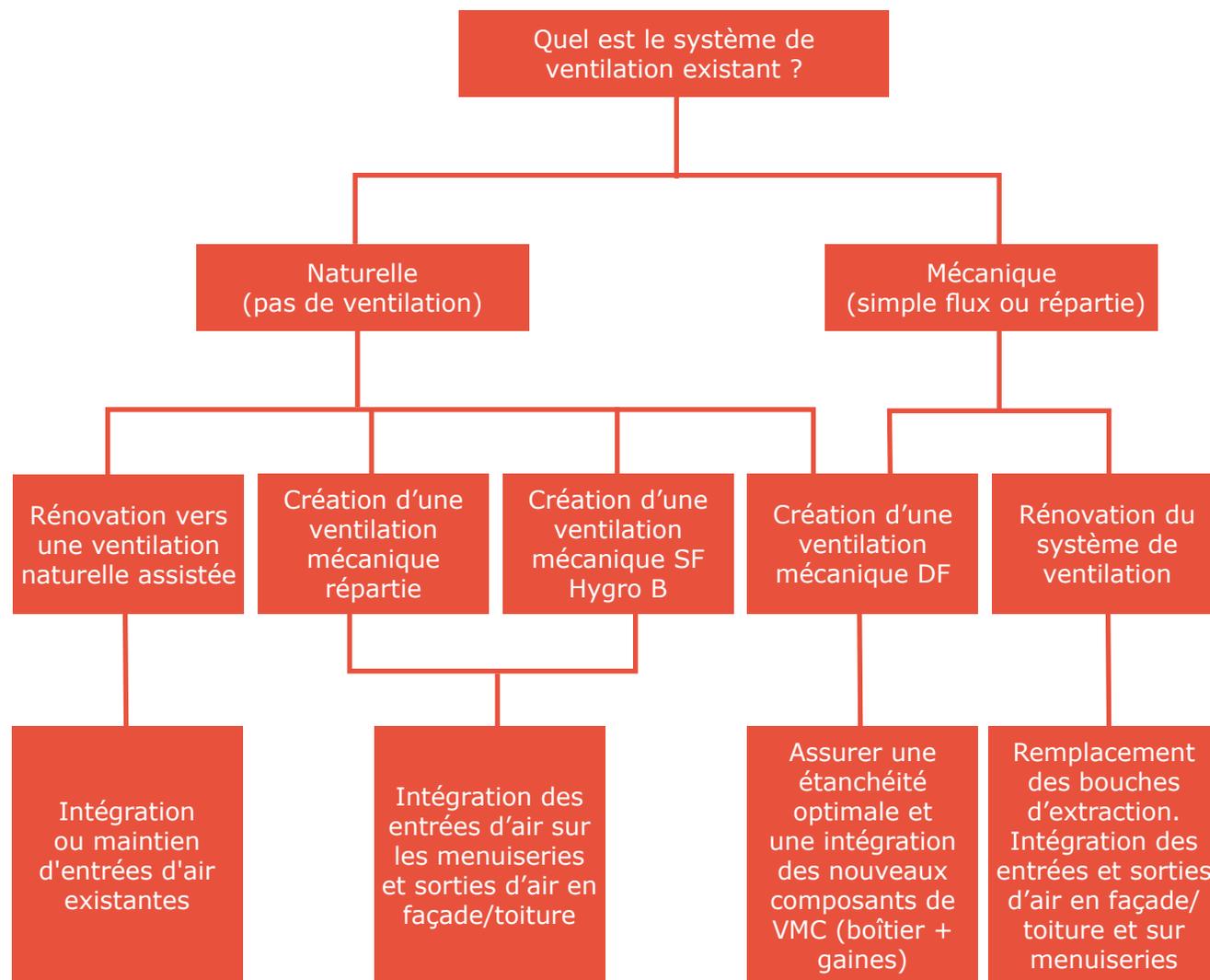
- Respecter le schéma aéraulique :  
*C'est-à-dire les entrées d'air dans les pièces de vie dites sèches (salon, chambre) et les bouches d'extraction dans les pièces de service, dites humides (salle de bains, cuisine, W.-C.).*
- Respecter le détalonnage des portes si nécessaire :
  - 1 cm pour les portes desservant les pièces principales, une salle d'eau ou la cuisine (si celle-ci comporte deux accès).
  - 2 cm pour les portes desservant une cuisine qui ne comporte qu'un accès.

*Dans le cas de ventilation générale ou lorsqu'il y a un appareil à combustion, il convient de vérifier et le cas échéant de créer le transit des pièces sèches vers les pièces humides. Pour cela, s'assurer du détalonnage du bas de toutes les portes intérieures, sans quoi les pièces humides se mettront en dépression et les pièces sèches ne seront pas ventilées.*

# La ventilation

## Quelles approches pour la ventilation ?

Approche de la rénovation du système de ventilation en fonction du diagnostic technique initial.



*On parle de rénovation du système de ventilation en cas de remplacement de certains de ses éléments (blocs, bouches d'entrée d'air, etc.). L'objectif est de conserver le cheminement des gaines déjà en place.*

SF : simple flux.  
DF : double flux.

**À savoir :** il est nécessaire de considérer la rénovation du système de ventilation lors de la rénovation des menuiseries.

# La ventilation

## Quelles approches pour la ventilation ?

Les systèmes de ventilation présentent des spécificités de mise en œuvre en rénovation. Pour qu'un bâtiment ait une bonne performance thermique, il faut minimiser les pertes thermiques par renouvellement d'air, donc la ventilation doit être maîtrisée.

*Une ventilation naturelle est une ventilation non maîtrisée. Elle peut être responsable de déperditions importantes.*

*Une ventilation mécanique, à l'inverse, apporte une maîtrise des débits de ventilation mais nécessite des bouches d'entrée d'air, d'extraction et selon la technologie choisie, des gaines.*

Type de ventilation	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
<b>Ventilation simple flux VMC SF (hygro)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déperditions thermiques réduites grâce à une ventilation au plus proche des besoins (système hygrométrique).</li> <li>Existe en version basse consommation d'électricité (10-15 W).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrées d'air sur menuiseries parfois visibles de l'extérieur.</li> <li>Bouches de ventilation reliées par des gaines, donc système encombrant.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Entrées d'air hygro-réglables pour réguler les débits en fonction du taux d'hygrométrie, donc des besoins.</li> <li>Continuité de l'étanchéité à l'air lors de la pose (coordination des artisan.e.s).</li> </ul>
<b>Ventilation mécanique répartie (VMR)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Moins encombrante que les VMC SF et DF.</li> <li>Débit mieux maîtrisé que les VNA, mais moins que les VMC SF ou DF.</li> <li>Bouches de ventilation peu encombrantes et indépendantes, adaptées à la rénovation.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Percement de la façade (une par pièce humide).</li> <li>Présence d'un groupe d'extraction dans chaque pièce de service (bruit).</li> <li>Déperdition de chaleur.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Camouflage des entrées d'air en façade.</li> <li>Assurer la continuité de l'étanchéité à l'air lors de la pose (coordination des artisan.e.s).</li> </ul>
<b>Ventilation naturelle assistée (VNA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Type de ventilation conforme avec le fonctionnement thermique du bâti ancien.</li> <li>Elle nécessite peu de travaux.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Solutions peu connues nécessitant une étude poussée du fonctionnement du bâtiment.</li> <li>Déperditions équivalentes à une VMC classique.</li> <li>Débits parfois insuffisants selon les exigences réglementaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S'assurer d'un débit d'air suffisant pour l'évacuation de l'humidité.</li> <li>Assurer la continuité de l'étanchéité à l'air lors de la pose (coordination des artisan.e.s).</li> </ul>
<b>Ventilation double flux VMC DF</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déperditions thermiques très faibles grâce à la récupération de chaleur de l'air vicié.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite une étanchéité à l'air optimale afin d'être rentable.</li> <li>Système encombrant (nombreux passages de gaines).</li> <li>Pose et dimensionnement soignés pour assurer un confort sonore optimal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'étanchéité à l'air doit être importante et continue pour que le système soit efficace sur le plan thermique.</li> </ul>

# La ventilation

## La ventilation naturelle assistée

Approche de la rénovation du système de ventilation en fonction du diagnostic technique initial. La ventilation naturelle assistée permet de respecter le fonctionnement du bâti ancien mais nécessite une conception maîtrisée.

Pour en savoir plus :

> <https://www.arec-idf.fr/nos-travaux/publications/guide-bio-tech-ventilation-naturelle-et-mecanique/>

> <https://www.tribu-concevoirdurable.fr/references/logement/>

### Ventilation naturelle assistée

Le principe de ventilation naturelle est présent dans les bâtiments anciens et **repose sur des concepts bioclimatiques, les ouvertures manuelles et les défauts d'étanchéité pour assurer un renouvellement d'air continu.**

Les différences de pression entre deux façades d'un logement traversant, ou encore des ouvertures d'aération hautes et basses favorisent le renouvellement de l'air dans les immeubles classiques mono-orientés.

Ces modes de ventilation, qui ne sont pas contrôlés, **s'opposent aujourd'hui aux principes des ventilations mécaniques** qui visent à maîtriser les débits pour limiter les déperditions thermiques.

La logique de la ventilation naturelle est **pertinente** dans les projets de réhabilitation : le fonctionnement thermique du bâti ancien repose sur les alternances de séchage/humidification, et donc d'évacuation continue de l'air. Les faibles performances en étanchéité à l'air des bâtis anciens et la complexité des interventions (en particulier en SPR) rendent intéressante la recherche d'un système de ventilation naturelle assisté et contrôlé.

**La ventilation naturelle assistée permet de s'appuyer sur ce phénomène naturel, tout en atténuant les désagréments climatiques, permettant ainsi de maîtriser les débits d'air pour atteindre les performances réglementaires demandées.**

La modulation de la ventilation est assurée par un système mécanique qui se déclenche selon les conditions climatiques et le besoin en tirage naturel.

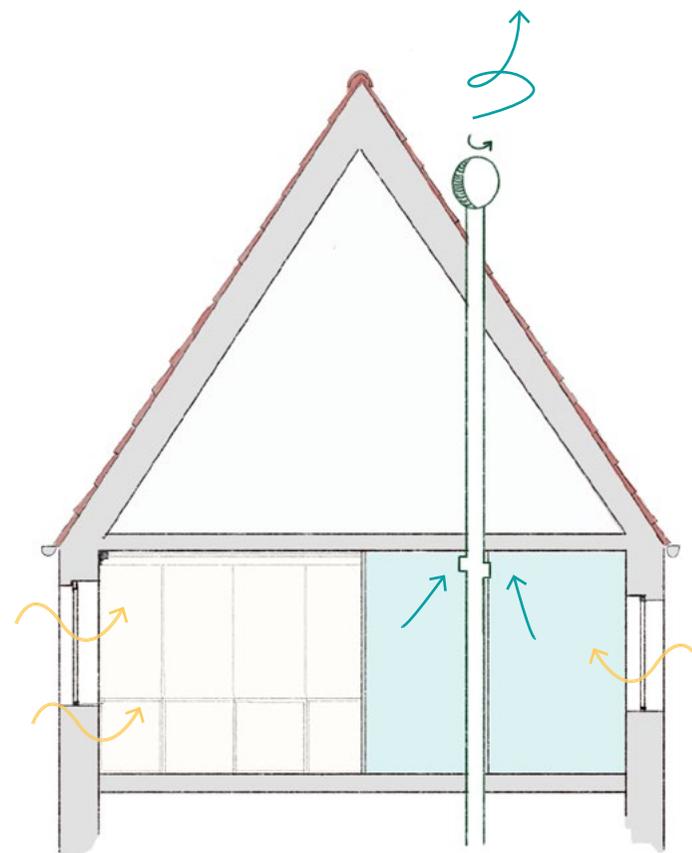


Schéma de principe d'une ventilation naturelle assistée  
© Ajena

Légende

→ Air neuf sec

→ Air vicié humide

# La ventilation

## La ventilation mécanique répartie

La ventilation répartie est présente dans le bâti ancien pour compenser le manque d'extraction d'air des pièces humides. Elle consiste en une solution adaptable aux contraintes de la rénovation.

*Pour des raisons techniques, la plupart des bâtiments anciens ne peuvent pas être équipés d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC). L'installation d'une VMR est plus facile.*

**\* Hygroréglable :** qui se régule automatiquement en fonction du taux d'humidité du logement.

## Ventilation répartie

La ventilation mécanique répartie fonctionne grâce à des extracteurs pièce par pièce qui extraient l'air vicié de la pièce à traiter et le rejette soit via une bouche positionnée sur une paroi opaque, soit via un conduit vers l'extérieur ou la toiture.

Cette extraction crée une dépression à l'intérieur du logement et un appel d'air qui permet l'entrée d'air neuf. L'air neuf s'infiltré soit par les défauts d'étanchéité, soit par des entrées d'air situées au-dessus des menuiseries.

La ventilation répartie peut être continue ou intermittente si elle est équipée d'une régulation. Elle fonctionne sur le principe d'une ventilation générale à basse consommation.

Tout comme la ventilation naturelle, la ventilation répartie est un **système adapté à la rénovation et à la conservation du patrimoine**, car il nécessite peu d'interventions en logement et les modèles les plus récents garantissent une ventilation suffisante et maîtrisée concernant les débits hivernaux.

*Pour mieux maîtriser les entrées d'air, il est préférable de poser des grilles **hygroréglables\*** (plutôt qu'**autoréglables**) au niveau des menuiseries. Cette solution n'est pas toujours compatible avec la conservation de la menuiserie existante.*

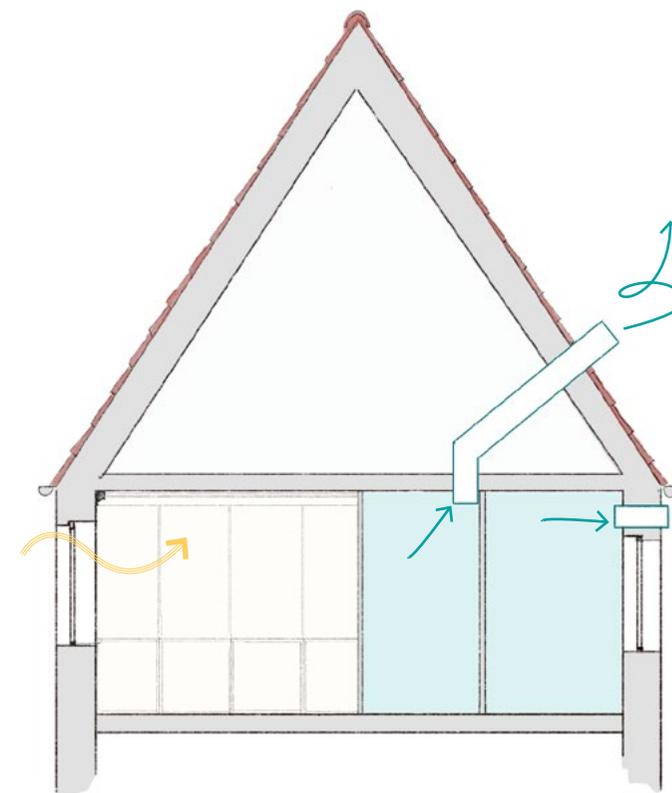


Schéma de principe d'une ventilation mécanique répartie - extraction murale et en extraction en toiture  
© Ajena

Légende

→ Air neuf sec

→ Air vicié humide

# La ventilation

## La ventilation mécanique simple flux hygroréglable

La ventilation simple flux est légèrement moins adaptée à la rénovation dans le bâti ancien. Elle doit être envisagée là où des problèmes d'humidité ont déjà apparus avec une ventilation naturelle, afin de garantir un renouvellement d'air suffisant.

### Ventilation simple flux hygroréglable

Comparée à la ventilation naturelle ou répartie, la ventilation simple flux nécessite la création d'un réseau de gaines d'extraction entre le caisson de ventilation et les bouches d'extraction. Ce sont des éléments qu'il faut camoufler dans l'architecture intérieure du logement – le plus souvent en faux plafond. Ce système est donc peu adapté aux bâtiments anciens pouvant présenter des éléments intérieurs remarquables, ou des espaces contraints et exigus.

Elle peut être continue ou intermittente. Les modèles les plus efficaces sont ceux équipés d'une régulation hygroréglable. La ventilation par régulation autoréglable ou hygro A est de moins en moins utilisée au profit de l'hygro B (entrées et sorties d'air hygrométriques).

**Note :** concernant la mise en œuvre, il est primordial de respecter les sections préconisées, au risque de produire des nuisances sonores dans le logement. D'autre part, les bouches de ventilation doivent être positionnées à 15 cm des parois et à 1,8 m du sol.

*Pour mieux maîtriser les entrées d'air, il est préférable de poser des grilles hygroréglables (plutôt qu'autoréglables) au niveau des menuiseries. Cette solution n'est pas toujours compatible avec la conservation de la menuiserie existante.*

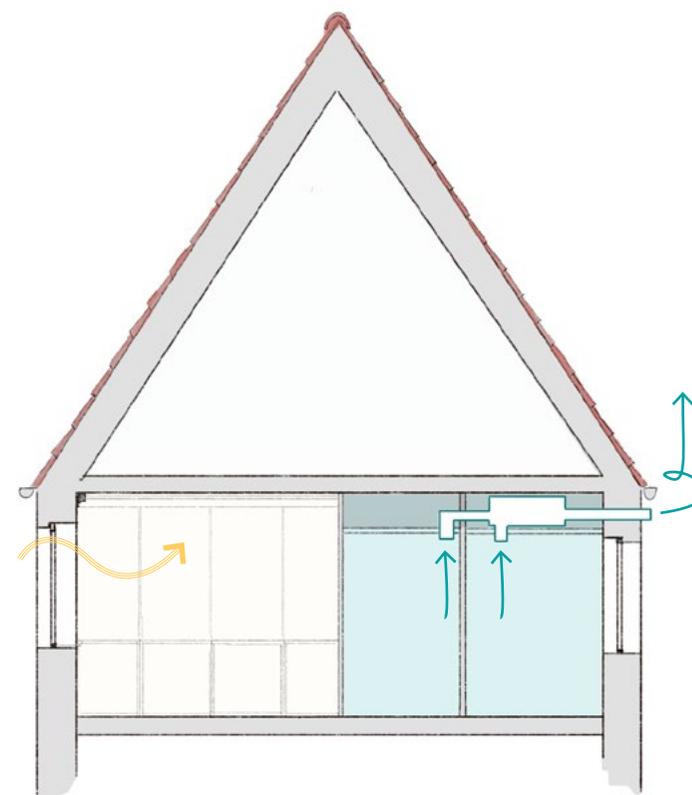


Schéma de principe d'une ventilation mécanique simple flux avec extraction murale. Le rejet d'air vicié peut également s'effectuer en toiture, via les conduits de cheminée. Ce détail doit être traité avec soin lors des phases de conception d'un projet – © Ajena

Légende

→ Air neuf sec

→ Air vicié humide

# La ventilation

## La ventilation mécanique double flux

La ventilation double flux est peu répandue dans le bâti ancien. Elle nécessite une rénovation rigoureuse pour obtenir une excellente étanchéité à l'air qui permettra d'être financièrement rentable et cohérente.

**Note :** si la mise en œuvre des amenées d'air requiert le percement d'un orifice dans l'enveloppe de la construction (hors menuiseries), sa section doit être, en tous points, égale ou supérieure au gabarit de pose ou aux prescriptions de montage fournies par le fabricant.

### Ventilation double flux

Comparée à la ventilation simple flux, une gaine supplémentaire sert à l'extraction de l'air en plus du soufflage. Ces gaines devront être camouflées dans l'aménagement de l'architecture intérieure du logement – le plus souvent en faux plafond et sont également problématiques dans des espaces exigus.

De la même manière que pour la ventilation mécanique simple flux, la double flux est régulée pour fonctionner selon les besoins de renouvellement.

Son efficacité est obtenue grâce au croisement des flux d'air extraits et entrants dans un échangeur qui permet à l'air chaud de transmettre sa chaleur à l'air renouvelé.

Pour qu'une ventilation double flux soit efficace, le bâtiment doit bénéficier d'une bonne étanchéité à l'air, pour réduire les débits parasites qui alors ne seraient pas réchauffés par l'air extrait du logement dans l'échangeur.

Une bonne étanchéité à l'air permet de réduire les pertes thermiques du logement et d'atteindre une performance importante.

**La double flux doit s'intégrer dans un projet de rénovation globale et doit être cohérente avec les autres choix de rénovation.**

*Cette solution de ventilation reste souvent peu compatible avec le bâti ancien, sauf projet concernant des grands espaces, non contraints.*

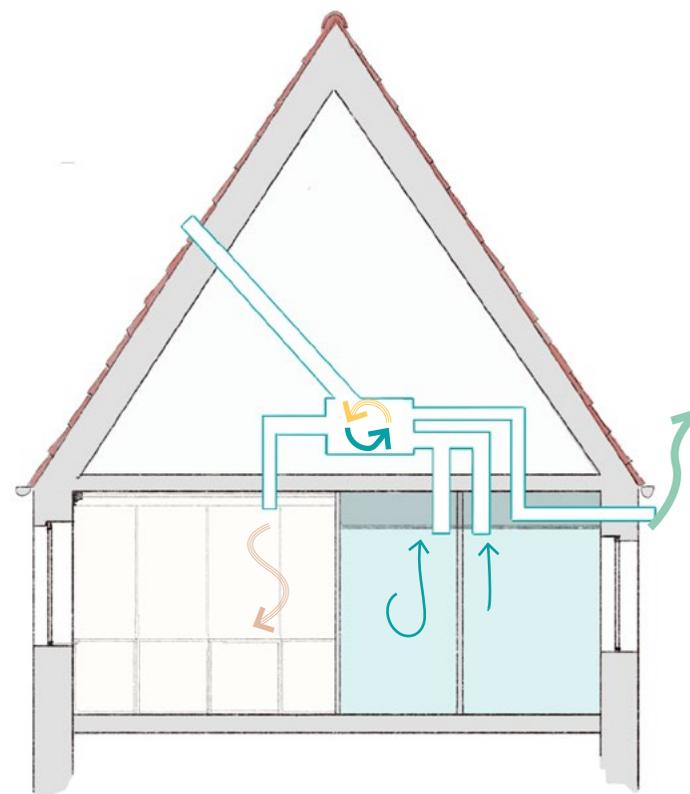


Schéma de principe d'une ventilation mécanique double flux © Ajena

#### Légende

	Air neuf sec (froid)		Air neuf sec (chaud)
	Air vicié humide (chaud)		Air vicié humide (froid)

## 3.4.2

# Le chauffage



*Radiateurs intégrés - 6, rue de la Madeleine  
à Besançon (25)  
© Nicolas Waltefaugle  
Architectes : Lefranc-Corbet-Friant et Tempesta*

# Le chauffage

## Enjeux des remplacements des systèmes de chauffage

La performance du système de chauffage a un intérêt pour la qualification énergétique du bâtiment, car c'est le premier poste de consommation d'énergie du logement – autant qu'il soit le plus efficient possible.

