

Angers (49)

Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur

document d'urbanisme pour le cœur du
Site patrimonial remarquable

Étude thermique du patrimoine bâti

Document thématique
tiré à part du Diagnostic patrimonial



dernière mise à jour : 19 décembre 2022 9:29

PROJET ARRÊTÉ

Vu pour être annexé à la délibération du Conseil de communauté
d'Angers Loire Métropole en date du 9 mai 2023

Pour le président,
Le vice-président délégué,

ROCH BRANCOUR

Équipe chargée de l'étude :



Architectes du patrimoine,
urbanistes et paysagistes :
Agence Paume,
Céline Viaud
avec Guillaume Boué

Bureau d'étude thermique :
Agence WEPO
Gérald Bordier - Aubin David



Maîtrise d'ouvrage :
Angers Loire Métropole



avec le concours de la DRAC Pays de la Loire et la Ville d'Angers



AVANT PROPOS

Angers bénéficie du classement « Site patrimonial remarquable » attribué par le Ministère de la Culture. C'est une reconnaissance de la qualité du patrimoine urbain, architectural et paysager.

Pour cela, un document spécifique va s'appliquer dans les prochaines années sur le centre-ville, au cœur du site patrimonial : il s'agit du Plan de Sauvegarde et de Mise en Valeur (PSMV). Cette démarche est menée par la Communauté Urbaine d'Angers Loire Métropole en coordination avec l'Etat (DRAC Pays de la Loire) et la Ville d'Angers. L'élaboration du PSMV a été confiée à l'agence Paume, secondée par le bureau d'études Wepo pour l'élaboration d'une étude thermique.

Le PSMV servira de guide à l'évolution du cœur d'Angers en conciliant patrimoine et enjeux contemporains, tels que ceux écologiques et environnementaux. C'est dans ce cadre que s'inscrit l'étude thermique réalisée par le bureau d'études Wepo. L'enjeu est de répondre aux impératifs de performance et de confort thermique tout en respectant le patrimoine existant et en valorisant ses atouts.

Au total, 11 principales typologies thermiques ont été identifiées, et plusieurs bâtiments ou logements représentatifs du patrimoine bâti du cœur d'Angers ont été visités, afin d'en étudier les caractéristiques et d'émettre des préconisations d'améliorations.

L'étude thermique se compose en 3 parties :

- Une introduction permettant de poser des éléments de contexte sur le territoire étudié, et de présenter les formes urbaines et les formes architecturales avec ce qu'elles représentent comme atouts et faiblesses pour la performance énergétique.
- Un recueil de fiches thermiques. Ces fiches thermiques ont été réalisées sur la base des visites de bâtiments ou logements représentatifs des typologies thermiques. Chacune des fiches détaille les caractéristiques thermiques et liste des propositions d'actions adaptées au bâtiment ou logement étudié.
- Un livret de fiches actions. Ces fiches actions détaillent les propositions d'actions à visée d'amélioration thermique listées au sein des fiches thermiques.

L'étude thermique élaborée dans le cadre du PSMV a pour vocation d'alimenter la réflexion autour des enjeux de performance et de confort thermique dans le patrimoine existant. Elle ne se substitue aucunement à des prestations complémentaires indispensables lors de phases ultérieures, de professionnels spécialisés en architecture et en thermique du bâtiment.

SOMMAIRE

Étude thermique du patrimoine bâti



1. Éléments de contexte

Conditions climatiques des rues

Analyse climatique des types de tissus urbains

Approche thermique des typologies architecturales

5

7

9

15

2. Étude de cas (par type d'immeuble)

1. La maison mitoyenne en pan de bois

2. L'hôtel en pierre non mitoyen, Ancien Régime

3. L'hôtel en pierre mitoyen avec une large façade, Ancien Régime

4. La maison angevine (mitoyenne), XIX^e siècle

5. Le petit hôtel mitoyen, XIX^e siècle

6. La maison mitoyenne à large façade, XIX^e siècle

7. L'immeuble mitoyen à large façade, XIX^e siècle (1)

8. L'immeuble mitoyen à large façade, XIX^e siècle (2)

9. La maison individuelle à ossature béton, XX^e siècle

10. L'équipement à ossature béton, XX^e siècle

23

25

33

41

49

57

65

73

81

89

97

3. Fiches-actions

Introduction au comportement thermique du bâti ancien

Voir la liste des fiches-actions ci-contre à droite

105

106

Liste des Fiches-actions

ECOGESTES

A. Préserver les espaces tampons

B. Utiliser des volets et rideaux

C. Gérer la température ambiante

D. Lutter contre les parois froides

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

E. Améliorer les systèmes

F. Remplacer les systèmes

G. Isoler les systèmes

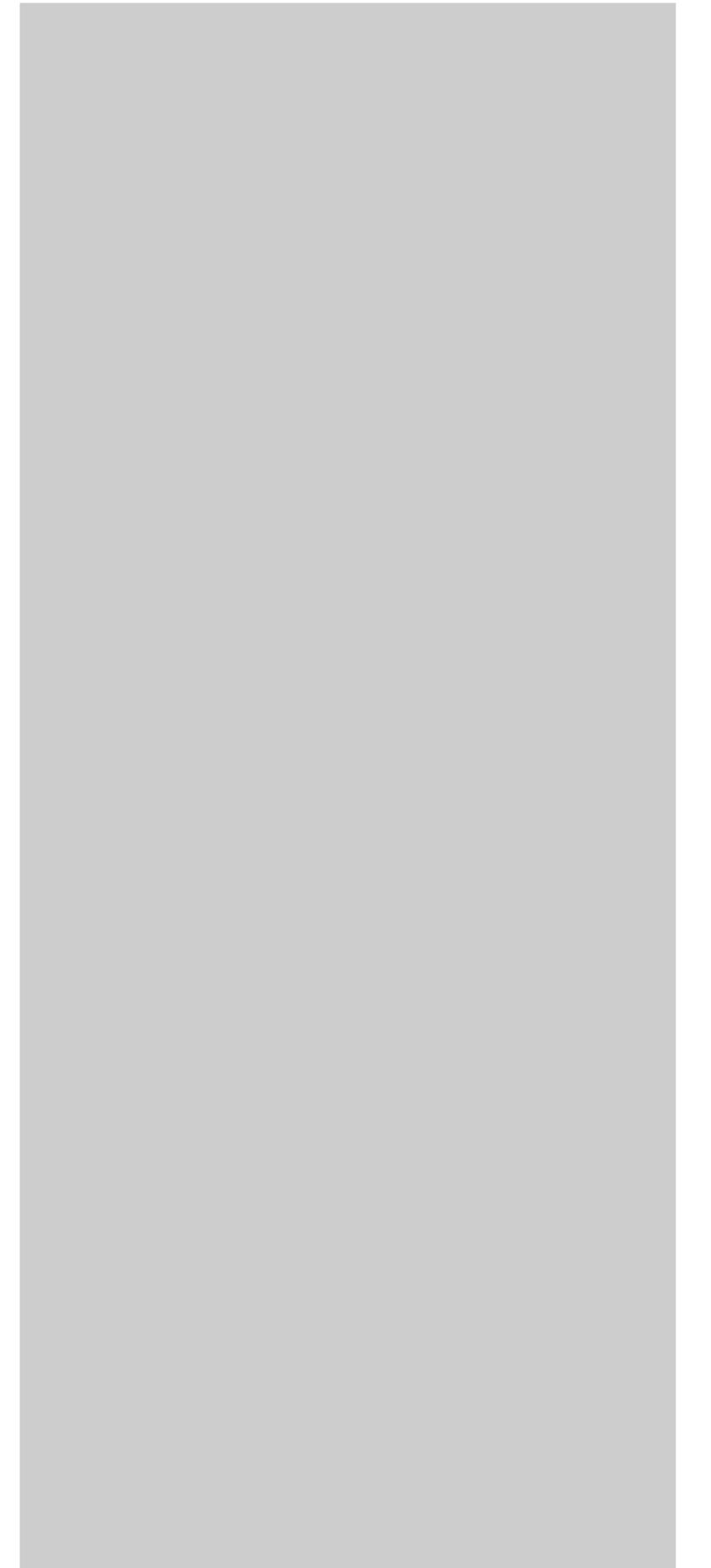
ACTIONS SUR LE BÂTI

H. Isoler les combles

I. Isoler les planchers

J. Isoler les parois verticales

K. Agir sur les menuiseries



1. ÉLÉMENTS DE CONTEXTE

Cette première partie vise à esquisser les grandes lignes des conditions climatiques (ensoleillement, circulation de l'air, déperditions énergétiques) des espaces bâtis composant notre périmètre d'étude. Dans un premier temps, il est question de dégager les atouts et inconvénients des différents types de tissus urbains, puis dans un second temps, de présenter les caractéristiques thermiques des bâtiments selon leur typologie architecturale.

Pour cela, il est nécessaire avant tout de définir les conditions climatiques du maillage viaire global, sous 3 angles d'approche : l'orientation, les conditions d'ensoleillement, l'exposition aux vents ; avant de se concentrer sur les typologies de tissus urbains.

Les types de tissus urbains seront ensuite présenté selon 4 thématiques, correspondant à des critères spatiaux urbains qui jouent un rôle dans le comportement thermique des constructions :

- L'implantation : la position des bâtiments sur les parcelles et la forme géométrique parcellaire conditionnent l'apport solaire/ombre, les déperditions énergétiques.
- Les dimensions / le gabarit : la hauteur des bâtiments, le rapport entre hauteur bâtie et largeur de rue, influent sur l'apport solaire/ombre, le réchauffement ou refroidissement des rues, la circulation de l'air.
- La densité : la compacité des bâtiments sur un îlot, la mitoyenneté, influent sur les déperditions énergétiques, la ventilation de l'air.

- L'emprise végétale : l'ensemble des aménagements urbains verts (arbres, haies, jardins...), conditionne la présence d'ombrage, l'humidité de l'air, la température.

A travers ces 4 variables, il s'agira d'étudier les déperditions énergétiques, la température, l'ensoleillement et la circulation de l'air pour chaque type d'îlot.

L'approche typologique reprend les grands principes de l'évolution de l'architecture angevine (présentée plus en détail dans le Rapport de présentation du PSMV).

Les spécificités du bâti y sont détaillées par mode constructif en fonction des époques et programmes (le pan de bois, la pierre et l'ossature béton étant les principaux systèmes employés). Pour chaque époque significative, la composition architecturale et son influence sur le comportement thermique du bâti sont explicitées (volumétrie, surface de percement,...)

Ces données sont croisées au mode d'implantation des bâtis : mitoyenneté, intégration en tissu dense, ou au contraire bâti isolé sur la parcelle.

Cette méthodologie par thématiques croisées fait ressortir quatorze typologies thermiques, présentées dans un tableau synthétique et illustrées par des exemples, qui font l'objet d'une étude énergétique détaillée, présentée au chapitre suivant.

CONDITIONS CLIMATIQUES DES RUES

- / L'orientation
- / Les conditions d'ensoleillement
- / L'exposition aux vents

ANALYSE CLIMATIQUE PAR TYPES DE TISSU URBAIN

- / Ilots denses de la ville médiévale et moderne + « castrum » antique
- / Ilots et parcelles issues d'emprises religieuses
- / Parcellaire laniéré le long des voies
- / Ilots issus des aménagements urbains du XIXe siècle
- / Ilots issus des aménagements du XXe siècle.

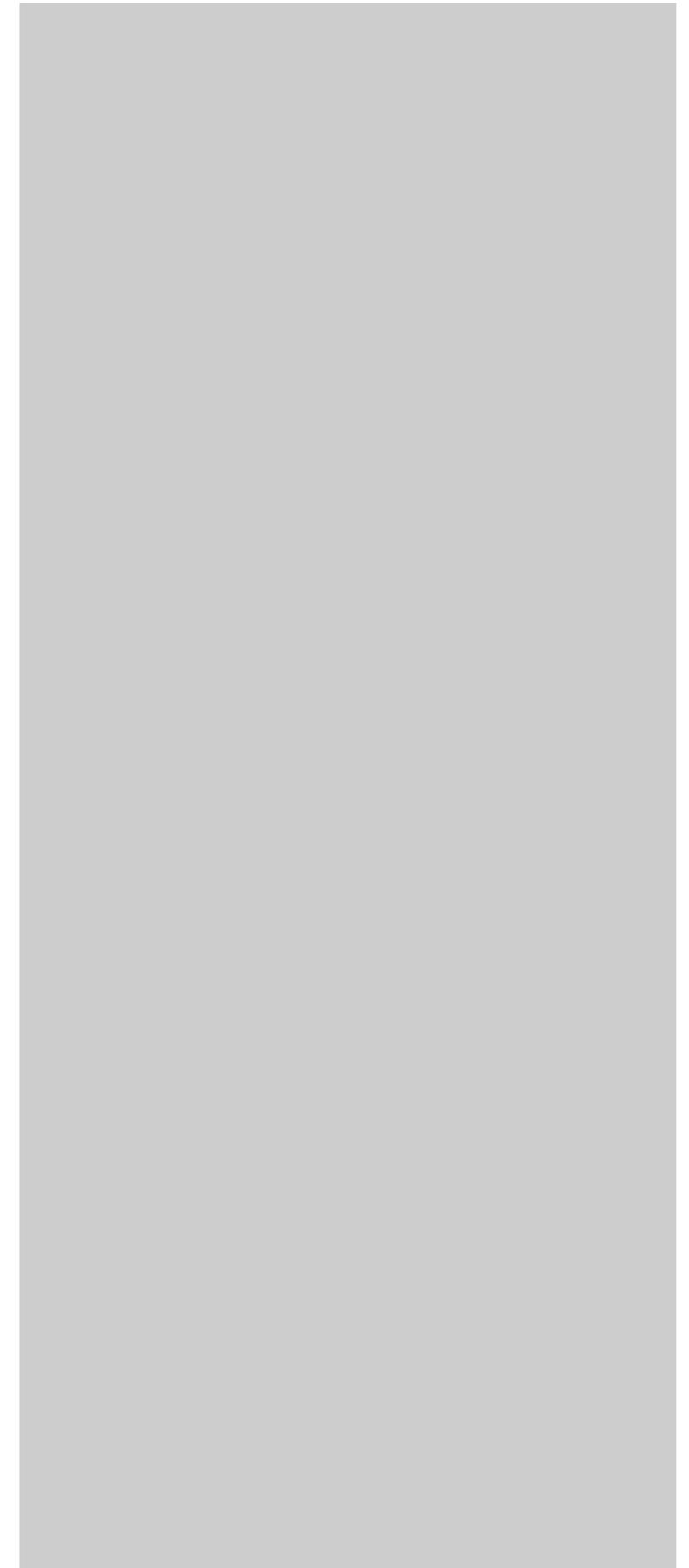
APPROCHE THERMIQUE DES TYPOLOGIES ARCHITECTURALES

MODES CONSTRUCTIFS

- / Le bâti en pan de bois
- / Le bâti en pierre
- / Le bâti en structure béton

TABLEAU SYNTHÉTIQUE

des différentes typologies thermiques en fonction du mode constructif, du programme et de l'implantation urbaine



Éléments de contexte

1A. CONDITIONS CLIMATIQUES DES RUES



1A. CONDITIONS CLIMATIQUES DES RUES

- / L'orientation
- / Les conditions d'ensoleillement
- / L'exposition aux vents

1B. ANALYSE CLIMATIQUE PAR TYPES DE TISSU URBAIN

- / Ilots denses de la ville médiévale et moderne + « castrum » antique
- / Ilots et parcelles issues d'emprises religieuses
- / Parcellaire laniéré le long des voies
- / Ilots issus des aménagements urbains du XIXe siècle
- / Ilots issus des aménagements du XXe siècle.

1C. APPROCHE THERMIQUE DES TYPOLOGIES ARCHITECTURALES

MODES CONSTRUCTIFS

- / Le bâti en pan de bois
- / Le bâti en pierre
- / Le bâti en structure béton

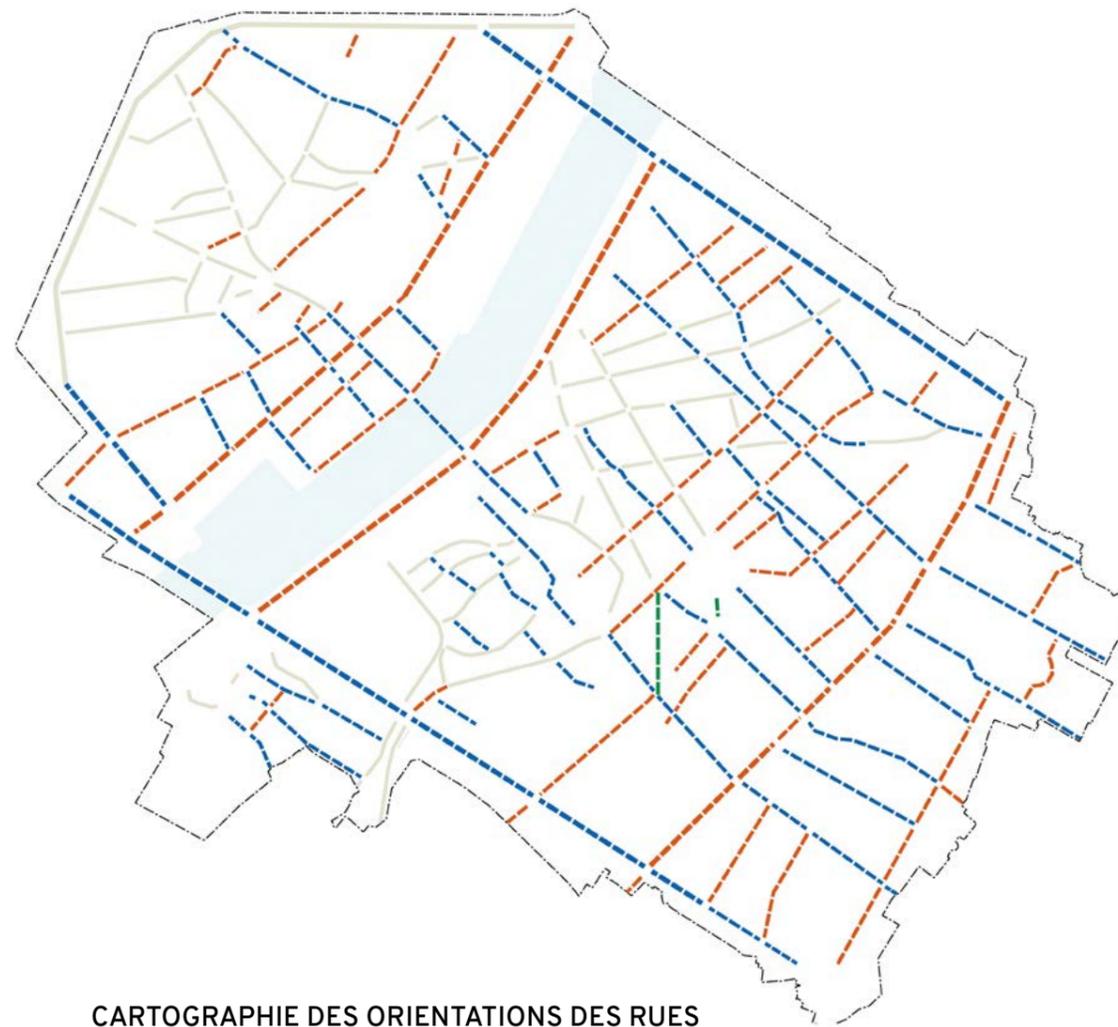
TABLEAU SYNTHÉTIQUE

des différentes typologies thermiques en fonction du mode constructif, du programme et de l'implantation urbaine

L'ORIENTATION

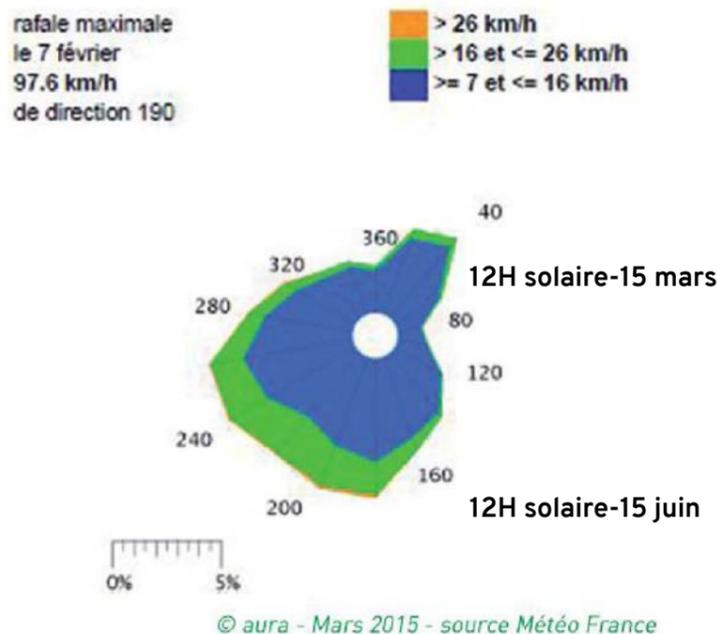
L'orientation des voies conditionne l'apport en ensoleillement des bâtiments s'y implantant. Elle est aussi étroitement liée aux saisons, à l'implantation des bâtiments sur la parcelle, à leur gabarit, à la largeur des voies. Ainsi, par exemple, dans le cas de figure d'une voie orientée Est-Ouest avec des bâtiments alignés sur rue de part et d'autre de la voie, les façades exposées plein Sud bénéficient en été de l'apport en ombre généré par l'orientation de la voie.

L'orientation est un facteur que l'on ne peut pas généraliser pour chaque type de tissu urbain. Cependant, on peut distinguer les grandes directions : la carte ci-contre met en évidence deux orientations principales de voies sur notre périmètre. En considérant la direction N-S à 0°, les deux profils d'orientation s'établissent en moyenne autour des valeurs de 130° (S-E/N-O, en bleu) et 38° (N-E/S-O, en rouge). Seul le quartier de la Doutre fait exception, car il présente un maillage de rues anciennes de faubourgs s'étant historiquement développées autour des grandes entités religieuses. Pour notre étude, on considérera néanmoins ces deux orientations comme étant représentatives de notre périmètre.



CARTOGRAPHIE DES ORIENTATIONS DES RUES

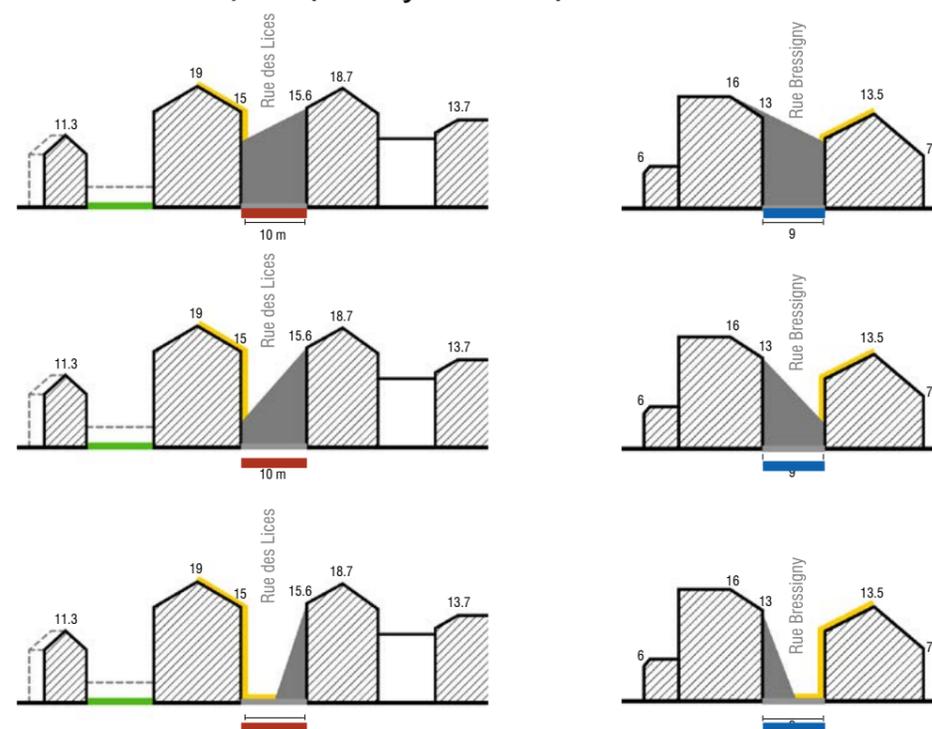
La rose des vents (source : PLUi)



Ensoleillement des constructions sur une rue-type

Profil de rue N-E / S-O (en rouge ci-dessus)

Profil de rue S-E / N-O (en bleu)



LES CONDITIONS D'ENSOLEILLEMENT

Bref rappel des données climatiques d'Angers :

Coordonnées : 47,78° N : 0.61° O (source infoclimat.fr)
 Température moyenne en 2019 : 13,3° (source infoclimat.fr) / Nb d'heures d'ensoleillement annuel : 1886h (source PLUi)

Le maillage viaire du centre-ville d'Angers se forme majoritairement sur la base d'une trame orthogonale, de directions principales moyennes 38° et 130°. Les coupes ci-contre présentent les ombres projetées sur deux profils de rues similaires (en termes de dimensions et gabarit du bâti) correspondant aux deux types d'orientations présentées sur le plan, et à trois moments significatifs de l'année. Globalement, les deux orientations présentent des apports en ensoleillement relativement similaires aux trois dates données. En hiver, les façades sur rue ne reçoivent pas ou peu d'ensoleillement, sur un profil de rue d'environ 10m avec des hauteurs bâties avoisinant les 15m. Une modélisation des rues et îlots permettrait d'obtenir une analyse plus fine de la durée d'ensoleillement de profils types, selon les deux orientations dégagées.

L'EXPOSITION AUX VENTS

À Angers, les vents du sud-ouest représentent 30% de l'ensemble des vents. C'est également dans cette direction que les vents les plus forts sont observés. On peut ainsi déduire que les rues orientées N-E/S-O (en rouge sur le plan) seront davantage exposées aux vents que celles S-E/N-O. Néanmoins, l'exposition est aussi liée à un certain nombre d'autres facteurs tels que la longueur et largeur des rues, leur infléchissement, les discontinuités bâties, les hauteurs de bâtiments. Une étude plus approfondie pourrait déterminer plus précisément les conditions aérodynamiques des rues et espaces publics.

Éléments de contexte

1B. ANALYSE CLIMATIQUE PAR TYPE DE TISSU URBAIN

NOTA :

Bien qu'ils soient présentés distinctement dans le Rapport de présentation (chapitre 2), dans ce document nous regrouperons les deux types de tissus urbains suivants en une même catégorie :

- Ilots denses du «castrum» antique
- Ilots denses de la ville médiévale

Ces deux types de tissu urbain présentent des caractéristiques spatiales relativement similaires pour les relier à notre analyse thermique. Elles formeront l'ensemble :

1. Ilots denses de la ville médiévale et moderne + « castrum antique ».

Ilots à forte densité bâtie du «Castrum» antique contraints par l'enceinte du Bas-Empire). Parcellaire étroit, irrégulier, complexe.

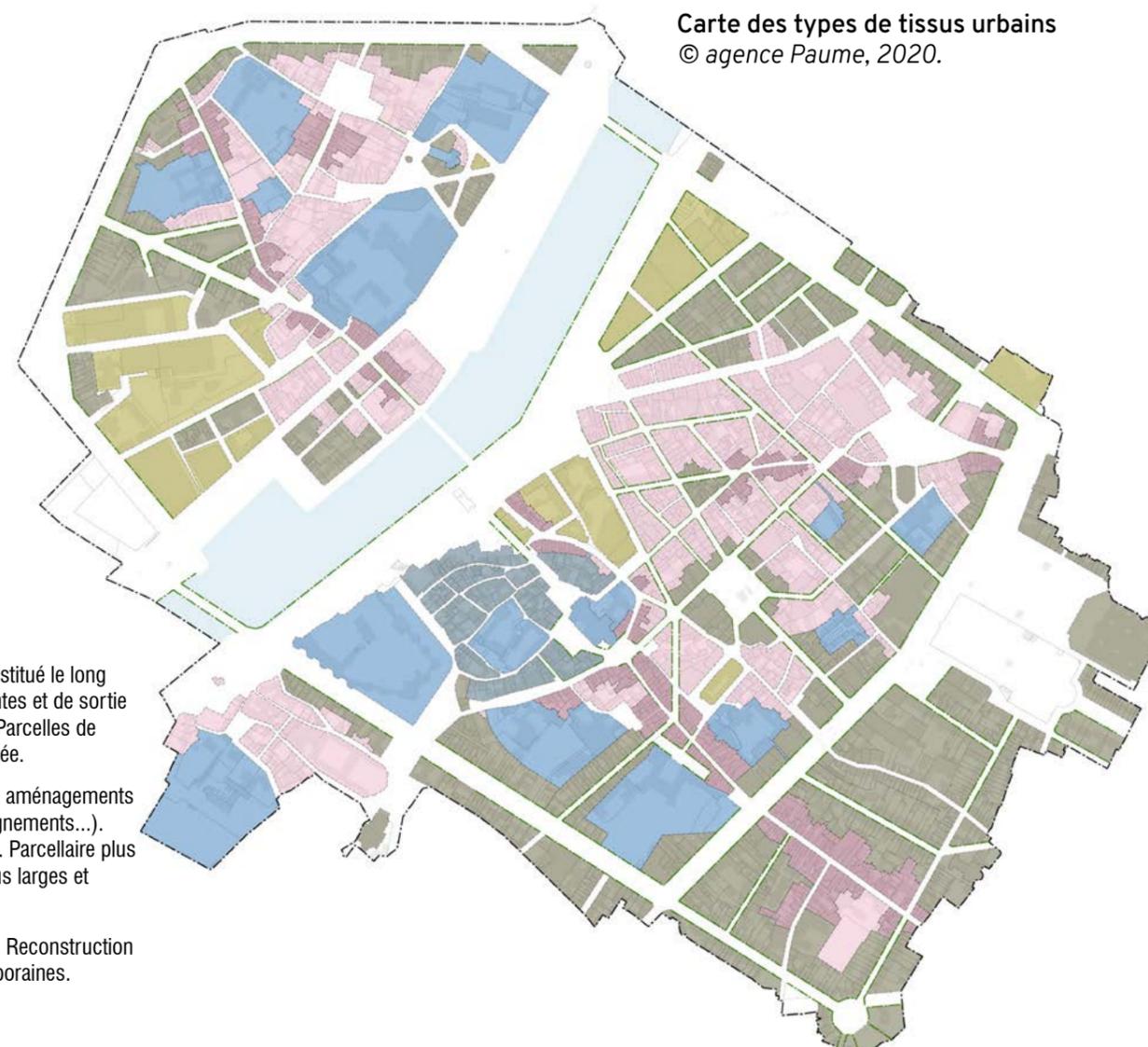
Ilots ou parcelles issus d'emprises religieuses (couvents, abbayes, prieurés...) et château. Parcellaire vaste, peu dense.

Ilots à forte densité bâtie, issus de l'ancienne ville close médiévale. Parcellaire étroit, irrégulier, complexe.

Parcellaire laniéré constitué le long des voies commerçantes et de sortie de la ville médiévale. Parcelles de forme étroite et allongée.

Ilots issus des grands aménagements urbains, (perçées, alignements...). XVIII - XIXème siècles. Parcellaire plus ordonné, parcelles plus larges et moins profondes.

Ilots du XXème siècle. Reconstruction et opérations contemporaines. Parcellaire vaste



1A. CONDITIONS CLIMATIQUES DES RUES

- / L'orientation
- / Les conditions d'ensoleillement
- / L'exposition aux vents

1B. ANALYSE CLIMATIQUE PAR TYPES DE TISSU URBAIN

- / Ilots denses de la ville médiévale et moderne + « castrum » antique
- / Ilots et parcelles issus d'emprises religieuses
- / Parcellaire laniéré le long des voies
- / Ilots issus des aménagements urbains du XIXe siècle
- / Ilots issus des aménagements du XXe siècle.

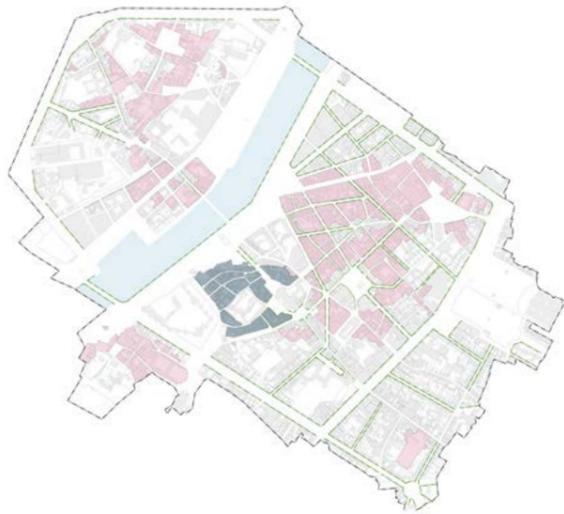
1C. APPROCHE THERMIQUE DES TYPOLOGIES ARCHITECTURALES

MODES CONSTRUCTIFS

- / Le bâti en pan de bois
- / Le bâti en pierre
- / Le bâti en structure béton

TABLEAU SYNTHÉTIQUE

des différentes typologies thermiques en fonction du mode constructif, du programme et de l'implantation urbaine



■ ■ ■ IMPLANTATION

Tissu hétérogène, différents types d'implantations avec des formes bâties complexes, implantées sur des parcelles laniérées ou imbriquées.

+ Déperditions limitées : formes bâties alignées sur rue, laniérées, faîtage parallèle avec mitoyenneté = moins de déperditions énergétiques.

+ Circulation de l'air : formes qui génèrent des retraits sur rue (implantation entre cour et jardin, faîtage perpendiculaire à la rue) = meilleure circulation de l'air.

..... 11 DIMENSIONS / GABARIT

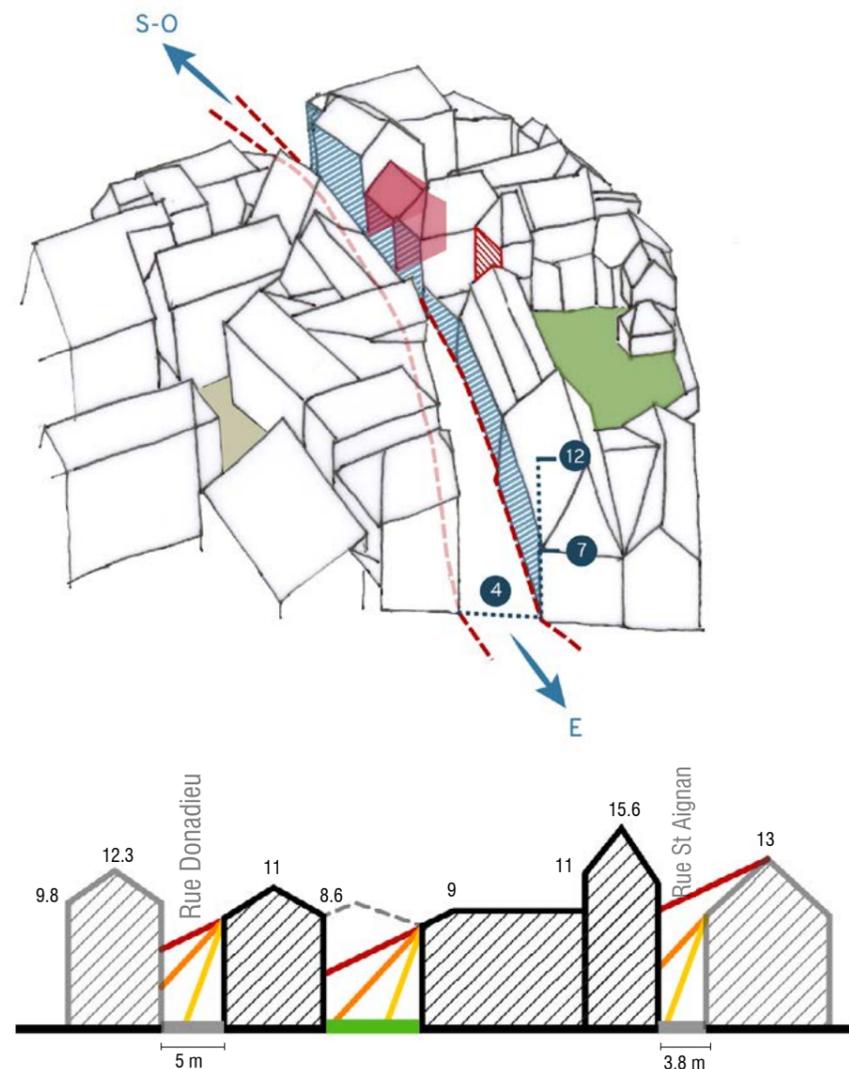
+ - Apport d'ombre mais chaleur emmagasinée : ruelles sinueuses et très peu larges, bâti R+1/R+2, volumes de hauteur moyenne = en été, un apport d'ombre la journée mais un refroidissement difficile la nuit car la chaleur reste emmagasinée (piégeage des rayonnements). En hiver, la conservation de la chaleur au sein de ces ruelles est bénéfique.

DENSITÉ

+ Déperditions limitées : compacité, petites surfaces bâties resserrées dans un tissu dense très compact.

■ ■ ■ EMPRISE VÉGÉTALE & PLEINE TERRE

- Peu d'apport végétal : Ilots très étroits et denses, quelques arbres ponctuels en cœur d'îlot (jardins privés) mais globalement peu d'espaces végétalisés = peu d'apport de « spots » de fraîcheur et d'ombrage.



Ensoleillement des constructions., tracé des rayons solaires

- 12H solaire 15 janvier
- 12H solaire 15 mars
- 12H solaire 15 juin

ÎLOTS DENSES DE LA VILLE MÉDIÉVALE ET MODERNE + CASTRUM

DESCRIPTION : îlots irréguliers denses, marqués par un tissu médiéval formé de parcelles étroites de formes variables et entremêlées.





■ ■ ■ IMPLANTATION

La parcelle / l'îlot est généralement composée d'un groupement de grands bâtiments conventuels et parfois de petits édifices ponctuels isolés prenant place sur la vaste parcelle.

..... 11 DIMENSIONS / GABARIT

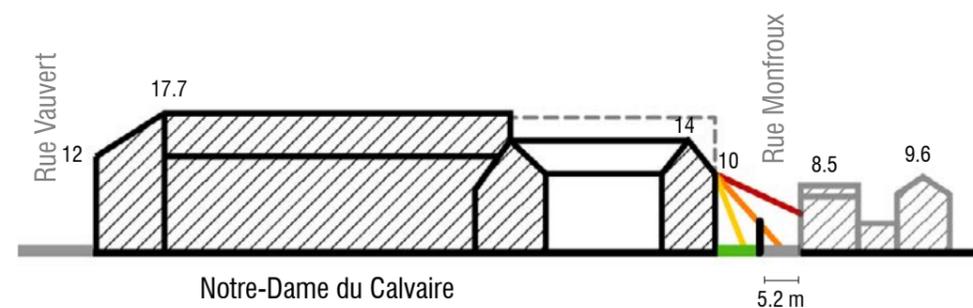
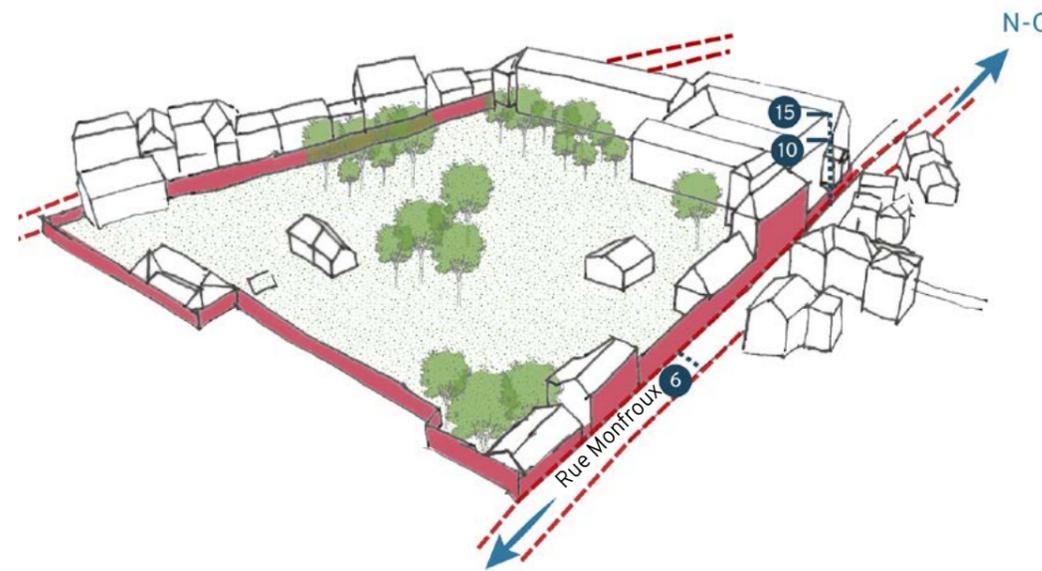
+ - Apport d'ombre : Bâtiments religieux de grandes dimensions, et bâtiments plus modestes de petit gabarit isolés sur parcelle. Souvent entourés de rues anciennes (emprises historiques), peu larges. Les bâtiments religieux, lorsqu'ils prennent place en bord de clôture, peuvent ainsi amener une part importante d'ombre au tissu plus traditionnel (habitat) qui les entoure, ce qui peut être bénéfique en été mais problématique en hiver.

DENSITÉ

- Déperditions énergétiques : vastes parcelles, tissus peu denses avec constructions éparses (bâtiments parfois isolés sur de grandes parcelles), provenant souvent d'un rassemblement progressif d'unités foncières = déperditions d'énergie

■ EMPRISE VÉGÉTALE & PLEINE TERRE

+ Grands espaces libres végétalisés (arbres, jardins composés, potagers, arbres fruitiers, grands alignements etc...) = atténuation de la température (absorption des rayonnements solaires), filtre polluant, réduction de la turbulence de l'air. Ces grands enclos participent grandement à la richesse végétale de la ville, ils forment de larges étendues vertes, véritables îlots de fraîcheur néanmoins fermés et non visibles/accessibles depuis l'espace public par leur fonction (sauf quand positionnés en bordure de clôture).

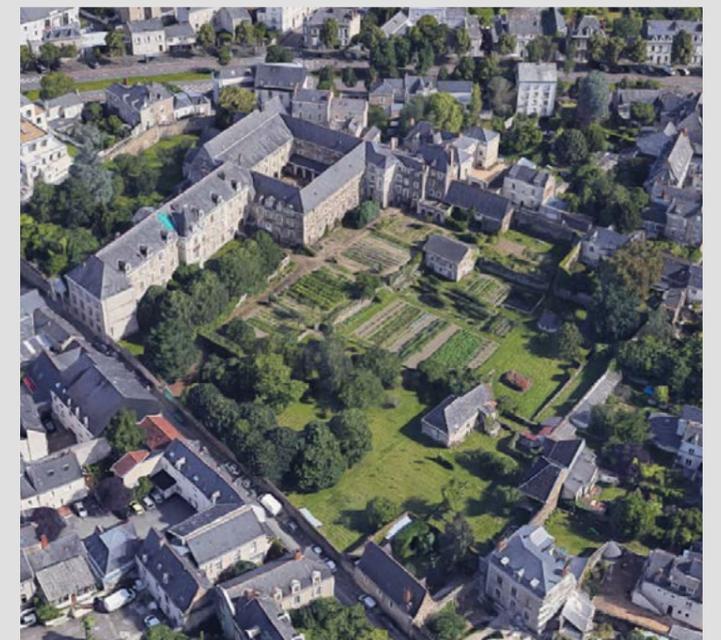


Ensoleillement des constructions, tracé des rayons solaires

- 12H solaire 15 janvier
- 12H solaire 15 mars
- 12H solaire 15 juin

ÎLOTS ET PARCELLES D'ENCLOS RELIGIEUX

DESCRIPTION : Grandes emprises accueillant des ensembles de bâtiments religieux, avec de vastes espaces libres végétalisés.





■ ■ ■ IMPLANTATION

+ - Déperditions limitées et vents : implantation répétitive en alignement sur front de rue = moins de déperditions énergétiques mais linéaire de façade sans aucun recul = engouffrement du vent

..... 11 DIMENSIONS / GABARIT

+ Déperditions limitées : volumétries bâties qui suivent le dessin du parcellaire laniéré (volumes étroits, longs) = linéaire important de façades en mitoyenneté, donc moins de déperditions énergétiques.

DENSITÉ

+ Déperditions limitées et apport de lumière : tissu dense relativement compact en bordure de rue, et plus lâche en cœur d'îlot, par la présence de petites cours et jardins permettant un apport de lumière supplémentaire aux façades secondaires.

■ ■ ■ EMPRISE VÉGÉTALE & PLEINE TERRE

+ - Peu d'apport végétal : Présence de petites cours en cœur d'îlot : la majorité de ces cours ne sont pas plantées ni même végétalisées, mais certains jardins privés apportent quelques respirations vertes dans ces îlots relativement denses.

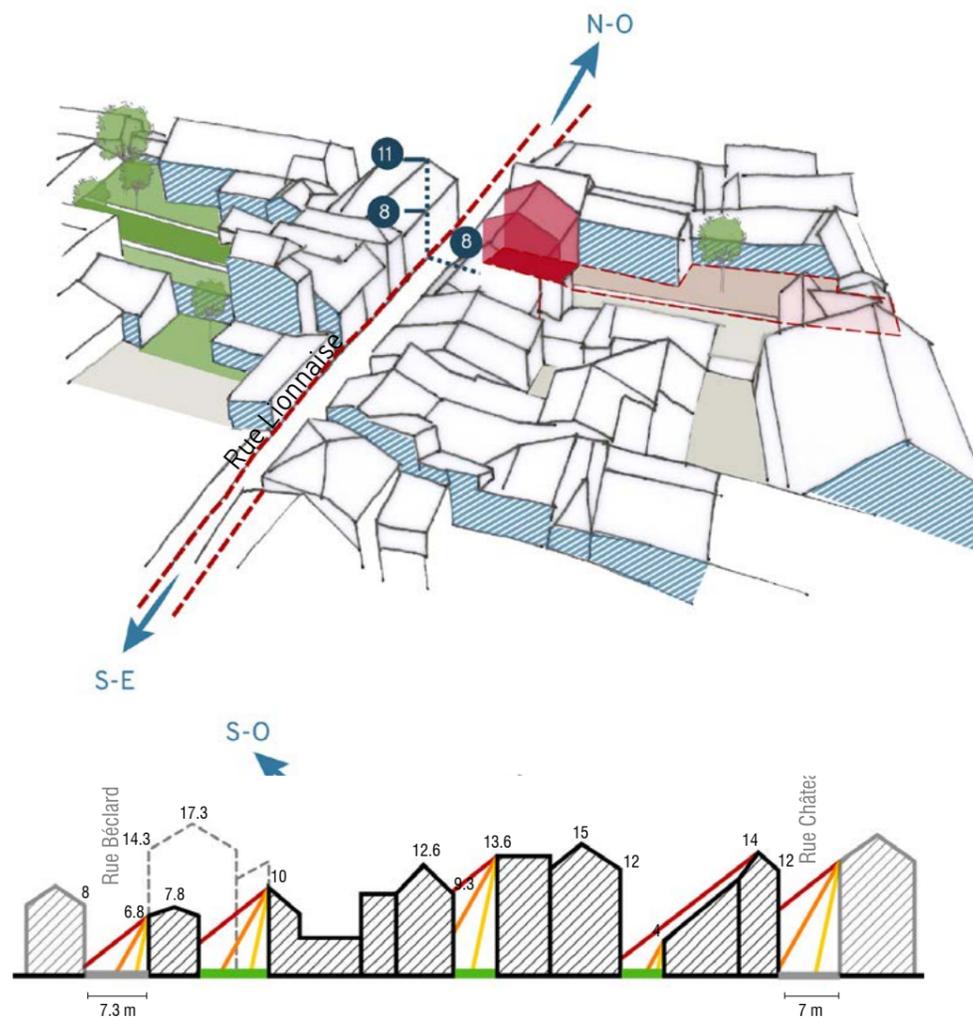
Rapport largeur de voie/hauteur de rue contrasté qui génère des situations d'ensoleillement différentes :

-Cas où la valeur de la largeur de voie s'approche de la hauteur du bâtiment :

Peu d'apport d'ombre mais refroidissement rapide des rues : bénéfique en été mais inconfortable en hiver.

-Cas où la hauteur du bâti est plus importante que la largeur de la voie :

Apport d'ombre mais refroidissement lent des rues (chaleur emmagasinée) bénéfique en hiver et inconfortable en été.



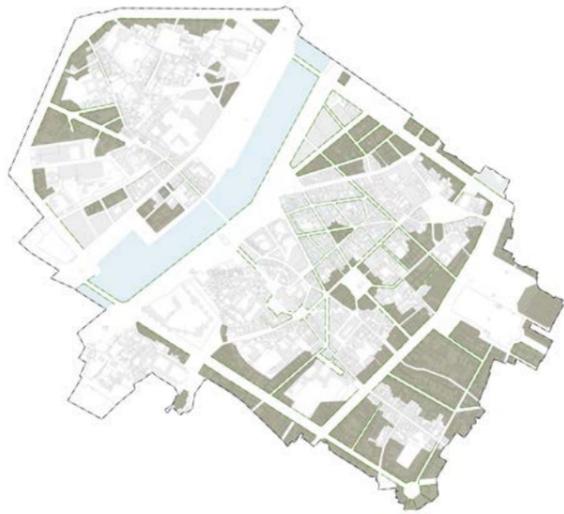
Ensoleillement des constructions., tracé des rayons solaires

- 12H solaire 15 janvier
- 12H solaire 15 mars
- 12H solaire 15 juin

PARCELLAIRE LANIÉRÉ

DESCRIPTION : Forme de parcelle en lanière (étroite et allongée), située au sein d'îlots denses de tissu urbain traditionnel et principalement le long des grands axes urbains historiques. On y retrouve exceptionnellement ici une orientation commune pour ce type d'îlots, qui correspond à l'un des profils-type d'orientation que l'on retrouve sur le périmètre : S-E/N-O.





■ ■ ■ IMPLANTATION

+ Déperditions limitées : grands ensembles urbains de bâtis aux façades alignées sur rue et mitoyennes, seulement 2 faces donnent sur l'extérieur : moins de déperditions thermiques.

..... 11 DIMENSIONS / GABARIT

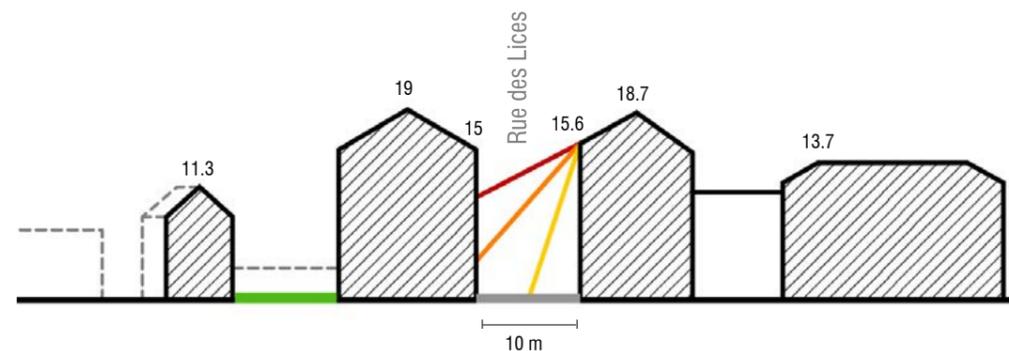
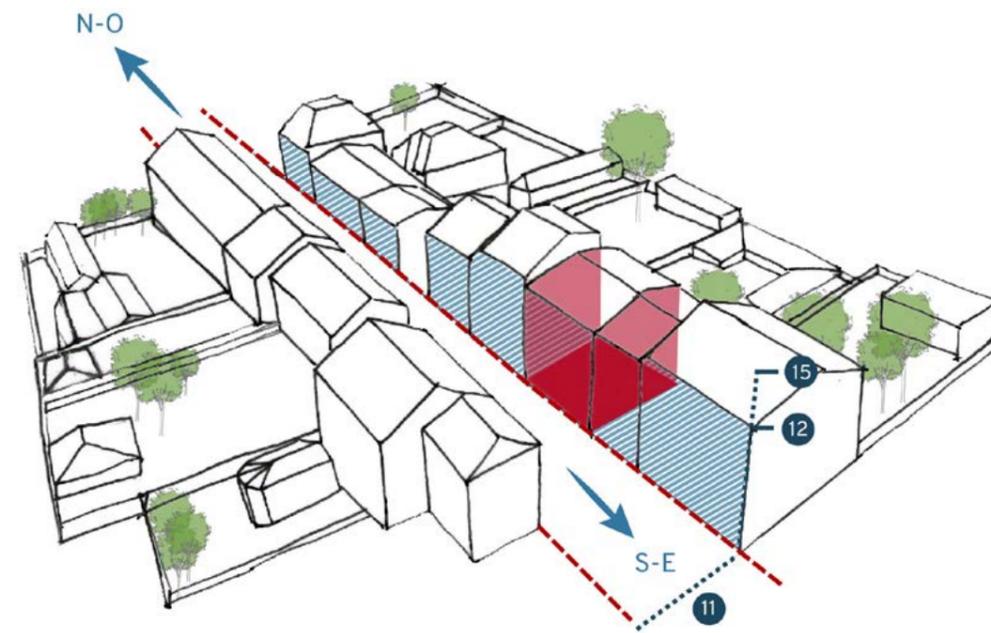
+ - Apport d'ombre et refroidissement des rues :
 - Pour les profils de rue type Boulevards ou grandes percées : Hauteur importante du bâti + rues larges = apport d'ombre et refroidissement rapide des rues la nuit + bonne circulation du vent : bénéfique en été, plus gênant en hiver.
 - Pour les profils de rue plus étroits : Hauteur importante du bâti + rues étroites = apport d'ombre mais refroidissement lent des rues la nuit, conservation de la chaleur : bénéfique en hiver, plus gênant en été.

DENSITÉ

+ Déperditions limitées : bâtiments compacts, étages «carrés» avec espaces tampons (cage d'escalier ou porche fermé : permet en hiver d'éviter les pertes de chaleur vers l'extérieur, et en été d'atténuer les surchauffes, rafraîchissement).

■ EMPRISE VÉGÉTALE & PLEINE TERRE

+ Apport végétal, fraîcheur et ombre : alignements d'arbres sur grands boulevards et jardins privatifs dans le cas des maisons de ville.



Ensoleillement des constructions., tracé des rayons solaires

- 12H solaire 15 janvier
- 12H solaire 15 mars
- 12H solaire 15 juin

ILOTS ISSUS DES AMÉNAGEMENTS URBAINS DU XIX^e SIÈCLE

DESCRIPTION : Ilots issus des grands aménagements urbains du XIX^e siècle tels que les percements et redressements de voies, alignements, création des grands Boulevards.





■ ■ ■ IMPLANTATION

Implantations très variées selon les opérations. Souvent plusieurs orientations de façade dues à l'imbrication des volumétries bâties.

..... 11 DIMENSIONS / GABARIT

+ Apport d'ombre : bâtiments de grandes dimensions, hauteur importante, et rues larges (axes urbains, boulevards...) = bonne circulation de l'air, apport d'ombre.

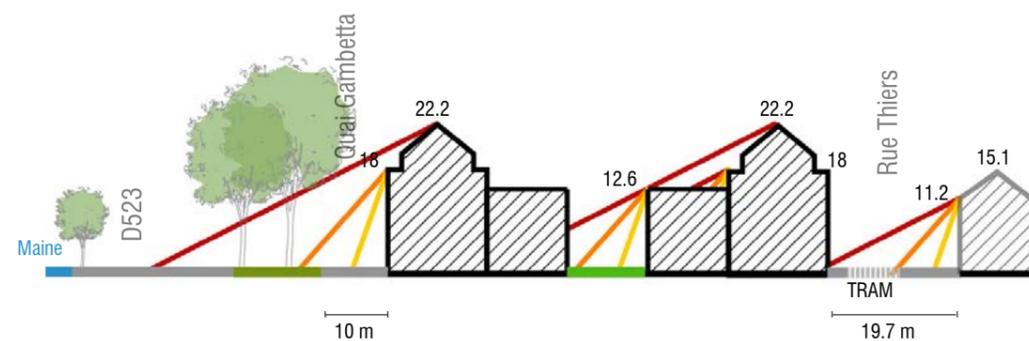
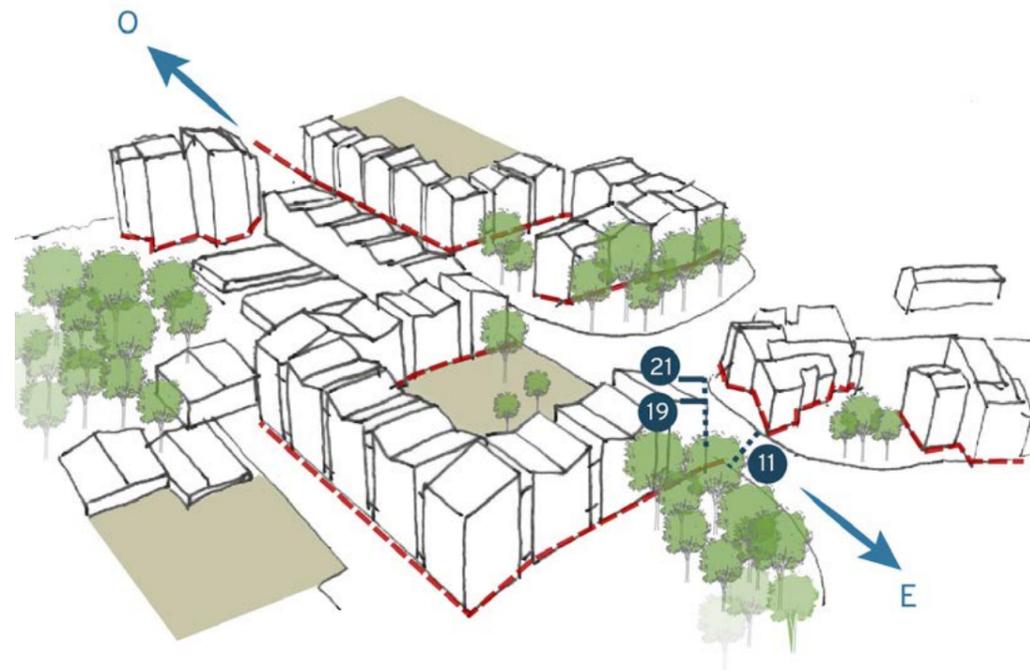
DENSITÉ

- Déperditions énergétiques : îlots peu denses en termes de densité au sol (rapport surface sol bâtie/surface parcelle).

■ ■ ■ EMPRISE VÉGÉTALE & PLEINE TERRE

+ Espace libre végétalisé : certaines formes urbaines génèrent de larges cœurs d'îlots végétalisés, aménagés. Grands axes urbains plantés à proximité.

- Espace libre minéral : d'autres formes urbaines génèrent des cœurs d'îlots avec de larges surfaces très minérales : matériaux de revêtement imperméables



Ensoleillement des constructions., tracé des rayons solaires

- 12H solaire 15 janvier
- 12H solaire 15 mars
- 12H solaire 15 juin

ÎLOTS ISSUS DES AMÉNAGEMENTS DU XX^e SIÈCLE

RAPPEL : Ilots issus des grandes phases d'aménagements urbains du XX^e siècle (Reconstruction : fin des années 1940 à 1970, et Rénovation urbaine : années 1960 à 1980)



Éléments de contexte

1C. APPROCHE THERMIQUE PAR TYPE ARCHITECTURAL



1A. CONDITIONS CLIMATIQUES DES RUES

- / L'orientation
- / Les conditions d'ensoleillement
- / L'exposition aux vents

1B. ANALYSE CLIMATIQUE PAR TYPES DE TISSU URBAIN

- / Ilots denses de la ville médiévale et moderne + « castrum » antique
- / Ilots et parcelles issues d'emprises religieuses
- / Parcellaire laniéré le long des voies
- / Ilots issus des aménagements urbains du XIXe siècle
- / Ilots issus des aménagements du XXe siècle.