*\* Le gaz et les énergies fossiles sont voués à terme à être remplacés par des dispositifs à faible émission de carbone. Cela doit être pris en considération lors d'une démarche de remplacement de chaudière.*

### Rénovation d'un système de chauffage

La réflexion sur une rénovation commence souvent par une volonté des propriétaires de remplacer leur système de chauffage existant, trop coûteux, vieillissant et défaillant.

Deux cas de figure sont possibles :

- Soit entamer simultanément une réflexion sur l'isolation de l'enveloppe du bâtiment. L'objectif est de réduire les déperditions afin de réduire les besoins de chauffage.
- Soit dans l'urgence, procéder au remplacement d'un système en panne. Dans ce cas, il est crucial de choisir une chaudière avec une forte modulation.

**Objectif** : éviter de devoir remplacer le système une seconde fois en fin de parcours de rénovation.

### Pourquoi anticiper les autres travaux de rénovation ?

Si le remplacement du système de chauffage est réalisé avant les travaux de rénovation, il risque d'être surdimensionné et de créer une surconsommation par rapport aux besoins. En revanche, si le système de chauffage choisi est adapté aux performances du bâtiment après rénovation, les consommations seront optimisées.

D'autre part, le système de chauffage doit posséder un bon rendement, y compris à basse puissance puisque les besoins sont extrêmement réduits dans une rénovation performante.

### Le rendement :

Rapport, exprimé en pourcentage, entre la quantité d'énergie produite par un équipement et la quantité d'énergie, d'une autre nature, qu'il consomme.

### La plage de modulation :

C'est la possible variation de puissance délivrée d'un appareil.

La plage de modulation de certaines chaudières gaz\* est importante et autorise leur mise en place dès lors que les déperditions ont été divisées par deux à la première étape de travaux. Pour les chaudières bois, les PAC, ou encore les poêles à bois, la plage de modulation est actuellement plus restreinte.

### Énergie primaire :

Ensemble des produits énergétiques non transformés tels que le pétrole brut, le gaz naturel, les combustibles minéraux, la biomasse, l'énergie solaire, l'éolienne, l'hydraulique, le nucléaire et la géothermie.

### Énergie finale :

Énergie consommée et comptabilisée « au compteur » de l'habitation. Dans la RT 2012, on considère que pour produire 1 kWh d'énergie finale électrique, il faut prélever dans la nature 2,58 kWh d'énergie primaire (coefficient modifié à 2,3kWh en RE2020). Ce coefficient de conversion en énergie primaire prend en compte les pertes de transport des énergies de la production au point de livraison et influence indirectement les choix de système de chauffage.

# Le chauffage

## Lexique

Pour bien comprendre les choix à réaliser pour le système de chauffage, il est nécessaire de définir certains termes.

*Émetteurs = radiateurs.*

**\* Effet Joule :** échauffement des matériaux conducteurs homogènes, quand ils sont traversés par un courant électrique.

### Émetteur :

Un émetteur est un appareil de chauffage qui transmet sa chaleur à l'air ambiant pour augmenter la température de la pièce. Ce sont des échangeurs thermiques qui transmettent des calories qui lui ont été apportées par un fluide ou par effet Joule\* à un autre fluide (air ou eau).

Les émetteurs de chaleur sont :

- Radiateur.
- Convecteur.
- Plancher chauffant.
- Plafond rayonnant.
- Ventilo-convecteur ou unité intérieure de soufflage.

*Les émetteurs peuvent également apporter du froid. Les émetteurs de froid sont les unités intérieures d'un climatiseur, un plancher rafraîchissant.*

### Chaudière :

Appareil qui transforme l'énergie d'un combustible solide, liquide ou gazeux en énergie calorifique, et transfère cette énergie à un fluide caloporteur (air, eau, vapeur) chargé de l'acheminer vers les appareils de chauffage dits corps de chauffe (radiateurs, plancher chauffant ou vers des bouches de chaleur (cas de l'air chaud dans des unités de soufflage). Les chaudières font l'objet de normes selon leur type de combustible et leur puissance.

*La chaudière mixte ou double-service, ou été-hiver fournit à la fois l'eau chaude du chauffage central et l'eau chaude sanitaire.*

### Calorifuge :

Qualifie divers isolants thermiques, en particulier ceux utilisés pour réduire les déperditions calorifiques des équipements de chauffage, canalisations et gaines : coques en mousse ou tubes d'isolation des tuyauteries, enveloppes isolantes des ballons échangeurs, en feutre, liège, laine minérale.

Le calorifugeage consiste à isoler les tuyaux du réseau de distribution du chauffage pour limiter les déperditions thermiques en espace non chauffé.

### Thermostat :

Organe de détection des variations de température. Il sert de régulateur ou de commande de fonctionnement automatique pour le chauffage et dans les robinets thermostatiques par exemple.

Un thermostat comporte un capteur sensible (sonde extérieure, bulbe) qui traduit les variations de température par un effet mécanique ou électronique, un élément de comparaison de la température enregistrée avec la température programmée et un organe d'exécution.

# Le chauffage

## Diagnostic et conception

Le système de chauffage doit être adapté aux usages du bâtiment (occupation forte ou rare) et à sa consommation après la rénovation.

*Émetteurs = radiateurs.  
Adapter la puissance de chauffage : elle doit répondre aux besoins sans être surdimensionnée.  
Un surdimensionnement conduit à des surconsommations du système de chauffage, indépendantes du bâtiment (par des mises en marche et arrêts trop fréquents du système).*

Avant toute intervention sur le système de chauffage, la question de la rénovation du bâtiment doit être abordée car il faut maintenir une cohérence entre la puissance de chauffage nécessaire avant et après rénovation du logement/bâtiment.

### Pendant le diagnostic :

- Faire un diagnostic de l'état du chauffage actuel (réseaux, positionnement et dimensionnement des émetteurs).
- Déterminer les surfaces de bâtiment à chauffer avant et après travaux.
- Anticiper les interactions entre lots de travaux (isolation des murs, planchers, plafonds, etc.).
- Déterminer la performance du bâtiment et les besoins prévisionnels en chauffage.

### Pendant la conception :

- Définir le positionnement des émetteurs en respectant le dimensionnement des radiateurs selon la taille de la pièce.
- Anticiper le passage des réseaux.
- Traiter les interactions entre la pose des émetteurs et les autres lots de travaux (isolation des murs, planchers, plafonds, etc.).

### Pendant le chantier :

- Respecter les techniques d'optimisation de l'étanchéité à l'air du bâtiment.
- Respecter la pose du système de chauffage, de ses systèmes de sécurité et de filtration.

 *Les diagnostics*

P. 26

FC 1

 *Typologie et éléments remarquables*

P. 32

FC 5

 *Choisir une entreprise*

P. 212

# Le chauffage

## Au titre du Code de la construction et de l'habitation

Les différents systèmes de chauffage sont principalement normés par rapport à leur performance et leur compatibilité avec le bâtiment existant.

Les valeurs de performance sont définies en fonction du type de technologie et des températures de fonctionnement prévues.

*Exemple : pour une chaudière à gaz avec distribution en radiateurs fonctionnant sous 70 °C ou 40 °C, le rendement minimal réglementaire est différent.*

Les préconisations générales concernant les appareils de chauffage sont les suivantes :

### **Les chaudières à gaz ou à fioul ou bois :**

Les chaudières doivent présenter un rendement minimal PCI à pleine charge de 90,9 %.

Et les émissions de  $\text{NO}_x < 56 \text{ mg/kWh PCS}$  depuis le 26 septembre 2018.

*Attention : les chaudières fioul et gaz sont vouées à disparaître.*

### **Les pompes à chaleur :**

Un COP\* minimal est à satisfaire pour l'installation d'une PAC.

### **Les radiateurs électriques :**

Les radiateurs doivent être équipés d'une variation temporelle et d'une régulation par ordre de commande ou détecteur de présence. Il est préférable d'installer des radiateurs électriques à inertie (eau, huile) plutôt que des radiateurs à convection sèche.

### **Les équipements de régulation et de programmation :**

Tout système de chauffage doit être équipé d'un système de régulation et programmation afin d'optimiser les périodes de fonctionnement et améliorer le confort des occupants.

### **Autres points généraux :**

- Lors du remplacement total du système de chauffage (émetteurs et production) les radiateurs seront adaptés au système basse température.
- Isolation suffisante des réseaux de distribution circulant hors volume chauffé.
- Pour un réseau de distribution collectif, les colonnes seront munies en pieds d'organe d'équilibrage.
- Tout système de chauffage (hors bois poêle et insert) comporte un dispositif d'arrêt manuel et de régulation en fonction de la température intérieure.

### **Pour des informations précises sur les niveaux seuils à respecter :**

**> Voir la dernière version de l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.**

\* **COP** : coefficient de performance de la pompe à chaleur. Ce coefficient représente le rapport, en kilowatt-heure (kWh), entre la quantité d'énergie produite et la quantité d'énergie utilisée.

\* **NO<sub>x</sub>** : ensemble des oxydes d'azote.

\* **PCI** : pouvoir calorifique inférieur.

\* **PCS** : pouvoir calorifique supérieur.

# Le chauffage

## Au titre du Code de l'urbanisme et du Code du patrimoine

Les impacts du système de chauffage sur l'aspect intérieur ou extérieur du bâtiment sont totalement dépendants du type de chauffage. Il faut dans tous les cas minimiser l'impact visuel des unités de production et parfois réaliser une demande d'autorisation pour un équipement.

*Les radiateurs anciens à décors peuvent être encore fonctionnels et nécessitent parfois un désembouage afin d'être remis en service. Ils peuvent également être conservés pour desservir un système de chauffage basse température car ils sont adaptés à l'émission de chaleur « douce ».*

D'une manière générale, les systèmes de chauffage sont peu concernés par la réglementation et la conservation du patrimoine, car l'impact visuel et esthétique est souvent limité et leur usage considéré comme nécessaire.

*Attention cependant, les PSMV protègent également les intérieurs et intègrent de fait les équipements de chauffage dans le périmètre de leur protection.*

### Impacts sur l'aspect extérieur :

- Installation d'unités de production de chaleur ou de climatisation à l'extérieur interdite.
- En cas de pose d'une chaudière à ventouse, le positionnement de la ventouse et son intégration dans le paysage urbain doivent être anticipés.

### Impacts sur l'aspect intérieur :

- Préservation des radiateurs en fonte, en particulier s'ils présentent des décors. Le système de chauffage doit être adapté en fonction du type d'émetteurs.
- Cheminement des réseaux pouvant avoir un impact sur les éléments de décors (boiseries, parquets, etc.).



*Exemple de chaudière à ventouse avec conduit d'extraction mural. Cette solution n'est pas compatible avec une rénovation patrimoniale.*

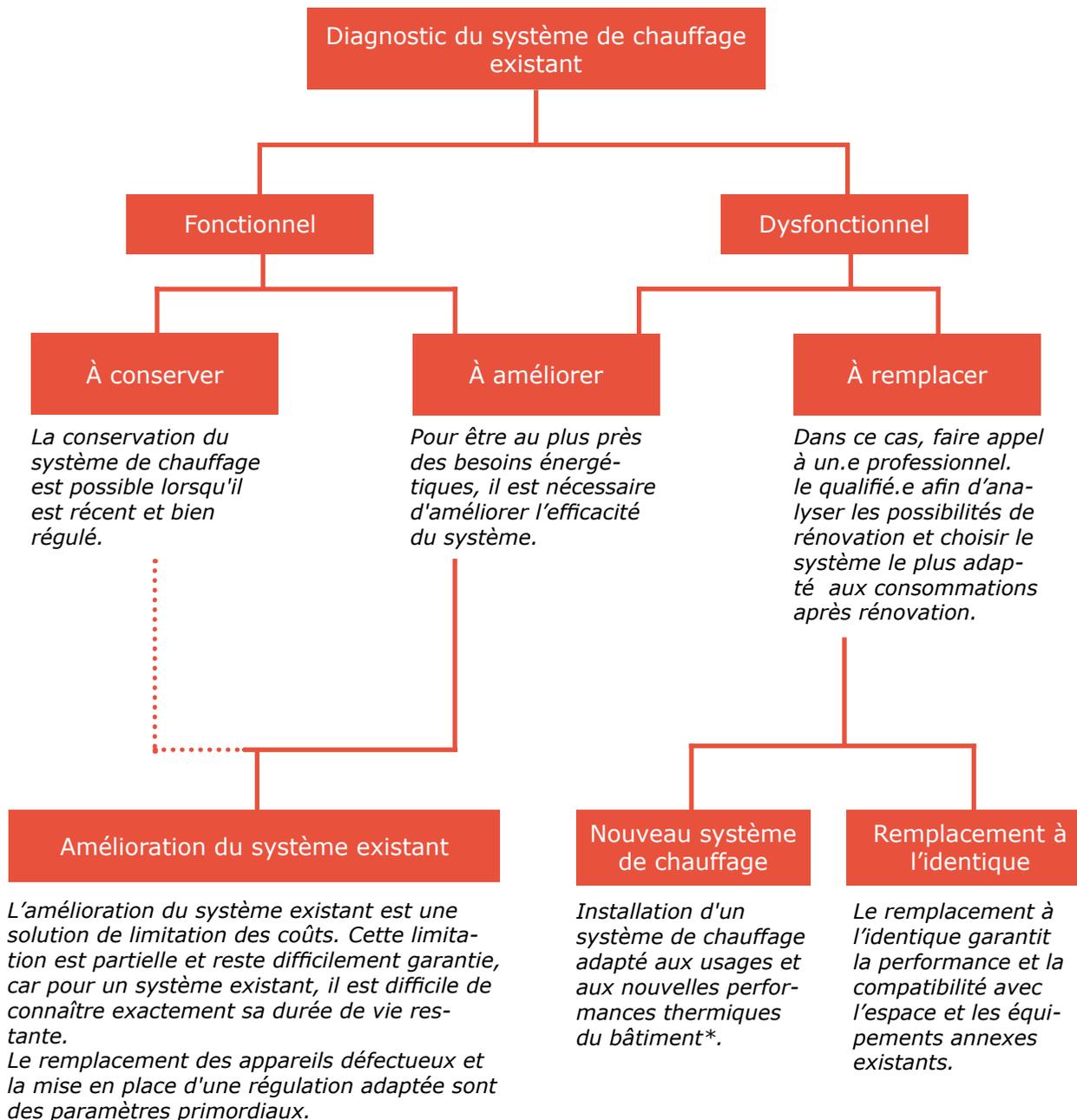
# Le chauffage

## Quelle approche pour la rénovation du système de chauffage ?

Le système de chauffage, de distribution, mais surtout son état de fonctionnement et de conservation conditionne les choix de chauffage pour le projet de rénovation.

*Le système de chauffage doit être dimensionné en bonne connaissance des consommations du bâtiment après rénovation.*

*\* Une étude d'approvisionnement peut être réalisée afin de déterminer quel est le système de plus adapté parmi les solutions à faible émission carbone.*



# Le chauffage

## Quelle approche pour la rénovation du système de chauffage ?

En fonction du type de rénovation lourde ou légère, les choix du système de chauffage peuvent être adaptés ou réadaptés.

**\* Taux d'occupation :** pourcentage de temps de présence des occupants.e.s dans leur logement.

### Rénovation lourde :

Lors d'une rénovation lourde du logement ou du bâtiment, il peut être intéressant d'envisager la rénovation complète du système de chauffage. Le système défini doit être en accord avec l'usage du bâtiment et son taux d'occupation\*.

Deux raisons peuvent motiver ce choix :

- Changer d'énergie de production du chauffage, afin de maîtriser les coûts des factures d'énergie.
- Augmenter le rendement de distribution et l'efficacité du système de chauffage.

*Par exemple, un système de chauffage réparti par radiateurs électriques peut être remplacé par une chaudière avec distribution par radiateurs basse température ou un poêle à bois dans la pièce principale si cela est suffisant après la rénovation de l'enveloppe du bâtiment.*

### Usages et choix du système :

Le système de chauffage et de distribution défini dans un projet doit être en accord avec l'usage du bâtiment et son taux d'occupation.

*Par exemple, des radiateurs en fonte à forte inertie seront peu adaptés à un logement avec une occupation très ponctuelle et de courte durée, car le système possède une durée de mise en fonctionnement plutôt longue.*

### Rénovation intérieure limitée/légère :

Si la rénovation est superficielle et ne touche pas aux parois du logement, le système de chauffage doit être le plus proche des besoins et compatible avec le système existant.

Cependant, le système de chauffage choisi doit respecter les prescriptions de la réglementation.

### Pour des informations précises sur les niveaux seuils à respecter :

> Toujours se référer à la dernière version de l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants.

# Le chauffage

## Préconisations techniques en fonction du type d'énergie

Chaque type d'énergie a ses problématiques d'installation et de mise en œuvre.

Il est nécessaire d'anticiper ces questions lors du choix du système de chauffage afin de faciliter la mise en œuvre et garantir la sécurité de l'utilisateur.

**\* Conduit shunt :** conduit de fumée ou de ventilation d'un bâtiment collectif dans lequel débouchent, après une chicane antirefoulement, les conduits individuels de chaque étage (Dicobat).

**\* Neutralisation des condensats :** l'eau du condenseur de la chaudière est acide, il faut donc rectifier son pH avant de l'évacuer.

### Recommandations générales :

- S'assurer du respect de la réglementation incendie lors de l'installation du système de chauffage.
- Tuber les conduits d'évacuation en conséquence.
- Positionner un isolant M0 autour des conduits.
- Présence d'arrêt manuel et de régulation en fonction de la température intérieure (sauf impossibilité technique).

### Pour une chaudière :

Une chaudière à condensation nécessite l'évacuation des fumées et des condensats :

- Les fumées sont évacuées soit par le biais d'une ventouse, par percement directement à travers un mur, soit dans un conduit, par exemple le conduit shunt\*.
- Les condensats sont évacués par un tube flexible vers une évacuation pour une pose en ventouse, soit en partie basse du conduit tubé pour une installation sur conduit.
- La chaudière doit être positionnée dans une pièce de service.

*En collectif, les condensats doivent être neutralisés\*. À ce jour, aucune réglementation nationale n'exige le traitement des condensats émis par les appareils à combustible gazeux à usage domestique avant évacuation vers le réseau des eaux usées. Cependant, il convient de vérifier localement les règlements des services d'assainissement ou les règlements sanitaires, car ces textes peuvent l'imposer.*

### Pour un chauffage par poêle ou insert sur une cheminée :

L'enjeu est de concilier les conduits existants et le nouvel équipement ou la réalisation un conduit neuf avec la préservation des qualités patrimoniales des façades et des couvertures :

- L'évacuation des fumées se fera par le biais d'une cheminée en général.
- Si le poêle est positionné dans un logement collectif, une autorisation de la collectivité et de la copropriété est nécessaire.
- Le système de chauffage bois est émetteur de particules. Il est conseillé de prévoir un système de filtration afin de réduire la participation à la pollution urbaine.

### Pour les radiateurs électriques :

- La puissance de chaque radiateur doit être adaptée pièce par pièce.

### Pour des panneaux solaires thermiques :

- L'installation des panneaux est soumise à l'accord ou l'avis de l'ABF.
- La configuration autorisée peut ne pas être suffisante au regard des besoins.
- Le système de distribution par réseau d'eau doit être le plus court possible et son intégration doit être discrète.

### Pour des pompes à chaleur (PAC) :

- L'installation des unités extérieures des PAC est soumise à l'accord ou l'avis de l'ABF.
- Réduire les nuisances sonores pour le voisinage.

# Le chauffage

## Comparaison des différents types de chauffage

Chaque type d'énergie a ses problématiques d'installation. Il est nécessaire d'anticiper ces questions lors du choix du système de chauffage afin de faciliter la mise en œuvre.

 Systèmes collectifs ou renouvelables

P. 187

\* Il existe des poêles automatiques, généralement fonctionnant aux granulés.

\*\*\* Il existe d'autres systèmes de PAC : eau/eau ; sol/eau mais ils ne sont peu adaptés en zone urbaine.

\*\* La production de chaleur peut se faire par l'intermédiaire d'une chaudière, d'une PAC ou d'un système de solaire thermique.

Système de chauffage	Avantages	Inconvénients	Points de vigilance
<b>Chaudière gaz ou granulés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Optimisation des consommations avec une régulation.</li> <li>Possibilité de couplage à la production d'ECS</li> <li>Si gaz de ville : pas de stockage nécessaire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prévoir passage des canalisations d'eau.</li> <li>Prévoir approvisionnement en granulés.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adapter la dimension des radiateurs à chaque pièce.</li> <li>Positionner des robinets thermostatiques.</li> </ul>
<b>PAC** (air/air)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Système simple à installer.</li> <li>Réversible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Présence d'une unité extérieure visible et bruyante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peu compatible avec la préservation du patrimoine.</li> <li>Rejet de chaleur en été (si climatisation).</li> </ul>
<b>Poêle à bûches, granulés ou insert</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible coût de l'énergie.</li> <li>Existe en version automatique* (granulés).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programmation et régulation impossible en version manuelle (bûche).</li> <li>Ne convient pas à toutes les configurations d'immeubles (conduits).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Autorisation de la copropriété et adaptations nécessaires du conduit.</li> <li>Installation d'un filtre à particules (qualité de l'air en ville).</li> </ul>
<b>Radiateurs électriques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en œuvre peu contraignante</li> <li>Adaptation précise aux besoins (pièce par pièce).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coût de l'énergie élevé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Adapté aux bâtiments économes (ou appoint).</li> <li>Privilégier radiateurs programmables à détection de présence</li> </ul>
<b>Plancher chauffant (électrique ou à eau)***</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compatible basse température pour un meilleur confort et plus d'efficacité (condensation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Travaux conséquents pour la pose des serpentins dans le sol.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Convient uniquement pour certains RDC et maisons de ville.</li> <li>Inertie importante.</li> </ul>
<b>Radiateurs à eau***</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compatible basse température pour un meilleur confort et plus d'efficacité (condensation)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nécessite le passage d'un réseau d'eau à travers le logement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conservation possible des radiateurs (après diagnostic).</li> </ul>

# Le chauffage

Le système de production de chauffage par une chaudière alimente un réseau de tubes et distribue le chauffage par radiateur.