1C. APPROCHE THERMIQUE DES TYPOLOGIES ARCHITECTURALES

MODES CONSTRUCTIFS

- / Le bâti en pan de bois
- / Le bâti en pierre
- / Le bâti en structure béton

TABLEAU SYNTHÉTIQUE

des différentes typologies thermiques en fonction du mode constructif, du programme et de l'implantation urbaine

+ Mitoyenneté : maisons généralement en mitoyenneté et sur un parcellaire étroit limitant les déperditions en façade.

+ Rapport plein/vide : surface de percement limitée permettant une meilleure inertie thermique

- Déperditions énergétiques : volumétrie de toiture : hauts combles et formes parfois complexes et fragmentées (lucarnes, ...)

COMPOSITION DE FAÇADE

Les façades sont peu percées, (1 à 2 travées en fonction de la largeur sur rue).

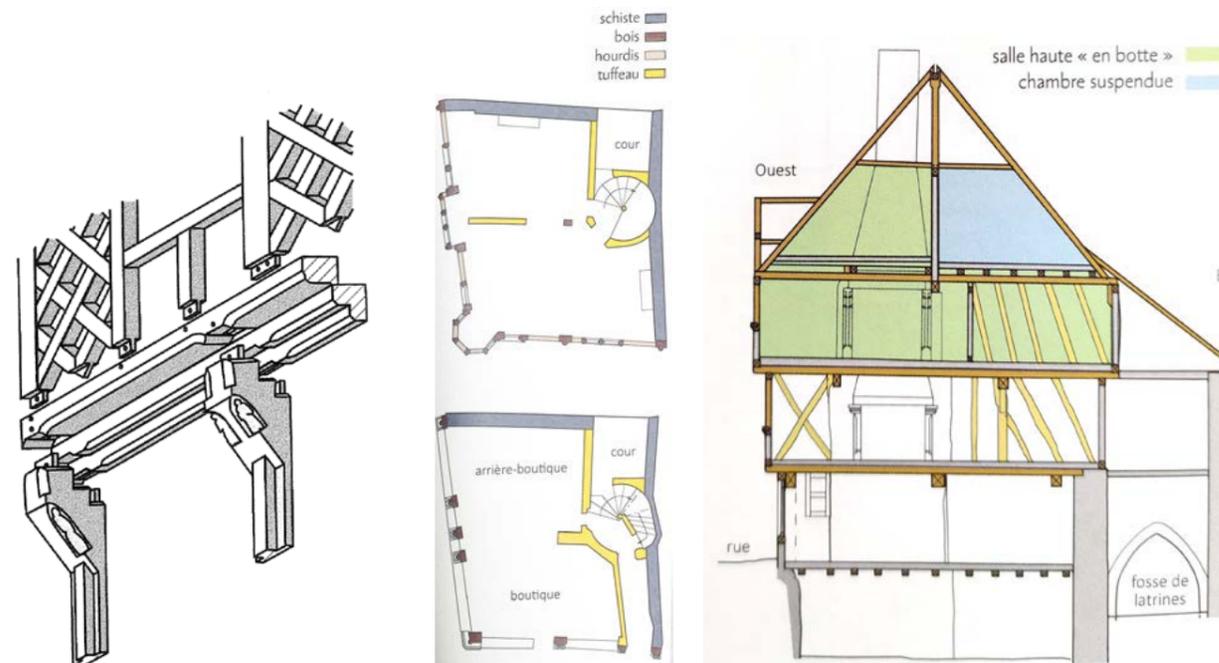
Les percements sont de proportions carrées, avec des baies à meneau/traverse.

MODE CONSTRUCTIF

Les structures charpentées sont généralement associées à des maçonneries de pierre, formant un assemblage mixte. Si l'avant de la façade sur rue est entièrement en pan de bois à hourdis (remplissage) de brique ou de torchis enduit, les murs de refends en arrière et le mur de fond sont souvent maçonnés en schiste ou en parpaings de tuffeau (système destiné à limiter la propagation du feu).

Ci-contre à gauche : Plan de repérage des matériaux (maison d'Adam)

Ci-contre à droite : Maison de la chapelle de la chapelle de Landemore, 17 rue Saint-Aignan. Coupe longitudinale. J.-Y. Hunot et E. Litoux, 2011 in ANGERS, Formation de la ville, Evolution de l'habitat



Maison Landemore, 17 rue Saint-Aignan
Dessin Line Weislo

Maison Desprez, dite d'Adam et Eve (1510d), 21 rue Saint-Laud

TECHNIQUE ARCHAÏQUE : FAÇADE À ENCORBELLEMENTS SUR SOLIVES (JUSQU'EN 1541) >>> FAÇADE PLATE (APRÈS 1541)

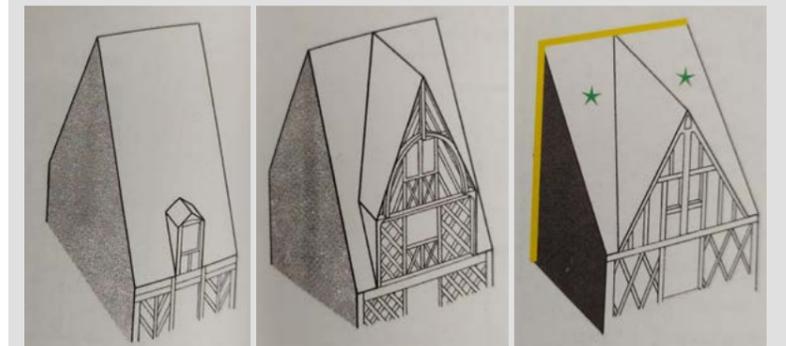
TECHNIQUE DU SURPLOMB À ENTRETOISES (À PARTIR DE MI-XVE JUSQU'À 1516 (DERNIER EXEMPLE CONNU))

DISPOSITIF VERTICAL À SURPLOMB SUR POTEAUX ÉLARGIS (À PARTIR DE MI-XVE JUSQU'À 1541 (DERNIER EXEMPLE CONNU))

DISPOSITIF VERTICAL À FAÇADE PLATE ET À SABLIERE UNIQUE (À PARTIR DE MI 1540) >>> DOUBLE REGISTRE (DEUXIÈME MOITIÉ DU XVIÈ)



Ci-dessous : Toit à longs pans, mur gouttereau sur la rue / Toiture à forte pente sur mur gouttereau avec lucarne monumentale simulant pignon / variante avec appentis latéraux et «pignon carré» sur l'arrière.

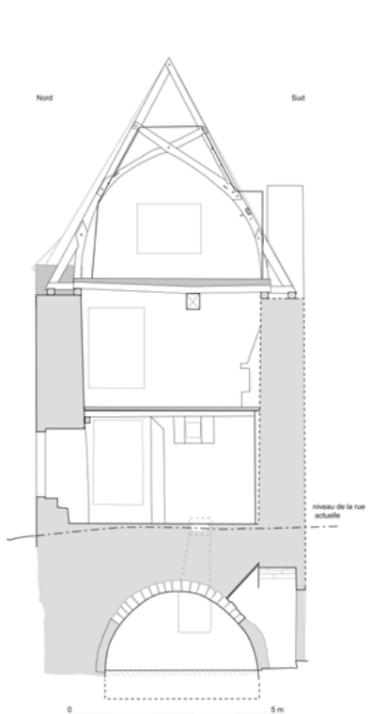


Source : Inventaire des Pays de Loire

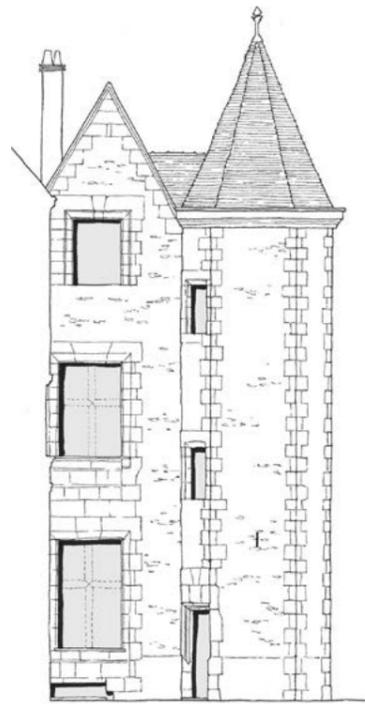
+ Rapport plein/vide : surface de percement limitée permettant une meilleure inertie thermique

+ Epaisseur des murs : bonne inertie thermique

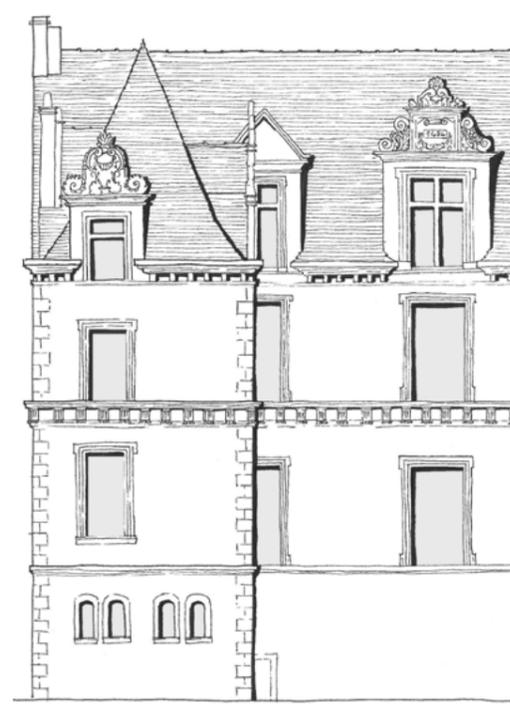
- Déperditions énergétiques : volumétrie de toiture : hauts combles et formes parfois complexes et fragmentées (tourelles d'escalier, lucarnes, ...)



Maison canoniale au 1 rue Donadieu de Puycharic
Restitution de Jean-Yves Hunot



Hôtel, dit maison de la chapelle, de la Corbellerie de St-Laud (A),
5 rue Donadieu-de-Puycharic



Hôtel, dit maison de la Godeline, puis Thévin de la Chotardière,
73 rue Plantagenêt

Dessins Line Weislo

COMPOSITION DE FAÇADE

Les élévations sont sobres et les façades dépourvues d'ordres et de jeux de relief.

Sur les plus beaux programmes, les percements sont de grande taille, peu nombreux mais réguliers généralement en travées.

MODE CONSTRUCTIF

Les maçonneries sont construites en plaquettes de schiste ardoisier local dit «mazereaux». Les détails de chaînage et encadrements sont en pierre de taille de tuffeau.

Les constructions les plus élaborées (très beaux Hôtels) présentent un appareillage de pierres de taille de tuffeau de très grandes dimensions appelées «baraudes». Ce module spécifique reste rare à Angers, et disparaît après le XVI^e siècle (le terme de «baraudes» reste en revanche employé pour désigner les pierres de grande taille).

Hôtel dit Maison du Bois-Rondeau,
5 rue de la Harpe



Hôtel dit Maison Canoniale Saint-Michel, 1 rue du Parvis Saint-Maurice



LE BÂTI EN PIERRE (1)

ÉPOQUES CONCERNÉES

> médiévale & 1^{ère} Renaissance (jusqu'aux années 1530)

> 2nde Renaissance (1540-1580)

PROGRAMMES

- D'origine : Habitat seigneurial / Habitat populaire (Maisons, Maisons à boutiques)
- Actuel : Habitat urbain (individuel / division en appartements / Equipements)

VOLUMÉTRIE

Le bâti prend la forme de grands volumes simples au plan allongé ou en équerre, présentant de très hauts volumes de toitures avec d'imposantes lucarnes et cheminées. Le volume de la cage d'escalier est clairement dissocié du logis, sous forme d'une tourelle engagée, parfois surmontée d'une pièce haute en saillie sur trompes formant encorbellement (disparition après le XV^e), soit de pierre de tuffeau soit de schiste.

Les volumes de toiture sont très hauts, avec lucarnes imposantes. De nouvelles formes de toitures sont peu à peu introduites sur les plus beaux programmes au XVI^e siècle, de type pavillon ou toit à l'impériale sur plan carré (plutôt à la fin du XVI^e siècle) ou en carène sur plan allongé (plus rare).

La présence d'un gros pavillon en façade, voire de deux pavillons symétriques est récurrente dans les hôtels particuliers de la Renaissance.



Hôtel Bitault,
14 rue Pocquet-de-Livonniers

CI Inventaire des Pays de la Loire

+ Volumétrie plus compacte : Notamment au niveau des toitures (pente moins prononcée)

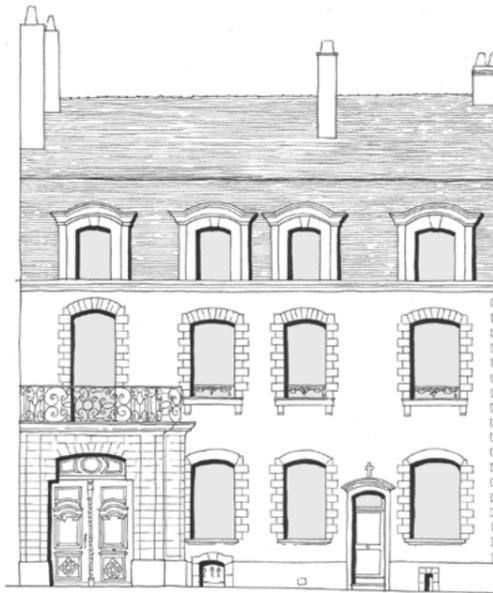
COMPOSITION DE FAÇADE

Au départ peu percées, les façades et leur rapport des pleins et des vides s'équilibrent au cours du siècle avec des percements de plus en plus nombreux et réguliers.

Principe de rigidification de la travée, désormais rigoureusement alignée verticalement : la composition recherche l'axialité ou, du moins, ménage une symétrie.



Hôtel Ayrault de Saint-Hénis, 8 rue du Cornet
Dessin Line Weislo



Hôtel de chanoines dit maison canoniale Saint-Laud,



Maisons jumelées, 1 rue Lenepveu

MODE CONSTRUCTIF

La disposition la plus courante est une maçonnerie de gros-oeuvre en schiste traditionnel. Cet appareillage est généralement invisible, protégé sous un enduit destiné à le recouvrir entièrement. Les (rares) façades en tuffeau appareillé, sont peu épaisses et à peine porteuses (parement).

L'emploi de la pierre de taille est systématique sur l'ensemble de la travée pour des raisons structurelles de descente des charges. Les éléments de modénatures tels que les chaînages, encadrements, bandeaux corniches et lucarnes sont également en pierre de taille de tuffeau.



LE BÂTI EN PIERRE (2)

ÉPOQUES CONCERNÉES

- > Ancien Régime 1 & 2 (1600 - 1770)
- > Néoclassique 1 (1770 - 1820)

PROGRAMMES

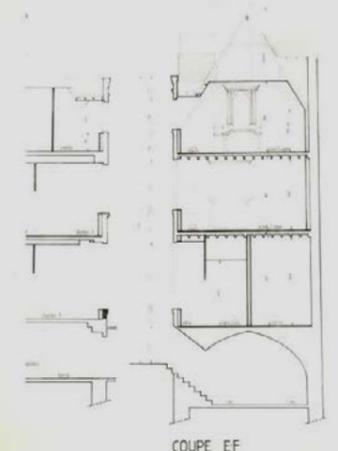
- D'origine : Habitat seigneurial / Habitat populaire
- Actuel : Habitat urbain (individuel / division en appartements)

VOLUMÉTRIE

Les gabarits sont d'une hauteur nettement inférieure par rapport aux siècles précédents. L'abandon de la façade à pignon (motif récurrent de l'architecture médiévale) - conjugué à l'adoption d'une façade plus large et de hauteur moindre - renforce cette impression de recherche d'horizontalité dans l'architecture (même la plus monumentale).

La hauteur des Hôtels dépasse rarement deux niveaux (surmontés de hauts combles à lucarnes). Les maisons urbaines, plus étroites (logement vertical à pièce unique), possèdent parfois un niveau supplémentaire. Cette moindre hauteur est contrebalancée par l'affirmation de nouvelles formes de toitures, dont la croupe et brisis et terrasson (dit «à la Mansart» qui constitue ici une réelle nouveauté du siècle). Ces grands volumes de toitures sont assortis de lucarnes.

À partir du XVIII^e siècle, des balcons à l'étage noble viennent souligner l'axe ou couronner les portes cochères.



Hôtel Bonchamp, 4 place Louis-Imbach

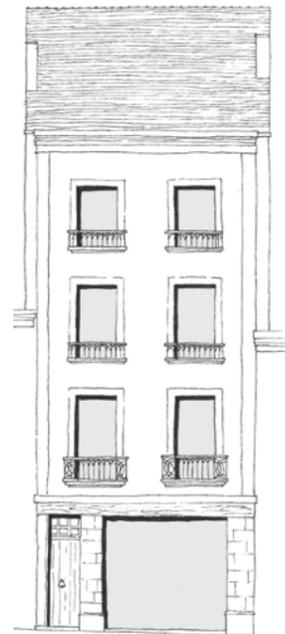
CI Inventaire des Pays de la Loire

+ Opérations groupées : mitoyenneté, ensemble thermique cohérent présentant moins de façades exposées

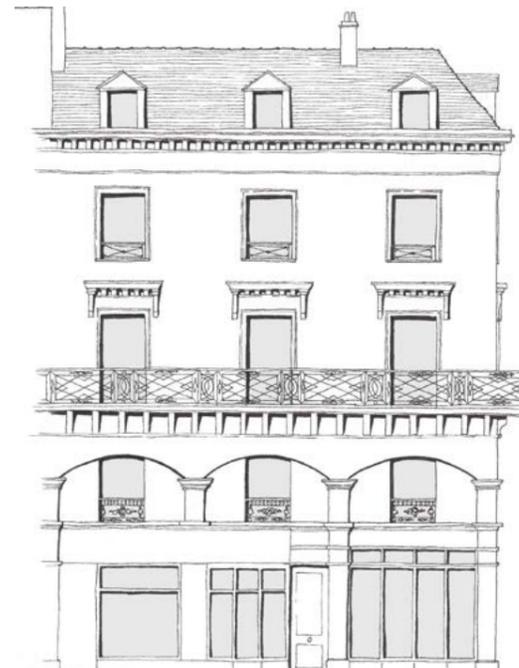
COMPOSITION DE FAÇADE

Les façades sont organisées en travées régulières. Le rapport des pleins et des vides en façade est équilibré, mais la taille des baies diminue : les proportions évoluent pour devenir plus étroites et standardisées.

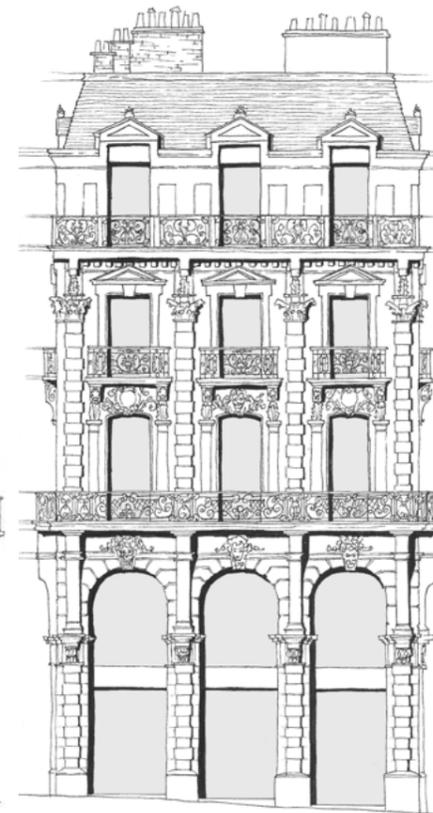
La hiérarchisation des étages (dans le traitement des hauteurs, la taille des baies, le décor) est encore perceptible, en particulier dans les immeubles de rapport.



Maison, 6 rue des Deux Haies
Dessin Line Weislo



Opération concertée du Bas Mail (immeubles)
Dessin Line Weislo



Carrefour Rameau, 2 rue Chaperonnière
Dessin Line Weislo

MODE CONSTRUCTIF

Les façades sont généralement en pierre de tuffeau de moyen appareil. Les maçonneries de schiste enduites qui représentaient autrefois la norme sont désormais réservées aux programmes les plus modestes ou aux façades secondaires.



LE BÂTI EN PIERRE (3)

ÉPOQUES CONCERNÉES

- > Néoclassique 2 (1820 - 1850)
- > Eclectique (1850 - 1914)

PROGRAMMES

- D'origine : Habitat bourgeois/ Habitat populaire/ Habitat regroupé
- Actuel : Habitat urbain (individuel / division en appartements). Commerces en Rdc et entresol.

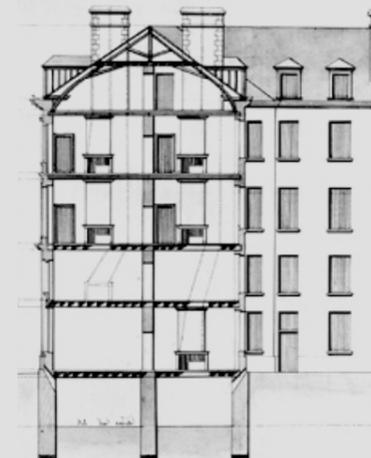
VOLUMÉTRIE

Au début du XIX^e siècle, les volumétries sont simples, suivant le principe de «façades lisses» où seuls les éléments de modénature sont en saillie. Cette disposition est associée à la généralisation des balcons : souvent filant au premier étage («étage noble») et sous forme de balconnets aux étages supérieurs.

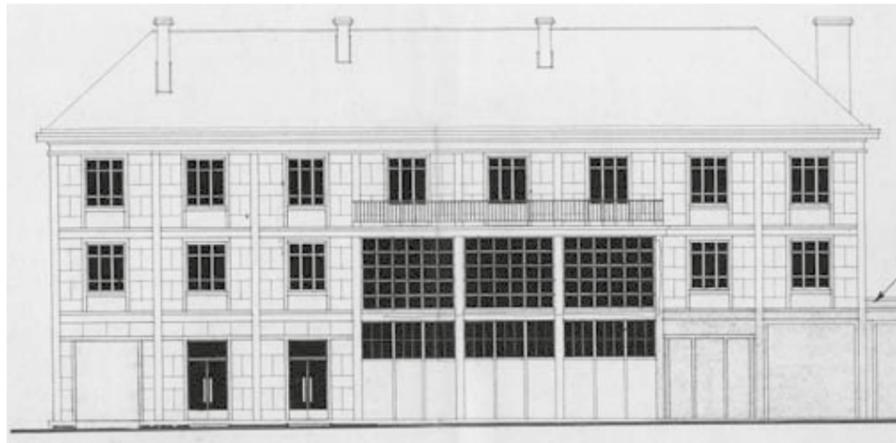
Les toitures sont à pente modérée (présence éventuelle de croupes), et les lucarnes absentes ou participant dans une moindre mesure à la composition de façade. Deux exceptions volumétriques à cette simplicité formelle : l'étage dit «d'attique», au dernier niveau, et le pan coupé aux intersections de rues.

La fin du XIX^e siècle est marquée par le retour des toitures hautes (pavillons des villas, toiture imposante à brisis et terrasson / jeux de volumes, couronnement et lucarnes monumentales) et des formes de volumétries parfois complexes (tourelles d'angles, encorbellements et premiers bow-window).

Une augmentation si gnificative de la taille des immeubles est également à noter.



Opération concertée (immeubles), 53 rue Jules Guiton
CI Inventaire des Pays de la Loire



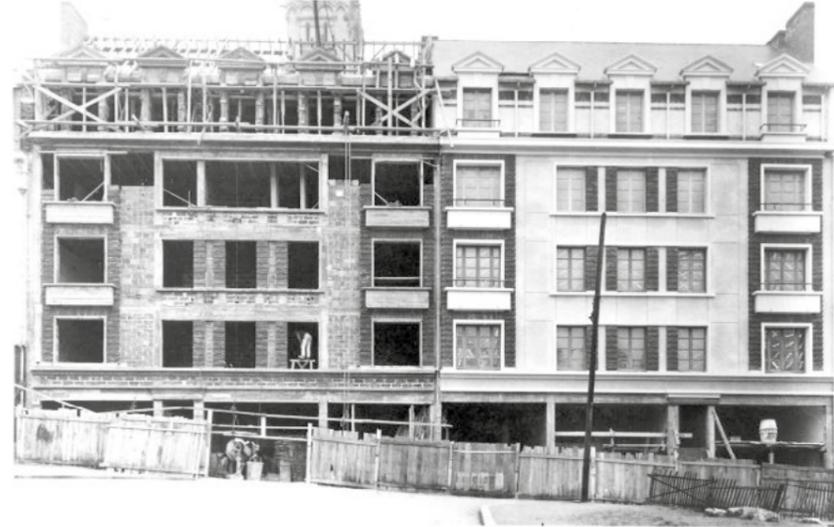
COMPOSITION DE FAÇADE

Les proportions s'inscrivent dans un jeu de lignes horizontales, amplifiées par la dimension des percements (de plus en plus larges).

Les imbrications de volumes (qu'il s'agisse de jeu de toitures, de bow-window ou de balcons) démontrent une composition en relief, qui tranche avec les façades «plates» et alignements rigoureux des siècles précédents.

Dans l'habitat individuel, les baies sont souvent de tailles et formes différentes en fonction de l'étage ou de la travée. Dans l'habitat collectif les façades sont organisées en travées régulières avec étages indifférenciés.

Le parti décoratif suit le style architectural développé (esprit historiciste au début de la période puis villégiature, rationaliste, Art-Déco ou moderniste).



Immeubles, 72-78 rue Baudrière
CI Inventaire des Pays de Loire

MODE CONSTRUCTIF

Les maçonneries traditionnelles sont remplacées par une structure en béton armé qui permet une plus grande liberté des formes, ainsi que des saillies importantes (balcons, loggias).

Les façades sont enduites ou reçoivent un parement décoratif en pierre, schiste, mosaïques, ...

STRUCTURE BÉTON

ÉPOQUES CONCERNÉES

- > Entre-deux guerres (1920-1940)
- > Après-guerre et moderne (à partir des années 1950)

PROGRAMMES

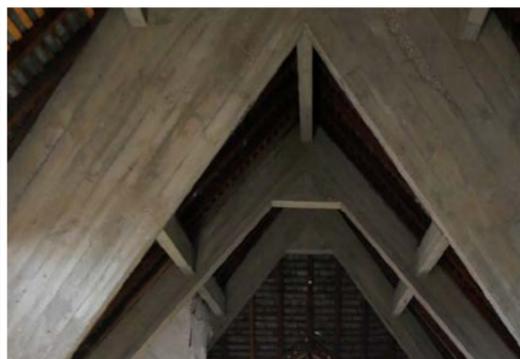
- D'origine : Habitat individuel / Habitat collectif
- Actuel : Habitat urbain (individuel / division en appartements). Commerces en Rdc et entresol.

VOLUMÉTRIE

Les gabarits des grands immeubles sont très imposants. Les cas les plus hauts présentent généralement un retrait partiel d'alignement ou retrait progressif dans les étages hauts (Maison Bleue). Les petits collectifs et l'habitat individuel s'inscrivent en revanche dans les gabarits moyens des îlots dans lesquels ils s'insèrent.

Les toitures suivent parfois la tradition historiciste avec brisis/terrasson et lucarnes, ou s'inscrivent dans l'esprit villégiature avec jeu de toitures, pignon et chevrons débordants (ce qui reste plus marginal). Les architectures Art Déco et d'inspiration moderniste présentent une toiture à faible pente voire en terrasse. Les balcons participent amplement aux jeux de volumétries par un traitement nettement différencié de la façade.

A partir des années 1950, les gabarits varient fortement en fonction du programme, du choix d'implantation et de la stylistique développée, passant ainsi d'un extrême à l'autre. Dans l'esprit régionaliste et l'architecture de pastiche, les toitures sont à forte pente avec lucarnes, tandis que la recherche de modernité s'exprime plutôt par une toiture à faible pente voire en terrasse.



2. ÉTUDE DE CAS

Les 10 études de cas qui suivent illustrent 10 exemples de bâtis représentatifs de l'habitat angevin dans le secteur du PSMV. Ont été étudiés des édifices issus de différentes périodes historiques avec une diversité d'implantations, de gabarits, de dimensions et de modes constructifs depuis l'époque médiévale jusqu'au XX^e siècle.

Les édifices sont répartis en 4 grandes catégories :

Les demeures d'Ancien-Régime

Édifices antérieurs au XIX^e siècle en pan de bois ou en pierre, ils s'implantent dans des secteurs plus ou moins denses (édifices mitoyens ou isolés) à fort ancrage historique.

L'architecture à pan de bois bénéficie par ailleurs d'une étude spécifique (hors dossier) réalisée sur la maison d'Adam à l'occasion de sa restauration en 2021-2022. Il convient de s'y reporter en complément du présent document.

Maisons et petits hôtels du XIX^e siècle

Édifices unifamiliaux, souvent connus comme « maisons angevines » ; ils constituent un type très présent dans les secteurs moins denses à vocation résidentielle.

Immeubles du XIX^e siècle

Appartements au sein d'immeubles « Haussmannien » largement présents dans le centre-ville commerçant, ces types sont transposables à d'autres édifices en maçonnerie traditionnelle divisés en appartements.

Immeubles du XX^e siècle

Édifices qui illustrent la rupture du milieu du XX^e siècle et présente

des modes constructifs modernes.

Sans être exhaustif, cet échantillon permet de recouvrir de nombreux cas de figures et une réalité complexe qui requiert à chaque fois une analyse précise et des réponses spécifiques. En particulier, à cette diversité de typologies s'ajoutent le profil des habitants qui détermine très largement le mode d'occupation, la manière d'habiter, de chauffer (et donc la manière de consommer l'énergie). Un panel diversifié de profils sociologiques est ainsi représenté : jeune couple, employés, personnes seules, familles nombreuses, retraités, employés, hébergement de tourisme.

Basée sur une visite in situ, un questionnaire à l'intention des habitants et le relevé de consommations réelles, les fiches qui suivent s'articulent en deux parties :

- Un diagnostic : caractéristiques et compréhension technique de l'édifice, volume chauffé, analyse des systèmes de chauffage, confort des occupants et consommation énergétique.
- La démarche d'action : écogestes à mettre en place, actions sur les systèmes, action sur le bâti qui renvoie aux « fiches-actions » explicitées au 3^e chapitre de ce document.

Les résultats et conclusions pour chaque étude reflètent une situation qui croise l'habitat et les modes d'habiter. Ainsi une étude ne saurait être strictement transposable à un autre édifice, pour autant, elles peuvent être extrapolables tant pour la compréhension thermique du bâti ancien que pour les leviers d'action pour améliorer les performances énergétiques.

Les 10 cas de figure retenus

DEMEURES

D'ANCIEN RÉGIME (3 exemples)

- 1/ Maison en pan de bois mitoyenne XVI^e siècle
- 2/ Hôtel en pierre XVII^e siècle
- 3/ Hôtel mitoyen en pierre XVIII^e siècle

MAISONS ET PETITS HÔTELS MITOYENS DU XIX^e SIÈCLE (3 exemples)

- 4/ Maison mitoyenne, « la maison angevine »
- 5/ Petit hôtel mitoyen
- 6/ Maison mitoyenne

IMMEUBLES DU XIX^e SIÈCLE (2 exemples)

- 7/ 1^{er} exemple
- 8/ 2nd exemple

IMMEUBLES DU XX^e SIÈCLE (2 exemples)

- 9/ Maison individuelle à ossature béton
- 10/ Construction isolée en structure béton

NB : Par souci de confidentialité, ont été retirées toutes les photos, mentions et indications permettant de situer l'adresse des exemples choisis pour l'analyse. Le tableau illustre le type d'immeuble sans correspondre à l'adresse étudiée.

« TYPOLOGIE THERMIQUE »

Habitat urbain en tissu dense (maisons)

LE BÂTI EN PAN DE BOIS

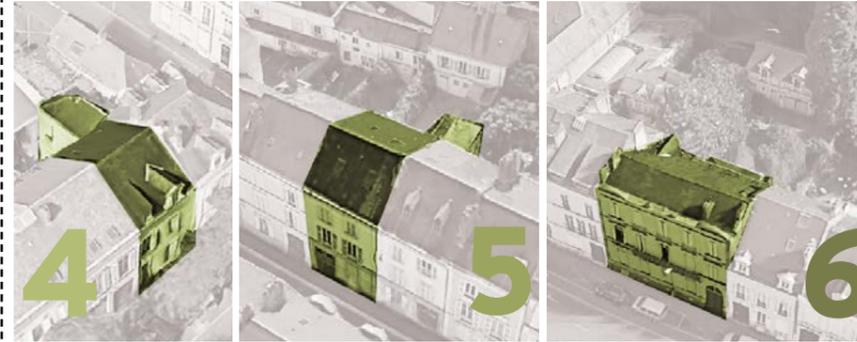


> Maisons mitoyennes en Pan de bois (époque médiévale et Renaissance)



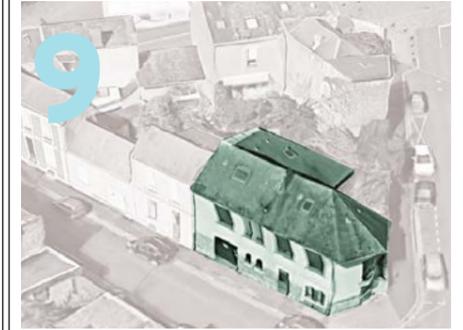
> Maisons mitoyennes en pierre (époque Ancien Régime)

LE BÂTI EN PIERRE



> Maisons et petits hôtels mitoyens (XIX^e siècle)

STRUCTURE BETON

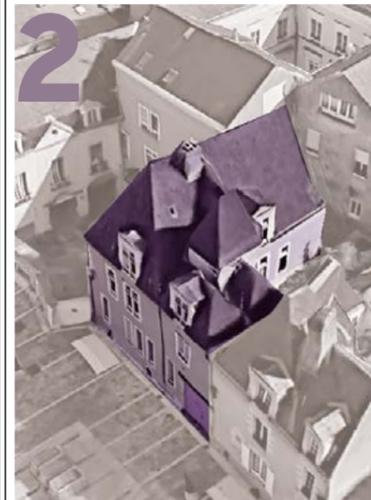


> Maisons à ossature béton (XX^e siècle)

Habitat urbain sur grande parcelles / équipements



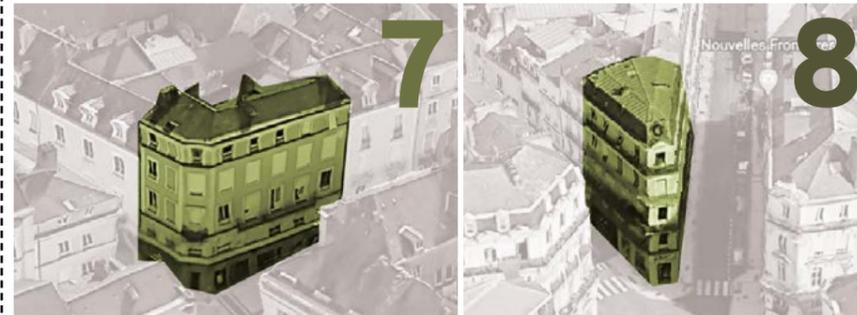
> Maisons en Pan de bois présentant un plus grand développé de façade (position en angle, maisons jumelées, ...), (époque médiévale et Renaissance)



> Hôtels en angle d'îlot en pierre présentant un grand développé de façade et de toiture (époque Ancien Régime)



> Hôtels mitoyens en pierre présentant un grand développé de façade et de toiture (époque Ancien Régime)



> Opérations d'habitat regroupé : Immeubles et ordonnancements (XIX^e siècle)



> Collectifs à ossature béton (XX^e siècle)



> Grand programme en pierre isolé sur la parcelle (XIX^e siècle)



> Groupes scolaires isolés à ossature béton (XX^e siècle)

Habitat urbain en tissu dense (immeubles, habitat regroupé)

NB : Par souci de confidentialité, ont été retirées toutes les photos, mentions et indications permettant de situer l'adresse des exemples choisis pour l'analyse. Le tableau illustre le type d'immeuble sans correspondre à l'adresse étudiée.

1



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Maison en pan de bois mitoyenne

Datation : Origine années 1580 (façade), 1595-1621 (escalier)+ travaux de restauration dans les années 1960

Surface chauffée : 218 m²

Volume chauffé : 625 m³ (estimatif)

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Importante – Double Mitoyenneté

Exposition au soleil : Bonne (façade sur rue Sud/ Sud-Ouest)

Exposition au vent : Modérée (façade sur rue / vents de Sud-Ouest), car limitée par la mitoyenneté

USAGES

Profil des occupants : Couples de vacanciers

Activités : Chambres d'hôtes / Commerce

Nombre d'occupants : 12 (variable)

Préservation des volumes : Excellente

Préservation des espaces tampons : Excellente

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Aucun

FICHE THERMIQUE N°1

LA MAISON MITOYENNE EN PAN DE BOIS

Époques médiévale et Renaissance

1

PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

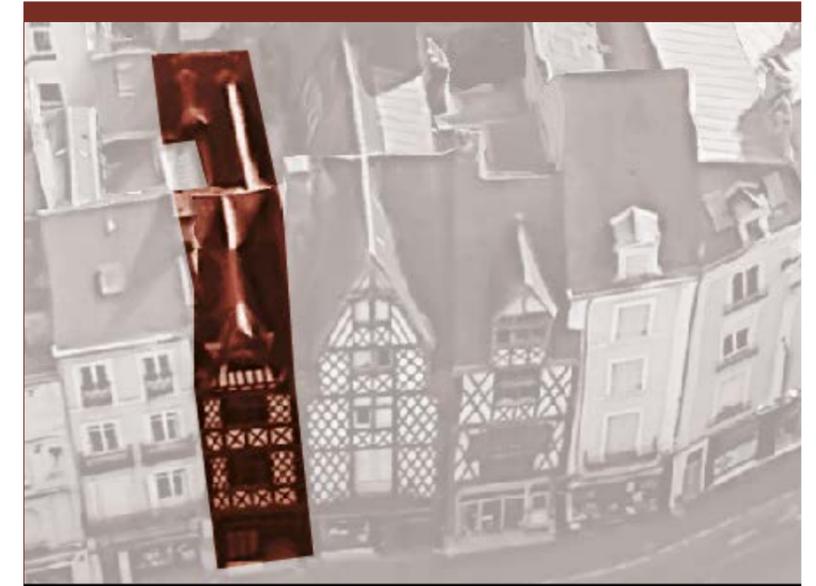
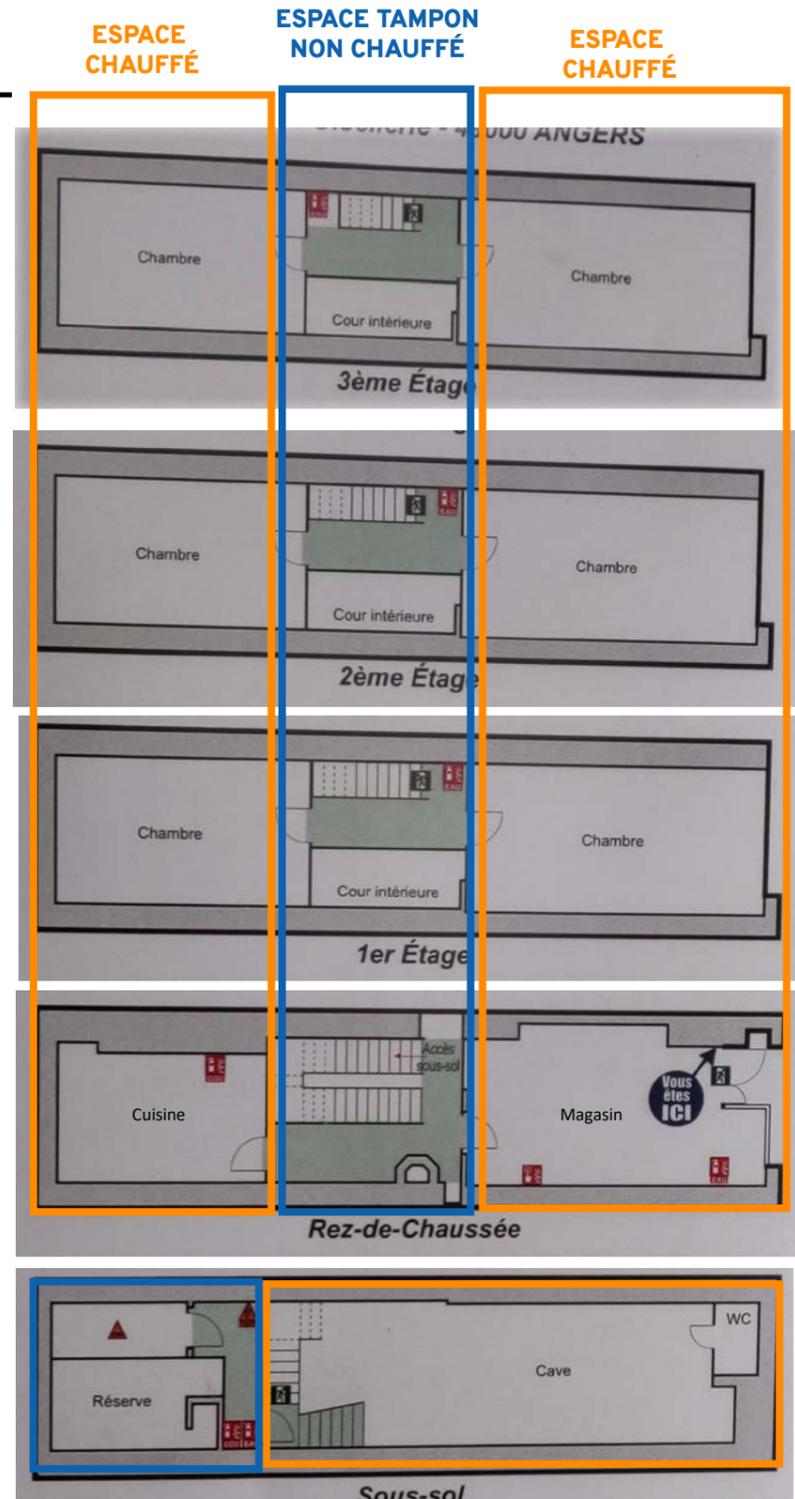
R+3 Surface totale : 59 m²
Volume total : 124 m³
Surface chauffée : 44 m²
Volume chauffé : 75 m³

R+2 Surface totale : 59 m²
Volume total : 184 m³
Surface chauffée : 44 m²
Volume chauffé : 135 m³

R+1 Surface totale : 59 m²
Volume total : 201 m³
Surface chauffée : 44 m²
Volume chauffé : 152 m³

REZ-DE-CHAUSSÉE Surface totale : 59 m²
Volume total : 220 m³
Surface chauffée : 44 m²
Volume chauffé : 171 m³

R-1 Surface totale : 59 m²
Volume total : 132 m³
Surface chauffée : 42 m²
Volume chauffé : 92 m³



FICHE THERMIQUE N°1

LA MAISON MITOYENNE EN PAN DE BOIS

Époques médiévale et Renaissance

Les surfaces et volumes sont estimés à partir de mesures réalisées sur site lors de la visite des thermiciens.

1

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Façade sur rue et mitoyenneté Est** : structure à pans de bois / hourdis en torchis, 12 cm d'épaisseur
- **Façade arrière et mitoyenneté sur Ouest** : structure en schiste, 40 cm d'épaisseur

HABILLAGE :

- **Façade arrière** : enduit extérieur ciment

+ *Captation de l'humidité de l'air, régulation de l'hygrométrie*
+ *Matériaux à inertie importante*

- *Isolation thermique moyenne à médiocre*
- *Façade arrière fortement déperditive*
- *Enduit ciment façade arrière (sur maçonnerie de schiste) réduisant la circulation de l'humidité dans les parois*
- *Potentiel phénomène de paroi froide au proche de la façade sur rue (pans de bois traversants)*

OUVRANTS

- **Façade sur rue et sur espace tampon central** : fenêtres à vitraux, sur réseau de plomb et ossature bois, équipées de volets intérieurs bois en bon état
- **Façade sur cour** : fenêtres à vitraux qualitatifs sur ossature bois équipées de volets roulants extérieurs, état correct
- **Portes** : bois massif sur espace tampon central
- + *Volets en bois intérieurs et volets roulants permettant de limiter les déperditions thermiques par les ouvrants lorsqu'ils sont clos*
- + *Renouvellement d'air naturel par les menuiseries*
- *Isolation des simples vitrages médiocre*
- *Sensation potentielle de parois froides*

PLANCHERS HAUTS

COUVERTURE :

- **Structure** : ardoises sur liteaux
- **Habillage intérieur** : lambris bois
- *Isolation thermique inexistante*
- *Risques de surchauffe en été et de consommations énergétiques élevées en hiver*

PLANCHERS INTERMÉDIAIRES :

- **Salons/chambres** : tomettes en terre cuite sur solivage bois
- **Salles de bains (façade nord)** : carrelage sur solivage bois
- Présence de pans métalliques

PLANCHERS BAS :

- **Sur cave voûtée (magasin et espace tampon central)** : habillage carrelage
- **Sur caves techniques** : habillage carrelage
- + *Les tomettes en terre cuite échangent peu leur énergie thermique avec leur environnement (faible effusivité) et possèdent une bonne inertie, confort thermique accru en hiver*
- *Le carrelage moderne échange beaucoup son énergie thermique avec son environnement (forte effusivité), confort thermique dégradé en hiver*

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

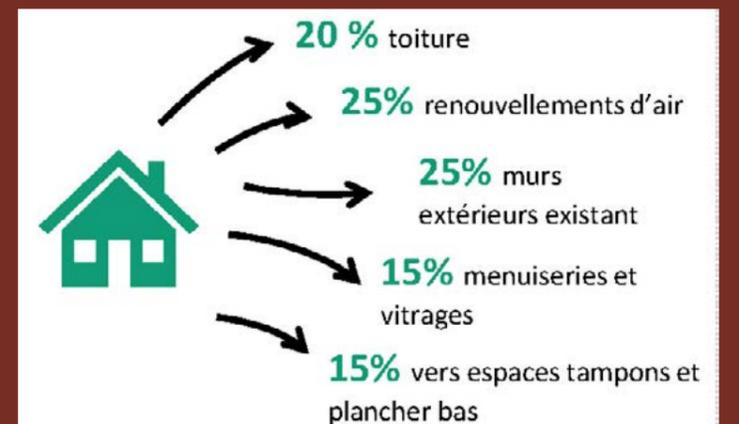


FICHE THERMIQUE N°1

LA MAISON MITOYENNE EN PAN DE BOIS

Époques médiévale et Renaissance

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



- Pertes du plancher haut importantes
- Inconfort provoqué par la façade sur rue important (notamment l'été)

1

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Type** : chaudière murale à condensation
- **Puissance** : inconnue
- + **Rendement élevé (condensation)**
+ **Energie compétitive économiquement**
- **Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre**
- **Energie au prix volatile**

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- Radiateurs eau chaude en fonte
- Vannes thermostatiques (en majorité)
- Radiateurs électriques
- + **Émetteurs fonte à forte inertie**
- **Vannes thermostatiques peu utiles (usage intempestif)**

CHAUFFAGE COMPLÉMENTAIRE :

- Radiateurs électriques dans les salles de bain et dans la cave
- Complément au réseau de chauffage eau chaude
- + **Energie aux très faibles émissions de gaz à effet de serre**
- **Energie non compétitive économiquement**

RÉGULATION CHAUFFAGE :

- Régulation à l'aide des vannes thermostatiques (eau chaude) et potentiomètres (électriques)
- + **Régulation simple d'utilisation**
+ **Bâtiment inertiel ne nécessitant pas de régulation élaborée**
- **Pilotage possible par les résidents, entraînant des consommations importantes d'énergie et des températures d'ambiance très élevées en hiver**

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE :

- Réalisée par la chaudière (ballon de stockage présent en chaufferie)

VENTILATION :

- **Arrivée d'air** : Ventilation naturelle (par les menuiseries)
- **Extraction d'air** : Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux dans les salles de bain
- + **Ventilation naturelle fidèle au fonctionnement d'origine d'un tel bâtiment**
+ **Bonne évacuation de l'air humide**
- **Pertes thermiques par infiltration d'air importantes et difficilement réductibles**

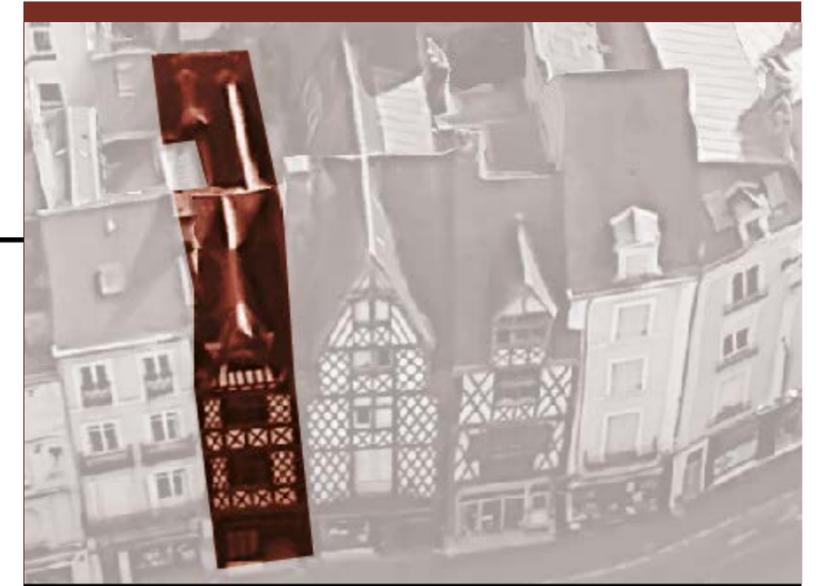
CONFORT DES OCCUPANTS

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Pas d'inconfort thermique
- **Paroi froide** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Pas de courants d'air
- **Humidité** : Aucune sensation de gêne liée à la présence d'humidité

CONFORT D'ÉTÉ

- **Gradient de température** : Dernier étage (combles) plus chaud
- **Surchauffe** : Dans les chambres du dernier étage (combles)
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire



FICHE THERMIQUE N°1

LA MAISON MITOYENNE EN PAN DE BOIS

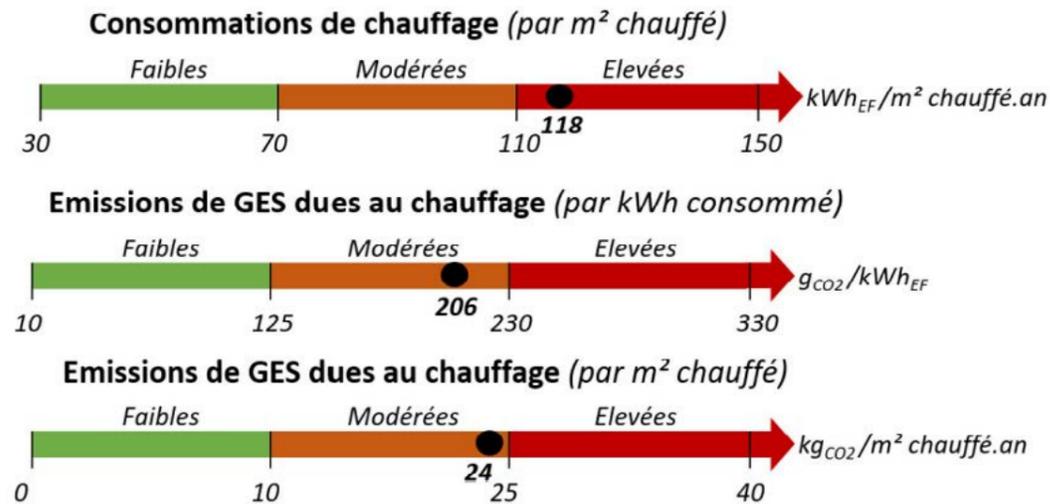
Époques médiévale et Renaissance

1

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel et électricité
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 20 600 kWhPCI/an
électricité = 5 200 kWhPCI/an
- **Surface chauffée :** 218 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 118 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 206 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 24 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



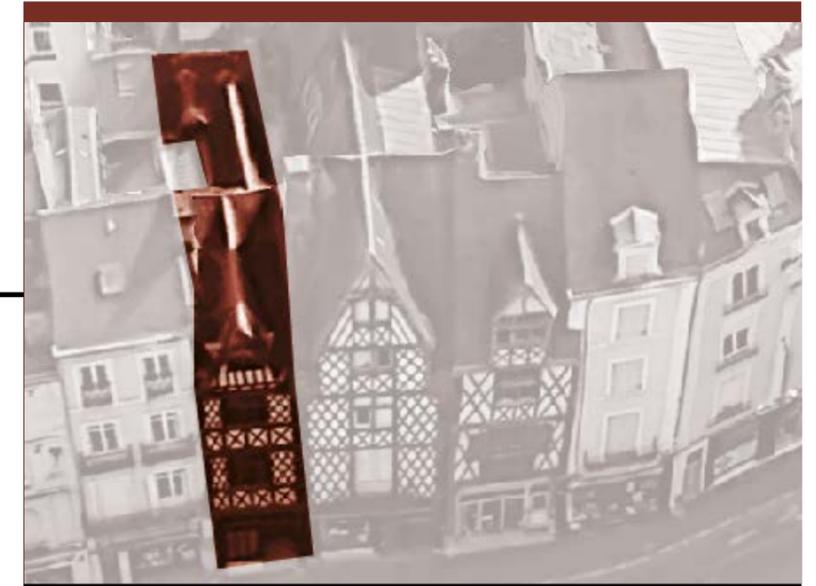
SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE

POINTS FORTS

- Structure mixte à pans de bois et maçonneries de moellons, bâti mitoyen avec une inertie intéressante permettant de conserver la température
- Apports solaires importants depuis la façade sur rue l'après-midi
- Une chaudière gaz performante (mais qui émet des gaz à effet de serre)

POINTS FAIBLES

- Enduit ciment sur la façade sur cour qui réduit la circulation de l'humidité
- Surchauffe dans les chambres du dernier niveau (combles) pendant l'été
- Isolation du plancher haut perfectibles
- Confort thermique dégradé par la façade sur rue (les pans de bois génèrent potentiellement une paroi froide)
- Une régulation des radiateurs entraînant des hausses intempestives de la température d'ambiance



FICHE THERMIQUE N°1

LA MAISON MITOYENNE EN PAN DE BOIS

Époques médiévale et Renaissance

1

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

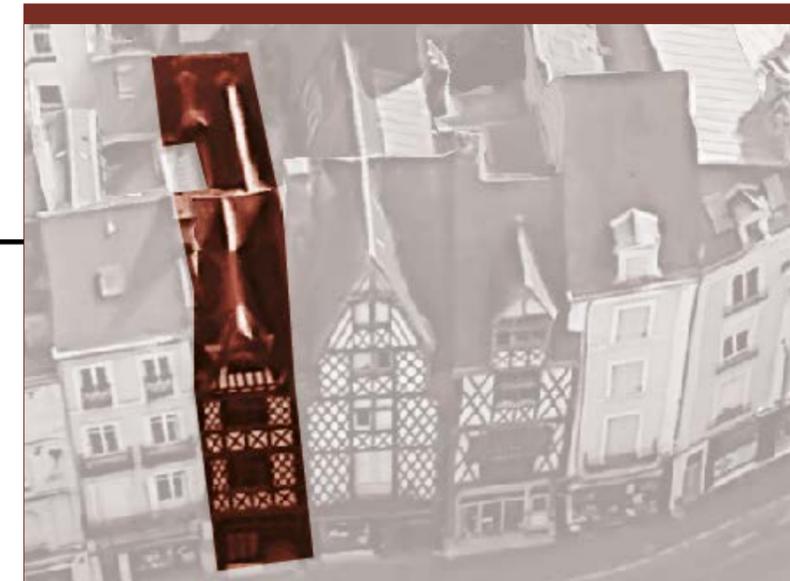
Le confort thermique pendant l'hiver est très bon, néanmoins la régulation des radiateurs permet aux usagers d'augmenter de façon intempestive la température d'ambiance lors de leur séjour. Cela entraîne des consommations d'énergies dédiées au chauffage importantes.

Disposer une fiche de sensibilisation dans les chambres sur les conséquences sur la santé (maux de gorge, de tête, peau sèche, risque accru de maladie) ou encore sur l'environnement (1°C supplémentaire = 7% de consommation d'énergie supplémentaire) d'une chambre trop chaude est une façon simple d'agir sur le comportement des usagers. Elle doit être complétée d'un synopsis permettant de comprendre simplement comment réguler

le chauffage dans les chambres (schéma explicatif du fonctionnement d'une vanne thermostatique par exemple). Ces éléments peuvent être disposés dans le livret d'accueil de chacune des chambres.

En hiver, fermer les volets de l'ensemble des fenêtres la nuit limite les déperditions thermiques par ces ouvrants. Fermer les portes donnant sur l'espace tampon central permet de réduire les pertes thermiques des chambres.

En été, fermer les volets de la façade sur rue pendant la journée permet de limiter les apports solaires. Aérer la nuit ou tôt le matin permet de charger les murs en fraîcheur, celle-ci sera restituée pendant la journée.