Il existe plusieurs sources d'énergie pour une chaudière : gaz, bois, ou encore fioul (non conseillé car fortement polluant).

## **Chaudière :**

En cas de remplacement de la chaudière, il faut respecter les seuils de rendement énergétique ainsi que d'émissions de polluants de la classe 5 (norme NF EN 303.5).

## **Circuit et radiateurs :**

Selon l'ancienneté du circuit, il peut être nécessaire de réaliser un désembouage du circuit de chauffage afin de retrouver la performance initiale des radiateurs. En cas de corrosion importante des circuits et/ou des radiateurs, il peut être nécessaire d'envisager un remplacement.

Il est alors important de s'orienter vers des radiateurs basse température afin d'optimiser l'alimentation en chauffage et la performance du nouveau système de chauffage.

*Le fonctionnement basse température n'est pas compatible avec la distribution monotube.*

*Les installations au fioul et au gaz sont amenées à disparaître du fait de leur interdiction en cas de remplacement d'un ancien système de chauffage à partir de 2022.*



*Radiateurs intégrés – 6, rue de la Madeleine  
à Besançon (25)  
© Nicolas Waltefaugle  
Architectes : Lefranc-Corbet-Friant et Tempesta*

# Le chauffage

## Poêle à bois

*Pour que le bois soit réellement une énergie renouvelable, il doit être d'origine locale et lié à une gestion durable des forêts dont il est extrait.*

*Pour en savoir plus :*

*Trouver mon distributeur de bois bûche  
– **ONF Énergie Bois.***

Il existe plusieurs types de chauffage au bois :

- Les appareils « manuels », type poêles à bûches ou insert, sont envisageables même s'ils restent contraignants.
- Les appareils automatisés sont généralement les poêles à granulés, qui intègrent une alimentation régulée en carburant de chauffage.

Ce type de source de chaleur est localisé. La chaleur ne se diffuse pas de manière totalement homogène. On observe généralement des écarts de 2 à 4 °C entre la pièce principale et les pièces les plus éloignées du poêle.

Dans un appartement, les surfaces étant plus limitées qu'en maison individuelle, le poêle peut être suffisant.

### **Bois et pollution de l'air :**

Le poêle à bois est considéré comme une énergie renouvelable du fait de la régénération progressive et la gestion durable des forêts.

Cependant, le système de chauffage au bois est responsable d'émissions de particules participant à la dégradation de la qualité de l'air extérieur.

Il est préconisé d'équiper son installation à bois d'un filtre à particules avec entretien régulier.

*Pour en savoir plus : le chauffage au bois et les émissions de particules fines – **ONF Énergie Bois.***



*Insert dans une cheminée existante  
© Entreprise Goupil*

# Le chauffage

## Radiateurs électriques

Le remplacement de radiateurs électriques anciens doit se faire obligatoirement par des radiateurs performants à régulation. La régulation se fait de deux façons, par commande définie avec une programmation ou par commande automatique par détection de présence.

Il existe actuellement trois systèmes :

### Système à convecteurs :

Technologie ancienne mais très réactive et qui chauffe rapidement les pièces. La chaleur diffusée est très localisée et peut entraîner une sensation d'inconfort importante.

### Panneaux rayonnants :

Technologie ancienne avec une chaleur diffusée plus homogène mais encore très consommatrice en puissance instantanée. Peut être à l'origine de sensations d'inconfort en fonction de la performance et du ressenti dans la pièce chauffée.

### Système à inertie :

Technologie récente et plus adaptée pour maîtriser ses consommations et améliorer son confort. La chaleur diffusée est homogène et plus « douce » et continue.

Ce système de chauffage s'adapte facilement à la rénovation et est modulable pièce par pièce. En revanche, le coût de l'énergie électrique est élevé comparé aux autres sources d'énergie. Le chauffage électrique doit être **mis en œuvre uniquement pour des projets à faible, voire très faible consommation énergétique.**

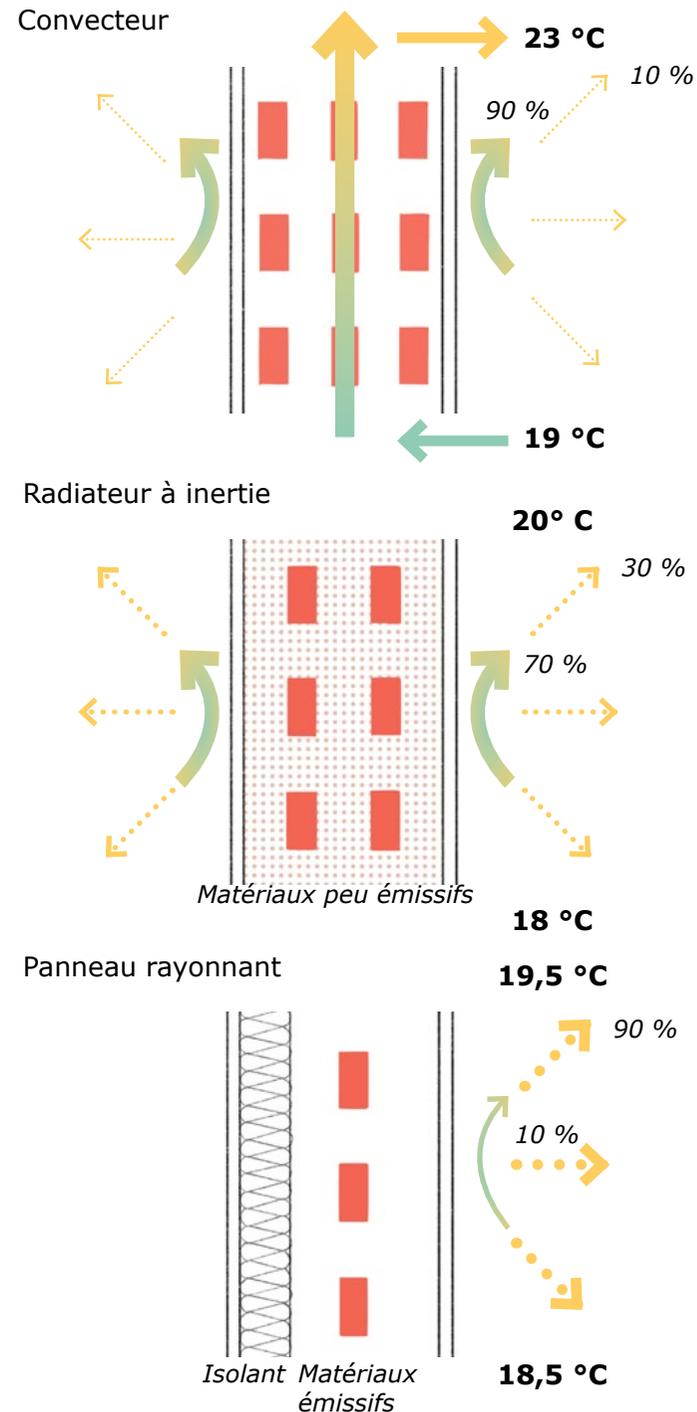
Légende

● ● ● ➤ Rayonnement

➔ Convection

■ Résistance

© Ajena



## Énergies renouvelables collectives

Ces énergies sont envisageables dans une approche à l'échelle d'un bâtiment, d'un îlot ou d'un quartier. Elles nécessitent la proximité de la source pour la distribution aux bâtiments et représentent une solution d'alimentation collective en énergie.

### Géothermie

La géothermie est une solution rarement mise en place en centre ancien car elle nécessite des études approfondies des sols, et une ressource assez incertaine avant la réalisation de carottages coûteux, complexes en mise en œuvre dans des espaces exigus et donc chronophages.

En secteur diffus, la solution géothermique peut être envisagée car moins contrainte par l'étroitesse des zones d'intervention et l'accessibilité des équipements encombrants.

Ce système peut fonctionner pour du chauffage, de la production d'eau chaude et du refroidissement.

### Chaudière bois collective

La chaudière bois collective est une solution d'alimentation qui regroupe les avantages de la source d'énergie renouvelable (sous réserve d'alimentation locale et de gestion durable de la ressource) à ceux de la mutualisation de l'installation qui a plusieurs avantages.

Cependant, une attention particulière doit être portée sur l'étendue du réseau de distribution car celle-ci va fortement impacter l'efficacité globale de l'installation et donc sa rentabilité.

Ce système peut fonctionner pour du chauffage, de la production d'eau chaude.

### Réseau de chaleur urbain

La solution de réseau de chaleur urbain est adaptée à certaines situations assez spécifiques.

En centre-ville ancien, il est souvent impossible d'opérer des passages de réseau du fait de l'encombrement des équipements face à l'étroitesse des rues.

Cependant, en secteur plus diffus, en centre-bourg par exemple, on dénombre la mise en place de quelques réseaux de chaleur de taille réduite ou moyenne permettant la mutualisation de la production.

De même que pour la chaudière collective, l'étendue du réseau va fortement impacter l'efficacité de l'installation et donc sa rentabilité.

Ce système peut fonctionner pour du chauffage, de la production d'eau chaude et du refroidissement (avec un réseau de froid urbain).

### 3.4.3

## Le confort d'été



*Végétalisation des cours intérieures*  
© Constance Bodenez

# Le confort d'été

## Le confort d'été passif

**Le confort d'été dit « passif »** concerne des solutions d'amélioration du confort en été par l'abaissement de la température et l'amélioration du ressenti par des techniques intégrées au bâtiment ou à son environnement proche et ne consommant aucune énergie. Elle consiste concrètement à favoriser les zones d'ombre, les courants d'air, la surventilation naturelle nocturne et l'évapotranspiration des zones végétalisées.

Mettre en place de vraies solutions de confort d'été est un enjeu pour les prochaines décennies.

### Conseils pour le confort d'été passif :

Adopter les bons gestes au quotidien



P. 81

Prévoir un système de protection solaire adapté pour limiter l'apport de chaleur dû aux rayons incidents.



P. 147

Prévoir un système de ventilation assurant un renouvellement d'air suffisant.



P. 163

S'assurer de conserver l'inertie de son logement et garantir un déphasage des isolants entre 6 et 12 heures



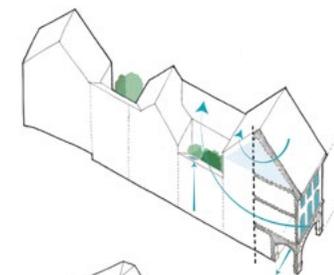
P. 91

Selon les types de bâtiments, certaines actions sont possibles à mettre en œuvre. Protection solaire, maintien des espaces tampon, végétalisation, etc.

### Type 1

Bâti à commerce sur parcellaire étroit

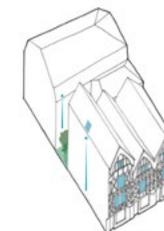
P. 44



### Type 2

Bâti à pan de bois sur parcellaire étroit

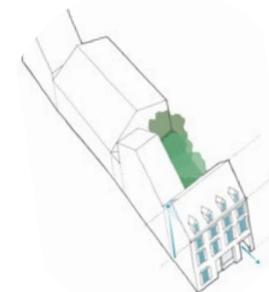
P. 50



### Type 3

Immeuble de la période classique sur parcellaire remembré

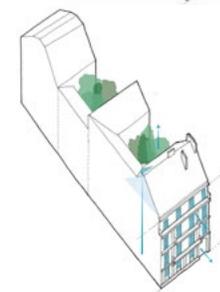
P. 56



### Type 4

Immeuble à loyer sur parcellaire remembré

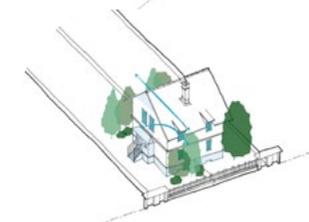
P. 63



### Type 5

Maison mitoyenne sériele

P. 69



# Le confort d'été

## Les systèmes de climatisation

La climatisation est un système de refroidissement électrique donc consommateur d'énergie.

La rénovation des centres anciens n'est pas compatible avec ces technologies visibles en façade.

Par leur rejet de chaleur, les systèmes de climatisation participent à l'augmentation des îlots de chaleur, déjà importants en milieu urbain et minéral.

La climatisation est une technologie qui n'est pas compatible avec la rénovation performante du bâtiment et la valorisation patrimoniale. En effet, ce système est composé d'une unité intérieure et d'une unité extérieure qui le rendent visible depuis la rue.

Comme ce système fonctionne à l'électricité, il devient responsable de consommations d'électricité supplémentaires pour le bâtiment.

Il va donc à l'encontre de la performance énergétique recherchée pour le bâtiment et ses systèmes.

De plus, le positionnement de ces équipements dans une zone urbaine dense et minérale (bâti en pierre, rue bétonnée) participe à l'inconfort et aux surchauffes d'été en centre-ville.

**La solution du confort d'été sans climatisation est conditionnée par un projet de rénovation global et efficace en été comme en hiver.**

La réduction des niveaux de température passe par un ensemble de solutions :

- Les protections solaires extérieures (store lyonnais ou store banne pour les commerces sur rue).
- La végétalisation des centres urbains.
- L'organisation favorable à une bonne circulation d'air (surventilation).

*Ces solutions passives doivent être favorisées afin de répondre aux enjeux de sobriété énergétique.*

*La conception du projet doit impérativement s'intéresser au sujet du confort en été.*

*En dernier recours de confort, l'installation d'une PAC et donc de l'unité extérieur en cour intérieure est soumise à validation obligatoire de l'ABF.*



*Cour du centre-ville équipée de climatiseurs : ces installations sont probablement **illégal**es et peuvent avoir été réalisées sans l'accord de l'ABF - Besançon (25) - © Ajena*

# Le confort d'été

Végétalisation des cours



Châssis de toit type Cast



Ventilation par impostes



## Type 1 : Le bâti à commerce sur parcellaire étroit

### Volumétrie et composition

#### Ventilation nocturne

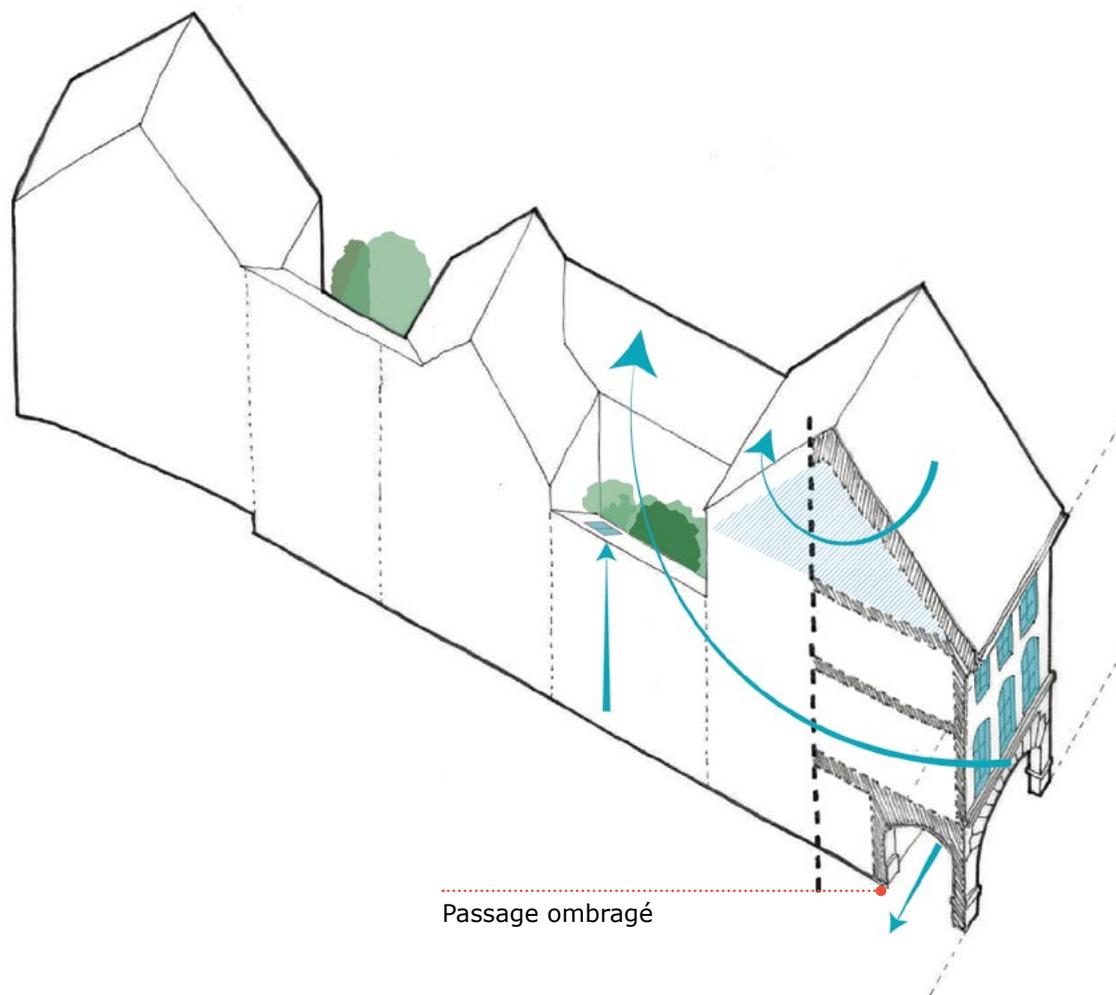
- Ventilation de la cage d'escalier avec l'ajout de châssis de toit type Cast.
- Ventilation du logement aux communs par les impostes ouvrantes des portes palières.

#### Protection solaire

- RDC parfaitement ombragé par la galerie sous arcades.
- Protections solaires type persiennes avec lambrequins sur les baies des façades exposées.

#### Espaces tampon

- Maintien des combles non aménagés qui permettent de réguler la chaleur ou le froid provenant de la toiture où se concentrent les déperditions.
- Maintien des caves.
- Végétalisation des cours pour la création d'un îlot de fraîcheur.



Parcelle en lanière du centre-ville de Lons-le-Saunier (39) – © SHA

# Le confort d'été

## Type 2 : Le bâti à pan de bois sur parcellaire étroit

### Volumétrie et composition

#### Ventilation nocturne

Ventilation de la cage d'escalier avec l'ajout de châssis de toit type Cast.  
Ventilation du logement aux communs par les impostes ouvrantes des portes palières.

#### Protection solaire

Surface exposée et dimensions des baies relativement faibles.  
Protections solaires type persiennes avec lambrequins sur les baies des façades exposées.

#### Espaces tampon

Maintien des combles non aménagés qui permettent de réguler la chaleur ou le froid provenant de la toiture où se concentrent les déperditions.  
Maintien des caves.  
Végétalisation des cours pour la création d'un îlot de fraîcheur.

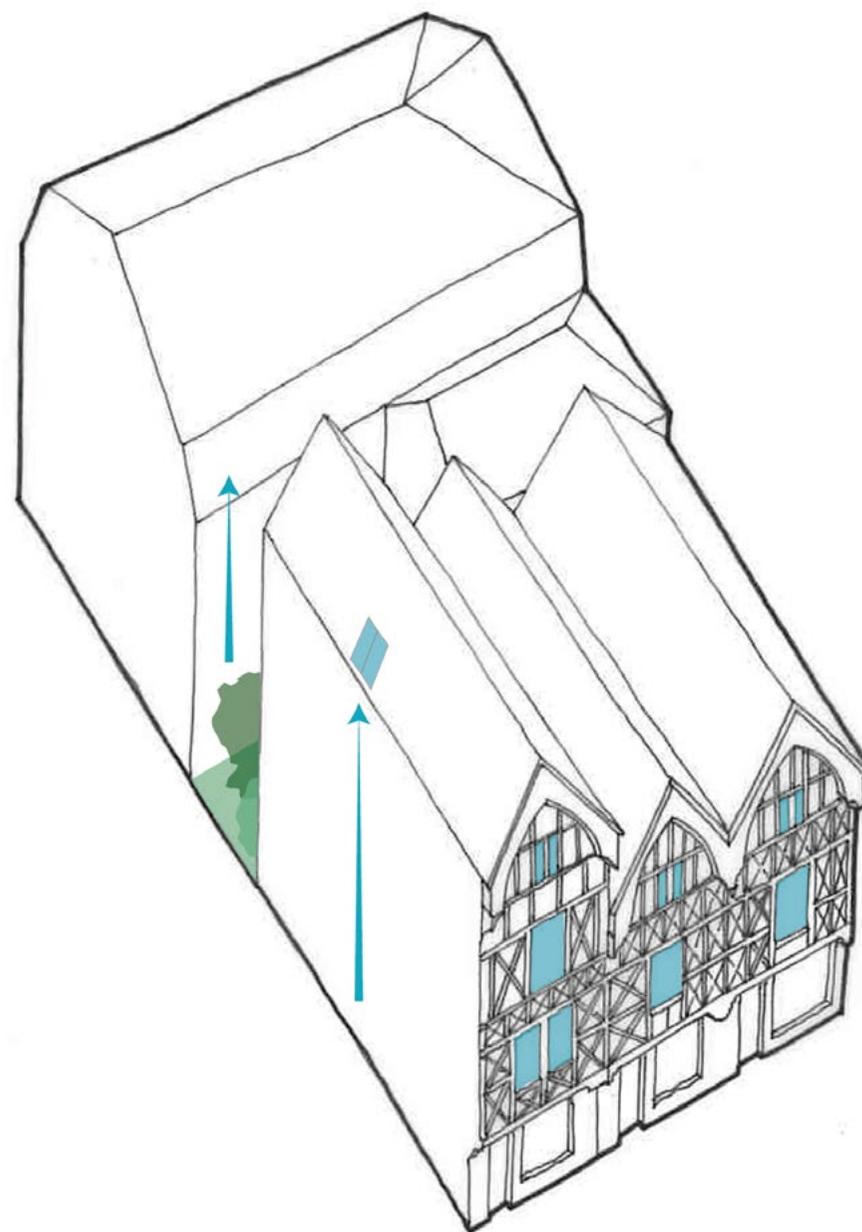
#### Végétalisation des cours



#### Châssis de toit type Cast



#### Ventilation par impostes



# Le confort d'été

## Type 3 : L'immeuble de la période classique sur parcellaire remembré

### Volumétrie et composition

#### Ventilation nocturne

Ventilation de la cage d'escalier avec l'ajout de châssis de toit type Cast. Ventilation du logement aux communs par les impostes ouvrantes des portes palières.