FICHE THERMIQUE N°1

LA MAISON MITOYENNE EN PAN DE BOIS

Époques médiévale et Renaissance

1

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌚	5 à 15 ans ⌚⌚	+15 ans ⌚⌚⌚
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible ☁	modérée ☁☁	forte ☁☁☁
La consommation d'énergie grise :	faible 🏭	modérée 🏭🏭	forte 🏭🏭🏭

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.1	Amélioration des systèmes	P	⚡⚡⚡	€	⌚	🌡🌡🌡	☁☁	🏭
2.1.2	Installation de vannes thermostatiques							
2.3	Isolation des systèmes		⚡⚡	€€	⌚⌚	🌡🌡	☁☁	🏭
2.3.2	Isolation des conduits de cheminées							

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LE BÂTI

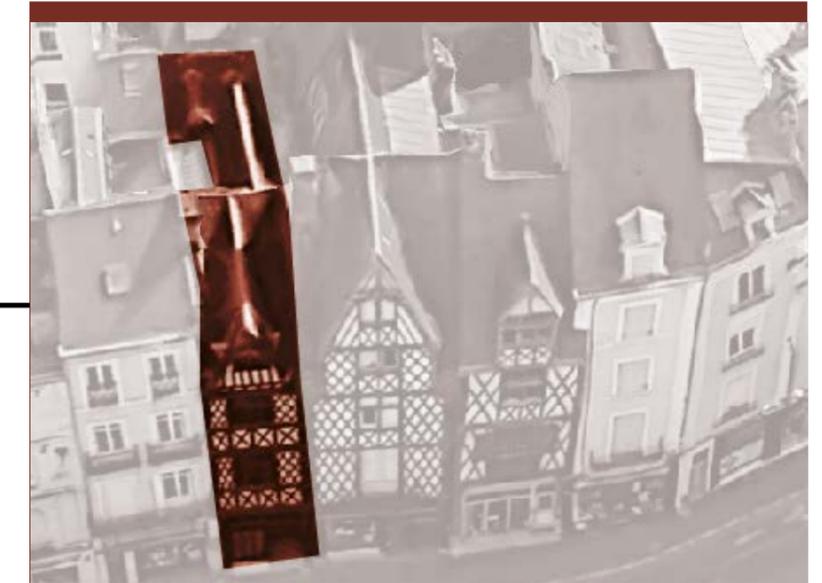
N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.1	Isolation des combles	P	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡	☁☁	🏭🏭
3.1.2	Isolation de combles aménagés (rampants)							
3.3	Isolation des parois verticales		⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🌡🌡	☁☁	🏭🏭
3.3.1	Isolation intérieure**							
3.3.2	Correction thermique intérieure (enduit)***							

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

** L'isolation intérieure de la façade sur cour peut être intéressante, elle est mal orientée et fortement déperditive, à condition de supprimer l'enduit ciment extérieur

***L'application d'une correction thermique est à envisager en concertation avec l'Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine du Maine et Loire

Cette correction thermique peut par exemple prendre la forme d'un enduit chaux/chanvre



FICHE THERMIQUE N°1

LA MAISON MITOYENNE EN PAN DE BOIS

Époques médiévale et Renaissance

1

SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Fermer les portes sur l'espace tampon central l'hiver, fermer les volets et rideaux la nuit l'hiver
- Sensibiliser les usagers aux conséquences d'une température d'ambiance trop élevée dans les chambres
- Aérer la nuit et le matin l'été pour bénéficier d'un rafraichissement naturel pendant la journée

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

- Mettre en place des vannes thermostatiques sur les radiateurs n'en disposant pas
- Isoler/condamner les cheminées non utilisées pour limiter les pertes par renouvellement d'air

ACTIONS SUR LE BÂTI

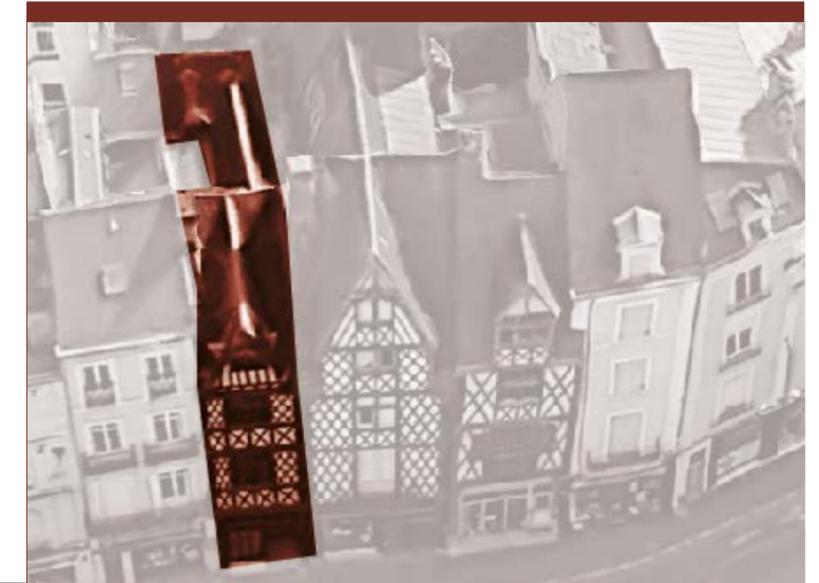
- Renforcer l'isolation du plancher haut*
- Isoler la façade sur cour par l'intérieur**
- Corriger thermiquement la façade avant (enduit à caractère isolant pour obtenir une paroi chaude l'hiver)***

**Les isolants et la mise en œuvre doivent être adaptés aux matériaux de la structure (ils doivent laisser migrer la vapeur d'eau)*

***Sous réserve de la suppression de l'enduit ciment extérieur, il possède un caractère pathogène pour les maçonneries traditionnelles*

****Sous réserve de l'accord de l'Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine du Maine et Loire*

Voir les fiches-actions au chapitre suivant

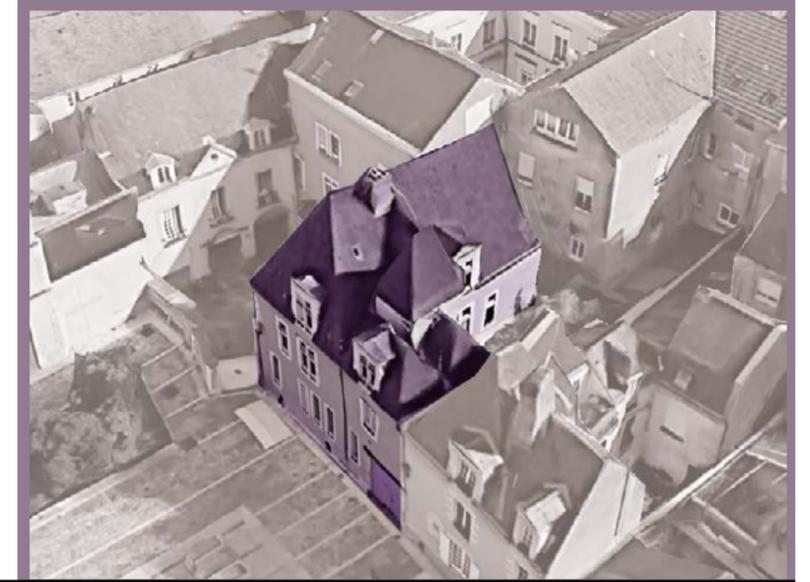


FICHE THERMIQUE N°1

LA MAISON MITOYENNE EN PAN DE BOIS

Époques médiévale et Renaissance

2



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Hôtel en pierre

Datation : Origine 1625, réhabilité en 1975

Surface chauffée : 425 m²

Volume chauffé : 1 300 m³ (estimatif)

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Moyenne, aucune mitoyenneté

Exposition au soleil : Importante (façade sur cour Sud-Est) / Bonne (façade sur la place Sud-Ouest)

Exposition au vent : Importante (façade sur la place / vents de Sud-Ouest)

USAGES

Profil des occupants : Personne retraitée / Famille

Activités : Habitat

Nombre d'occupants : 3 (variable)

Préservation des volumes : Excellente

Préservation des espaces tampons : Excellente

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Aucun

FICHE THERMIQUE N°2

L'HÔTEL EN PIERRE NON MITOYEN, ANCIEN RÉGIME

Époque XVII^e siècle

2

PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

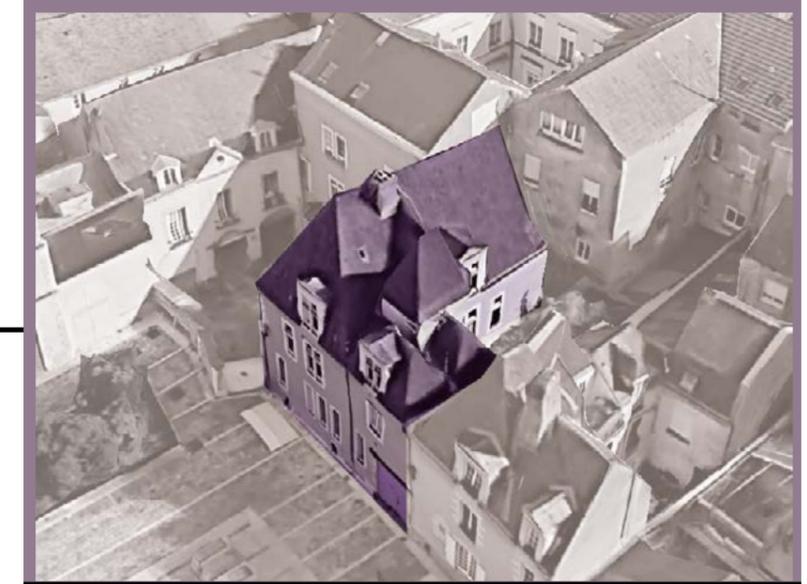
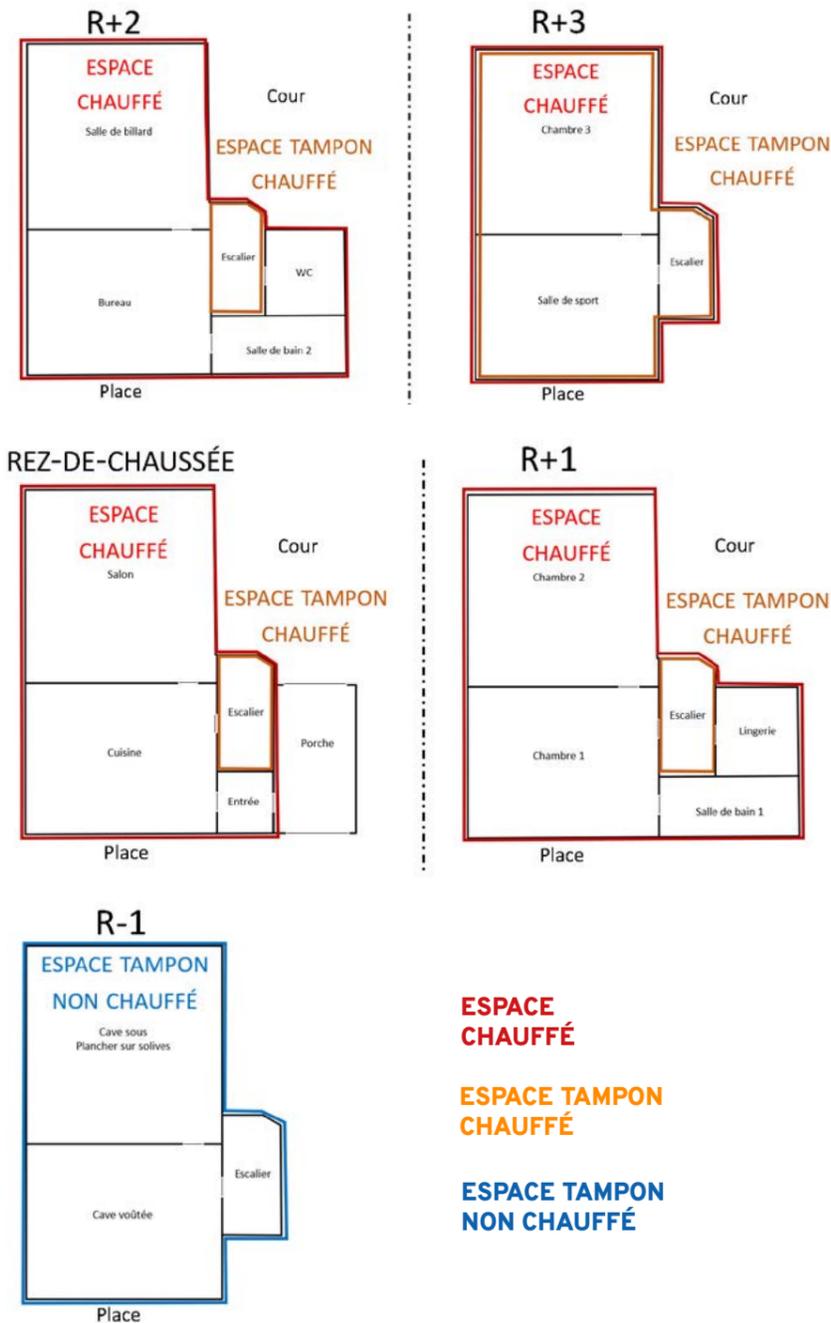
R+3 Surface totale : 95 m²
 Volume total : 160 m³
 Surface chauffée : 95 m²
 Volume chauffé : 170 m³

R+2 Surface totale : 115 m²
 Volume total : 380 m³
 Surface chauffée : 115 m²
 Volume chauffé : 380 m³

R+1 Surface totale : 115 m²
 Volume total : 400 m³
 Surface chauffée : 115 m²
 Volume chauffé : 400 m³

REZ-DE-CHAUSSÉE Surface totale : 100 m²
 Volume total : 350 m³
 Surface chauffée : 100 m²
 Volume chauffé : 350 m³

R-1 Surface totale : 95 m²
 Volume total : 220 m³
 Surface chauffée : 0 m²
 Volume chauffé : 0 m³



FICHE THERMIQUE N°2

L'HÔTEL EN PIERRE NON MITOYEN, ANCIEN RÉGIME

Époque XVII^e siècle

Les surfaces et volumes sont estimés à partir de mesures réalisées sur site lors de la visite des thermiciens.
 Les plans ont été réalisés à partir de la visite, des erreurs et imprécisions peuvent y figurer.

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Bâtiment principal** : structure en maçonneries de schiste (+ parement en pierre de tuffeau 20 cm d'épaisseur contours de fenêtres) : RdC : 70 cm d'épaisseur
R+1 : 60 cm d'épaisseur
R+2 : 50 cm d'épaisseur
- **Bâtiment Est (escalier, salles de bains...)** : structure en pierre de tuffeau, 25 cm d'épaisseur

HABILLAGE :

- **Bâtiment principal** : enduit extérieur (hors façade nord-est), composition non définie

- + **Matériaux à inertie importante**
+ **Captation de l'humidité de l'air, régulation de l'hygrométrie**
- **Isolation thermique moyenne à médiocre (en fonction de l'humidité dans les parois)**
- **Bâtiment Est à l'isolation insuffisante**

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

- **Façade sur rue et sur cour** : fenêtres simple vitrage équipées de volets intérieurs bois en bon état (restitution de 1975)
- **Façade sur mitoyenneté et façade arrière** : fenêtres à simple vitrage sans volets
- **Portes extérieures** : en bois, bon état
- + **Les grands ouvrants simple vitrage donnant sur la cour et sur la place favorisent les apports solaires**
+ **Les volets bois intérieurs permettent de limiter les déperditions thermiques par ces menuiseries**
+ **Renouvellement d'air naturel par les menuiseries**
- **Isolation des simples vitrages médiocre**
- **Sensation potentielle de parois froides**
- **Aucun volet sur certaines fenêtres**

PLANCHERS HAUTS

COUVERTURE :

- **Structure** : ardoises sur liteaux
- **Isolation thermique inexistante**
- **Risques de surchauffe en été et de consommations énergétiques élevées l'hiver**

PLANCHERS INTERMÉDIAIRES :

- **Salons / bureaux / chambres / salle d'eau** : carrelage ou moquette

PLANCHERS BAS :

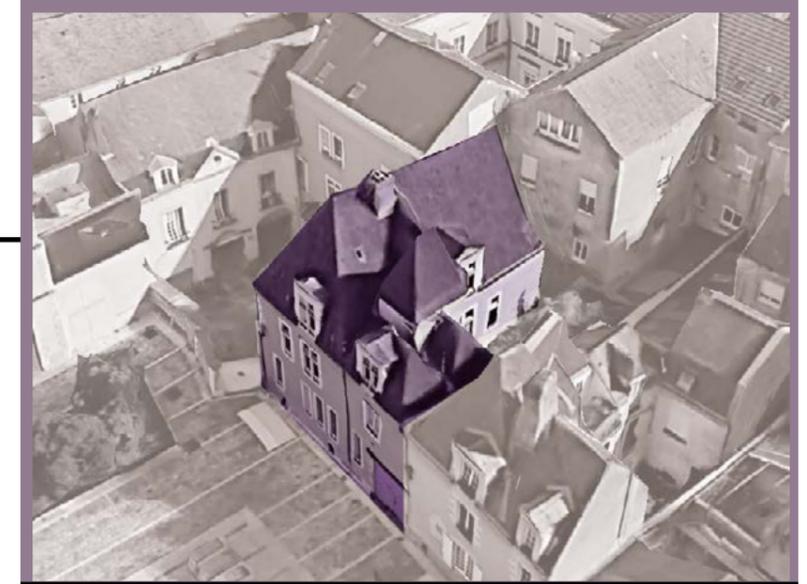
STRUCTURE RdC :

- **Salon** : plancher bois sur solivage
- **Cuisine** : plancher sur cave voûtée

REVETEMENTS : carreaux de terre cuite

- + **Les tomettes en terre cuite échangent peu leur énergie thermique avec leur environnement (faible effusivité), et possèdent une bonne inertie, confort thermique accru en hiver**
- **Le carrelage moderne échange beaucoup son énergie thermique avec son environnement (forte effusivité), confort thermique dégradé en hiver**
- **Isolation du plancher bas du salon perfectible**

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

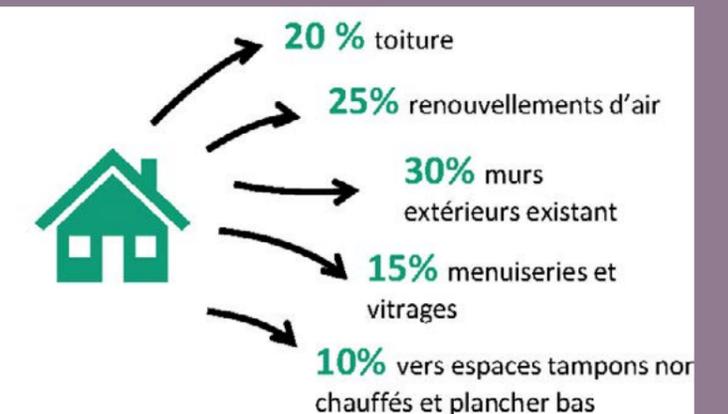


FICHE THERMIQUE N°2

L'HÔTEL EN PIERRE NON MITOYEN, ANCIEN RÉGIME

Époque XVII^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



⚠ **Pertes par renouvellement d'air et par la toiture importantes**
Pertes de la partie Est du bâtiment importantes

2

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Type** : chaudière au sol, à condensation
- **Puissance** : inconnue
- + *Rendement élevé (condensation)*
Energie compétitive économiquement
- *Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre*
Energie au prix volatile

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- Radiateurs eau chaude en fonte
- Vannes thermostatiques (en majorité)
- + *Emetteurs fonte à forte inertie*

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE :

- Réalisée par la chaudière (ballon de stockage présent en chaufferie)

RÉGULATION CHAUFFAGE :

- Sonde de température extérieure défaillante
- Régulation manuelle des radiateurs
- + *Régulation simple d'utilisation*
Bâtiment inertiel ne nécessitant pas de régulation élaborée
- *Pilotage précis du système de chauffage impossible*
Pas de régulation par rapport aux températures intérieures
Régulation par rapport aux températures extérieures imprécise

VENTILATION :

- **Arrivée d'air** : Ventilation naturelle (par les menuiseries)
- **Extraction d'air** : Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux dans les salles d'eau
- + *Ventilation naturelle fidèle au fonctionnement d'origine d'un tel bâtiment*
- *Pertes thermiques par infiltration d'air importantes et difficilement réductibles*

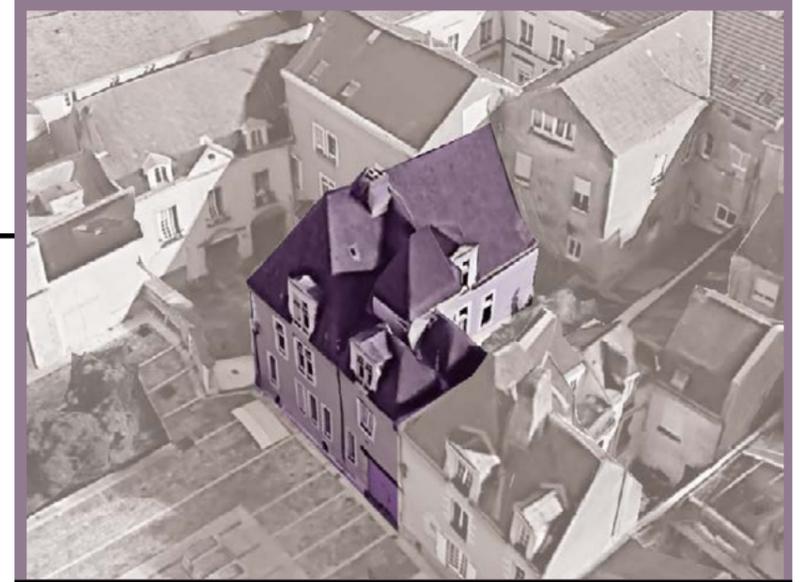
CONFORT DES OCCUPANTS

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Bon confort thermique hivernal, pas de gradients ressentis
- **Paroi froide** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire

CONFORT D'ÉTÉ

- **Gradient de température** : Température plus élevée aux étages supérieurs
- **Surchauffe** : Au R+3 dans les combles aménagés
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire



FICHE THERMIQUE N°2

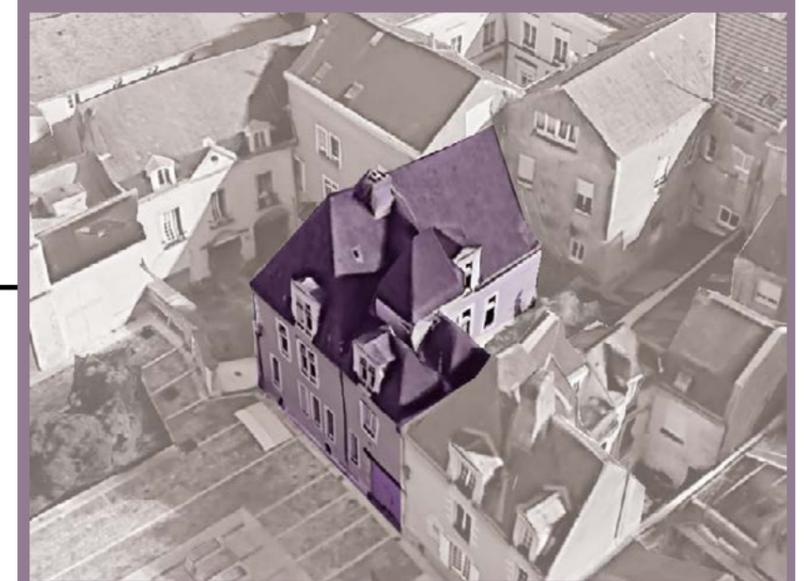
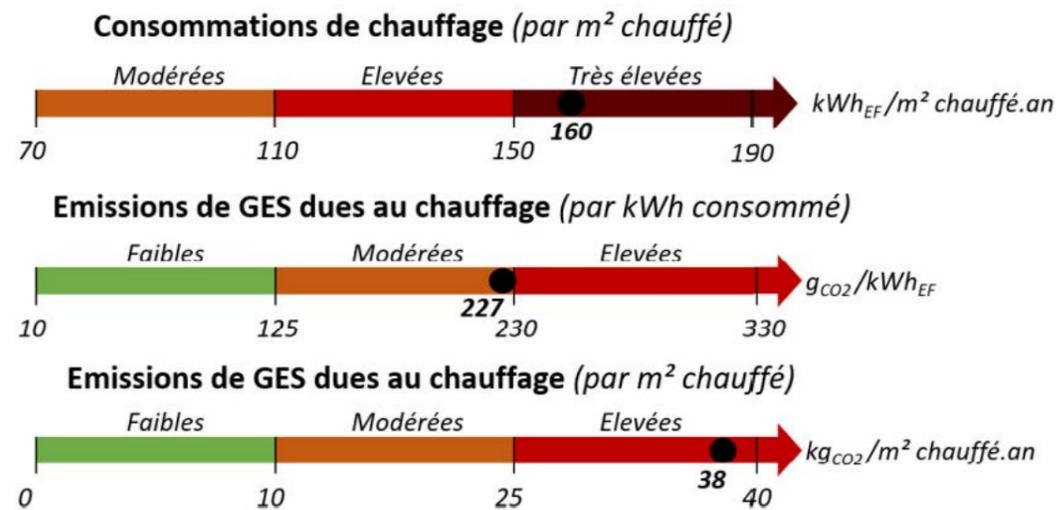
L'HÔTEL EN PIERRE
NON MITOYEN, ANCIEN RÉGIMEÉpoque XVII^e siècle

2

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 72 000 kWhPCI/an
- **Surface chauffée :** 425 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 160 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 227 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 38 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°2

L'HÔTEL EN PIERRE NON MITOYEN, ANCIEN RÉGIME

Époque XVII^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE

POINTS FORTS

- Structure maçonnée traditionnelle avec une inertie intéressante permettant de conserver la température
- Une chaudière gaz performante (mais qui émet des gaz à effet de serre)

POINTS FAIBLES

- Consommations de chauffage très élevées
- Isolation du plancher bas sous le salon (plancher sur solivages) et des combles perfectibles
- Isolation des espaces de commodités (partie Est du bâtiment) perfectible
- Pertes thermiques par renouvellement d'air importantes
- Une régulation du chauffage peu performante

2

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

En hiver, fermer les volets de l'ensemble des fenêtres la nuit limite les déperditions thermiques par ces ouvrants.

Fermer les portes donnant sur l'espace tampon chauffé et sur les espaces de commodités permet de réduire les pertes thermiques.

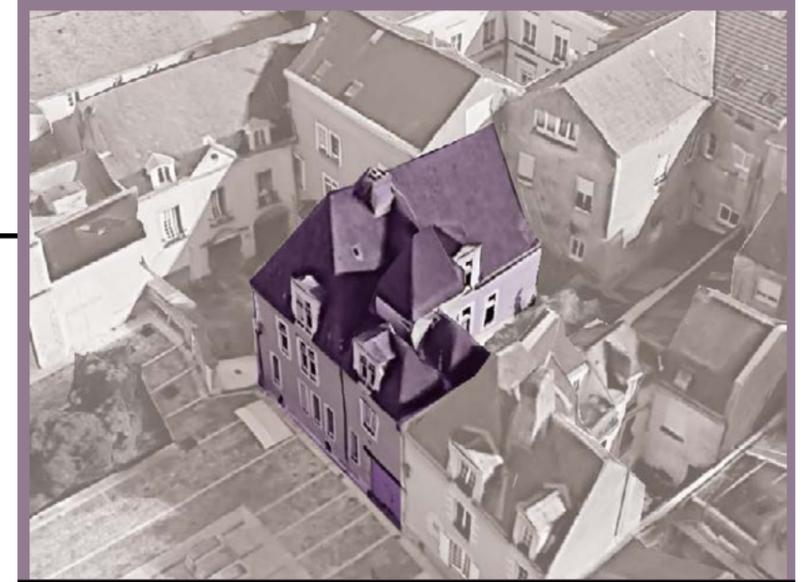
L'espace tampon chauffé (escalier) et les espaces de commodités (WC, salles de bains, lingerie) sont les points faibles du bâtiment du point de vue de l'isolation thermique. Diminuer la température d'ambiance dans ces pièces permet de réduire les consommations d'énergie.

Les volumes chauffés sont importants, une température d'ambiance réduite dans ceux peu ou pas fréquentés diminuerait les consommations d'énergie dédiés au chauffage.

En été, fermer les volets de la façade sur rue et de la façade sur cour permet de limiter les apports solaires.

En été, le confort thermique des combles est dégradé par une surchauffe :

- Créer une circulation d'air ascendante depuis la cave et/ou le porche vers les combles permet de gagner en confort thermique au niveau supérieur. A cette fin, ouvrir les portes de la cave et du porche donnant sur l'escalier, fermer les portes aux niveaux intermédiaires, et entrouvrir les fenêtres sur toit,
- Installer des stores thermiques extérieurs intégrés, ou à défaut des stores intérieurs sur les fenêtres de toit permettrait de réduire les apports solaires par ces ouvrants l'été.



FICHE THERMIQUE N°2

L'HÔTEL EN PIERRE NON MITOYEN, ANCIEN RÉGIME

Époque XVII^e siècle

2

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌛	5 à 15 ans ⌛⌛	+15 ans ⌛⌛⌛
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible 🏠	modérée 🏠🏠	forte 🏠🏠🏠
La consommation d'énergie grise :	faible 🏠	modérée 🏠🏠	forte 🏠🏠🏠

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTEMES

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.1	Amélioration des systèmes							
2.1.1	Installation d'une régulation à sonde(s)**	P	⚡⚡⚡	€	⌛	🌡🌡🌡	☁☁	🏠
2.1.2	Installation de vannes thermostatiques**	P	⚡⚡⚡	€	⌛	🌡🌡🌡	☁☁	🏠
2.1.3	Installation d'un appareil à bois d'appoint		⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡🌡	☁☁☁	🏠🏠
2.2	Remplacement des systèmes							
2.2.3	Installation d'une chaudière bois***		⚡	€€	⌛⌛	🌡	☁☁☁	🏠🏠
2.3	Isolation des systèmes							
2.3.1	Isolation des systèmes en chaufferie****	P	⚡⚡	€	⌛	🌡	☁☁	🏠

** La mise en place d'un thermostat d'ambiance électronique et d'une sonde extérieure, et de vannes thermostatiques permet un pilotage de la température d'ambiance.

*** Une chaudière bois en chauffage principal se substitue à la chaudière gaz naturel et émet jusqu'à 17 fois moins de gaz à effet de serre.

****Les conduits d'eau chaude doivent être isolés thermiquement en chaufferie.

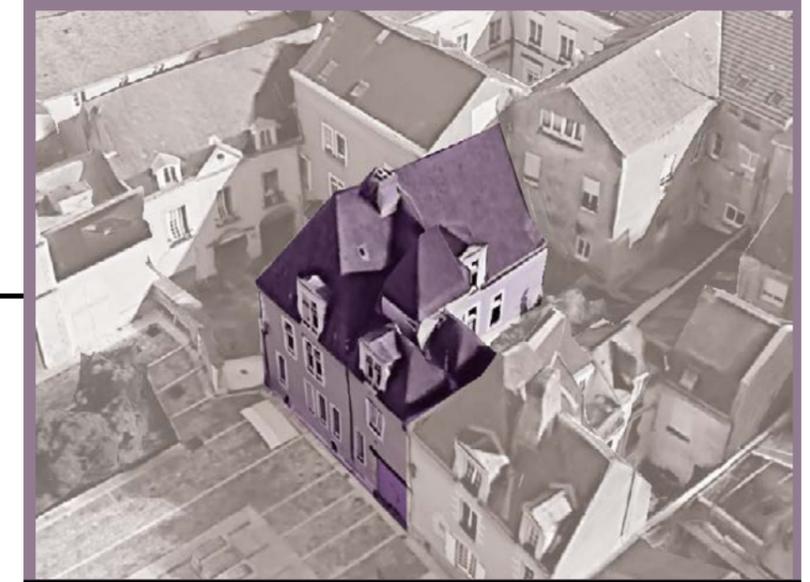
ACTIONS SUR LE BÂTI

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.1	Isolation des combles							
3.1.2	Isolation de combles aménagés (rampants)**	P	⚡⚡⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡	☁☁	🏠
3.2	Isolation des planchers							
3.2.1	Isolation d'un plancher bas sur solives***	P	⚡⚡⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡	☁☁	🏠
3.3	Isolation des parois verticales							
3.3.1	Isolation intérieure****	P	⚡⚡⚡	€€€	⌛⌛⌛	🌡🌡	☁☁	🏠
3.4	Interventions sur les menuiseries							
3.4.1	Réparation des menuiseries, amélioration de l'étanchéité		⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡	☁	🏠

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

** Les combles sont aménagés et chauffés, il convient d'en isoler les rampants avec des matériaux et une mise en oeuvre adaptés.