#### Protection solaire

Surface exposée et dimensions des baies relativement faibles. Protections solaires type persiennes avec lambrequins sur les baies des façades exposées.

#### Espaces tampon

Maintien des combles non aménagés qui permettent de réguler la chaleur ou le froid provenant de la toiture où se concentrent les déperditions. Maintien des caves. Végétalisation des cours pour la création d'un îlot de fraîcheur.

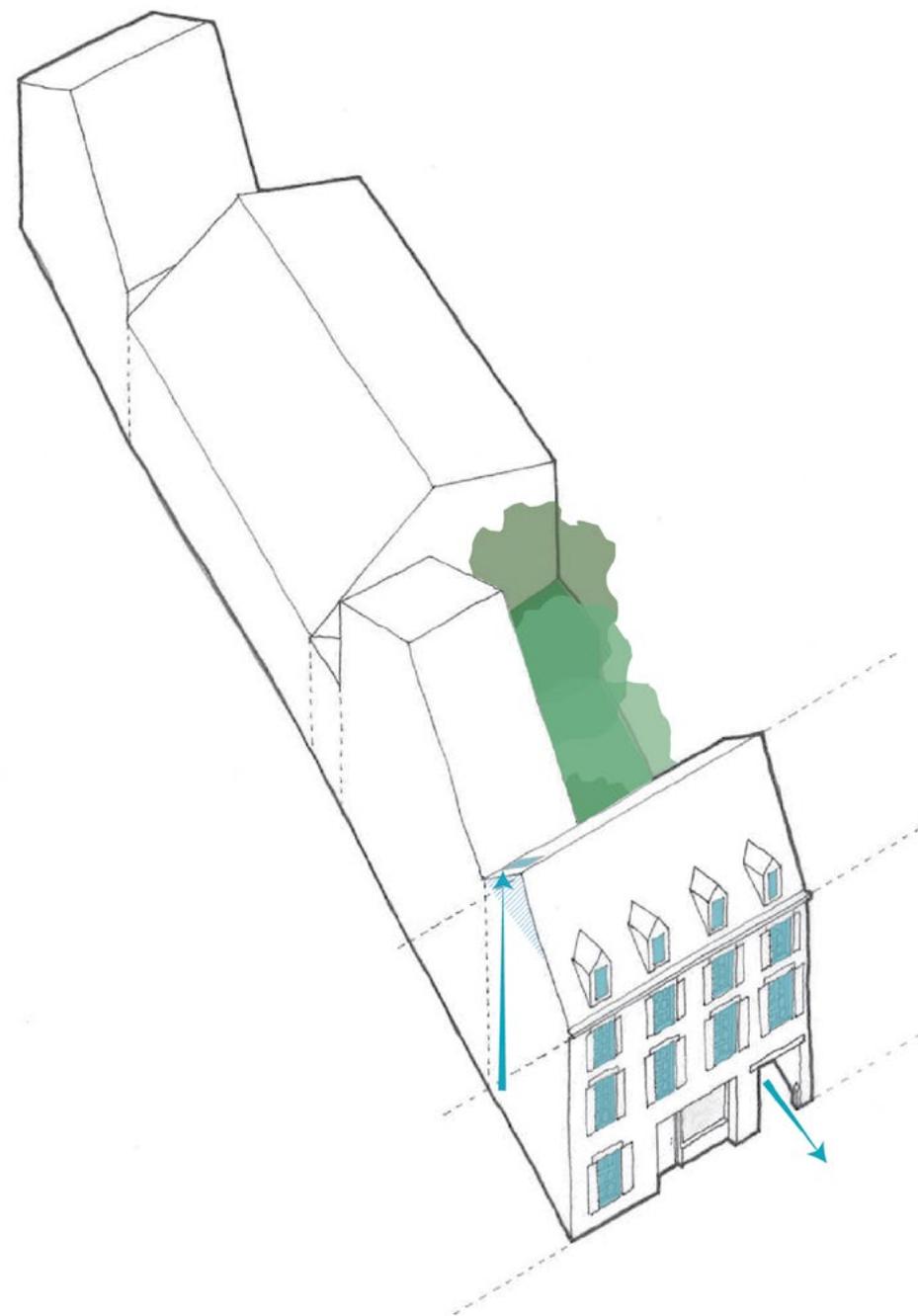
#### Végétalisation des cours



#### Châssis de toit type Cast



#### Ventilation par impostes



# Le confort d'été

## Type 4 : L'immeuble à louer sur parcellaire remembré

### Volumétrie et composition

#### Ventilation nocturne

Ventilation de la cage d'escalier avec l'ajout de châssis de toit type Cast.  
Ventilation du logement aux communs par les impostes ouvrantes des portes palières.

#### Protection solaire

Surface exposée et dimensions des baies relativement faibles.  
Protections solaires type persiennes avec lambrequins sur les baies des façades exposées.

#### Espaces tampon

Maintien des combles non aménagés qui permettent de réguler la chaleur ou le froid provenant de la toiture où se concentrent les déperditions.  
Balcons filants.  
Maintien des caves.  
Végétalisation des cours pour la création d'un îlot de fraîcheur.

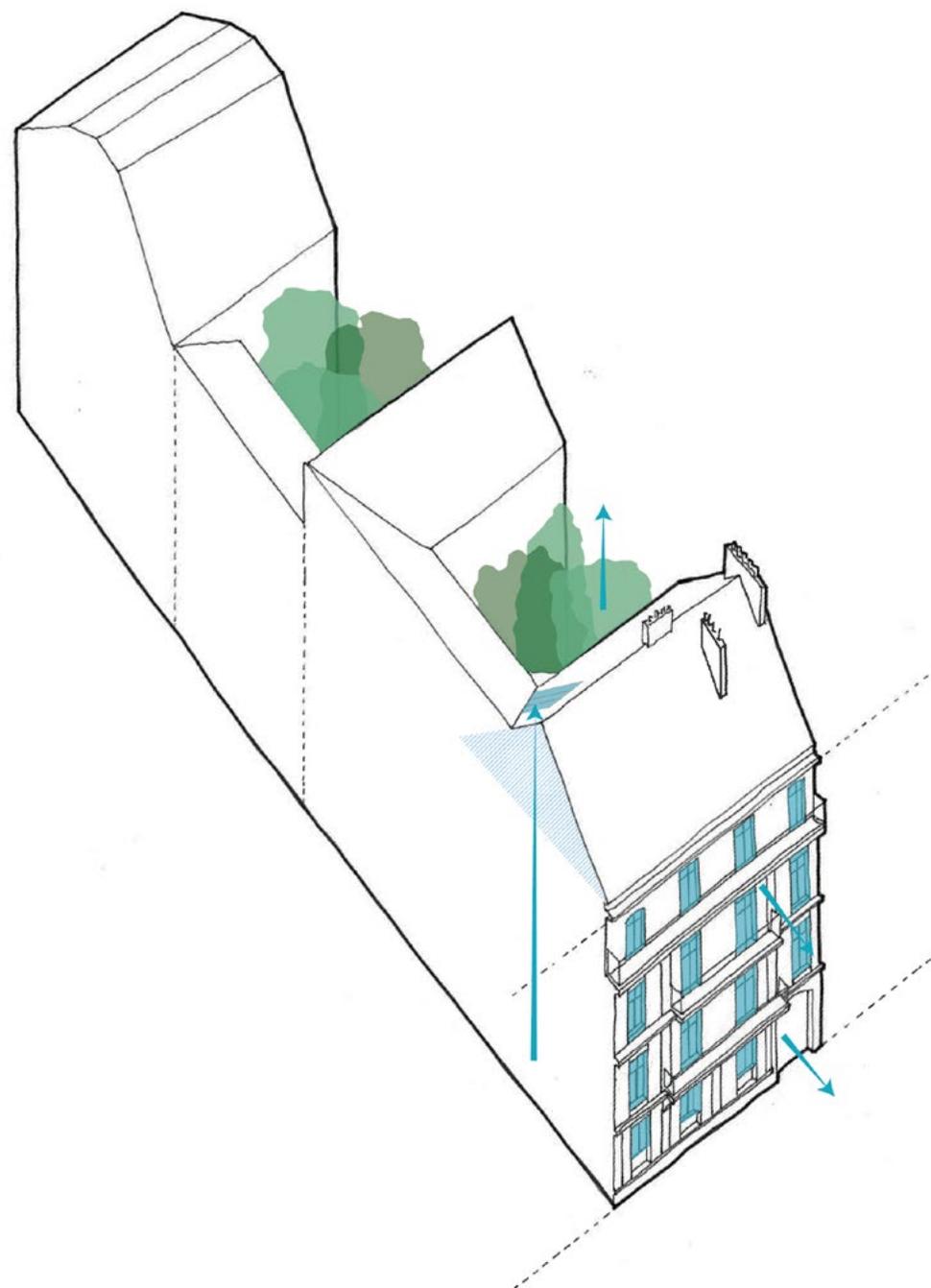
#### Végétalisation des cours



#### Châssis de toit type Cast



#### Ventilation par impostes



# Le confort d'été

## La maison mitoyenne sérielle

### Volumétrie et composition

#### Ventilation nocturne

Logement traversant favorisant la surventilation nocturne.

#### Protection solaire

Maisons jumelées avec orientations multiples ; toutes les façades ne sont pas exposées.

Protections solaires type persiennes sur les baies des façades exposées.

#### Espaces tampon

Maintien des combles non aménagés qui permettent de réguler la chaleur ou le froid provenant de la toiture où se concentrent les déperditions.

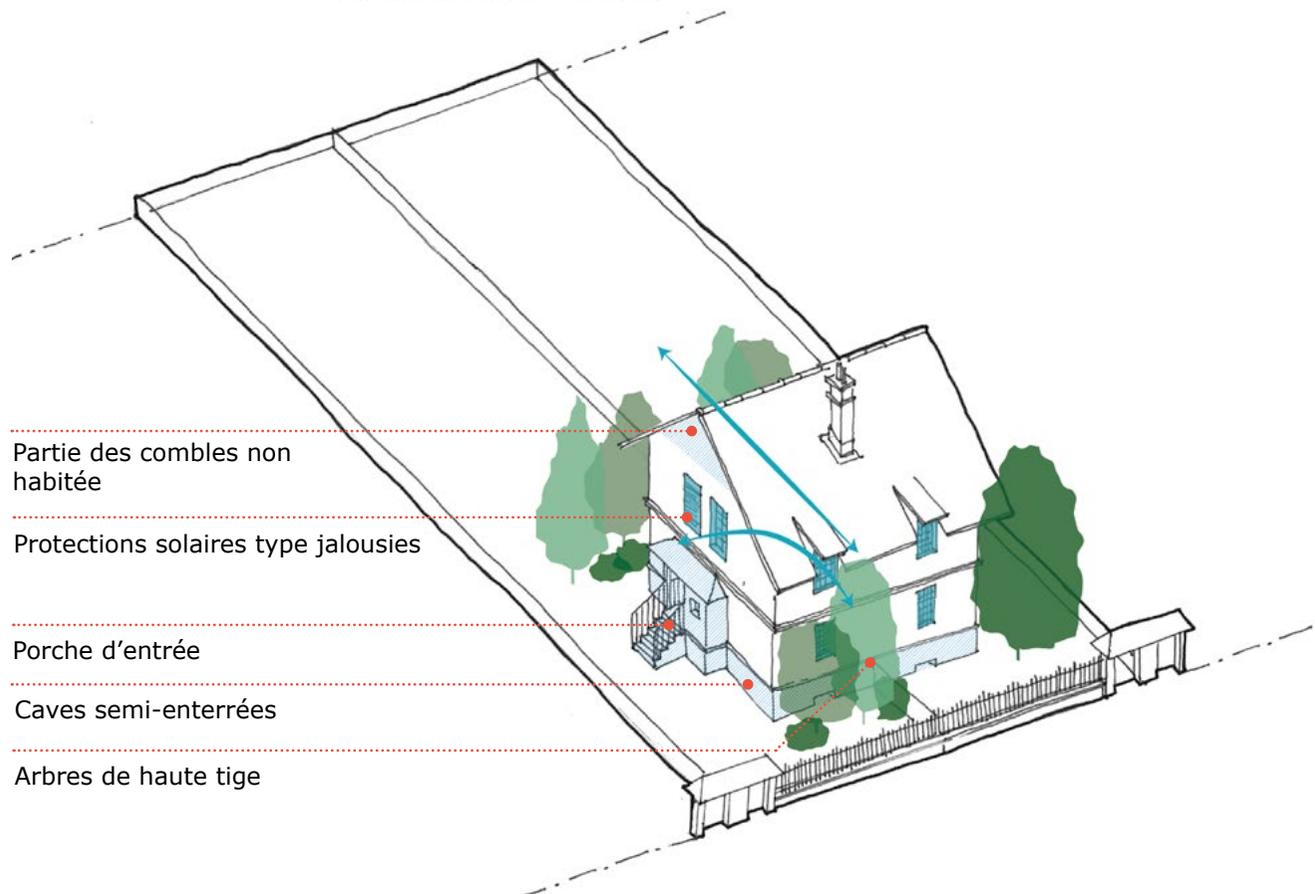
Porche d'entrée qui constitue un sas avant l'entrée dans le volume chauffé.

RDC surélevé sur caves.

Végétalisation des jardins pour écran solaire.

### Confort d'été

La présence d'un jardinet, d'un jardin ou d'un espace non bâti autour de la maison permet de garantir une bonne surventilation nocturne en période de canicule. Par ailleurs, le traitement des espaces non bâtis en matériaux perméables participe fortement au rafraîchissement estival.



## 3.4.4

# Les capteurs solaires



*Exemple d'équipement photovoltaïque de l'église de Remoray-Boujeons (25) - © Architectes ZIOUA*

## Diagnostic et conception

La production d'énergie renouvelable sur un bâtiment est bénéfique sur deux aspects : une production locale et gratuite de l'énergie, mais aussi un bilan environnemental positif.

Ces recommandations générales s'appliquent pour des panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques.

### Pendant le diagnostic :

- Réaliser une étude de faisabilité la plus détaillée possible.
- Estimer le potentiel de production de l'installation prévue (orientation du bâtiment) et l'angle de la toiture.
- Déterminer l'état du bâtiment et des planchers et/ou des toitures devant accueillir les équipements (panneaux et production d'eau chaude solaires), l'état sanitaire, la structure, le poids, etc.
- Étudier un projet compatible avec les documents d'urbanisme de la commune.
- Proposer une intégration la plus optimale et la plus harmonieuse des panneaux en toiture sur les plans.

### Pendant la conception :

- Prévoir l'intégration des éléments annexes aux panneaux et nécessaires à l'installation (câbles, tuyaux, purgeurs, etc.).
- Anticiper la traversée des toitures et des éventuelles membranes d'étanchéité.
- Limiter les longueurs de distribution et de bouclage en cas d'eau chaude sanitaire (ECS), afin de réduire les pertes et optimiser la couverture des besoins.

### Pendant le chantier :

- Respecter les techniques d'intégration des panneaux.
- Respecter l'étanchéité de la couverture/toiture.
- Respecter le dimensionnement des équipements et des tuyauteries.
- Respecter le traitement d'étanchéité à l'air du bâtiment lors des percements.

 Les diagnostics

P. 26

FC 1

 Choisir une entreprise

P. 212

# Les capteurs solaires

## Volet d'analyse du projet

Pour qu'un projet de production d'énergie renouvelable soit optimal, il est important d'aborder les questions du volet technique, réglementaire, architectural et économique en contiguïté.

*La pose de panneaux solaires peut être soumise à avis de l'ABF :*

*En SPR :*

- AVAP (ZPPAUP) : avis simple
- PSMV : avis conforme

*Abord des monuments historiques :*

- Sans covisibilité : avis simple
- Avec covisibilité : avis conforme

### **Technique :**

Analyser les possibilités de positionnement de panneaux solaires en toiture et les rendements équivalents :

- Orientation.
- Zone de captages et ombres portées.
- Surface.
- Système solaire choisi.
- Compatibilité avec le bâtiment et les usages.

### **Réglementation et architecture :**

- Vérification des documents d'urbanisme locaux.
- Prescriptions concernant la zone du bâtiment.
- Prescriptions liées à des périmètres de sauvegarde.
- Éléments architecturaux du bâtiment à sauvegarder.
- Validation de la possibilité technique d'implantation en accord avec les prescriptions architecturales.
- Dans les espaces protégés, l'installation des panneaux est soumise à l'accord des ABF et à une déclaration préalable.

### **Économie :**

- Impact sur le budget de l'opération.
- Intérêt pour le projet et maintien de l'équilibre du budget travaux/facture énergétique annuelle.

Si la cohérence du projet est confirmée après cette analyse, il faut alors passer au montage du dossier, avec une proposition architecturale cohérente pour la demande d'autorisation et un dossier complet pour les demandes d'aides financières.



*Exemple d'équipement photovoltaïque de l'église de Remoray-Boujeons (25) – © Architectes ZIOUA*

# Les capteurs solaires

## Possibilités d'implantation

L'implantation et l'intégration des panneaux sont des éléments clés de la rentabilité et de l'acceptation du projet dans un milieu urbain et patrimonial.

### Les possibilités d'implantation des panneaux solaires :

- En toiture traditionnelle :  
Cette solution est privilégiée car elle est la plus probable à mettre en place en centre ancien.
- En toiture-terrasse :  
Cette solution est moins fréquente en centre-ville sur du bâti ancien, mais peut être rencontrée sur des bâtiments mixtes, c'est-à-dire construits avant 1950 puis modifiés ou surélevés par la suite.
- En allège, garde-corps ou en saillie :  
Cette solution peu fréquente en centre-ville et centre-bourg peut être rencontrée dans de rares cas sur des bâtiments mixtes également.

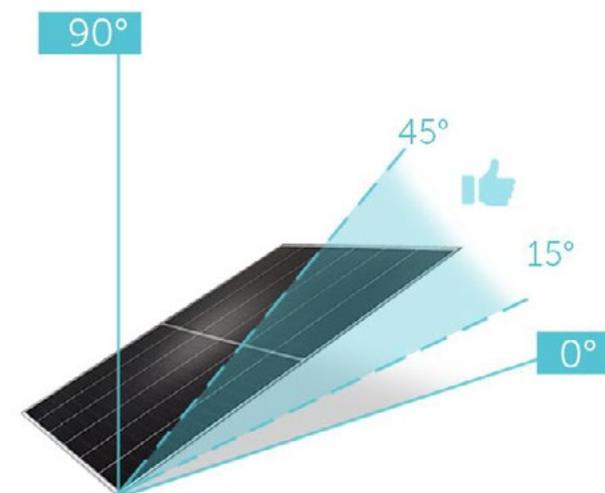
Chaque solution d'implantation nécessite une représentation précise de l'installation, de son intégration, des supports, de sa composition avec les éléments du bâti et sa cohérence architecturale.

### Réflexion à l'échelle de la copropriété :

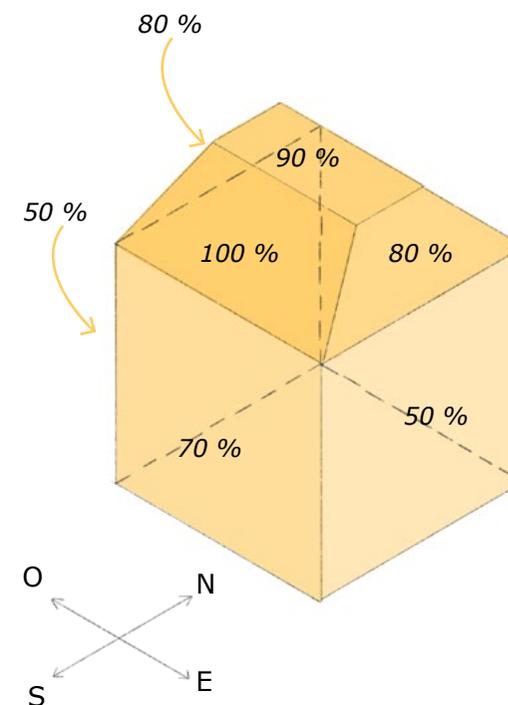
Pour favoriser la production de l'installation, une approche collective pour un bâtiment en copropriété peut être plus rentable. Mais attention, la copropriété ne doit pas être trop étendue au risque d'augmenter les pertes en bouclage.

### Localisation des panneaux

Favoriser une orientation optimale des capteurs, sur un pan de toiture peu visible depuis l'espace public, par exemple un pan de toiture sur cour intérieure ou en cœur d'îlot.



Inclinaison optimale des panneaux solaires  
© Terresolaire.com



Pourcentage d'ensevelissement des façades – © Ajena

# Les capteurs solaires

## Composition et cohérence du projet

Afin de favoriser un avis positif pour la mise en place de panneaux, il est nécessaire de proposer dès le début un projet cohérent et en accord avec le bâtiment et son environnement protégé.

### Positionnement des panneaux

Il est possible de favoriser l'implantation des capteurs sur des toitures secondaires, ou en toitures principales avec alignement des panneaux et extrémités avec les ouvertures en façade, ou de les ajouter comme de nouveaux éléments à part entière dans la composition.

Les capteurs avec une pente différente de la toiture sont à proscrire.

Un point d'attention concerne les éléments annexes de l'installation solaire : câbles, onduleurs, ballons, tuyaux, raccordements, siphons, etc.

Ils doivent impérativement être considérés également dans la proposition du projet.

### Intégration des panneaux

La pose des panneaux en intégration est la seule solution qui permette une réelle inclusion des panneaux dans la toiture. L'homogénéité visuelle du toit à l'heure actuelle n'est possible que sur des toitures de couleur anthracite.