*** L'isolation du plancher bas sous le salon diminuerait de façon conséquente ses pertes thermiques.



FICHE THERMIQUE N°2

L'HÔTEL EN PIERRE NON MITOYEN, ANCIEN RÉGIME

Époque XVII^e siècle

2

SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Fermer les portes donnant sur l'escalier l'hiver et réduire sa température ambiante
- Réduire la température ambiante dans les espaces de commodités et l'escalier et fermer leurs portes l'hiver
- Fermer les volets la nuit l'hiver, et la journée l'été sur la façade sur cour et sur rue
- Générer des courants d'air frais ascendant l'été dans l'escalier, depuis la cave et le passage cocher jusqu'aux combles

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

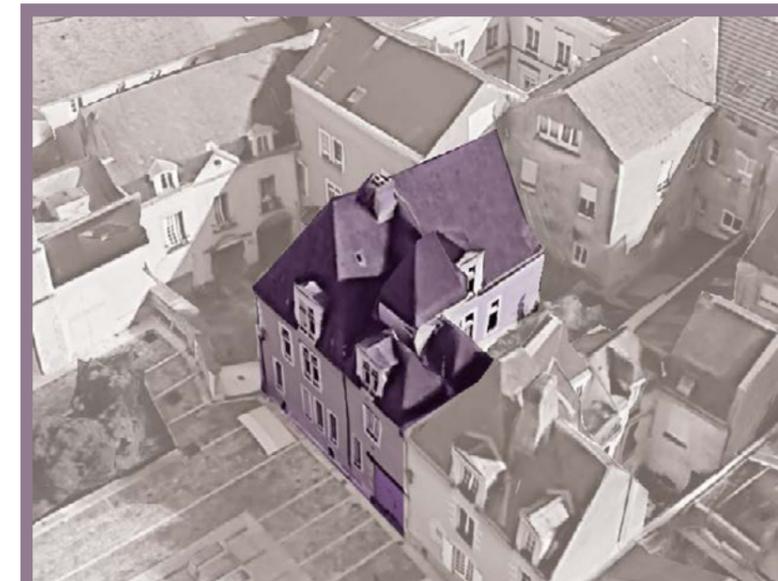
- Mettre en place un système de régulation à sonde(s) de la chaudière et des vannes thermostatiques
- Isoler les systèmes en chaufferie (canalisations d'eau chaude notamment)
- Installer un insert à bois dans le foyer de la cheminée du salon
- Remplacer la chaudière gaz par une chaudière bois

ACTIONS SUR LE BÂTI

- Isolation des rampants des combles et du plancher bas bois sous le salon*
- Isolation intérieure dans la partie est (commodités) du bâtiment*
- Réduire les infiltrations d'air au niveau des ouvrants (remplacer les joints, calfeutrer, réparer les huisseries)

**Les isolants et la mise en œuvre doivent être adaptés aux matériaux de la structure (ils doivent laisser migrer la vapeur d'eau)*

Voir les fiches-actions au chapitre suivant

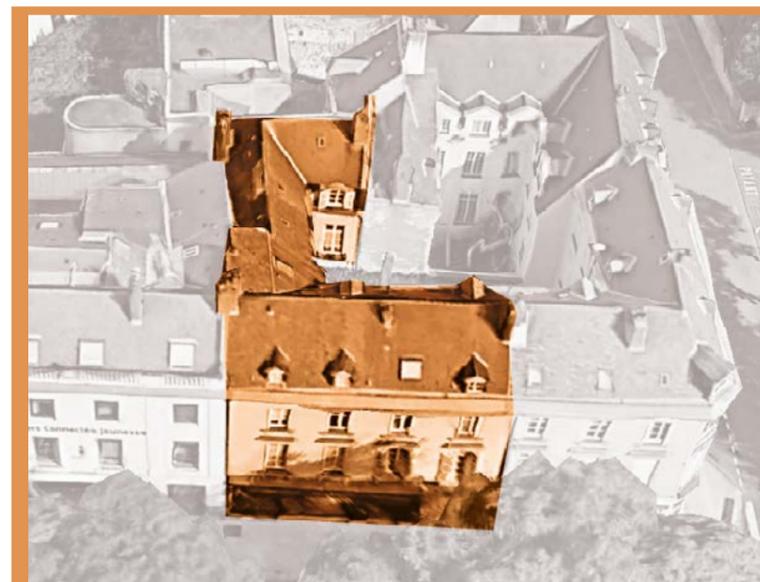


FICHE THERMIQUE N°2

L'HÔTEL EN PIERRE
NON MITOYEN, ANCIEN RÉGIME

Époque XVII^e siècle

3



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Hôtel en pierre

Datation : Recomposition à la fin du XVIII^e siècle sur des vestiges du XVII^e siècle, escalier interne et réhabilitation 2^{ème} et 3^{ème} étages en 1982 et 1985

Surface chauffée : 287 m²

Volume chauffé : 840 m³ (estimatif)

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Moyenne, double mitoyenneté

Exposition au soleil : Importante (façade sur la place Sud-Est)

Exposition au vent : Importante (façade sur la place / vents de Sud-Ouest)

USAGES

Profil des occupants : Retraités / étudiants

Activités : Habitat (appartement et studio au 3^e)

Nombre d'occupants : 4 (variable)

Préservation des volumes : Excellente

Préservation des espaces tampons : Bonne

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Aucun

FICHE THERMIQUE N°3

L'HÔTEL EN PIERRE MITOYEN AVEC UNE LARGE FAÇADE, ANCIEN RÉGIME

Époque XVIII^e siècle

3

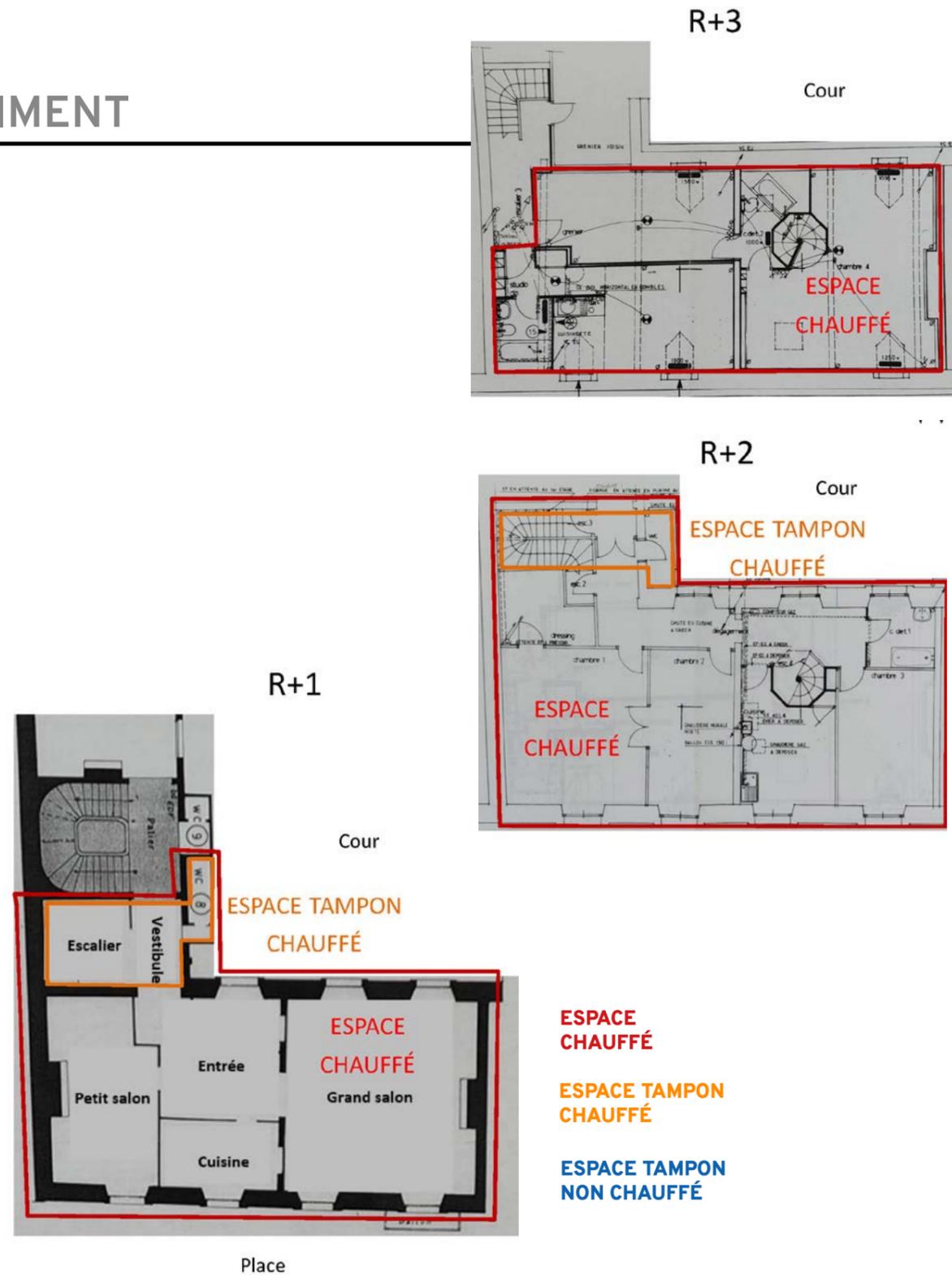
PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

R+3
 Surface totale : 69 m²
 Volume total : 159 m³
 Surface chauffée : 69 m²
 Volume chauffé : 159 m³

R+2
 Surface totale : 111 m²
 Volume total : 316 m³
 Surface chauffée : 111 m²
 Volume chauffé : 316 m³

R+1
 Surface totale : 107 m²
 Volume total : 366 m³
 Surface chauffée : 107 m²
 Volume chauffé : 366 m³

REZ-DE-CHAUSSÉE
 Surface totale : - m²
 Volume total : - m³
 Surface chauffée : - m²
 Volume chauffé : - m³



FICHE THERMIQUE N°3

L'HÔTEL EN PIERRE MITOYEN
 AVEC UNE LARGE FAÇADE,
 ANCIEN RÉGIME

Époque XVIII^e siècle

Les surfaces et volumes sont estimés à partir de mesures réalisées sur site lors de la visite des thermiciens.

3

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Murs en schiste (possiblement doublé d'un parement en pierre de tuffeau) :**
 - Façade sur place et mitoyenneté Ouest : 60 cm d'épaisseur
 - Façade sur cour : 70 cm d'épaisseur
 - Murs en pierre de tuffeau sur mitoyenneté Est et mur sur espace tampon : 25 cm d'épaisseur

HABILLAGE :

- **Sur la place :** enduit extérieur, composition non définie / plaques de plâtres intérieures

- + *Captation de l'humidité de l'air, régulation de l'hygrométrie de l'appartement*
+ Matériaux à inertie importante
- *Isolation thermique moyenne à médiocre (en fonction de l'humidité dans les parois)*

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

- **Façade sur rue :** fenêtres simple vitrage équipées de volets persiennes extérieurs, en bois, état dégradé
- **Façade sur cour :** fenêtres à simple vitrage ossature bois équipées de volets bois intérieurs, état dégradé
- **R+3 :** fenêtres double vitrage bois, état dégradé
- + *Les grands ouvrants simple vitrage donnant sur la place favorisent les apports solaires*
+ Volets persiennes pouvant se fermer et préserver la luminosité en journée (été : limitation des apports solaires, hiver : limitation des pertes thermiques par mauvais temps)
+ Renouvellement d'air naturel par les menuiseries
+ Les volets bois intérieurs permettent de limiter les déperditions thermiques par ces menuiseries
- *Isolation des simples vitrages médiocre*
- Etanchéité des menuiseries perfectible
- Sensation potentielle de parois froides

PLANCHERS HAUTS

COUVERTURE : ardoises sur liteaux

ISOLATION : 2 couches croisées de laine de verre, épaisseur 17,5cm

- + *Méthode d'isolation thermique adaptée*
+ Isolation thermique importante

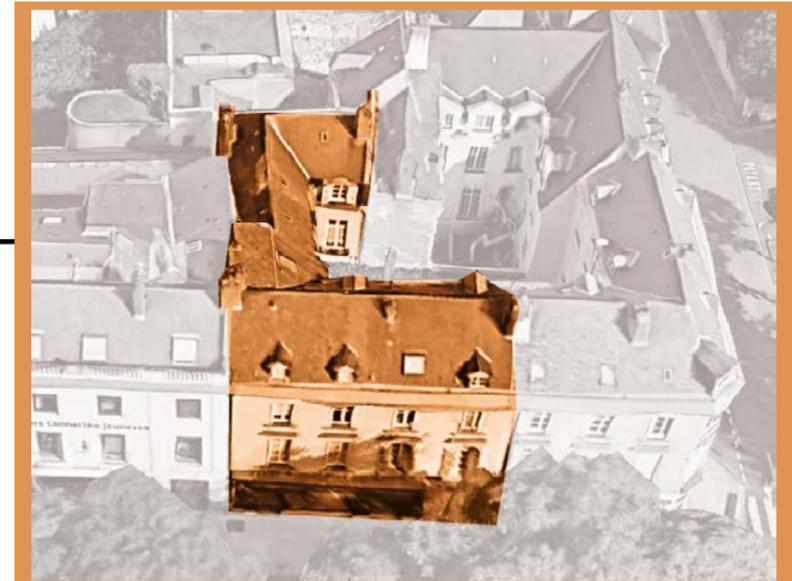
PLANCHERS INTERMÉDIAIRES :

- **STRUCTURE :** plancher sur solivages bois, présence de poutres métalliques
- **PLANCHERS :** plancher bois / carrelage dans certaines pièces

PLANCHERS BAS (sur magasin) :

- **STRUCTURE :** plancher sur lambourdes / torchis entre poutres / lattage bois
- **PLANCHERS :** plancher bois massif / carrelage dans certaines pièces
- + *Un plancher en bois massif échange peu son énergie thermique avec son environnement (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*
+ Pas de pertes thermiques par le plancher bas (magasin chauffé au rez-de-chaussée)
- *Le carrelage échange beaucoup son énergie thermique avec son environnement (forte effusivité), confort thermique dégradé en hiver*
- Isolation du plancher bas perfectible

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

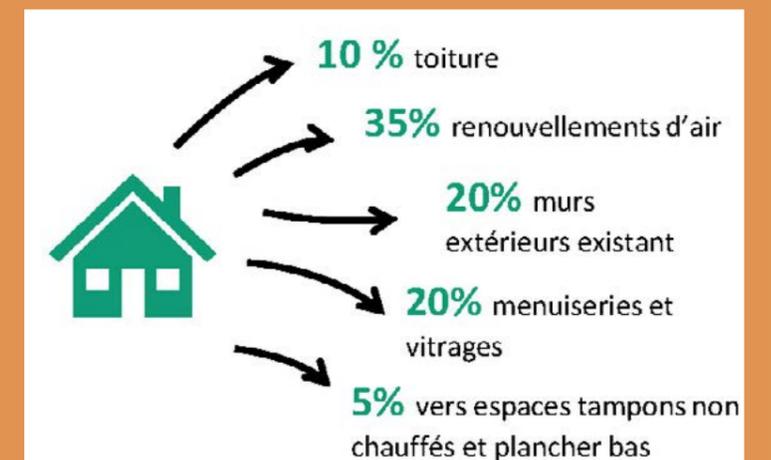


FICHE THERMIQUE N°3

L'HÔTEL EN PIERRE MITOYEN AVEC UNE LARGE FAÇADE, ANCIEN RÉGIME

Époque XVIII^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



⚠ Pertes par renouvellement d'air très importantes

3

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Type** : chaudière murale à condensation
- **Puissance** : inconnue

+ *Rendement élevé (condensation)*
+ *Energie compétitive économiquement*

- *Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre*
- *Energie au prix volatile*

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- Radiateurs eau chaude en fonte
- Vannes thermostatiques sur certains radiateurs eau chaude

+ *Émetteurs fonte à forte inertie*

- *Présence de vannes thermostatiques non systématisées*

CHAUFFAGE COMPLÉMENTAIRE :

- Radiateurs électriques dans les salons du rez-de-chaussée et au R+3
- Complément au réseau de chauffage eau chaude

+ *Energie aux très faibles émissions de gaz à effet de serre*

- *Energie non compétitive économiquement*

RÉGULATION CHAUFFAGE :

- Régulation à l'aide des vannes thermostatiques (eau chaude) et potentiomètres (électriques)
- Thermostat d'ambiance (consigne 20°C lors de la visite)

+ *Régulation simple d'utilisation (thermostat + vannes)*
+ *Radiateurs électriques installés dans les pièces à l'utilisation très intermittente (R+1)*

- *Régulation peu performante des radiateurs eau chaude sans vannes thermostatiques, potentielle surconsommation d'énergie*

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE :

- Réalisée par la chaudière

VENTILATION :

- **Arrivée d'air** : Ventilation naturelle (par les menuiseries)
- **Extraction d'air** : Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux dans les salles de bain

+ *Ventilation naturelle fidèle au fonctionnement d'origine d'un tel bâtiment*
+ *Bonne évacuation de l'air humide*

- *Pertes thermiques par infiltration d'air importantes et difficilement réductibles*

CONFORT DES OCCUPANTS

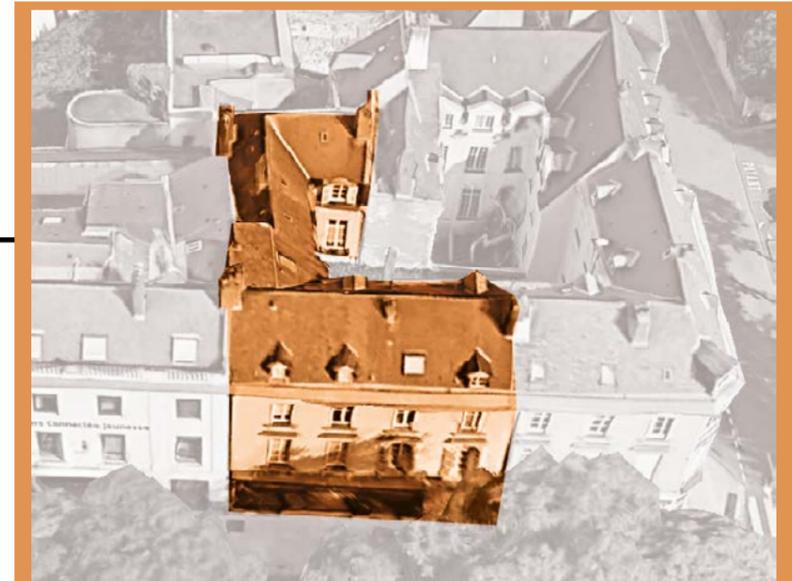
CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Difficulté à obtenir une température de confort suffisante au R+1 avec des températures inférieures à 0°C. Pas de chauffage au R+3, la chaleur monte depuis les niveaux inférieurs
- **Paroi froide** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Depuis les infiltrations d'air au niveau des menuiseries
- **Humidité** : Pas d'humidité dans l'air, aucune trace d'humidité résiduelle dans le logement

CONFORT D'ÉTÉ

> Très bon confort d'été d'après les échanges avec le propriétaire

- **Gradient de température** : Non relevé par le propriétaire
- **Surchauffe** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire



FICHE THERMIQUE N°3

L'HÔTEL EN PIERRE MITOYEN
AVEC UNE LARGE FAÇADE,
ANCIEN RÉGIME

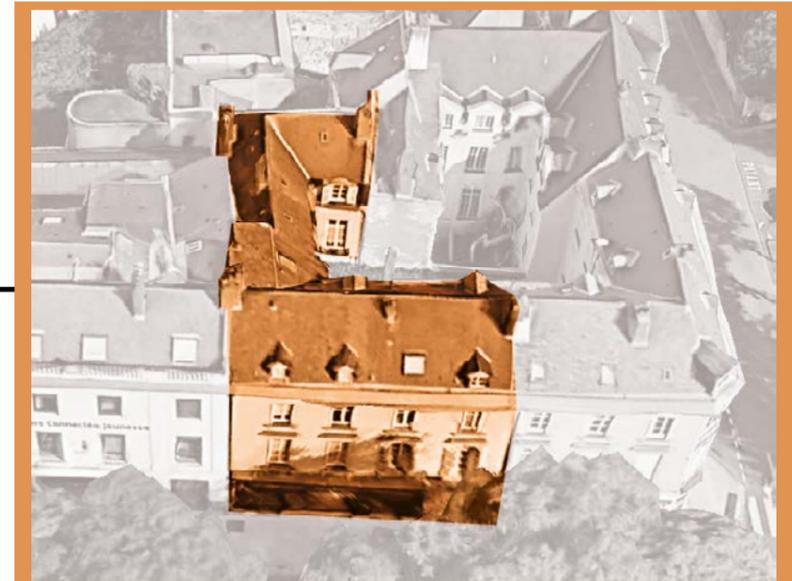
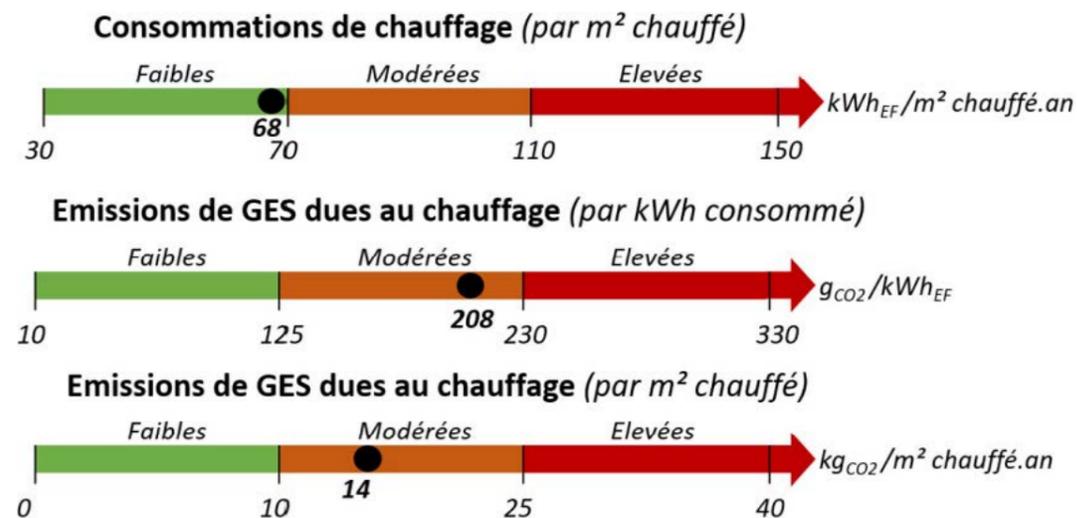
Époque XVIII^e siècle

3

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel et électricité
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 15 800 kWhPCI/an
électricité = 3 700 kWhPCI/an
- **Surface chauffée :** 287 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 68 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 208 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 14 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°3

L'HÔTEL EN PIERRE MITOYEN AVEC UNE LARGE FAÇADE, ANCIEN RÉGIME

Époque XVIII^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE

POINTS FORTS

- Structure maçonnée traditionnelle avec une inertie intéressante permettant de conserver la température
- Une chaudière gaz performante (mais qui émet des gaz à effet de serre)
- Des radiateurs électriques au R+1, dans les salons, à l'intermittence de fréquentation importante

POINTS FAIBLES

- Enduit sur la façade sur la place qui peut réduire la circulation de l'humidité
- Température d'ambiance difficile à maintenir lors de périodes hivernales rigoureuses au R+1
- Pertes thermiques par renouvellement d'air importantes
- Présence de vannes thermostatiques sur les radiateurs eau chaude non systématique

3

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

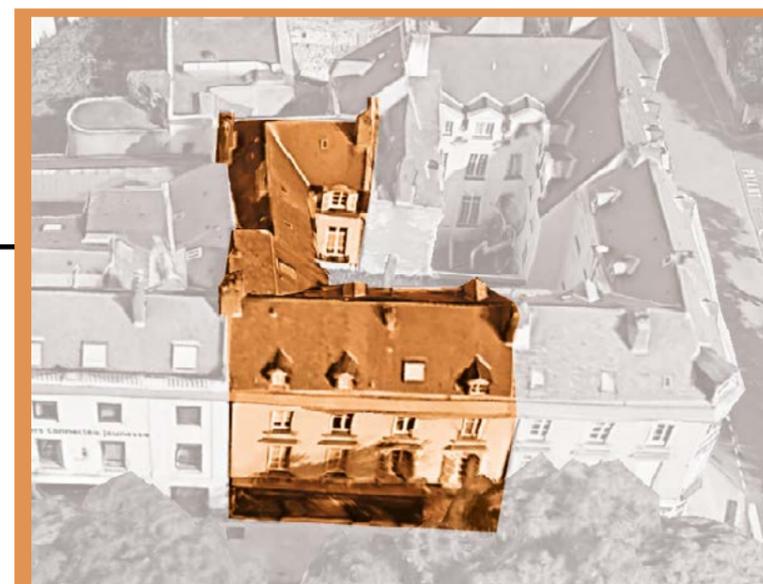
La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».



FICHE THERMIQUE N°3

L'HÔTEL EN PIERRE MITOYEN AVEC UNE LARGE FAÇADE, ANCIEN RÉGIME

Époque XVIII^e siècle

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

En hiver, la température d'ambiance est difficile à maintenir dans certaines pièces de l'appartement lors des périodes les plus rigoureuses.

Fermer les volets de l'ensemble des fenêtres la nuit limite les déperditions thermiques par ces ouvrants, notamment sur la façade sur cour.

Fermer les portes donnant sur les circulations situées au nord permet de réduire la circulation d'air dans la maison donc les pertes par renouvellement d'air.

Fermer la porte donnant sur l'escalier intérieur entre le R+1 et le R+2 afin de limiter les pertes thermiques.

En été, fermer les volets de la façade sur rue en été permet de limiter les apports solaires.

3

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌛	5 à 15 ans ⌛⌛	+15 ans ⌛⌛⌛
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible 🏠	modérée 🏠🏠	forte 🏠🏠🏠
La consommation d'énergie grise :	faible 🏠	modérée 🏠🏠	forte 🏠🏠🏠

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

N° Ref.*	Propositions d'interventions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.1	Amélioration des systèmes							
2.1.2	Installation de vannes thermostatiques**	P	⚡⚡⚡	€	⌛	🌡🌡🌡	🏠🏠	🏠
2.2	Remplacement des systèmes							
2.2.1	Installation d'une ventilation simple flux***		⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡🌡	🏠	🏠
2.3	Isolation des systèmes							
2.3.2	Isolation des conduits de cheminées****	P	⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡🌡	🏠🏠	🏠

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

** Certains radiateurs ne disposent pas de vannes thermostatiques.

*** En cas d'opérations sur les menuiseries, l'amélioration de la ventilation simple flux permet de conserver un bon renouvellement d'air dans la maison.

**** Les conduits de cheminée non isolés génèrent des courants d'air et facilitent les pertes par renouvellement d'air.

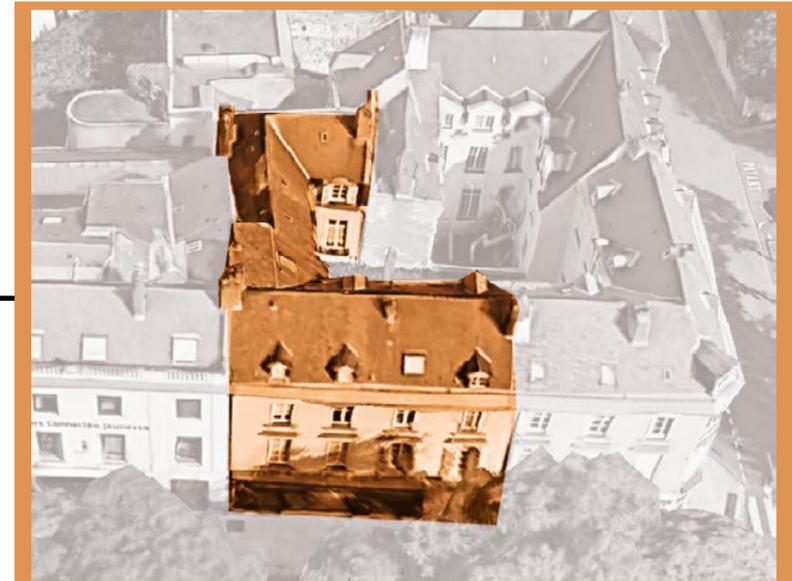
ACTIONS SUR LE BÂTI

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.4	Interventions sur les menuiseries							
3.4.1	Réparation des menuiseries, amélioration de l'étanchéité**	P	⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡	🏠	🏠
3.4.2	Remplacement des vitrages, installation de survitrages***		⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡🌡	🏠	🏠
3.4.3	Pose de doubles fenêtres en intérieur***		⚡⚡⚡	€€€	⌛⌛⌛	🌡🌡🌡	🏠🏠	🏠🏠

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

** La majorité des pertes par les menuiseries sont des pertes par infiltrations d'air dues à des défauts d'étanchéité.

*** Réaliser la pose de double fenêtres en intérieur en priorité, le remplacement des vitrages et l'installation de survitrages étant une solution uniquement palliative.