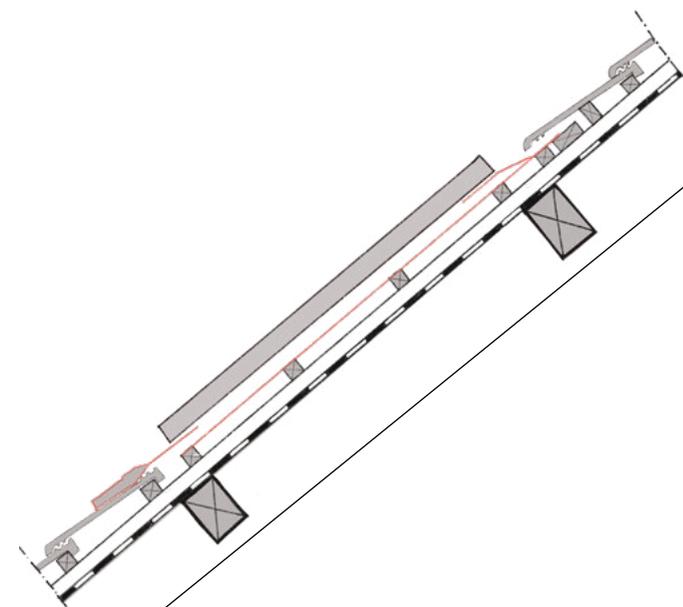
**> Privilégier l'implantation en bande et en bas de toiture.**

**Cela permet d'éviter la fragmentation des panneaux et les effets de « maillage » ou « patchwork ».**

**> Les panneaux doivent être intégrés et non rapportés sur la toiture.**



*Calepinage de panneaux solaires sur la toiture d'une église à Remoray-Boujeons (25) – © Architectes ZIOUA*



*Pose d'un panneau solaire intégré dans la toiture  
© Ajena*



Constance Bodenez

# Cahier projet

## 4.1

# Prérequis pour un projet serein



Visite de site par les équipes de maîtrise d'œuvre  
© Constance Bodenez

# Prérequis du projet

## Démarrer un projet de rénovation

Afin d'accompagner au mieux les projets de rénovation, il est essentiel de s'assurer que certaines démarches ont été effectuées.

\* **MOE** (maître d'œuvre ou maîtrise d'œuvre). Personne en charge de la conception, du suivi des travaux et de la coordination de chantier pour le compte du \* **MOA** (maître d'ouvrage ou maîtrise d'ouvrage) c'est-à-dire le client. (DICOBAT)

Durées légales administratives :

- > **Ministère de la Culture**
- > **Service public**

### Préparation du projet :

- Compte tenu des enjeux patrimoniaux et techniques du bâti ancien, le recours à des professionnels compétents est recommandé. Il est important de choisir une équipe de MOE\* compétente (savoir-faire spécifique « réhabilitation »).
- Se rapprocher des EIE – Espaces Conseil FAIRE et des CAUE.
- Avoir un budget et un programme.
- Vérifier (éventuellement auprès des CAUE ou d'un.e architecte) les protections qui s'appliquent à sa parcelle.
- S'assurer que les diagnostics nécessaires au bon démarrage du projet ont été réalisés.



Les diagnostics

P. 26

FC 1

### Durées moyennes d'une rénovation :

Les durées sont données à titre indicatif, c'est-à-dire à partir du moment où les éléments préparatoires du projet sont figés.

- Pour une rénovation « lourde » :  
Études : environ 8 à 12 mois.  
Travaux : 8 à 14 mois selon les travaux et le type de projet.
- Pour une rénovation « légère » :  
Études : environ 6 à 8 mois.  
Travaux : 4 à 6 mois selon les travaux et le type de projet.

Pour plus d'information sur le déroulé d'un chantier :



Le déroulé d'un chantier

FC 6

### Pendant les études :

- Attention à l'obligation de recours à un.e architecte.  
> Vérifier sur le site **Service public**.
- Solliciter l'UDAP de son département **AVANT** le dépôt du permis de construire (PC) ou de la déclaration préalable (DP) – idéalement en phase d'études, avant la validation du dessin de l'enveloppe.  
**Objectifs** : présenter la démarche, les points particuliers et éviter un refus lors du dépôt du PC ou de la DP.

### Durées légales administratives :

- **Déclaration préalable** :  
Délai de droit commun : 1 mois + 2 mois de recours des tiers.  
Délai majoré : + 2 mois selon le type de protection.
- **Permis de construire** :  
Délai de droit commun : 3 mois + 2 mois de recours des tiers.  
Délai majoré : 3 à 4 mois selon la nature des travaux et le type de protection.

# Prérequis du projet

## Cas de figure de rénovation en fonction du public concerné

En centre urbain, envisager des travaux nécessite souvent de faire appel à la copropriété. Plusieurs actions sont possibles, selon l'échelle d'intervention, elles influencent le déroulement du projet.

**Un constat contradictoire d'état des existants**, établi par un huissier, apporte un confort en cas de travaux conséquents. Il permet de constater via un PV l'état du bâtiment existant et donc d'avoir un document de référence en cas d'apparition de désordres.

### Travaux circonscrits à un seul logement

#### Accord de travaux :

Propriétaire unique du bien : *néant*.

Propriétaire dans une copropriété. Certains travaux nécessitent un accord de la copropriété :

- Modification de la structure.
- Modification de la façade (y compris le changement de menuiseries, pose de volets, modification de la couleur des menuiseries).
- Travaux ayant un impact sur une partie commune de l'immeuble.

#### Action à l'échelle du logement :

- Isolation des parois.
- Isolation des planchers.
- Mise en place d'une ventilation.

Afin de garantir le bon déroulement des travaux, il est d'usage de :

- Prévenir si un espace commun est occupé (présence de bennes, stockage de matériaux)
- Informer sur la durée des nuisances.

### Pour en savoir plus sur les différentes échelles d'intervention :

 Approche transcalaire de la rénovation

P. 24

### Travaux de copropriété

#### Accord de travaux :

L'accord de la copropriété est nécessaire pour certains travaux, ils sont alors soumis à différentes règles de vote :

- Modification de la structure.
- Modification de la façade (y compris le changement de menuiseries, pose de volets, modification de la couleur des menuiseries).
- Travaux ayant un impact sur une partie commune de l'immeuble.

#### Action à l'échelle de la parcelle :

- Maintien de la cohérence architecturale de l'ensemble du bâtiment, voire du bâtiment dans son environnement urbain et son quartier.
- Intérêt commun des travaux (approvisionnement, accès au chantier, stockage sur espaces communs, périodes de nuisances, etc.).
- Mutualisation des coûts (échafaudages, réduction d'échelle des coûts, etc.).

**Gestion financière** : c'est le syndic qui a pour mission de gérer les travaux qui pourraient être collectivement décidés par le syndicat des copropriétaires.

#### Coach Copro :

La plateforme, liée aux Espaces Conseil FAIRE, est spécifiquement dédiée à l'accompagnement des copropriétés.

> <https://www.coachcopro.com/>

## 4.2

# Notions de coûts



*Éolienne - © Pixabay*

## Coût global d'une opération

### Le coût global de l'opération

Lors d'une opération de réhabilitation, il faut prendre en compte :

- **Les études** : si recours à un.e architecte, un bureau d'études thermiques ou à un maître d'œuvre pour la gestion des travaux.
- **Les diagnostics** : c'est un investissement pour la suite du projet qui peut éviter des dépassements de budget. Voir la fiche diagnostic :



Les diagnostics

P. 26

FC 1

- **Le coût des travaux** : réparation d'éventuelles pathologies, travaux de rénovation et travaux induits (peinture).
- **Les coûts annexes** : ils peuvent concerner – selon les travaux – les assurances, un espace de stockage...

### Prendre en compte les gains

- **L'amélioration du confort** lié à l'amélioration de la performance énergétique.
- **La diminution de la facture énergétique** mensuelle pour toute la durée d'occupation du logement par la suite.
- **L'augmentation de la valeur du bien\***

*\* Si les travaux sont correctement réalisés par des professionnel.le.s et en évitant la création de désordres ou pathologies futures.*

*Le coût financier pour réparer des désordres créés par des travaux non coordonnés peut être conséquent.*

### Avoir les bons réflexes

**Les Espaces Conseil FAIRE** sont les interlocuteurs prioritaires pour les questions d'ordre financier et pour aider sur le montage des dossiers financiers des particuliers.

**Le recours à un.e professionnel.le** qualifié.e pour la réhabilitation permet d'envisager une pluralité de solutions et d'adaptations selon la nature du projet et la volonté des maîtres d'ouvrage.

# Notions de coûts

## De l'importance de l'approche globale

L'analyse des coûts réalisée par Dorémie et Énertech démontre l'importance d'une approche globale et de travaux groupés.

ADEME, Dorémi, Énertech, 2020.  
La rénovation performante par étapes – Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC rénovation ou équivalent à terme en logement individuel. 196 pages.

Dorémi et Énertech ont mené une analyse financière sur les conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC. Ils proposent une analyse de cas comparative entre deux ménages.

- **Le ménage X**, qui réalise les travaux de manière non coordonnée en amont.
- **Le ménage Y**, qui réalise ses travaux en une seule étape.

L'analyse financière réalisée par Dorémi permet de se rendre compte que :

- **À investissement égal initial**, l'approche globale permet d'obtenir **le niveau BBC et de réduire par 6 les dépenses énergétiques.**
- **À 15 ans** : les dépenses des deux ménages sont similaires, soit environ 40 000 €. La différence tient dans le fait qu'**avec l'approche globale, l'argent est injecté à 2/3 dans le patrimoine et à 1/3 dans les dépenses énergétiques.** À l'inverse, avec une approche non globale : 1/3 des dépenses est liée à l'amélioration du logement et 2/3 aux dépenses énergétiques.
- **Entre 15 et 20 ans** et au-delà, la différence de dépenses entre les deux ménages continuera de s'accroître.

\* Le ménage bénéficie dans cette situation de l'isolation à 1 €, qui a aujourd'hui disparu.

Le tableau ci-contre a été réalisé en reprenant les données explicitées par l'étude "Conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC". La projection ne tient pas compte d'une éventuelle inflation du prix de l'énergie.

	<b>Ménage X</b> <i>Rénovation par étapes non coordonnées</i>	<b>Ménage Y</b> <i>Approche globale de la rénovation</i>
<b>Coût des travaux</b>		
Coût des travaux avant aides	55 500 €	55 500 €
Coût des travaux après déductions des aides*	13 403 €	28 200 €
Pourcentage financé par EPZ*	45 %	100 %
<b>Dépenses énergétiques</b>		
Dépenses énergétiques avant travaux	3 454 €/an	3 454 €/an
Dépenses énergétiques après travaux	1 799 €/an	584 €/an
<b>Analyse cumulée à +15 ans</b>		
Total cumulé des dépenses énergétiques	28 993 €	11 630 €
Total cumulé des dépenses énergétiques + travaux	42 296 €	39 826 €
<b>Analyse cumulée à +20 ans</b>		
Total cumulé des dépenses énergétiques	39 787 €	15 134 €
Total cumulé des dépenses énergétiques + travaux	53 090 €	43 330 €

# Notions de coûts

## Comparatif des coûts écologiques et financiers d'utilisation des matériaux pour l'isolation des combles

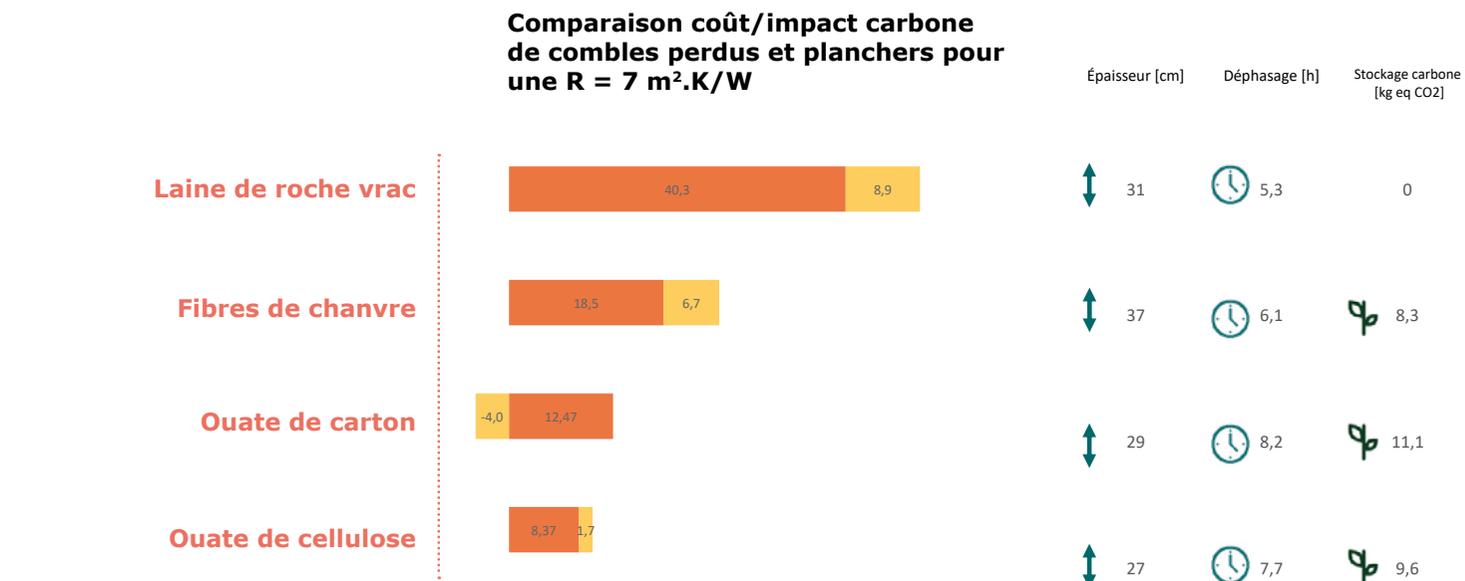
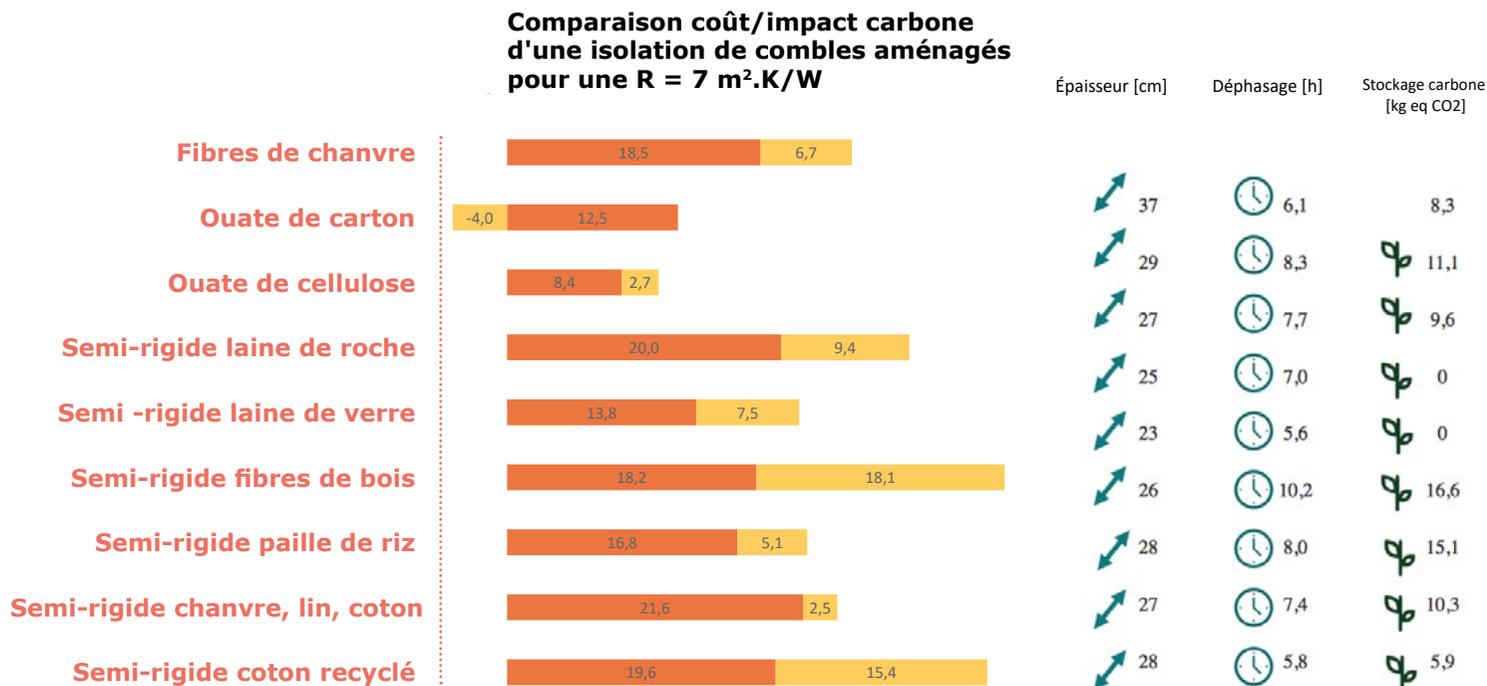
La notion de coût est complexe à envisager, car elle doit prendre en compte et pondérer plusieurs critères.

- Coût (€/m<sup>2</sup>) avec pose
- Impact carbone (kg CO<sup>2</sup> eq/m<sup>2</sup>)

Valeurs 2020-2021

L'évaluation du coût est un **ratio** et ne peut en aucun cas servir à faire des estimations financières.

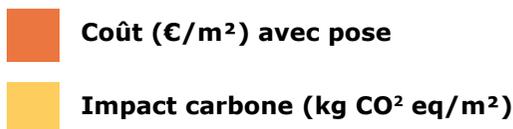
Étude comparative réalisée par Karibati pour l'AJENA - 2021



# Notions de coûts

## Comparatif des coûts écologiques et financiers d'utilisation des matériaux pour une ITE

La notion de coût est complexe à envisager, car elle doit prendre en compte et pondérer plusieurs critères.

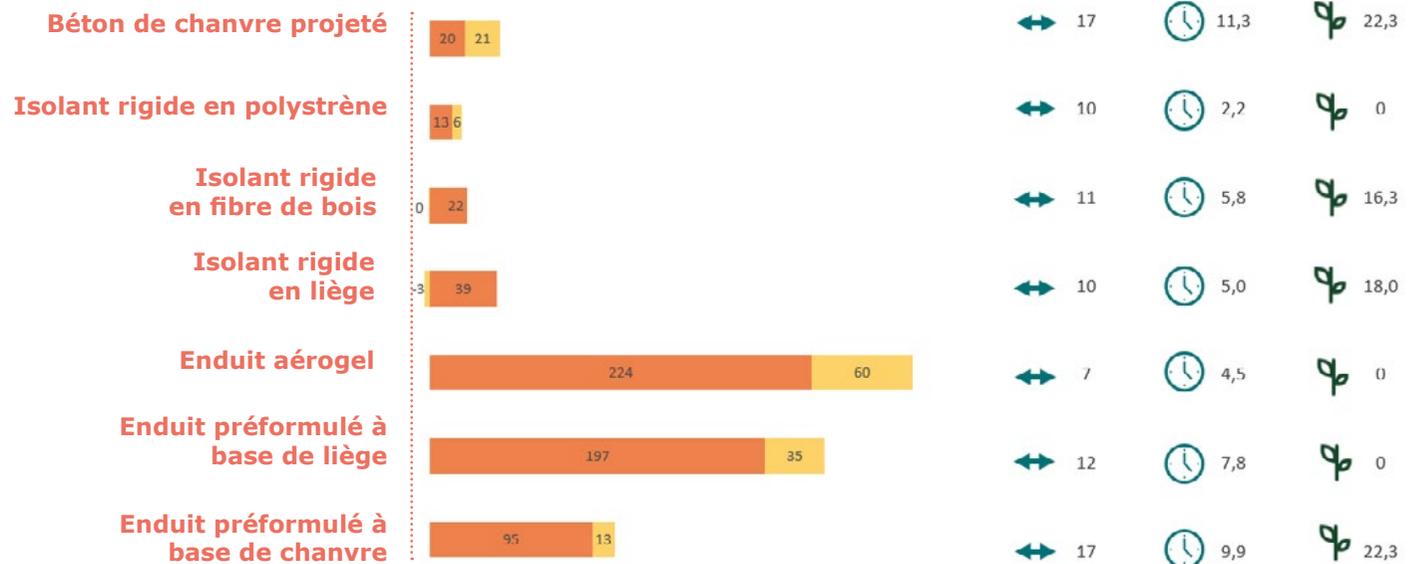


Valeurs 2020-2021

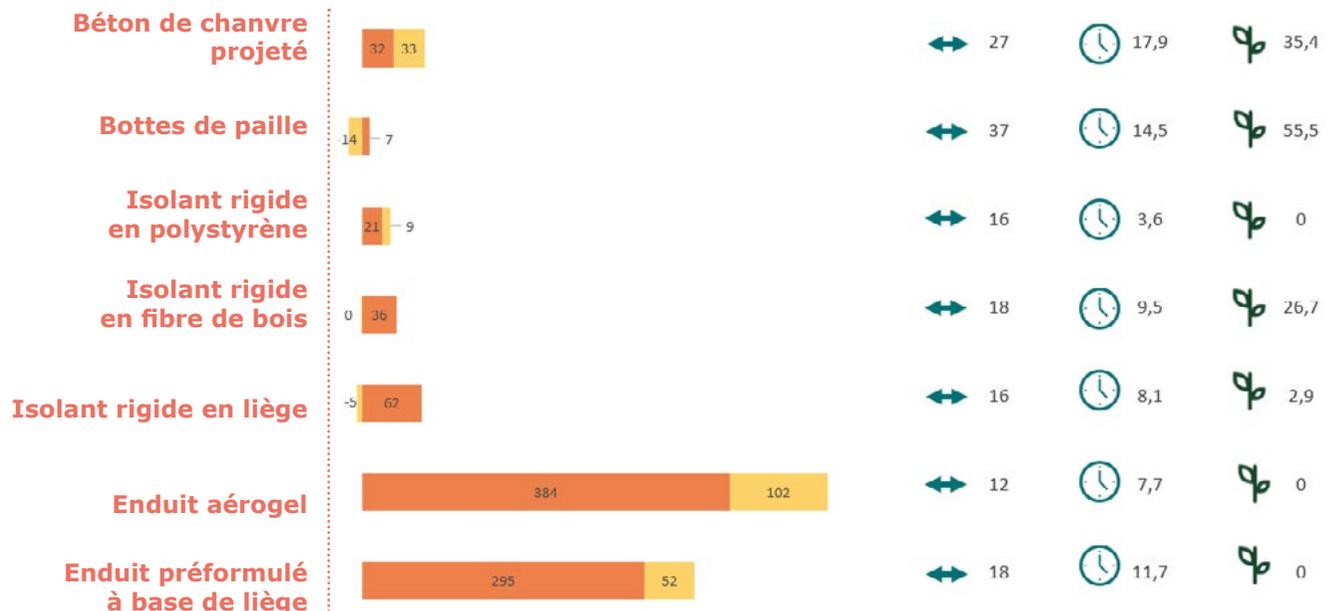
L'évaluation du coût est un **ratio** et ne peut en aucun cas servir à faire des estimations financières.