FICHE THERMIQUE N°3

L'HÔTEL EN PIERRE MITOYEN AVEC UNE LARGE FAÇADE, ANCIEN RÉGIME

Époque XVIII^e siècle

3

SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Fermer les portes l'hiver, fermer les volets et rideaux la nuit l'hiver
- Favoriser les apports solaires l'hiver en profitant de l'exposition de la façade sur la place (apports énergétiques gratuits)

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

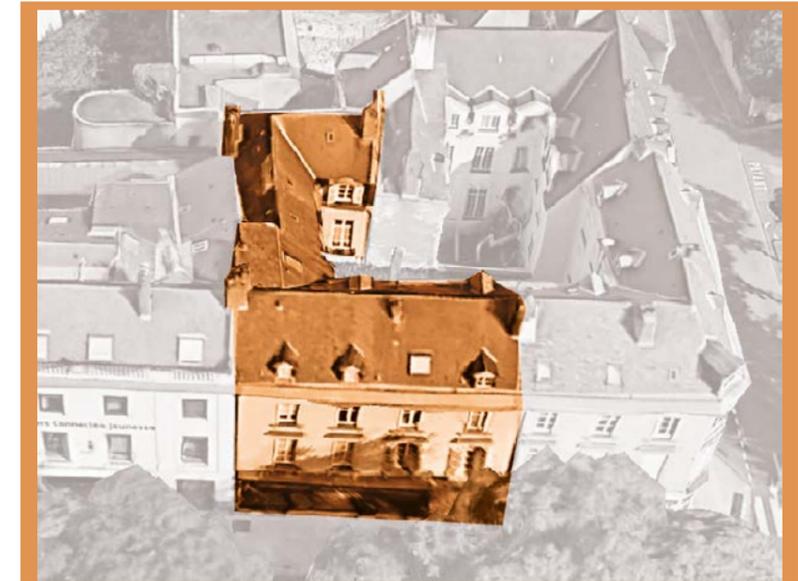
- Mettre en place des vannes thermostatiques sur les radiateurs n'en disposant pas
- Isoler/condamner les conduits de cheminées inutilisés
- Mettre en place une ventilation simple flux en cas d'opérations lourdes sur les menuiseries

ACTIONS SUR LE BÂTI

- Opération d'amélioration de l'étanchéité des ouvrants et d'amélioration des vitrages
- Pose de doubles fenêtres*

**sous réserve de faisabilité*

Voir les fiches-actions au chapitre suivant



FICHE THERMIQUE N°3

L'HÔTEL EN PIERRE MITOYEN
AVEC UNE LARGE FAÇADE,
ANCIEN RÉGIME

Époque XVIII^e siècle

4



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Maison angevine

Datation : 1869 + extension 1965

Surface chauffée : 187 m²

Volume chauffé : 358 m³

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Modérée, double mitoyenneté

Exposition au soleil : Modérée (façade sur jardin Sud / Sud-Ouest)

Exposition au vent : Élevée (façade Sud / vents de Sud-Ouest)

USAGES

Profil des occupants : Couple d'actifs

Activités : Habitat

Nombre d'occupants : 2

Préservation des volumes : Excellente

Préservation des espaces tampons : Excellente

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Chaudière à condensation neuve / Menuiseries double vitrage bois

FICHE THERMIQUE N°4

LA MAISON ANGEVINE (MITOYENNE) XIX^e

Époque XIX^e siècle

4

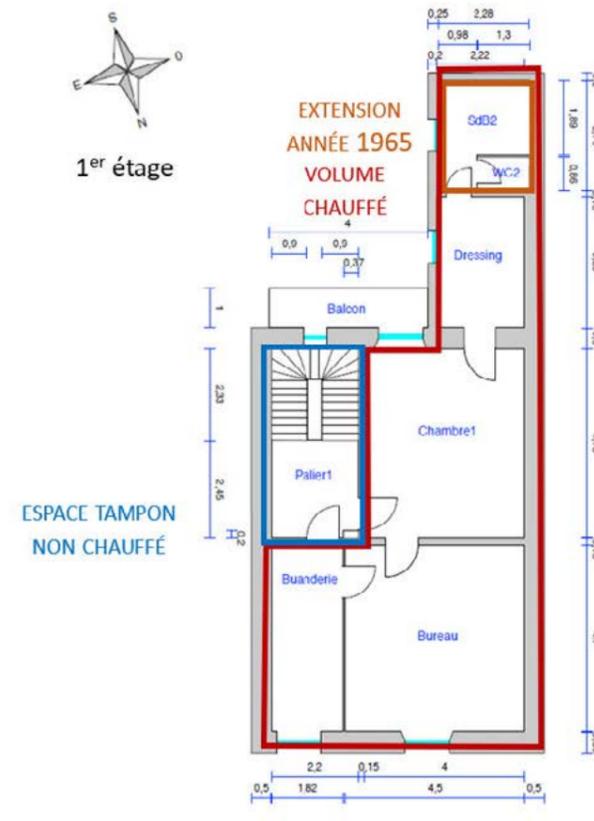
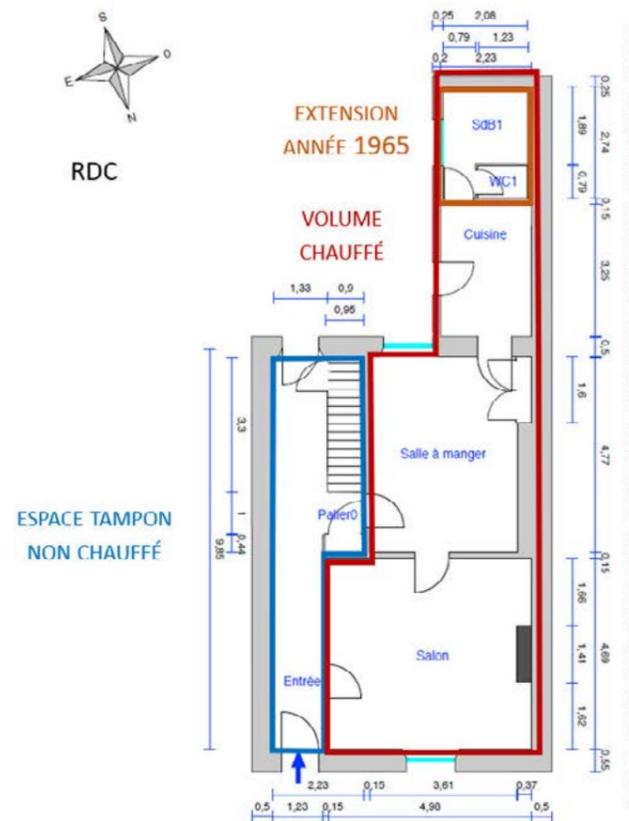
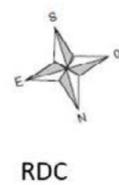
PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

R+2 Surface totale : 53 m²
 Volume total : 131 m³
 Surface chauffée : - m²
 Volume chauffé : - m³

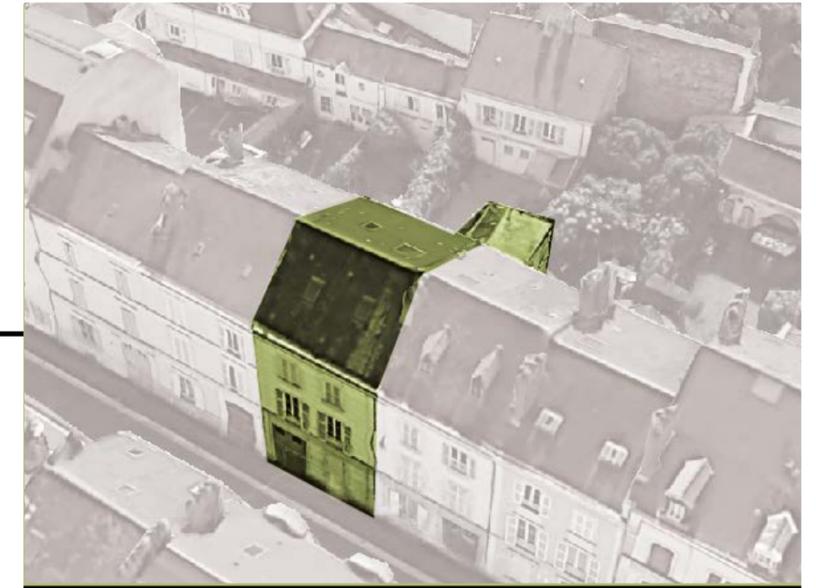
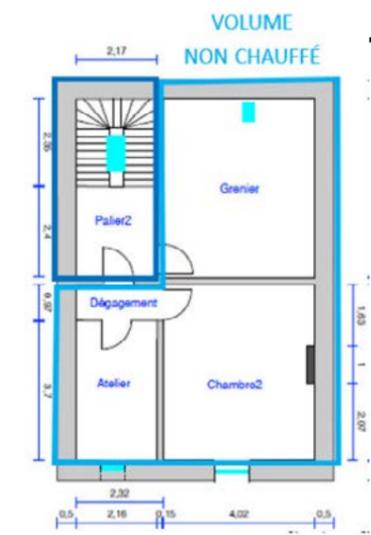
R+1 Surface totale : 67 m²
 Volume total : 210 m³
 Surface chauffée : 63 m²
 Volume chauffé : 193 m³
 Surface extension : 13 m²
 Volume extension : 41 m³

REZ-DE-CHAUSSÉE
 Surface totale : 67 m²
 Volume total : 207 m³
 Surface chauffée : 53 m²
 Volume chauffé : 165 m³
 Surface extension : 13 m²
 Volume extension : 37 m³

ESPACE CHAUFFÉ
ESPACE TAMPON CHAUFFÉ
ESPACE TAMPON NON CHAUFFÉ



2^{ème} étage



FICHE THERMIQUE N°4

LA MAISON ANGEVINE (MITOYENNE) XIX^e

Époque XIX^e siècle

Les surfaces et volumes sont estimés à partir des plans de la maison transmis par le propriétaire ainsi que d'échanges avec ce dernier.

4

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Façade sur rue** : pierre de tuffeau, 40 cm d'épaisseur
- **Façade sur jardin et mitoyennetés** :
 - RdC : schiste, 80 cm d'épaisseur
 - Etage : tuffeau, 40 cm d'épaisseur
- **Murs donnant sur espace tampon** : tuffeau, 20 cm d'épaisseur

HABILLAGE :

- Habillage partiel des parois intérieures en revêtement bois / Habillage en plâtre
- Enduit façade sur rue et sur jardin, composition non définie

+ *Captation de l'humidité de l'air, régulation de l'hygrométrie*
+ *Matériaux à inertie importante*

- *Isolation thermique moyenne à médiocre (en fonction de l'humidité dans les parois)*
- *Enduit pouvant réduire la circulation de l'humidité des parois*

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

VOLUMES CHAUFFES :

- Fenêtres à double vitrage, ossature bois équipées de volets persiennes extérieurs, en bois et en bon état
- Portes d'origine en bois massif, bon état

VOLUMES TAMPON :

- Portes d'origine
- + *Bonne isolation thermique des ouvrants*
+ *Volets persiennes pouvant se fermer et préserver la luminosité en journée (été : limitation des apports solaires, hiver : limitation des pertes thermiques par mauvais temps)*
- *Attention aux déperditions thermiques par les interstices sous les portes donnant sur l'espace tampon*

PLANCHER HAUT

COUVERTURE : ardoises sur liteaux

ISOLATION : laine de verre, épaisseur 15 cm

- *Épaisseur de laine de verre insuffisante*

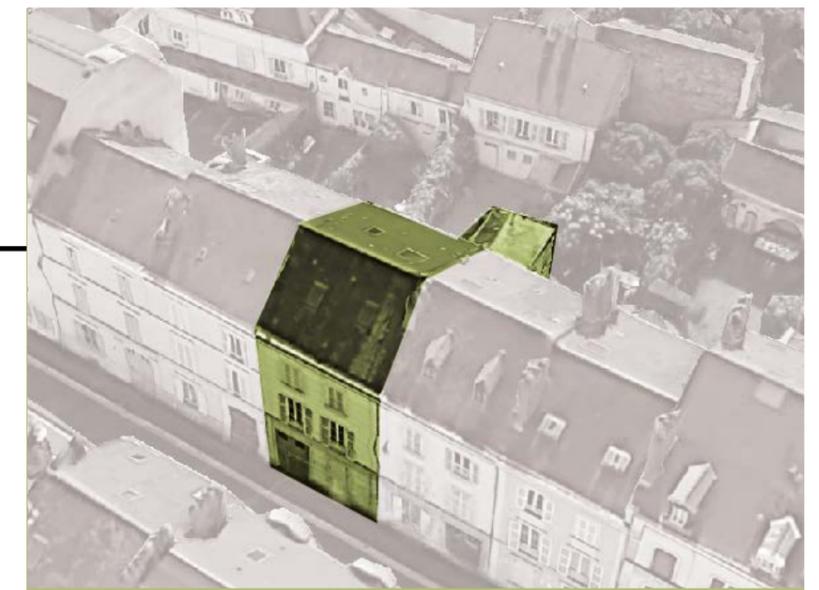
PLANCHERS INTERMÉDIAIRES

- **STRUCTURE** : lattis de châtaignier sur solivages
- **REVÊTEMENTS** : Chambres : parquets bois / Combles : tomettes

PLANCHERS BAS

- **STRUCTURE RdC** : schiste massif (particularité liée à la localisation de la maison) sur chappe de chaux
- **REVÊTEMENTS** : Salon : plancher en bois massif / Salle à manger, cuisine, volume tampon, extension : carrelage
- + *Un plancher en bois massif échange peu son énergie thermique avec son environnement (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*
- *Le carrelage échange beaucoup son énergie thermique avec son environnement (forte effusivité), confort thermique dégradé en hiver*

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

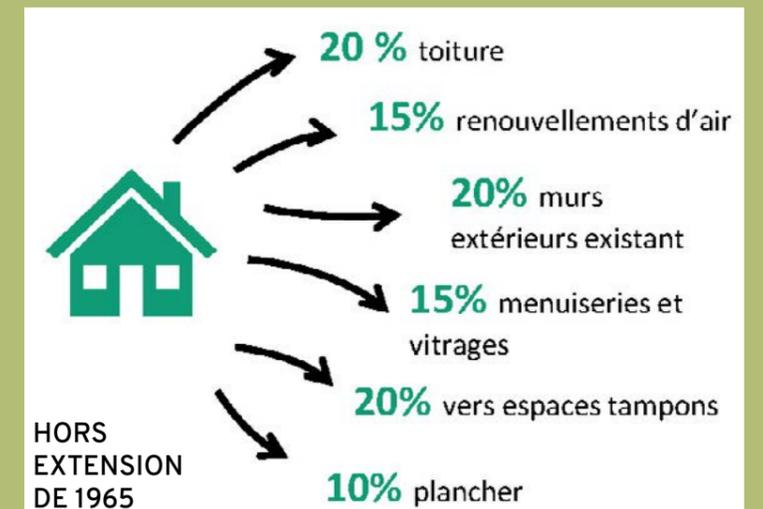


FICHE THERMIQUE N°4

LA MAISON ANGEVINE
(MITOYENNE) XIX^e

Époque XIX^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



! • Pertes vers les espaces tampons importantes

4

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Condensation** : oui
- **Type** : chaudière murale
- **Puissance** : 30 kW
- **Année / vétusté** : 2019 / neuve

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

- Réalisée par la chaudière
- + **Rendement élevé (condensation)**
+ **Energie compétitive économiquement**
- **Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre**
- **Energie au prix volatile**

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- **Emetteurs** : radiateurs eau chaude en fonte
- **Année / vétusté** : 1950-60 / vétustée avancée
- + **Emetteurs fonte à forte inertie**

RÉGULATION CHAUFFAGE :

- **Sonde extérieure + consignes de température**
- **Pas de vannes thermostatiques**
- **Consignes de chauffage** :
17°C (23h30-6h30)
20°C (6h30-23h30)
- + **Régulation simple d'utilisation et adaptée au bâtiment**
+ **Bâtiment inertiel ne nécessitant pas de régulation très élaborée**

VENTILATION :

- **Arrivée d'air** : Ventilation naturelle (grille en bas de portes donnant sur l'extérieur depuis le volume tampon)
- **Extraction d'air** : Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux dans les salles de bain et la cuisine
- + **Extraction par VMC dans l'extension de la maison**
+ **Pas d'obstacles aux renouvellements d'air**

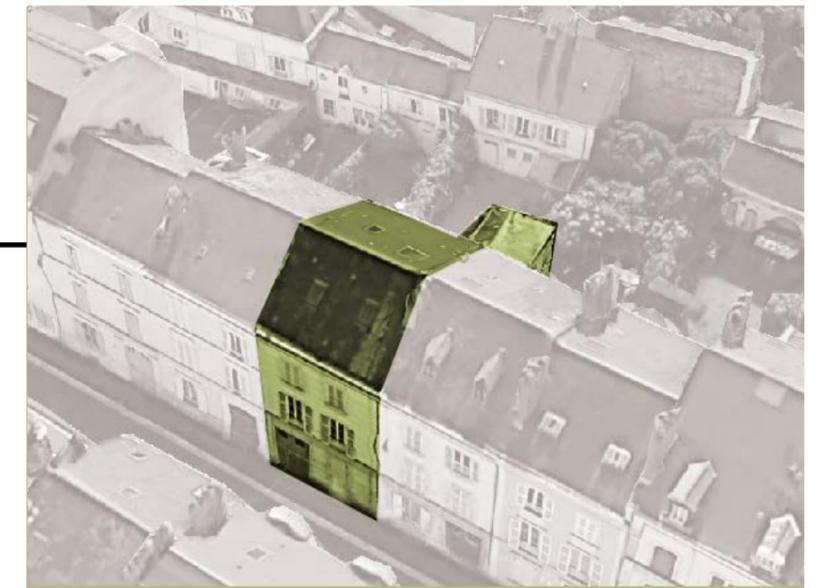
CONFORT DES OCCUPANTS

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Non relevé par le propriétaire
- **Paroi froide** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Portes donnant sur le volume tampon à conserver closes
- **Humidité** : Hygrométrie stable, pas d'inconfort provoqué

CONFORT D'ÉTÉ

- **Gradient de température** : entre les façades Nord et Sud
- **Surchauffe** : Uniquement dans l'extension de 1965
- **Courant d'air** : Volume tampon permettant une ventilation naturelle
- **Humidité** : Hygrométrie stable, pas d'inconfort provoqué



FICHE THERMIQUE N°4

LA MAISON ANGEVINE
(MITOYENNE) XIX^eÉpoque XIX^e siècle

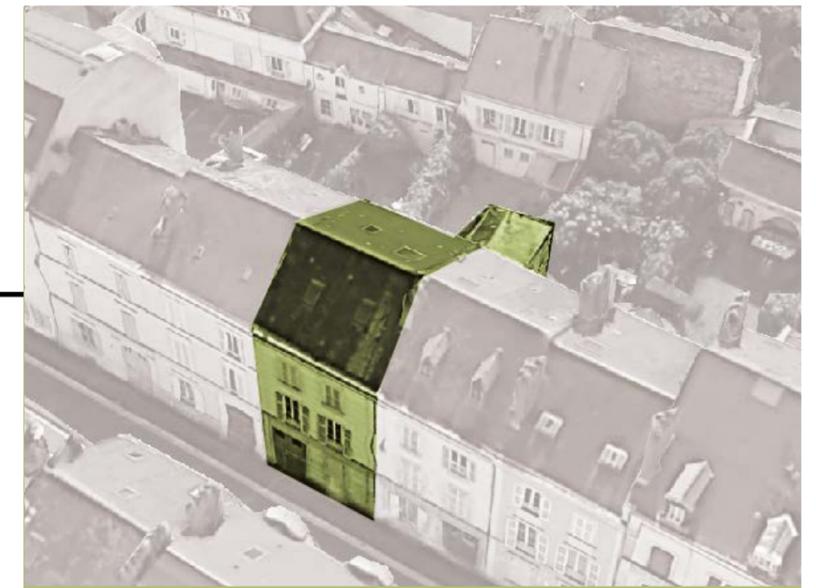
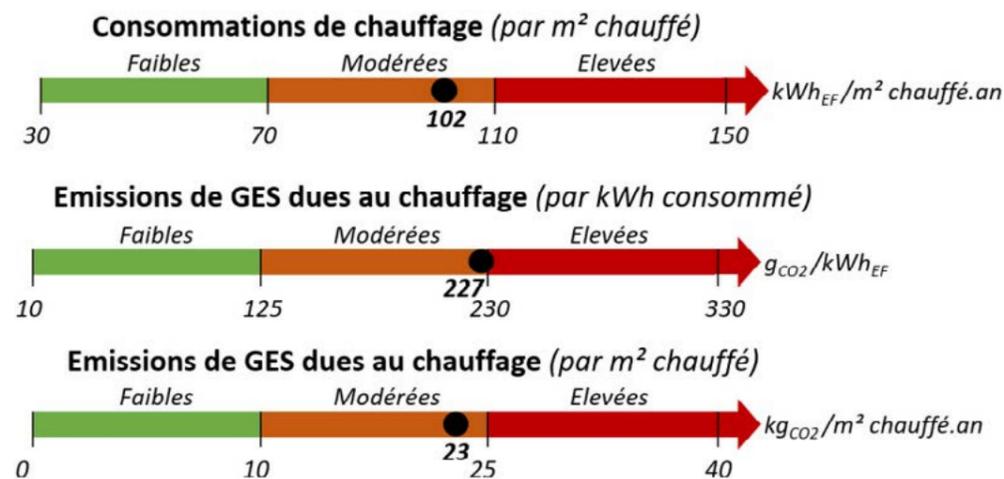
4

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 11 870 kWhPCI/an

- **Surface chauffée :** 116 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 102 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 227 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 23 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°4

LA MAISON ANGEVINE (MITOYENNE) XIX^e

Époque XIX^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE

POINTS FORTS

- Bâtiment en maçonnerie traditionnelle avec une inertie intéressante permettant de conserver la température de confort en hiver comme en été
- Une chaudière gaz à condensation récente (mais qui émet des gaz à effet de serre)
- Un bon confort thermique (notamment l'été) dans le bâtiment ancien mais très perfectible dans l'extension de 1965

POINTS FAIBLES

- Enduit sur les façades qui peut réduire la circulation de l'humidité
- Inertie faible et confort thermique dégradé dans l'extension
- Des combles non aménagés donc non chauffés qu'il conviendrait d'isoler
- Un bon confort thermique (notamment l'été) dans le bâtiment ancien mais très perfectible dans l'extension de 1965

4

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

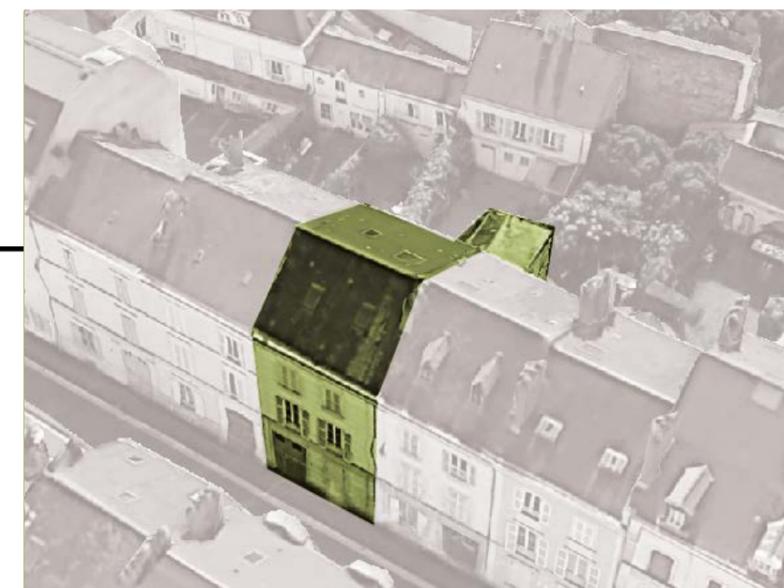
- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

Le confort au sein du bâtiment ancien de la maison audité est excellent d'après ses occupants.



FICHE THERMIQUE N°4

LA MAISON ANGEVINE (MITOYENNE) XIX^e

Époque XIX^e siècle

4

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌛	5 à 15 ans ⌛⌛	+15 ans ⌛⌛⌛
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible ☁	modérée ☁☁	forte ☁☁☁
La consommation d'énergie grise :	faible 🏭	modérée 🏭🏭	forte 🏭🏭🏭

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.1	Amélioration des systèmes							
2.1.3	Installation d'un appareil à bois d'appoint**		⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡🌡	☁☁☁	🏭🏭
2.3	Isolation des systèmes							
2.3.2	Isolation des conduits de cheminées		⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡🌡	☁☁	🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

** En maison individuelle, un poêle ou insert (foyer de cheminée existant) à bûches ou à granulés est adapté. Attention, des bûches nécessitent un espace de stockage extérieur conséquent.

ACTIONS SUR LE BÂTI

BÂTI PRINCIPAL

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.1	Isolation des combles**	P						
3.1.1	Isolation de combles non aménagés (planchers)		⚡⚡⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡	☁☁	🏭🏭
3.1.2	Isolation de combles aménagés (rampants)		⚡⚡⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡	☁☁	🏭🏭

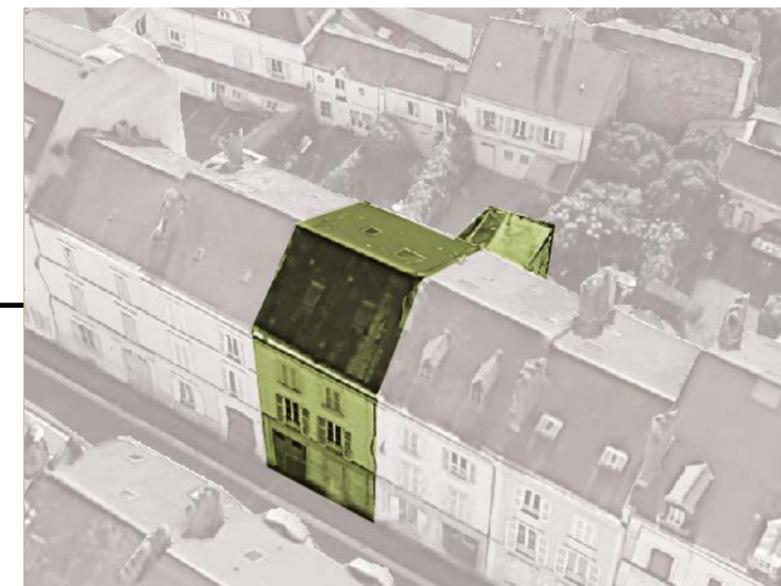
*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

EXTENSION

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.3	Isolation des parois verticales							
3.3.3	Isolation extérieure**	P	⚡⚡⚡	€€€	⌛⌛⌛	🌡🌡	☁☁	🏭🏭🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

** Les opérations d'isolations par l'extérieure sont envisageables uniquement sur des bâtiments à faibles intérêts patrimoniaux



FICHE THERMIQUE N°4

LA MAISON ANGEVINE (MITOYENNE) XIX^e

Époque XIX^e siècle

4



SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Poursuite des bonnes pratiques d'usage actuelles (fermeture des portes donnant sur les espaces tampons non chauffés l'hiver, fermeture des volets persiennes la nuit et par mauvais temps l'hiver, utilisation des espaces tampons pour ventiler naturellement la maison l'été en créant une circulation d'air)

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

- Installation d'un insert à buches dans la cheminée utilisée en tant que chauffage d'appoint performant
- Isolation des cheminées non utilisées

ACTIONS SUR LE BÂTI

BÂTI PRINCIPAL

- Isolation des combles aménagés (rampants ou planchers) en fonction de leur fréquentation (régulière ou occasionnelle)*

VOLUME D'EXTENSION

- Isolation extérieure de l'extension de 1965 dont le confort thermique est médiocre

**Les isolants et la mise en œuvre doivent être adaptés aux matériaux de la structure (ils doivent laisser migrer la vapeur d'eau)*

Voir les fiches-actions au chapitre suivant

FICHE THERMIQUE N°4

LA MAISON ANGEVINE
(MITOYENNE) XIX^e

Époque XIX^e siècle

5



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Petit hôtel particulier

Datation : 2^e moitié XIX^e siècle + années 1920 (aile sur jardin)

Surface chauffée : 305 m²

Volume chauffé : 785 m³ (estimatif)

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Importante, double mitoyenneté

Exposition au soleil : Élevée (façade sur jardin Est / Sud-Est)

Exposition au vent : Modérée (façade sur rue / vents de Sud-Ouest)

USAGES

Profil des occupants : Famille (parents actifs)

Activités : Habitat

Nombre d'occupants : 3

Préservation des volumes : Excellente

Préservation des espaces tampons : Bonne

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Aucun

FICHE THERMIQUE N°5

LE PETIT HÔTEL MITOYEN XIX^e

Époque XIX^e siècle

5

PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

R+3 (combles)

Surface totale : 80 m²
 Volume total : 145 m³

Surface chauffée : 80 m²
 Volume chauffé : 145 m³

R+2

Surface totale : 80 m²
 Volume total : 200 m³

Surface chauffée : 80 m²
 Volume chauffé : 200 m³

R+1

Surface totale : 90 m²
 Volume total : 270 m³

Surface chauffée : 90 m²
 Volume chauffé : 270 m³

Surface aile sur jardin : 10 m²
 Volume aile sur jardin : 28 m³

REZ-DE-CHAUSSEE

Surface totale : 90 m²
 Volume total : 270 m³

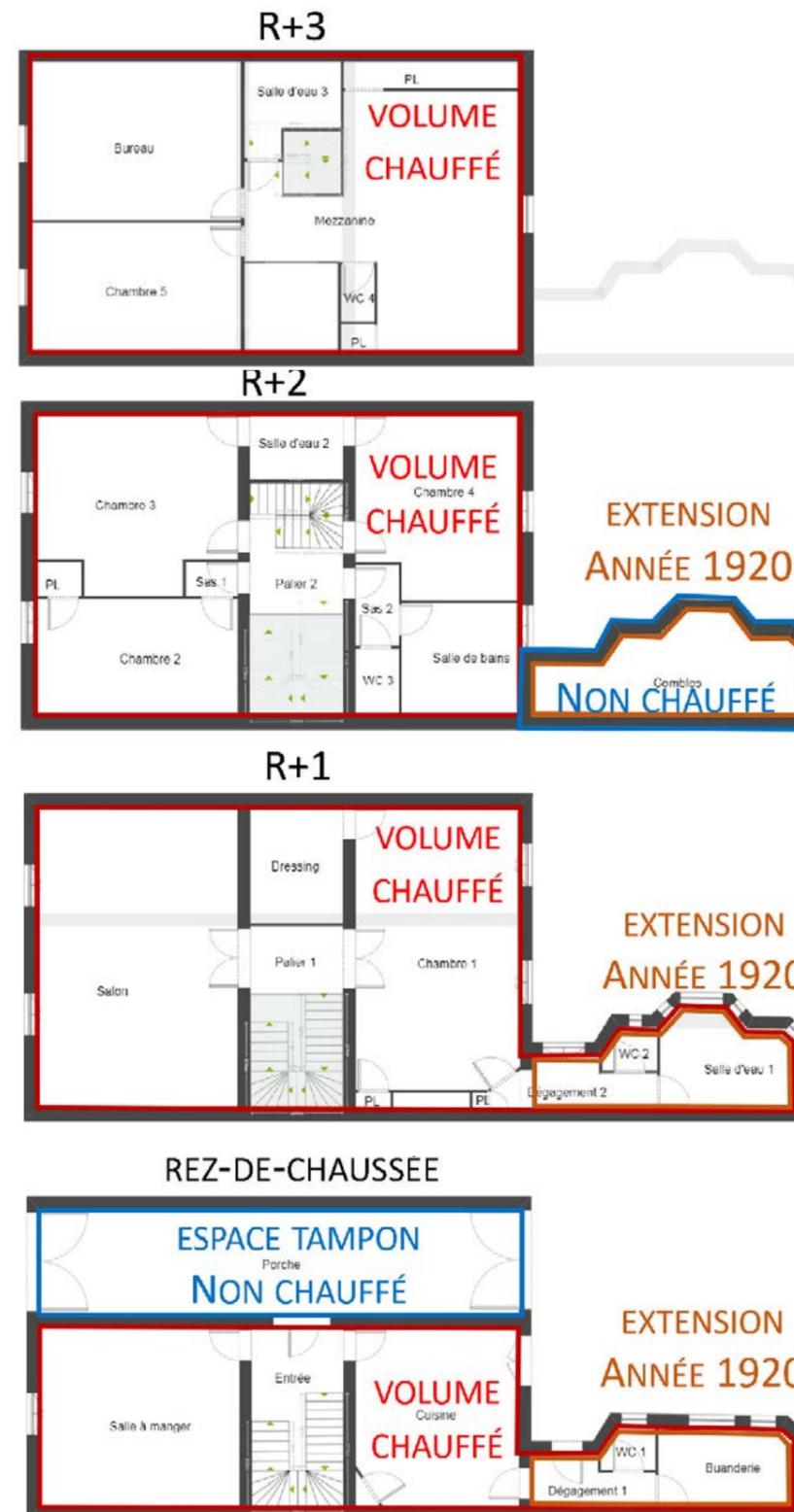
Surface chauffée : 55 m²
 Volume chauffé : 170 m³

Surface aile sur jardin : 10 m²
 Volume aile sur jardin : 28 m³

ESPACE
CHAUFFÉ

ESPACE TAMPON
CHAUFFÉ

ESPACE TAMPON
NON CHAUFFÉ



FICHE THERMIQUE N°5

LE PETIT HÔTEL MITOYEN XIX^e

Époque XIX^e siècle

Les surfaces et volumes sont estimés à partir des plans de la maison et de mesures réalisées sur le site lors de la visite des thermiciens.