Étude comparative réalisée par Karibati pour l'AJENA - 2021

### Comparaison coût/impact carbone d'une ITE pour une R = 2,5 m<sup>2</sup>.K/W



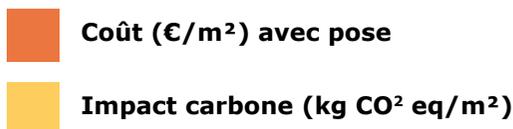
### Comparaison coût/impact carbone d'une ITE pour une R = 4 m<sup>2</sup>.K/W



# Notions de coûts

## Comparatif des coûts écologiques et financiers d'utilisation des matériaux pour une ITI

La notion de coût est complexe à envisager, car elle doit prendre en compte et pondérer plusieurs critères.

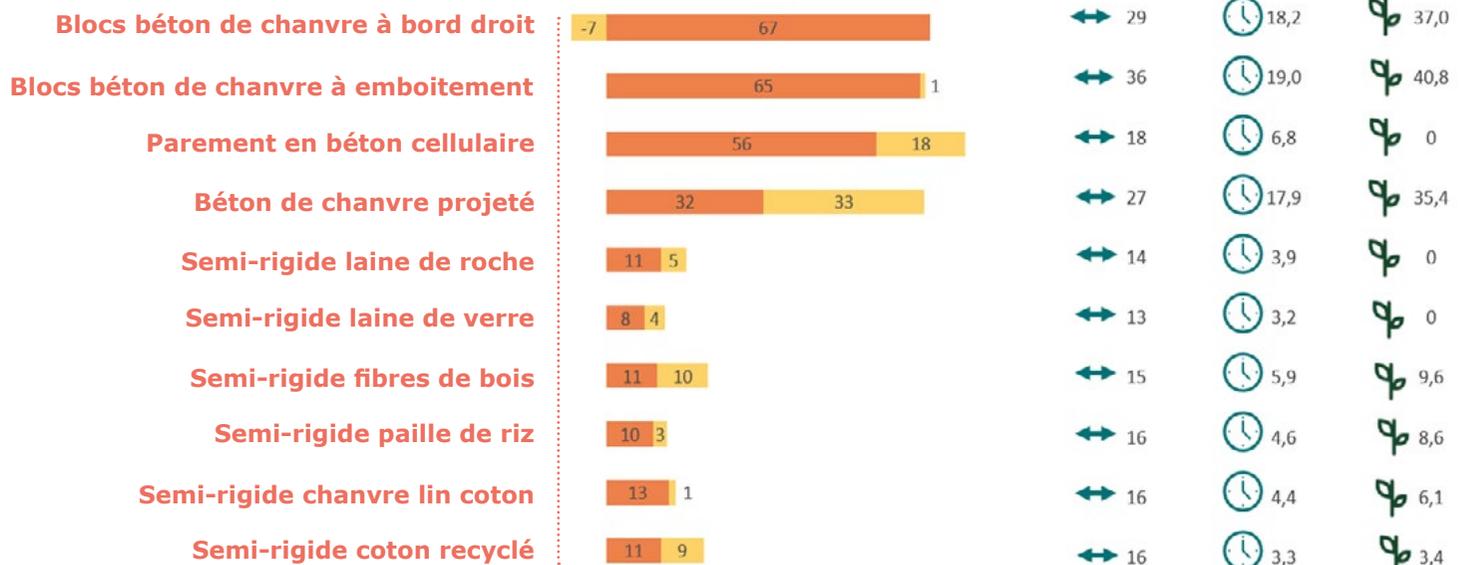


Valeurs 2020-2021

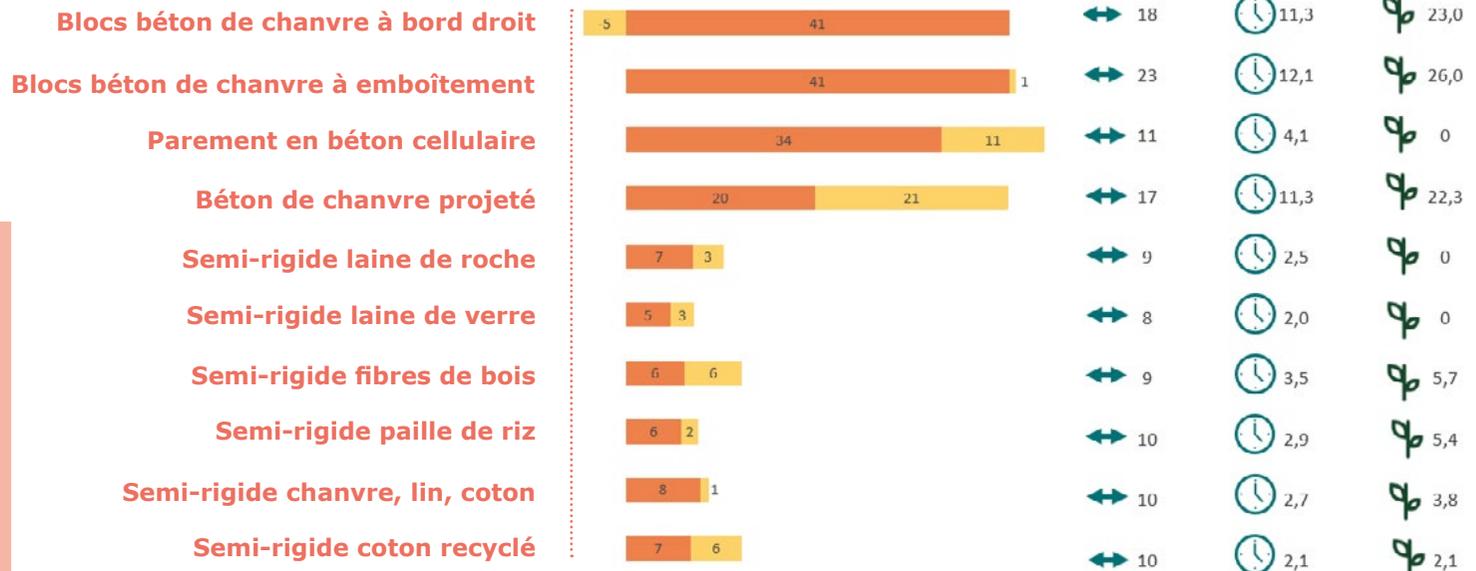
L'évaluation du coût est un **ratio** et ne peut en aucun cas servir à faire des estimations financières.

Étude comparative réalisée par Karibati pour l'AJENA - 2021

### Comparaison coût/impact carbone d'une ITI pour une R=4 m<sup>2</sup>.K/W



### Comparaison coût/impact carbone d'une ITI pour une R = 2,5 m<sup>2</sup>.K/W



# Notions de coûts

## Comparatif des coûts écologiques et financiers d'utilisation des matériaux pour une ITE

La notion de coût est complexe à envisager, car elle doit prendre en compte et pondérer plusieurs critères.

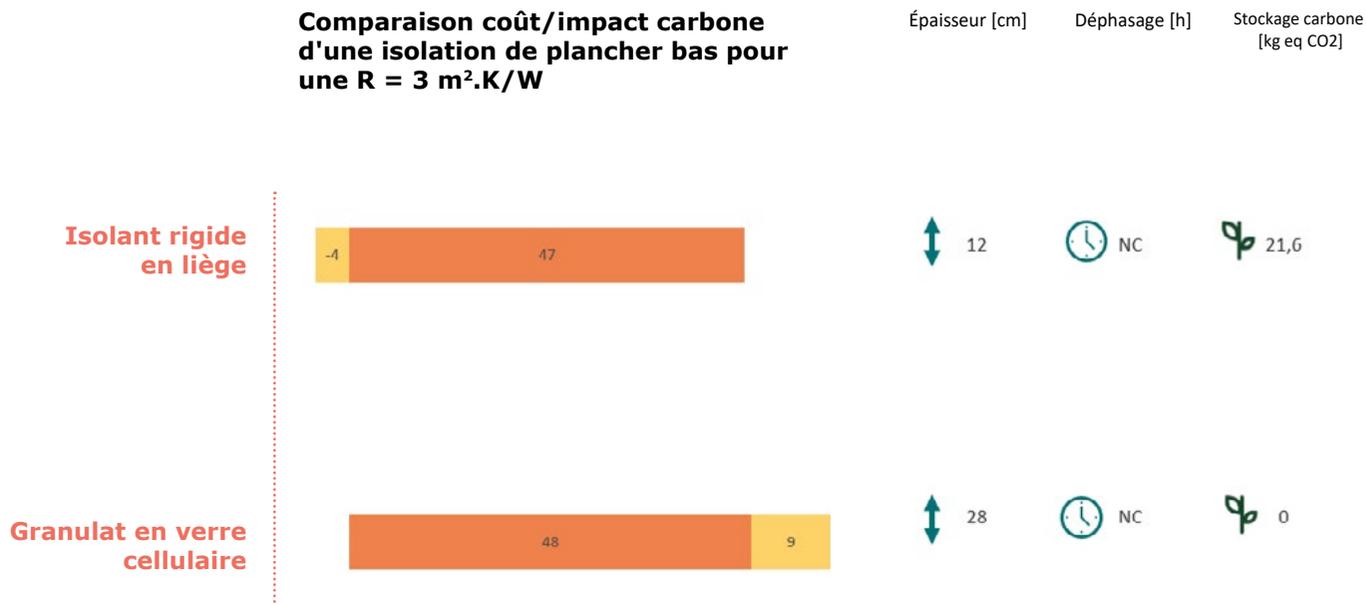
- Coût (€/m<sup>2</sup>) avec pose
- Impact carbone (kg CO<sup>2</sup> eq/m<sup>2</sup>)

Valeurs 2020-2021

L'évaluation du coût est un **ratio** et ne peut en aucun cas servir à faire des estimations financières.

Étude comparative réalisée par Karibati pour l'AJENA - 2021

### Comparaison coût/impact carbone d'une isolation de plancher bas pour une R = 3 m<sup>2</sup>.K/W



## 4.3

# Préparation du chantier



*Immeuble en travaux, place de la Révolution à Besançon  
(25) - © Ajena*

# Préparation du chantier

## Planification du chantier

### Le temps du chantier

L'approche globale de la rénovation favorise un seul temps de travaux permettant de réaliser toutes les opérations nécessaires.

#### Cela permet de :

- Gérer les interfaces qui sont l'enjeu principal d'une rénovation performante.
- Coordonner les différents corps d'état pendant une seule et même intervention.
- Limiter et réduire les nuisances à une période limitée dans le temps. Le chantier est une période complexe, qui peut être exigeante mentalement du fait des nuisances qu'elle génère (bruit, poussière, occupation du logement).
- Grouper les travaux et les coûts en cas d'emprunt (prêt à taux zéro).

### La gestion du chantier

Selon la nature du projet et les travaux envisagés, gérer un chantier peut s'avérer complexe, et au-delà des compétences des propriétaires.

S'adresser à un.e professionnel.le de la construction, dont le métier sera de coordonner et piloter les travaux est une solution adaptée. Ce.tte professionnel.le gère les entreprises (coordination, planification, commande des équipements), mais aussi l'aspect financier et administratif (vérification des assurances décennales, visa des devis, suivi financier de la facturation des travaux, etc.).

#### À qui s'adresser ?

- Si le projet est suivi par un.e architecte, il ou elle sera amené.e à suivre les travaux.
- Il est également possible de recruter un maître d'œuvre qui assurera la coordination des travaux.

#### À savoir :

*Dans les deux cas : une maîtrise d'œuvre réalisée par un.e architecte ou bien par les professionnel.le.s (groupement d'entreprises, BE, etc.) réalisant les travaux, le coût de la coordination du chantier sera payé par le maître d'ouvrage soit à l'architecte (mission DET), soit aux professionnel.le.s (car inclus dans les devis).*

# Préparation du chantier

## Check-list avant le démarrage d'un chantier

Avant de démarrer son chantier, il est important d'effectuer certaines démarches qui permettent de démarrer sereinement.

### Autorisations administratives :

- Obtenues sans réserve.
- Affichées selon le délai réglementaire (éventuellement avec constat d'huissier).
- Recours des tiers écoulé.
- Si copropriété, accord et autorisation pour faire les travaux.
- Autorisation d'occupation de la voie publique.

### Demandes de subventions :

- Déposées avant la signature des marchés.

### Constat contradictoire par un huissier :

- Si des travaux conséquents sont mis en œuvre dans une propriété mitoyenne, il est important de faire appel à un **huissier pour établir un constat contradictoire** avant le début des travaux.

**Objectifs :** Statuer d'un état existant pour éviter les litiges dans le cas où les travaux auraient un impact sur les bâtiments voisins. Il est recommandé de le faire en cas de travaux importants (drainage des sols, modification des toitures, etc.).

### Entreprises :

- Vérifier les assurances.
- Vérifier la solvabilité de l'entreprise (sur société.com).
- Signature des devis et actes d'engagement avant le début des travaux.
- *Si le chantier est suivi par un.e architecte ou un MOE :* application de la retenue de garantie ou caution bancaire.



Exemple d'occupation de voirie pour des travaux de couverture à Lons-le-Saunier (39) - © Ajena

## Le choix des entreprises

Choisir une entreprise est une étape importante, cela dépendra de l'importance des travaux, la durée du chantier, mais aussi des exigences du maître d'ouvrage.

### Typologies d'entreprises

#### Entreprise générale :

*Une seule entreprise avec plusieurs corps de métiers et plusieurs compétences en interne.*

#### Avantages :

- Une seule entreprise et une bonne gestion des interfaces.

#### Inconvénients :

- Opacité sur la gestion des travaux.
- Opacité sur la sous-traitance. En principe elles doivent être validées par la MOA, mais c'est complexe dans des petits chantiers.

#### Groupement d'entreprises :

*Plusieurs entreprises indépendantes qui se regroupent pour répondre à un marché de travaux ensemble.*

#### Avantages :

- Une meilleure gestion des travaux grâce à des entreprises qui ont développé des habitudes de travail.

#### Inconvénients :

- Demande aux entreprises du groupement de s'associer administrativement et de gérer la coordination du chantier en interne, ce qui peut être chronophage.

#### Artisan.e.s indépendant.e.s :

*Des entreprises indépendantes avec des compétences spécifiques qui travaillent indépendamment les unes des autres.*

#### Avantages :

- Plus spécialisé qu'une entreprise générale. Meilleure disponibilité sur de petites opérations.

#### Inconvénients :

- La coordination entre les différents corps d'état est complexe.

### Labélisation et annuaires professionnels

#### Dispositif RGE « Reconnu garant de l'environnement »

La qualification RGE des entreprises est nécessaire pour l'obtention de certaines aides (MaPrimeRénov', Éco PTZ, etc.) :

**RGE Certibat** : travaux de rénovation énergétique globale.

**RGE Éco artisan** : évaluation thermique pour l'évaluation de l'efficacité énergétique des logements.

**RGE Qualibat** : travaux d'efficacité énergétique.

**RGE Qualifelec** : pour les travaux électriques de rénovation d'efficacité énergétique.

**RGE Qualit'ENR** : travaux d'installation d'équipements favorisant les ENR.

**RGE - les Pro de la performance énergétique** : travaux de performance énergétique.

**RGE NF maison rénovée (HQE)** : rénovation énergétique globale lourde.

Retrouvez l'annuaire des entreprises qualifiées RGE en BFC :

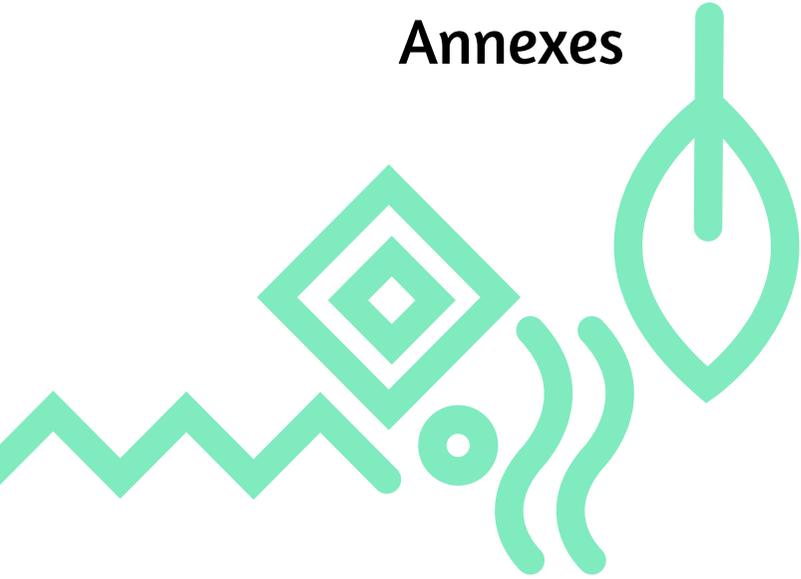
- Sur le site Pôle Énergie Bourgogne-Franche-Comté : <https://www.pole-energie-franche-comte.fr/>
- Sur le site FAIRE.gouv : <https://www.faire.gouv.fr/trouvez-un-professionnel>

#### Entreprises du patrimoine :

Les entreprises possédant des compétences spécifiques et des savoir-faire se regroupent dans différents annuaires :

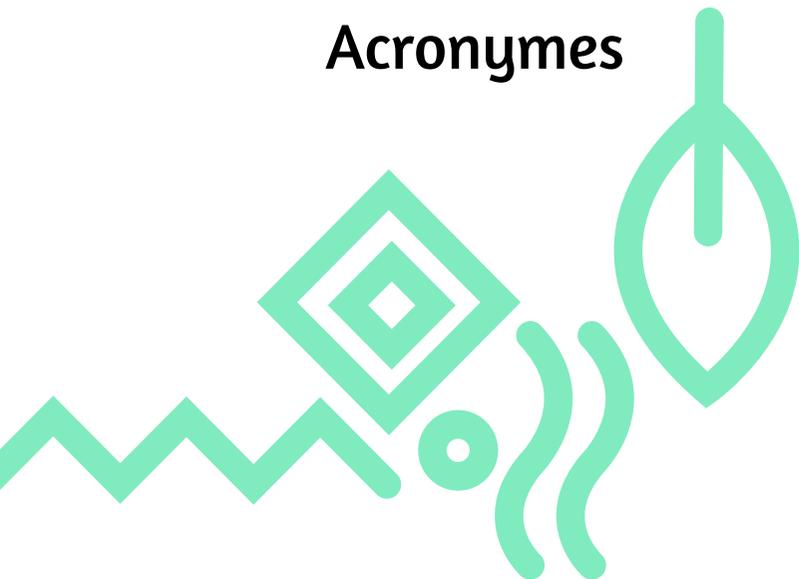
- **Artisans du patrimoine** <https://artisansdupatrimoine.fr/>
- **Annuaire des métiers d'art** <https://www.annuaire-metiersdart.com/>

# Annexes



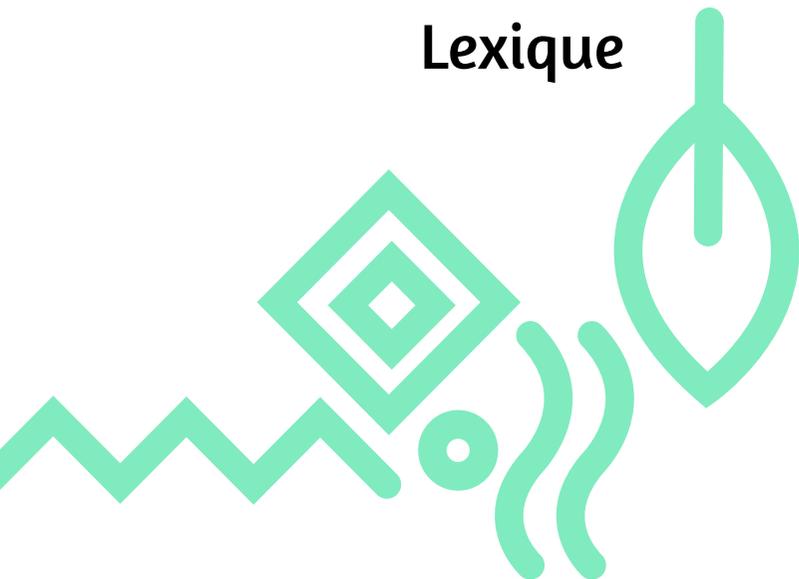
Acronymes .....	217
Lexique .....	218
Index .....	222
Bibliographie .....	224

# Acronymes



- **ABF**  
Architecte des Bâtiments de France
- **AQC**  
Agence qualité construction
- **AVAP**  
Aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine
- **CAUE**  
Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement
- **CREBA**  
Centre de ressources pour la réhabilitation responsable du bâti ancien
- **CTE**  
Correction thermique par l'extérieur
- **CTI**  
Correction thermique par l'intérieur
- **DPE**  
Diagnostic de performance énergétique
- **DRAC**  
Direction régionale des affaires culturelles
- **EPIC**  
Établissement public à caractère industriel et commercial
- **HBM**  
Habitations à bon marché
- **ITE**  
Isolation thermique par l'extérieur
- **ITI**  
Isolation thermique par l'intérieur
- **MH**  
Monuments historiques
- **MOE**  
Maître d'œuvre ou Maîtrise d'œuvre
- **MOA**  
Maître d'ouvrage ou Maîtrise d'ouvrage
- **PLU**  
Plan local d'urbanisme
- **PSMV**  
Plan de sauvegarde et de mise en valeur
- **PVAP**  
Plan de valorisation de l'architecture et du patrimoine
- **RAGE**  
Règles de l'art Grenelle de l'Environnement
- **SCOT**  
Schéma de cohérence territoriale
- **SPR**  
Site patrimoine remarquable
- **STD**  
Simulation thermodynamique
- **UDAP**  
Unité départementale de l'architecture et du patrimoine
- **ZPPAUP**  
Zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager

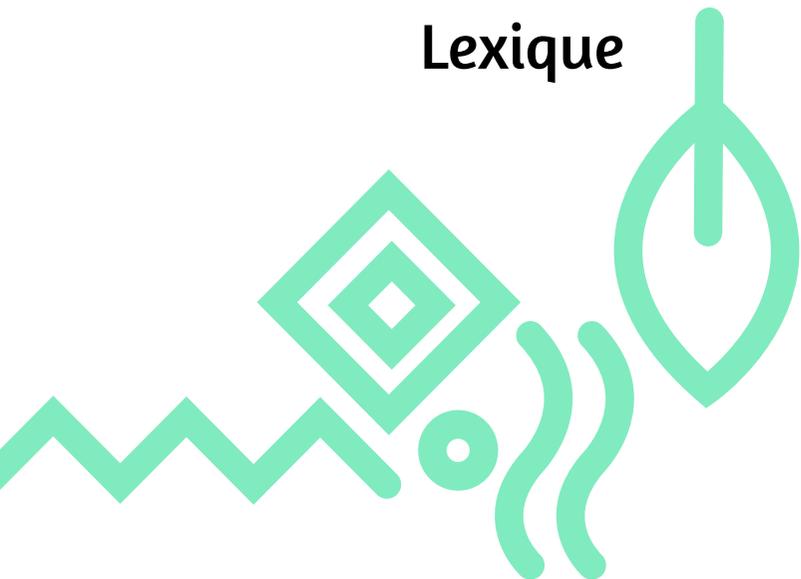
# Lexique



- **Adapter, v. t. :** Modifier la pensée, (...) ou modifier quelque chose pour l'appropriier à quelqu'un, le mettre en accord avec quelque chose. (Dictionnaire Larousse).
- **Allège, n. f. :** Élément mural situé entre le niveau d'un plancher et l'appui d'une baie ; l'allège a la même largeur que la baie, ou la largeur de plusieurs baies juxtaposées si elles sont séparées par des meneaux.
- **Baie, n. f. :** Toute ouverture pratiquée dans un mur ou dans une toiture, ayant pour objet le passage ou l'éclairage des locaux (porte extérieure, fenêtre, vasistas, lucarne, soupirail, etc.).
- **Bâti ancien :** Construction datant d'avant 1947, utilisant des techniques traditionnelles et des matériaux biosourcés et géosourcés.
- **Chatière, n.f. :** Petite ouverture aménagée dans la toiture pour la ventilation des combles.
- **Capillarité, n. f. :** Résultat des effets de la tension superficielle des liquides, phénomène physique lié au caractère élastique de la surface de tout liquide, et au fait que sa propagation est facilitée par le rapprochement des parois qui l'entourent.
- **Centre-bourg :** Petites et grandes communes munies de typologies urbaines caractéristiques et dont la réhabilitation et valorisation constitue un enjeu territorial.
- **Chevron (charp.), n. m. :** Chacune des pièces de bois équarri fixées sur les charpentes suivant la ligne de pente, pour porter les supports horizontaux des matériaux de couverture (lattes, liteaux, voliges ou panneaux de sous-toiture non autoporteurs).
- **Chien-assis, n. m. :** Petite lucarne de comble dont le toit est retroussé en pente inverse de celle de la toiture, son profil évoquant plus ou moins celui d'un chien qui serait assis sur le toit.
- **Coefficient de conductivité thermique :**  $\lambda$  en W/m.°C. Il indique la quantité de chaleur qui se propage par conduction\* thermique en 1 seconde, à travers 1 m<sup>2</sup> d'un matériau homogène, épais d'1 mètre lorsque la différence de température entre les deux face est de 1°C.
- **Conduction thermique :** Phénomène de progression de l'énergie calorifique ("la chaleur") dans un solide de proche en proche ("par contact"). Différent du rayonnement ou de la convection.
- **Console, n. f. :** Support d'un élément quelconque en surplomb : support de balcon, de corniche, de vase, de statue.
- **Contre-lattage, n. m. :** Mise en place, après la pose d'un écran de sous-toiture, d'un ensemble de lattes parallèles aux chevrons. Cet ouvrage permet la circulation d'air indispensable entre

*Sauf mention contraire, les définitions sont issues de : DE VIGAN Aymeric et DE VIGAN Jean, Le Petit Dicobat : dictionnaire général du bâtiment, 10<sup>e</sup> édition, 2019, Éditions Arcature.*

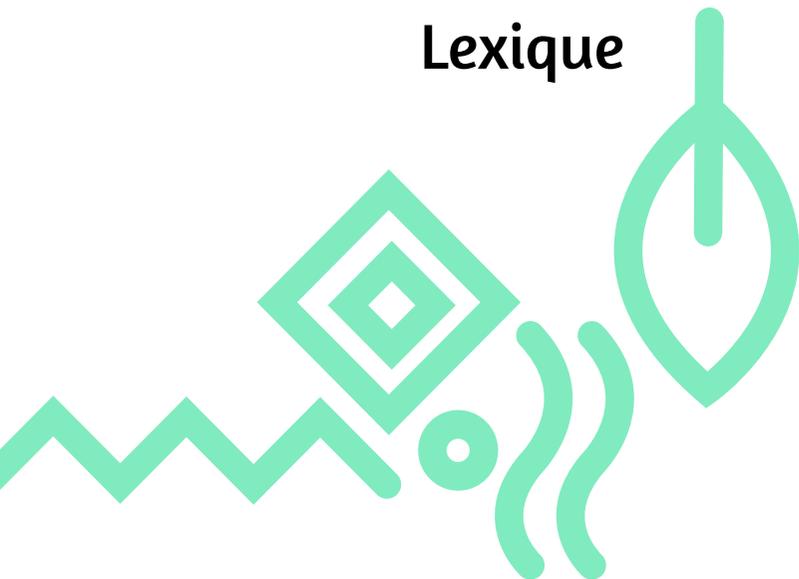
# Lexique



*Sauf mention contraire, les définitions sont issues de :  
DE VIGAN Aymeric et DE VIGAN Jean,  
Le Petit Dicobat : dictionnaire général du bâtiment,  
10<sup>e</sup> édition, 2019, Éditions Arcature.*

- l'écran et le matériau de couverture.
- **Cordon, n. m. :**  
Sur une façade, bandeau étroit et peu saillant qui marque le niveau des planchers.
- **Corniche, n. f. :**  
À l'extérieur, forte moulure en saillie qui couronne et protège une façade, et sur laquelle sont souvent établis les chéneaux.  
À l'intérieur, la corniche désigne toute moulure poussée ou rapportée à la jonction des murs avec les plafonds.
- **Effusivité, n. f. :**  
Capacité d'un matériau à échanger de l'énergie thermique avec son environnement.
- **Enjeux climatiques :**  
Évolution du climat sur les prochaines décennies qui va faire émerger de nouvelles problématiques (confort d'été, approvisionnement en énergie décarbonée, pollution de l'air, gestion de l'eau, etc.).
- **Facteur solaire :**  
Mesure des coefficients d'absorption et de transparence cumulés, c'est-à-dire le rapport entre l'énergie qui pénètre dans un local à travers un vitrage et l'énergie totale incidente.
- **Faîtage (charp.), n. m. :**  
Le faitage est la pièce de bois horizontale, dite panne faitière, qui relie le sommet des poinçons ou les angles supérieurs des fermes.
- **Faîtage (couv.), n. m. :**  
Ligne de jonction supérieure de deux pans de toiture inclinés suivant des pentes opposées : le faitage constitue la ligne de partage des eaux pluviales.
- **Gueule-de-loup (men.), n. f. :**  
Moulure en creux du montant battant d'un vantail de croisée dans laquelle vient s'emboîter la moulure en contre-profil, dite mouton, de l'autre vantail.
- **hygrométrie/hygroscopie, n. f. :**  
Étude et mesure des taux d'humidité de l'air ambiant.
- **Imposte, n. f. :**  
Partie d'une baie située au-dessus des vantaux ouvrants de la porte ou de la croisée ; l'imposte peut être fixe ou ouvrante, battante, basculante ou pivotante, vitrée ou pleine.
- **Inertie (therm.), n. f. :**  
Caractère d'un matériau capable d'accumuler de l'énergie calorifique lors d'un apport de chaleur, pour la restituer ensuite, dans un délai plus ou moins long.
- **Jambage, n. m. :**  
Faces visibles des piédroits d'une baie (maçonneries qui composent ses montants latéraux), au nu des trumeaux ou parallèles à ce nu.
- **Lambourde de plancher, n. f. :**  
La lambourde de plancher est une pièce de bois horizontale, disposée le long d'un mur ou accolée contre une poutre, pour supporter les extrémités des solives d'un plancher.
- **Menuiseries, n. f. :**  
Au pluriel, les

# Lexique



menuiseries désignent l'ensemble des ouvrages issus de ce travail : menuiseries extérieures (croisées, portes, fermetures) et menuiseries intérieures (portes, huisseries, parquets, lambris, plinthes, mobilier, placards...).

- **Linteau, n. m. :** Élément monolithe qui ferme le haut d'une baie et soutient la maçonnerie située au-dessus de l'ouverture, reportant sa charge vers les jambages, piédroits ou poteaux.
- **Lucarne, n. f. :** Ouverture ménagée dans un pan de toiture pour donner du jour et de l'air aux locaux sous combles. La lucarne se différencie des châssis, tabatières, vasistas et fenêtres pour toits en pente par le fait que sa baie est verticale, et qu'elle est abritée par un ouvrage de charpente et de couverture.
- **Moellon, n. m. :** Petit bloc de pierre calcaire, soit brut, soit équarri et plus ou moins taillé, utilisé pour la

construction des murs en pierre maçonnés. Par convention, le moellon est un bloc assez petit pour être porté et manipulé par un homme, sans l'assistance d'un appareil de levage.

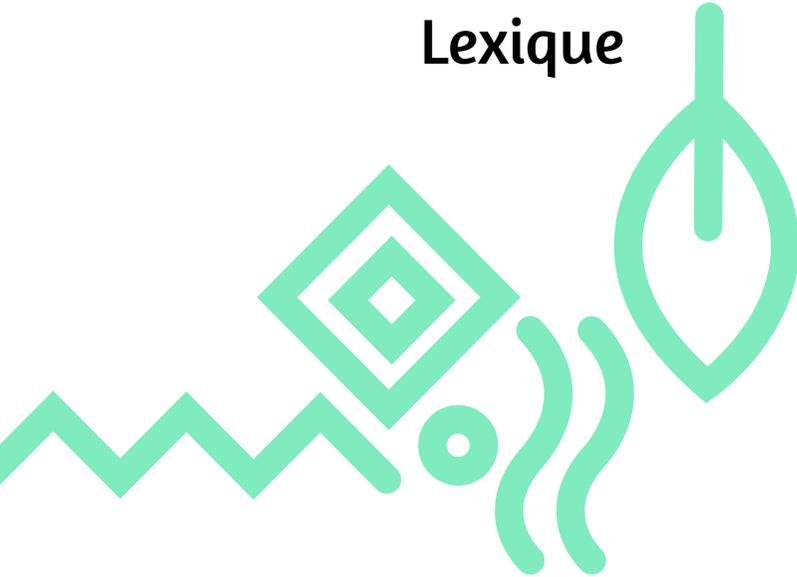
- **Mur de refend :** Mur porteur intérieur, en général perpendiculaire aux façades.
- **Mur gouttereau :** Mur qui porte un versant de toiture et son égout, vers lequel s'écoulent les eaux de pluie.
- **NO<sub>x</sub> :** Notation de l'ensemble des oxydes d'azote. La mesure du taux de NO<sub>x</sub> dans les gaz brûlés, primordiale lors de l'entretien annuel des chaudières, est obligatoire.
- **Outeaux (n.m.) :** Large chatière ou petite lucarne de ventilation. Concerne principalement les toitures en ardoise et nécessite un ouvrage de charpente.
- **Panne (charp.), n. f. :** Pièce horizontale d'une charpente de comble, en bois ou en métal.
- **Perspiration, n. f. :** Émission d'eau faible mais permanente par

les pores de la peau ; c'est une composante des échanges hygrométriques permanents entre le corps humain et son environnement (la transpiration étant l'évaporation de cette humidité). Une perspiration modérée, élément essentiel du confort thermique, correspond à une température de 15 à 20 °C (selon l'activité) et à une hygrométrie moyenne.

- **Pied-droit, n. m. :** Partie verticale du mur qui porte une voûte, montant du soubassement à la naissance de voûte. Il reçoit la retombée de l'arc ou l'extrémité de la plate-bande ou du linteau.
- **Pouvoir calorifique (PC) :** quantité de joules (ou de kilocalories) produite par la combustion d'une unité de poids ou de volume d'un corps, mesurée de façon expérimentale, à 25 °C et sous pression atmosphérique normale.

*Sauf mention contraire, les définitions sont issues de : DE VIGAN Aymeric et DE VIGAN Jean, Le Petit Dicobat : dictionnaire général du bâtiment, 10<sup>e</sup> édition, 2019, Éditions Arcature.*

# Lexique



- **Pouvoir calorifique inférieur (PCI) :**  
Qui mesure l'énergie effectivement utilisable, dégagée par une combustion à feu ouvert.
- **Pouvoir calorifique supérieur (PCS)**  
Qui prend en compte la condensation des eaux dégagées par la combustion
- **Réhabilitation, n. f. :**  
Fait de rétablir (quelqu'un, quelque chose) dans l'estime, dans la considération perdue.  
Fait (pour quelqu'un, quelque chose) de retrouver cette estime, cette considération. (CNRTL)
- **Résistance thermique d'un matériau :**  
R en m<sup>2</sup>.K/W. Aptitude d'un matériau à ralentir la progression de l'énergie calorifique qui le traverse.
- **Salpêtre, n. m. :**  
Cristaux blancs anhydres et laineux de nitrate de potassium, qui se développent sous forme d'efflorescences à la base des vieux murs humides et mal ventilés.
- **Sarking, n. m. (mot anglais) :**  
Technique originaire des États-Unis, pour la réfection et l'isolation des toitures par l'extérieur. Il permet de conserver à l'intérieur l'aspect d'origine des vieilles charpentes.
- **Solive, n. f. :**  
Longue pièce de bois équerri ou profilé métallique dont les extrémités prennent appui sur les murs porteurs ou sur une poutre pour composer l'ossature rigide d'un plancher ; les solives portent les entrevous, l'aire de pose des carrelages ou des revêtements, ou les lambourdes des parquets.
- **Transcalaire, n. f. :**  
Qui s'intéresse à toutes les échelles géographiques et architecturales.

*Sauf mention contraire, les définitions sont issues de :  
DE VIGAN Aymeric et DE VIGAN Jean, Le Petit  
Dicobat : dictionnaire général du bâtiment, 10<sup>e</sup>  
édition, 2019, Éditions Arcature.*

# Index



## A

**aides financières** 17, 91, 106, 118, 136, 147, 196  
**approche globale** 7, 18, 19, 20, 137, 205, 211  
**approche transcalaire** 20, 22, 23  
**architecte des Bâtiments de France** 13, 17  
**AVAP** 5, 11, 196

## B

**balcon** 36, 56, 63, 127, 192  
**biodiversité** 29  
**biosourcé** 7, 33, 34, 39, 84, 85, 90, 100

## C

**capillarité** 90, 120, 122, 123, 124  
**CAUE** 14, 201  
**chauffage** 27, 108, 172, 185  
**climatisation** 21, 34, 164, 177, 186  
**combles** 29, 32, 34, 38, 44, 45, 50, 51, 56, 57, 63, 69, 70, 72, 84, 105, 108, 110, 111, 114, 161, 189, 190, 191, 192, 193, 206, 216, 218  
**conductivité thermique** 80, 81, 96  
**confort** 2, 3, 4, 11, 12, 20, 21, 23, 34, 36, 45, 47, 51, 53, 57, 59, 60, 64, 66, 70, 72, 75, 76, 77, 78, 81, 93, 96, 105, 108, 110, 120, 137, 138, 140, 147, 148, 156, 157, 167, 176, 181, 184, 187, 188,

202, 204, 217, 218, 222  
**confort d'été** 4, 21, 34, 45, 47, 51, 53, 57, 59, 60, 64, 66, 70, 77, 81, 105, 108, 110, 120, 188, 217, 222  
**correction thermique** 78, 93, 94, 95, 96, 100, 126, 148  
**cours intérieures** 34, 38

## D

**dalle** 45, 51, 57, 64, 70, 84, 85, 118, 123, 124  
**déphasage** 21, 36, 77, 81, 105, 108, 110, 115, 187  
**diagnostic** 14, 21, 25, 26, 27, 28, 29, 90, 105, 111, 112, 113, 117, 121, 135, 137, 139, 146, 149, 156, 162, 166, 168, 175, 195, 204, 222  
**diagnostic urbain** 28  
**DPE** 27, 215  
**DRAC** 3, 13, 17, 215, 224, 225

## E

**effusivité** 76, 80, 120, 122, 144  
**éléments remarquables** 26, 90, 105, 117, 135, 146, 156, 175  
**énergie** 4, 11, 12, 20, 21, 23, 27, 33, 36, 70, 77, 78, 80, 81, 105, 108, 122, 147, 165, 173, 174, 176, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 187, 188, 195, 196, 205, 216, 217, 218, 224

## F

**facteur solaire** 81, 135, 136, 147, 148

## H

**humidité** 21, 34, 38, 76, 82, 90, 93, 97, 100, 117, 120, 122, 123, 124, 126, 138, 162, 165, 167, 169, 170, 217, 218  
**hygrométrie** 167, 217, 218

## I

**inertie** 21, 36, 77, 80, 81, 93, 100, 108, 110, 115, 120, 122, 126, 140, 179, 184, 187  
**interface** 8, 90, 114, 223  
**isolant** 21, 47, 53, 59, 60, 66, 72, 80, 84, 85, 90, 93, 95, 97, 98, 100, 101, 108, 110, 123, 125, 142, 148, 180  
**isolation thermique par l'extérieur** 94  
**isolation thermique par l'intérieur**  
ITI. Voir aussi isolation thermique par l'intérieur  
**isolation thermique par l'intérieur** 94, 108

## L

**lucarne** 44, 88, 111, 113, 216, 218

## M

**matériaux** 4, 7, 14, 21, 26,

# Index



32, 33, 34, 38, 39, 46,  
52, 58, 64, 65, 70, 71,  
76, 80, 81, 82, 83, 84,  
85, 86, 90, 92, 93, 95,  
100, 101, 105, 107, 108,  
115, 117, 120, 122, 126,  
135, 137, 144, 156, 174,  
184, 193, 202, 206, 207,  
208, 209, 216, 222

**menuiserie** 130, 131, 132,  
133, 134, 135, 136, 138,  
139, 140, 141, 142, 143,  
144, 146, 150, 151, 152,  
153, 154, 164, 169, 170

**MOA** 201, 213, 215  
**MOE** 201, 212, 215  
**monument historique** 13,  
223

## P

**pan de bois** 2, 36, 41, 45, 48,  
49, 50, 51, 52, 53, 60,  
66, 92, 94, 99, 103, 131,  
187, 190, 223

**paroi froide** 36, 76, 78, 93,  
94, 95, 120, 122, 148,  
153

**pathologie** 90, 105, 117, 162,  
222

**patrimoine** 3, 5, 6, 11, 12,  
13, 14, 15, 17, 19, 20,  
22, 23, 25, 32, 91, 92,  
106, 107, 118, 119, 136,  
137, 139, 144, 147, 150,  
151, 152, 154, 157, 164,  
169, 177, 181, 205, 213,  
215, 222, 223, 224, 225,  
226

**perméabilité** 21, 93, 108,  
126

**perspiration** 21, 82, 90, 93,  
95, 105, 117, 120, 123

**plancher** 45, 47, 51, 53, 57,  
59, 60, 66, 72, 88, 90,  
93, 96, 103, 109, 112,  
117, 120, 121, 122, 123,  
124, 126, 174, 209, 216,  
217, 219

**plancher bois** 45, 51, 57, 88,  
117

**PLU** 11, 13, 135, 144, 215

**point de rosée** 82

**pont thermique** 111, 112

**protection solaire** 53, 59, 60,  
66, 72, 150, 151, 187,  
189, 190, 191, 192, 193

**PSMV** 5, 11, 13, 17, 28, 92,  
107, 119, 135, 137, 144,  
147, 157, 177, 196, 215,  
222

## R

**RAGE** 16, 215

**réglementation thermique**  
12, 91, 106, 118, 136,  
147, 163

**remontées capillaires** 24,  
101

**résistance thermique** 80

**RT 2012** 11, 12, 173

## S

**sarking** 47, 53, 59, 60, 66,  
72, 85, 110, 219

**Secteurs sauvegardés** 11

**SPR** 5, 11, 12, 13, 17, 108,  
135, 149, 168, 196, 215,  
222

## U

**UDAP** 14, 17, 137, 201, 215,  
225

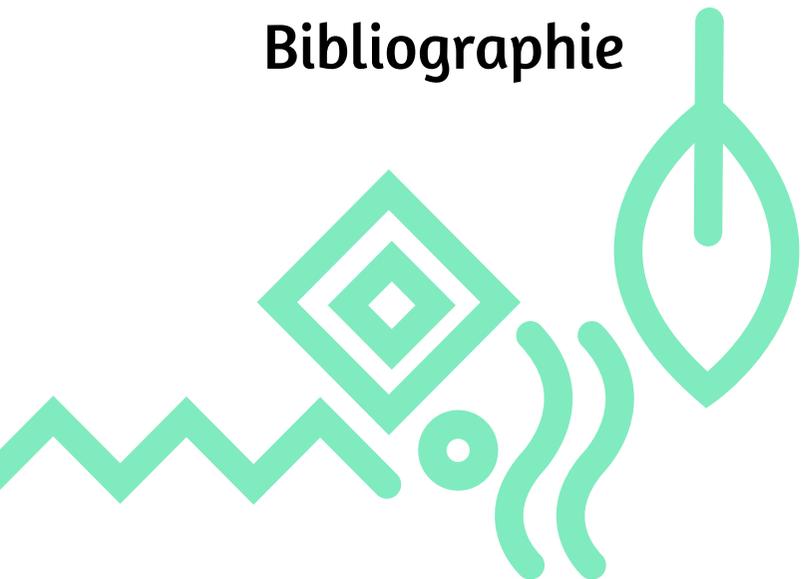
## V

**ventilation** 2, 21, 26, 27, 34,  
38, 45, 57, 76, 77, 94,  
105, 108, 110, 111, 112,  
113, 115, 120, 124, 126,  
135, 138, 139, 150, 152,  
159, 160, 161, 162, 163,  
164, 165, 166, 167, 168,  
169, 170, 171, 180, 187,  
202, 216, 218, 222, 224

**vitrage** 81, 129, 134, 135,  
138, 139, 140, 141, 142,  
146, 147, 148, 151, 153,  
154, 217

**volets** 2, 36, 47, 53, 60, 66,  
72, 77, 78, 96, 127, 140,  
145, 146, 147, 148, 149,  
150, 151, 152, 153, 154,  
202

# Bibliographie



## Études citées page 7 :

### Adaptation changement climatique

Office Immobilier Durable. 2021. Adapter le bâtiment aux enjeux climatiques : le bâtiment face aux aléas climatiques.

### Atheba

Maisons paysannes de France et CEREMA. 2011. ATHEBA : Amélioration thermique du bâti ancien.

### APUR

APUR. 2011 Cahier 1 : Analyse de la performance thermique dans les logements parisiens construits avant 1800.

APUR. 2011 Cahier 2 : Analyse de la performance thermique dans les logements parisiens construits entre 1801 et 1850.

APUR. 2011 Cahier 3 : Analyse de la performance thermique dans les logements parisiens construits entre 1851 et 1941.

APUR. 2011 Cahier 4 : Analyse de la performance thermique dans les logements parisiens construits entre 1918 et 1939.

APUR. 2011e. Cahier 5 : Analyse de la performance thermique dans les logements parisiens construits entre 1945 et 1974.

APUR. 2011 f. Cahier 6 : Analyse de la performance thermique dans les logements parisiens construits entre 1975 et 2000.

### Bâti ancien Ariège

CAUE 09. 2018. ISOLER, RÉNOVER, VALORISER : Rénovation du bâti ancien en Ariège.

### Cerema Occitanie

CEREMA. 2018. RÉNOVATION DU BÂTI ANCIEN EN OCCITANIE.

### Grand Poitiers

Grand Poitiers. 2010. Guide sur les reprises de fenêtre en bois dans le bâti ancien.

Grand Poitiers, AUP SCPA, et GROLEAU — POUGET Consultants. 2010. Guide pour la rénovation énergétique des bâtiments anciens.

### Habitat Ancien Alsace

DRAC, DREAL, et CEREMA. 2015. Habitat Ancien en Alsace ; amélioration énergétique et préservation du patrimoine.

### Opération façade 70

CCAV et CAUE 70. s. d. Opération façade 70.

### PNR Haut-Jura

Parc naturel national du Haut-Jura. 2018. Démarche d'éco rénovation du Parc naturel régional du Haut-Jura.

### Rénov'Act

ADEME, AJENA, et Conseil Régional Franche-Comté. 2019. Rénov'ACT ; votre parcours de rénovation.

### Rénovation performante

ADEME, Dorémi, et Enertech. 2020. La rénovation performante par étapes — Étude des conditions nécessaires pour atteindre la performance BBC rénovation ou équivalent à terme en logement individuel.

### Request Interreg

HEPIA et AUDAB. 2019. Request : Rapport de synthèse sur les quartiers pilotes : retour d'analyse.

### Solutions techniques de références

TOPOSCOPE et SENOVA. 2015a. PH 1 ; définition de solution technique de rénovation énergétique pour les maisons individuelles de bourgogne permettant la prise en compte des architectures et des patrimoines bourguignons.

TOPOSCOPE et SENOVA. 2015 b. PH 2 ; définition de solution technique de rénovation énergétique pour les maisons individuelles de bourgogne permettant la prise en compte des architectures et des patrimoines bourguignons.

### Vidéos et conférences :

AAIIA. 2021. AIIIA | Bialog#6 mardi 12 janvier 2021 | RE. CONCILIER / CONSTRUIRE / EMPLOYER / HABILITER.

CAUE 44 et Loire-Atlantique développement. *Réhabilitation du bâti ancien rural et innovation*. 2015.

Cité de l'architecture et du patrimoine. *05. Réhabiliter le bâti rural ancien pour l'habiter*. 2018.

### Articles et livres :

Agence régionale de l'environnement et des nouvelles énergies (Île-de-France) et Val-de-Marne, Institut pour la conception environnementale du bâti (Ivry-sur-Seine). 2012. *Ventilation naturelle et mécanique*. Paris ; Ivry-sur-Seine : ARENE Île-de-France ; ICEB.

BURGHOLZER, Julien. « Énergivore, le bâti ancien ? ». *Continuité*, n°124, pp. 45-48, printemps 2010.

BIGAS, Jean-Philippe et MARTINET Gilles. *Pierre et patrimoine : connaissance et conservation*. Éditions Actes Sud, Arles, 2009.

Bureau Veritas. *La technique du bâtiment existant : description, pathologie, entretien et rénovation : + de 1 000 illustrations*. Éditions Le Moniteur, Paris, 2012.

COURGEY, Samuel et OLIVA, Jean-Pierre. *La conception bioclimatique : des maisons économes et confortables en neuf et en réhabilitation*. Éditions Terre vivante, Mens, 2012.

FREDET, Jacques. « Les enseignements hygrothermiques des bâtiments d'habitation préindustriels ».

# Bibliographie



D'ARCHITECTURES, n° 207, avril 2012.

FREDET, Jacques et LAURENT, Jean-Christophe. *Guide du diagnostic des structures dans les bâtiments d'habitation anciens*. Éditions Le Moniteur, Paris, 2018.

LÉVY, Pierre. *La rénovation écologique, principes fondamentaux : exemples de mise en œuvre*. Éditions Terre vivante, Mens, 2010.

Patrimoine AURHALPIN et Fédération régionale des acteurs du patrimoine d'Auvergne-Rhône-Alpes. *Patrimoine bâti et performances énergétiques : identifier, conserver, renforcer*. Lyon ; Saint-Chamond : Patrimoine aurhalpin. Livres EMCC, 2019.

PERRIN, Guillaume. *Rafraîchissement urbain et confort d'été : lutter contre les canicules*. Éditions Dunod, 2020.

POPINET, Alain. *Traité de maçonnerie ancienne : calculs, matériaux, diagnostic et réhabilitation*. Éditions Le Moniteur, Paris, 2018.

Pouget Consultants. *Bâtiments collectifs durables : rénover, maintenant, autrement ! : le guide BCD*. Parisiennes Éditions, Paris, 2019.

DE VIGAN, Aymeric et DE VIGAN, Jean. *Le Petit Dico-bat : dictionnaire général du bâtiment*. Éditions Arcature, 2019.

## Webographie :

ADEME. s. d. « La ventilation naturelle ». ADEME. Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.ademe.fr/expertises/batiment/passer-a-l'action/elements-construction/dossier/ventilation/ventilation-naturelle>).

MASTRORILLI, Antonella, ZARCONI, Roberta, CHENAFI, Sabrina et COLONNEAU, Téva. 2021. « Méthode de caractérisation des modèles de "comportement occupant" pour la rénovation énergétique de l'architecture du XX<sup>e</sup> siècle ». *La Pierre d'Angle*. Consulté le 4 juin 2021. (<https://anabf.org/pierredangle/dossiers/habiter-l-ancien/methode-de-caracterisation-des-modeles-de-comportement-occupant-pour-la-renovation-energetique-de-l-architecture-du-xx-sup-e-sie>).

Apur. 2013. « Les îlots de chaleur urbains à Paris – Cahier n° 1 ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.apur.org/fr/nos-travaux/ilots-chaleur-urbains-paris-cahier-1>).

Apur. 2014. « Les îlots de chaleur urbains à Paris – Cahier n° 2 : simulations climatiques de trois formes urbaines parisiennes et enseignements ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.apur.org/fr/nos-travaux/ilots-chaleur-urbains-paris-cahier-2-simulations-climatiques-trois-formes-urbaines>).

AQC. s. d. « Mallette pédagogique ». Consulté le 7 décembre 2020. (<https://qualiteconstruction.com/ac-tu-mallette-pedagogique-rex-batiments-performants/>).

Bercy Info. s. d. « Professionnels du bâtiment : comment obtenir la mention « reconnu garant de l'environnement » (RGE) ? ». Consulté le 23 mars 2021. (<https://www.economie.gouv.fr/entreprises/batiment-label-rge>).

BRAUD, Aurélie. s. d. « PSMV et PVAP ». *Sites & Cités*. Consulté le 11 décembre 2020 (<https://www.sites-cites.fr/ressources/publications/>).

CEREMA. s. d. « Préserver le patrimoine lors d'une réhabilitation énergétique ». *construction21.org*. Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.construction21.org/magazine/articles/fr/preserver-le-patrimoine-lors-d-une-rehabilitation-energetique.html>).

CEREMA. 2020. « Les sites patrimoniaux remarquables (SPR) ». Consulté le 11 décembre 2020. ([https://www.irs-n.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactive-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.YLn6G6E6\\_MU](https://www.irs-n.fr/FR/connaissances/Environnement/expertises-radioactive-naturelle/radon/Pages/5-cartographie-potentiel-radon-commune.aspx#.YLn6G6E6_MU)).

CHOPLAIN, Nathalie. 2020. « Éco-construction, éco-rénovation, repenser l'interface entre patrimoine, innovation et territoires ». *La Pierre d'Angle*. Consulté le 17 décembre 2020. (<https://anabf.org/pierredangle/magazine/eco-construction-co-r-ovation-repenser-l-interface-entre-patrimoine-innovation-et-territoires>).

Dorémi. s. d. « Propriétaires – La rénovation performante ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.renovation-doremi.com/fr/proprietaires-la-renovation-performante/>).

BLANC, Matthieu. Mis à jour le 22 février 2021 à 11 h 56. Réalisé en collaboration avec des professionnels du droit et de la finance, sous la direction d'Éric ROIG, diplômé d'HEC et Matthieu BLANC. s. d. « Améliorer et contrôler la gestion d'une copropriété ». Consulté le 23 mars 2021. (<https://droit-finances.commentcamarche.com/immobilier/guide-immobilier/207-ameliorer-et-controler-la-gestion-d-une-copropriete/>).

IRSN. s. d. « Connaître le potentiel radon de ma commune ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.irs-n.fr/FR/connaissances/Environnement/Pages/Home.aspx>).

ONF Énergie. s. d. « ONF Énergie Bois - Réseau de vente de bois de chauffage ». *ONF Énergie Bois*. Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.onf-energie-bois.com/>).

CATHELAIN, Patrick. 2021. « La renaissance d'une façade en pan de bois – récit de la restauration de la façade du 8 rue Savary à Quimperlé ». *La Pierre d'Angle*. Consulté le 4 juin 2021. (<https://anabf.org/>)

# Bibliographie



[pierredangle/magazine/la-renaissance-d-une-facade-en-pan-de-bois-recit-de-la-restauration-de-la-facade-du-8-rue-savary-a-quimperle](#)).

Plan séisme. s. d. « Zonage sismique de la France – Le Plan Séisme ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.brgm.fr/fr/site-web/plan-seisme>).

Saint-Astier. 2021. « À Autun (71), Ville d'Art et d'Histoire, une maison canoniale du XVI<sup>e</sup> siècle retrouve son aspect initial grâce à Saint-Astier® ». *La Pierre d'Angle*. Consulté le 4 juin 2021. (<https://anabf.org/pierredangle/publiredactionnel/a-autun-ville-d-art-et-d-histoire-une-maison-canoniale-du-xvi-siecle-retrouve-son-aspect-initial-grace-a-saint-astier>).

Service public. s. d. « Autorisation d'urbanisme ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/N319>).

Service public. s. d. « Dans quel cas doit-on recourir à un architecte ? ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F20568>).

Service public. s. d. « Réaliser des travaux en abords d'un monument historique ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://www.culture.gouv.fr/Sites-thematiques/Monuments-Sites/Interventions-demarches/Realiser-des-travaux-en-abords-d-un-monument-historique>).

U2B. s. d. « Nouveau guide technique : Biodiversité & Paysage urbain - Urbanisme, bâti & Biodiversité ». Consulté le 4 juin 2021. (<https://urbanisme-bati-biodiversite.fr/biodiversite-en-ville/biodiversite-et-paysages-urbains/nouveau-guide-technique-biodiversite-paysage-urbain>).

LETCHOVA-CARCELERO, Vesselina. 2021. « Patrimoine architectural non protégé : quel avenir ? » *La Pierre d'Angle*. Consulté le 4 juin 2021. (<https://anabf.org/pierredangle/magazine/patrimoine-architectural-non-protège-quel-avenir>).

## Autres rapport et études :

Anon. 2015. *Habitat ancien en Alsace ; Amélioration énergétique et préservation du patrimoine*.

AUP SCPA et D. GROLEAU - POUGET Consultants. 2010. *Guide pour la rénovation énergétique des bâtiments anciens*.

BRISEPIERRE, Gaëtan. s. d. *L'accompagnement de la rénovation énergétique des logements (ADEME, 2019)*.

BRISEPIERRE, Gaëtan et HAMON Viviane. 2017. *Les professionnels de l'immobilier et la rénovation énergétique : leurs contributions possibles aux actions des plateformes de la rénovation énergétique de l'habitat*.

Bureau du parc privé au sein de la sous-direction des

Politiques de l'Habitat, Direction de l'Habitat, de l'Urbanisme et des Paysages (DHUP / DGALN). s. d. *Guide de hologies de la maison / 2 | Publications*.

CEREMA Normandie - Centre et Parc de Brenne. 2018. *Cahier de recommandations : Rénovation énergétique de l'habitat ancien en région Centre-Val de Loire*.

DRAC Nord-Pas-de-Calais. 2012. *RÉHABILITER les maisons ordinaires de l'époque industrielle*.

HEPIA et AUDAB. 2019. *Request : Rapport de synthèse sur les quartiers pilotes : retour d'analyse*.

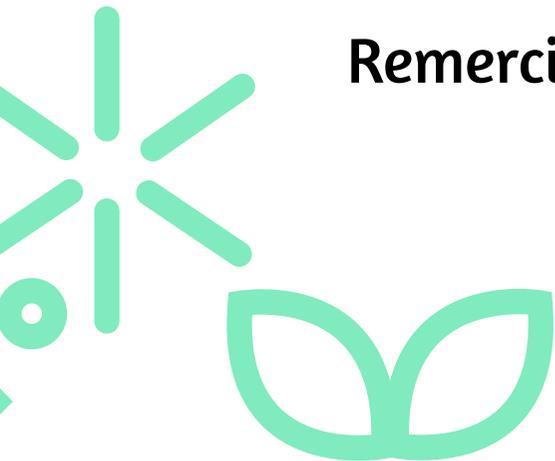
Observatoire BBC. 2018. *Le BBC par étapes : État des lieux des initiatives*.

AMSELEM Sylvie, DUGUE Antoine (Nobatek) et VITALI Guillaume (Thermi Fluides). 2010. *Audits énergétiques et architecturaux de bâtiments anciens pour la Ville de Grenoble (phase 2 et 3 rapport final)*.

TRIBU. s. d. *La ventilation naturelle*.

Ville de Grenoble. 2010. *Le bâti ancien, le patrimoine et l'énergie : Cahier de recommandations*.

# Remerciements



Toute publication est une construction collective, un assemblage de savoirs, de compétences et de recherches qui n'auraient pu aboutir sans les aides précieuses dont l'AJENA a bénéficié.

Nous remercions chaleureusement l'ensemble des sachant·e·s avec lequel·le·s nous avons échangé et qui ont mis à notre disposition leurs compétences et leurs ressources : le programme Effilogis, le Pôle Énergie Bourgogne-Franche-Comté, le CAUE 25, Olivier Joffre (Mur-Tronic), le CREBA, Valérie Wiorek (PNA Chiroptère) et Alexandre Laubin (LPO) ; Samuel Courgey (Association Arcanne). Nous remercions également Jean-Luc Krieger et Marie-Laure Coli (Région BFC) pour leur relecture minutieuse.

Nous avons bénéficié du soutien de Jacques Allier et Damien Compagnon (administrateurs AJENA), et de nos bêta-lecteur·trice·s du côté des CAUE, des Espaces Conseil FAIRE, de la DRAC et des UDAP. Un grand merci à toutes et à tous pour votre réactivité et la qualité de vos retours. Nous espérons que le travail est à la hauteur de vos attentes et qu'il met le pied à l'étrier pour des projets de rénovation plus ambitieux et plus respectueux du monde que nous habitons.

Dans les derniers mois intenses de finalisation de ce travail, l'AJENA souhaite remercier l'ensemble de ses partenaires qui ont contribué à la construction et à la finalisation de ce guide. Stéphanie Honnert et Marie Tasse, Marion Chirat, Manon Varacca, Prune Forest, Constance Bodenez ainsi que Béatrice Renahy, assurant la coordination du projet auprès de la DRAC. Un grand merci également à nos collègues lédonien·ne·s pour leurs conseils et leur écoute.

Enfin, une pensée particulière pour tout·e·s celles et ceux qui ont apporté leurs contributions et que nous aurions oublié·e·s !

Cet ouvrage a été rédigé dans le cadre de la Convention pluriannuelle d'objectifs d'amélioration énergétique du bâti ancien commanditée par la Direction régionale des affaires culturelles de Bourgogne-Franche-Comté (DRAC).

Le comité de pilotage du programme était composé d'Isabelle Beaumanoir (DREAL), Franck Bourgaigne (Ville de Besançon), Jean-Luc Krieger et Stéphane Prédébon (Région Bourgogne-Franche-Comté), Jean-Yves Richard (ADEME) et Jacques Allier (AJENA). La coordination a été assurée par Béatrice Renahy (DRAC Bourgogne-Franche-Comté).

Il a été réalisé par une équipe pluridisciplinaire regroupant l'AJENA (mandataire, cahier approche globale, cahier thématique et cahier projet), Stéphanie Honnert Architecte (cahier typologique) et Karibati (matériaux biosourcés et thématique des coûts économiques et écologiques).

La rédaction a été assurée à l'AJENA par Vincent Panisset, Cléa Verdot et Emilie Pillon, avec le soutien de Jacques Allier et Damien Compagnon, administrateurs de l'association AJENA et avec les expertises techniques de Stéphanie Honnert (architecte du patrimoine) et Marie Tasse (architecte - HMONP) pour les questions patrimoniales et de Marion Chirat, Yves Hustache (experts bâtiment) ainsi que Mathilde Collard (experte architecture) pour l'étude des coûts, et matériaux biosourcés.

La relecture technique a été réalisée par un groupement pluridisciplinaire CAUE et Espaces Conseil FAIRE composé des personnes suivantes : Étienne Chauvin, Florence Clément, Olivier Draussin, Geoffrey Goux, Matthieu Lardière et Karine Trébout. L'ouvrage a bénéficié également des conseils des UDAP du territoire de Bourgogne-Franche-Comté, et plus particulièrement de Virginie Broutin, Jérôme Cognet, Virginie Fassenet, Brigitte Mulin, Gerhard Scheller, Gaël Tournemolle, Muriel Vercez, et Séverine Wodli.

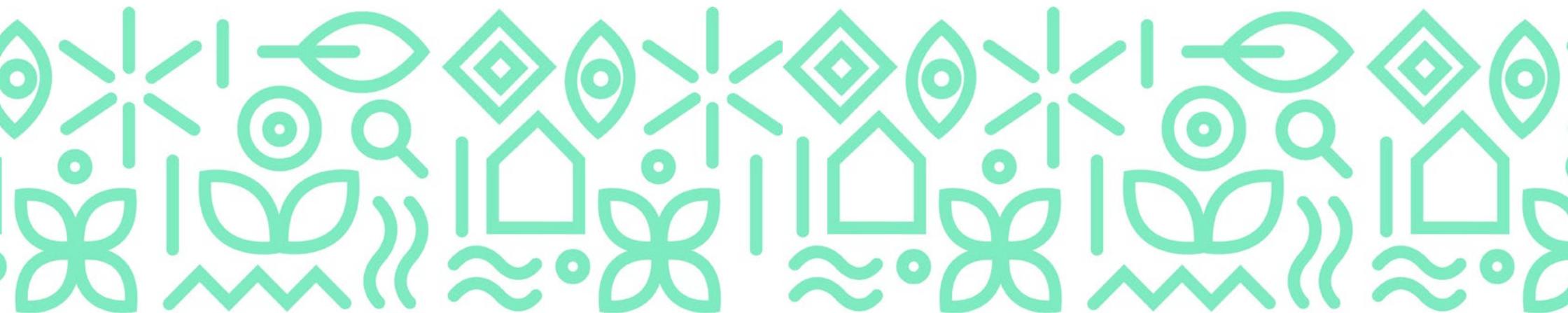
La correction a été effectuée par Prune Forest (100coquilles.fr), la mise en page par l'Atelier Majuka, et les illustrations de la couverture et des cahiers sont de la plume de Constance Bodenez.

Imprimé par l'Imprimeur SIMON à Ornans.

## Pour citer cette étude :

AJENA et al., *Adapter le bâti ancien aux enjeux climatiques, Guide pour la réhabilitation du bâti ancien de centre-bourg*, DRAC Bourgogne-Franche-Comté, Besançon, 2021.





## Adapter le bâti ancien aux enjeux climatiques

La rénovation des bâtiments en France est un enjeu important pour répondre aux engagements climatiques pris aussi bien au niveau mondial qu'europpéen.

En Bourgogne-Franche-Comté, la Direction régionale des affaires culturelles souhaite soutenir la réhabilitation des bâtiments, plus spécifiquement celle des centres anciens.

L'enjeu du guide est de concilier performance thermique du bâtiment et valorisation urbaine patrimoniale. Le guide a pour objectif de proposer un **outil commun** à toutes les structures partenaires pour garantir une réhabilitation globale et cohérente, entre valorisation du patrimoine et performance thermique.