5

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Façade sur rue** : pierre de tuffeau 20 cm d'épaisseur, et schiste 40 cm d'épaisseur
- **Façade sur jardin et mitoyennetés** : schiste 60 cm d'épaisseur et enduit extérieur
- **Murs donnant sur espace tampon (porche)** : tuffeau 20 cm d'épaisseur et schiste 40 cm d'épaisseur

HABILLAGE :

- Enduit extérieur façade sur rue et sur jardin, composition non définie

+ + *Captation de l'humidité de l'air, régulation de l'hygrométrie de la maison*

+ *Matériaux à inertie importante*

- - *Isolation thermique moyenne à médiocre (en fonction de l'humidité dans les parois)*

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

VOLUMES CHAUFFES :

- Fenêtres à double vitrage ossature bois équipées de volets persiennes extérieurs, en bois et en bon état (en grande majorité)
- Fenêtres à double vitrage PVC au 2ème étage
- Portes d'origine en bois, bon état

+ + *Bonne isolation thermique des ouvrants*

+ *Volets persiennes pouvant se fermer et préserver la luminosité en journée (été : limitation des apports solaires, hiver : limitation des pertes thermiques par mauvais temps)*

PLANCHER HAUT

COUVERTURE : ardoises sur liteaux

ISOLATION : laine de verre, épaisseur d'environ 15 cm (sous plaques de plâtre)

- - *Épaisseur de laine de verre insuffisante*
- *Déperditions importantes*

PLANCHERS BAS :

STRUCTURE RdC : plancher bois sur solivage ou dallage (schiste/terre cuite) sur solivage

ISOLATION :

- Sous salle à manger : polystyrène expansé 5,8 cm
- Sous l'entrée et la cuisine : pas d'isolation

REVÊTEMENTS :

- Plancher salon/chambres/salle à manger : plancher en bois massif
- Plancher entrée/cuisine/salles d'eau : carrelage

+ + *Un plancher en bois massif échange peu son énergie thermique avec son environnement (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*

- - *Le carrelage échange beaucoup son énergie thermique avec son environnement (forte effusivité), confort thermique dégradé en hiver*

- *Isolation du plancher bas très insuffisante*

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.



FICHE THERMIQUE N°5

LE PETIT HÔTEL MITOYEN XIX^e

Époque XIX^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



HORS

AILE EN RETOUR



- *Pertes du plancher bas (sur caves) et plancher haut (en combles aménagés) très importantes*

5

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Condensation** : oui
- **Type** : chaudière murale
- **Puissance** : 35 kW
- **Année / vétusté** : -
- + **Rendement élevé (condensation)**
+ **Energie compétitive économiquement**
- **Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre**
- **Energie au prix volatile**

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- **Emetteurs** : radiateurs eau chaude en fonte
- **Année / vétusté** : -
- + **Emetteurs fonte à forte inertie**

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE :

- Réalisée par des ballons électriques

RÉGULATION CHAUDIÈRE :

- **Sonde extérieure + consignes de température**
- **Vannes thermostatiques**
- **Consignes de chauffage** : 19°C en journée
22°C matin et soir
- + **Régulation simple d'utilisation et adaptée au bâtiment**
+ **Bâtiment inertiel ne nécessitant pas de régulation très élaborée**

CHAUFFAGE D'APPOINT :

- **Insert pour cheminée salon (1^{er} étage)**
- + **Rendement élevé (foryer fermé)**
+ **Energie compétitive économiquement, renouvelable, faibles émissions de gaz à effet de serre**

VENTILATION :

- **Arrivée d'air** : Ventilation naturelle (par les menuiseries)
- **Extraction d'air** : Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux dans les salles d'eau et la cuisine
- + **Extraction par VMC dans l'extension de la maison**
- **Attention à ne pas empêcher le renouvellement d'air (isolation des seuils de portes)**
- **Génère des courants d'air depuis la cave**

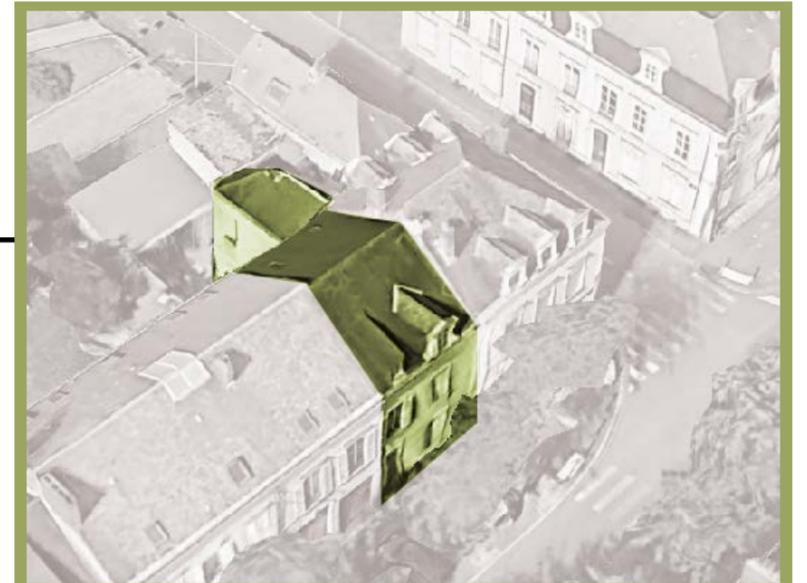
CONFORT DES OCCUPANTS

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Gradient de température important entre le Rez-de chaussée (froid) et les combles (chauds) - 4°C lors de la visite
- **Paroi froide** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Dans la cuisine entre la cave et l'extension
- **Humidité** : Hygrométrie comprise entre 25 et 55% - pas de gênes occasionnées

CONFORT D'ÉTÉ

- **Gradient de température** : Gradient de température important entre le Rez-de chaussée (froid) et les combles (chauds) - jusqu'à 33°C constatés par les occupants dans les combles l'été
- **Surchauffe** : Dans les combles
- **Courant d'air** : Dans la cuisine entre la cave et l'extension
- **Humidité** : Hygrométrie comprise entre 25 et 55% - pas de gênes occasionnées



FICHE THERMIQUE N°5

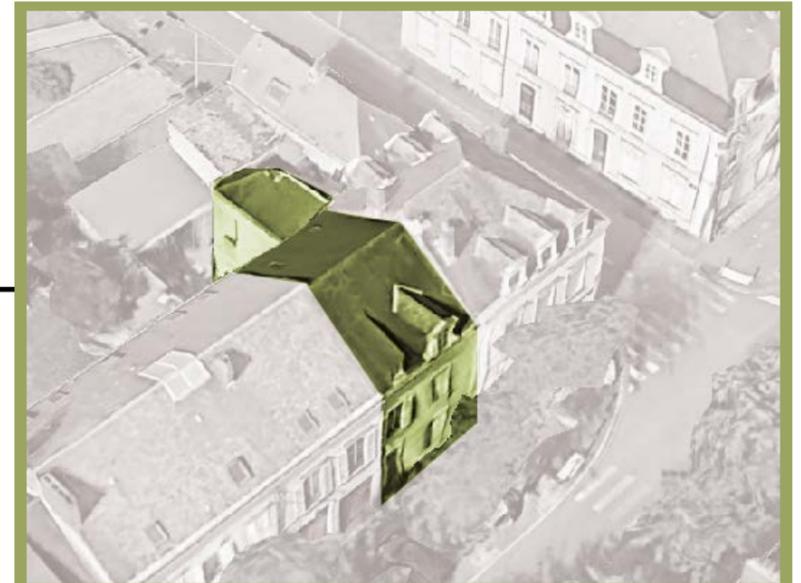
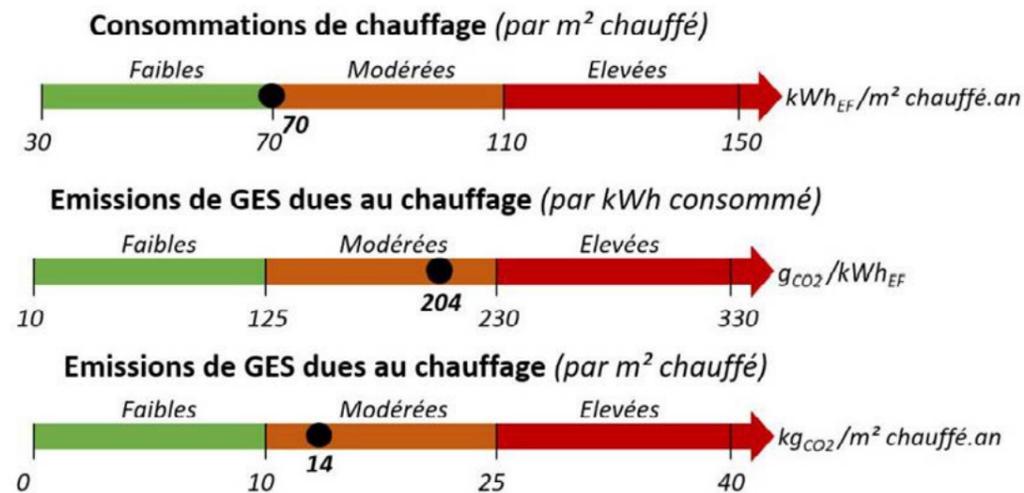
LE PETIT HÔTEL MITOYEN XIX^eÉpoque XIX^e siècle

5

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel et bois bûche
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 19 000 kWhPCI/an
bois bûche = 2 250 kWhPCI/an
- **Surface chauffée :** 305 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 70 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 204 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 14 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°5

LE PETIT HÔTEL MITOYEN XIX^e

Époque XIX^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE

POINTS FORTS

- Bâtiment en maçonnerie traditionnelle avec une inertie intéressante permettant de conserver la température
- Une chaudière gaz performante (mais qui émet des gaz à effet de serre), un insert pour cheminée dans le salon vertueux

POINTS FAIBLES

- Enduit sur la façade sur jardin qui peut réduire la circulation de l'humidité
- Confort thermique médiocre au rez-de-chaussée l'hiver (froid) et dans les combles aménagés l'été (surchauffe)
- Confort thermique médiocre dans l'extension, circulation d'air depuis la cave (porte dans la cuisine)
- Isolations du plancher bas et du plancher haut perfectibles

5

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

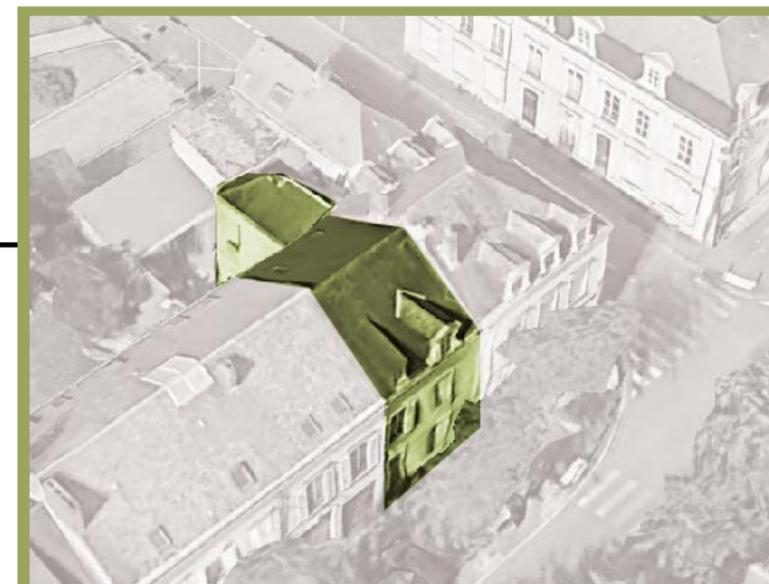
Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

En hiver, le confort thermique de la cuisine est dégradé par des courants d'air depuis la cave vers l'extension (extractions de la VMC dans l'extension).

- Calfeutrer cette porte et isoler son seuil de porte permet d'améliorer le confort thermique de la cuisine à moindre coût.
- Fermer les volets de la façade sur cour en été permet de limiter les apports solaires.

En été, le confort thermique des combles est dégradé par une surchauffe :

- Créer une circulation d'air ascendante depuis la cave et/ou le porche vers les combles permet de gagner en confort thermique au niveau supérieur. A cette fin, ouvrir les portes intérieures du rez-de chaussée et des combles aménagés, fermer les portes aux niveaux intermédiaires, et entrouvrir les fenêtres sur toit,
- Installer des stores thermiques extérieurs intégrés, ou à défaut des stores intérieurs sur les fenêtres de toit permettrait de réduire les apports solaires par ces ouvrants l'été.



FICHE THERMIQUE N°5

LE PETIT HÔTEL MITOYEN XIX^e

Époque XIX^e siècle

5

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌛	5 à 15 ans ⌛⌛	+15 ans ⌛⌛⌛
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible ☁	modérée ☁☁	forte ☁☁☁
La consommation d'énergie grise :	faible 🏭	modérée 🏭🏭	forte 🏭🏭🏭

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.1	Amélioration des systèmes							
2.2.3	Installation d'une chaudière bois**		⚡	€€	⌛⌛	🌡	☁☁☁	🏭🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

** Une chaudière bois en chauffage principal se substitue à la chaudière gaz naturel et émet jusqu'à 17 fois moins de gaz à effet de serre.

ACTIONS SUR LE BÂTI

BÂTI PRINCIPAL

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.1	Isolation des combles							
3.1.2	Isolation de combles aménagés (rampants)**	P	⚡⚡⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡	☁☁	🏭🏭
3.2	Isolation des planchers							
3.2.1	Isolation du plancher bas**	P	⚡⚡⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡	☁☁	🏭🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

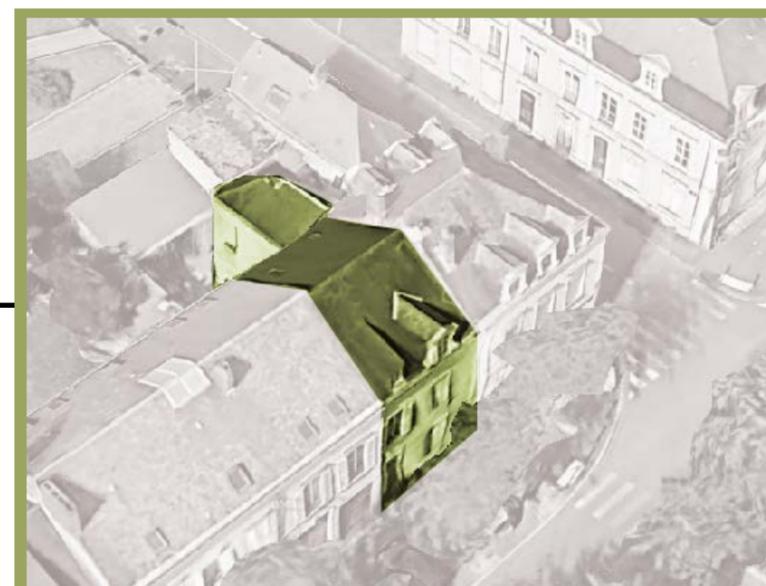
** L'isolation des combles aménagés et du plancher sous la cuisine et l'entrée sont prioritaires pour diminuer la consommation de chauffage. L'isolation du plancher sur porche n'est pas envisagée au vu des décors de plafond et du parquet bois qualitatifs.

AILE EN RETOUR

La présence de vitraux signés proscrit des opérations sur les ouvrants.

Une isolation des murs par l'intérieur réduit le volume des pièces (déjà faible), une isolation par l'extérieur est proscrite de par la géométrie du bâtiment et l'aspect de la façade est à préserver.

Une amélioration de l'isolation des combles non aménagés peut être envisagée mais une opération partielle sur ce type de bâtiment ne permet pas une amélioration substantielle du confort thermique et une réduction conséquente des consommations énergétiques.

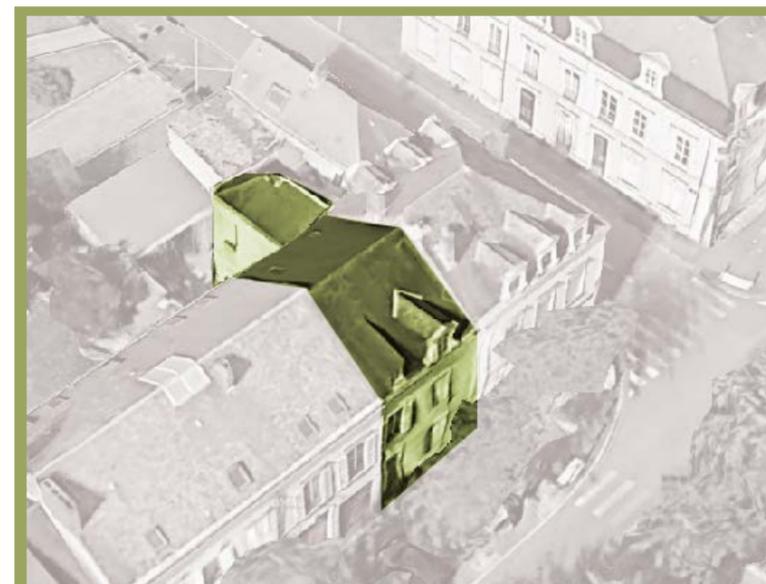


FICHE THERMIQUE N°5

LE PETIT HÔTEL MITOYEN XIX^e

Époque XIX^e siècle

5



SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Calfeutrer la porte de la cave et isoler son seuil pour réduire les courants d'air frais dans la cuisine l'hiver
- Fermer les volets de la façade sur cour en été pour limiter les apports solaires
- Générer une ventilation naturelle ascendante l'été depuis le porche et la cave jusqu'aux combles
- Installer des stores thermiques intérieurs sur les fenêtres de toit

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

- Utiliser l'insert bois bûche du salon au maximum pour limiter la consommation de gaz naturel
- Installer une chaudière bois dans la cave pour substituer la chaudière gaz murale

ACTIONS SUR LE BÂTI

- Renforcer l'isolation des rampants des combles aménagés*
- Isoler le plancher de la cuisine et de l'entrée (sur caves)*

**Les isolants et la mise en œuvre doivent être adaptés aux matériaux de la structure (ils doivent laisser migrer la vapeur d'eau)*

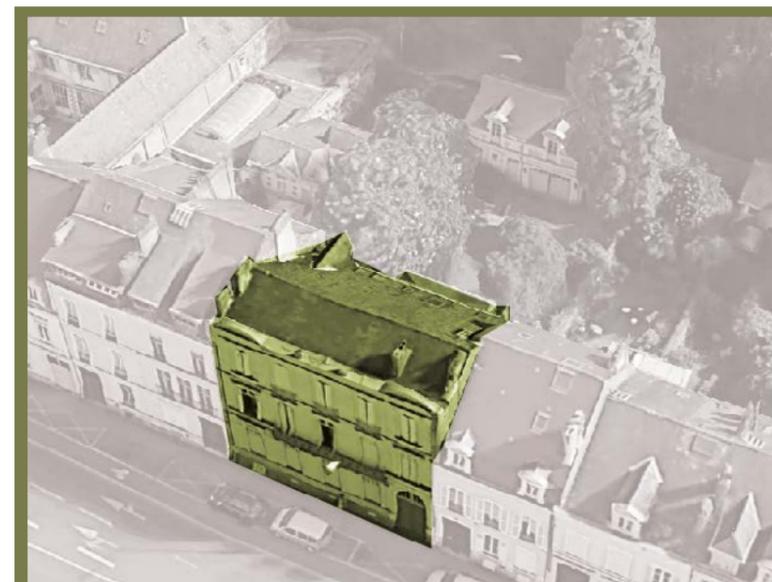
Voir les fiches-actions au chapitre suivant

FICHE THERMIQUE N°5

LE PETIT HÔTEL MITOYEN XIX^e

Époque XIX^e siècle

6



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Maison de notable

Datation : 3^e quart XIX^e siècle + 1953 (extension)

Surface chauffée : 500 m²

Volume chauffé : 1 670 m³ (estimatif)

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Moyenne, double mitoyenneté

Exposition au soleil : Bonne (façade sur rue Sud / Sud-Ouest)

Exposition au vent : Modérée (façade sur rue / vents de Sud-Ouest)

USAGES

Profil des occupants : Famille (parents actifs)

Activités : Habitat

Nombre d'occupants : 4 (variable)

Préservation des volumes : Excellente

Préservation des espaces tampons : Excellente

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Changement de vitrages des ouvrants sur rue en 2003

FICHE THERMIQUE N°6

LA MAISON MITOYENNE À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

6

PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

R+2
 Surface totale : 155 m²
 Volume total : 450 m³
 Surface chauffée : 155 m²
 Volume chauffé : 450 m³

**ESPACE
 CHAUFFÉ**

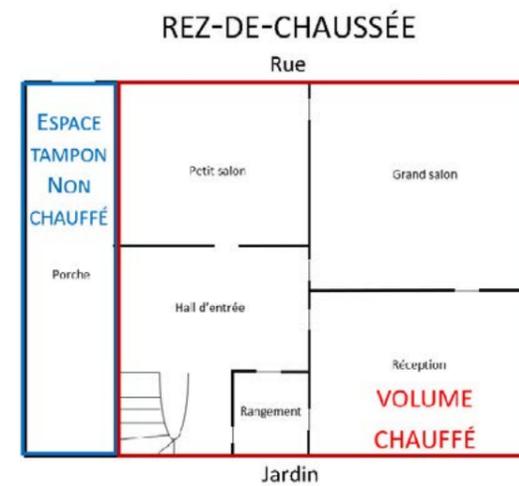
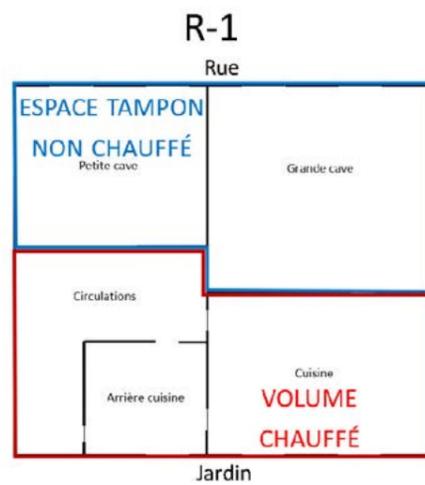
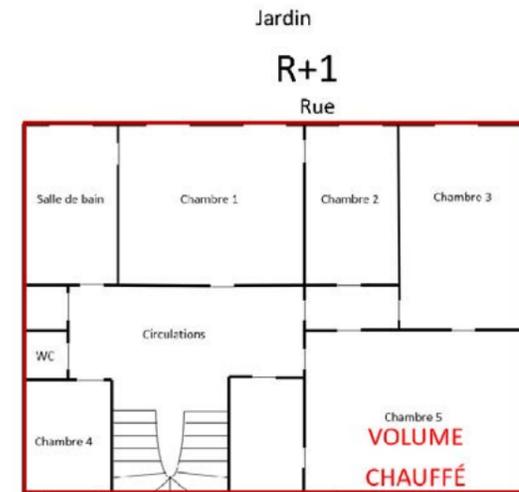
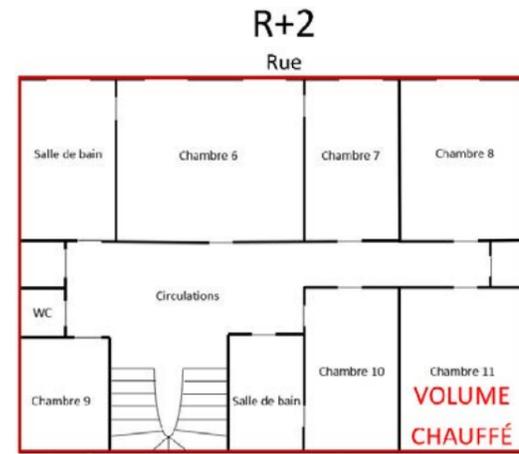
**ESPACE TAMPON
 CHAUFFÉ**

**ESPACE TAMPON
 NON CHAUFFÉ**

R+1
 Surface totale : 155 m²
 Volume total : 530 m³
 Surface chauffée : 155 m²
 Volume chauffé : 530 m³

REZ-DE-CHAUSSÉE
 Surface totale : 155 m²
 Volume total : 600 m³
 Surface chauffée : 121 m²
 Volume chauffé : 470 m³

R-1
 Surface totale : 123 m²
 Volume total : 390 m³
 Surface chauffée : 67 m²
 Volume chauffé : 215 m³



FICHE THERMIQUE N°6

LA MAISON MITOYENNE À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

Les surfaces et volumes sont estimés à partir de mesures réalisées sur le site lors de la visite des thermiciens.
 Les plans ont été réalisés à partir de la visite de l'étude thermique, des erreurs et imprécisions peuvent y figurer.

6

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Façade sur rue** : pierre de Tuffeau, 20 cm d'épaisseur et schiste, 40 cm d'épaisseur
- **Façade sur jardin et mitoyennetés** : schiste, 60 cm d'épaisseur
- **Mur donnant sur espace tampon (passage cocher)** : pierre de Tuffeau, 20 cm d'épaisseur et schiste, 40 cm d'épaisseur

HABILLAGE :

- Enduit extérieur façade sur rue et sur jardin, composition non définie
- + *Captation de l'humidité de l'air, régulation de l'hygrométrie de la maison*
+ Matériaux à inertie importante
- *Isolation thermique moyenne à médiocre (en fonction de l'humidité dans les parois)*

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

- **Façade sur rue** : fenêtres simple vitrage + survitrage ossature bois équipées de volets persiennes extérieurs, en bois et en bon état en partie haute
- **Façade sur jardin** : Fenêtres à simple vitrage ossature bois équipées de volets persiennes en bois et en bon état
- Portes d'origine en bois
- + *Isolation thermique moyenne des vitres côté rue*
+ Volets persiennes pouvant se fermer et préserver la luminosité en journée (été : limitation des apports solaires, hiver : limitation des pertes thermiques par mauvais temps)
+ Renouvellement d'air naturel par les menuiseries
+ Apports solaires importants (façade sur rue)
- *Isolation des simples vitrages médiocre*
- Sensation potentielle de parois froides

PLANCHER HAUT

COUVERTURE : ardoises sur liteaux

ISOLATION : laine de verre, épaisseur d'environ 20 cm sous rampants

- *Épaisseur de laine de verre légèrement insuffisante*

PLANCHERS INTERMÉDIAIRES

Salons / Chambres : parquet massif sur solivage bois

+ *Un plancher en bois massif échange peu son énergie thermique avec son environnement (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*

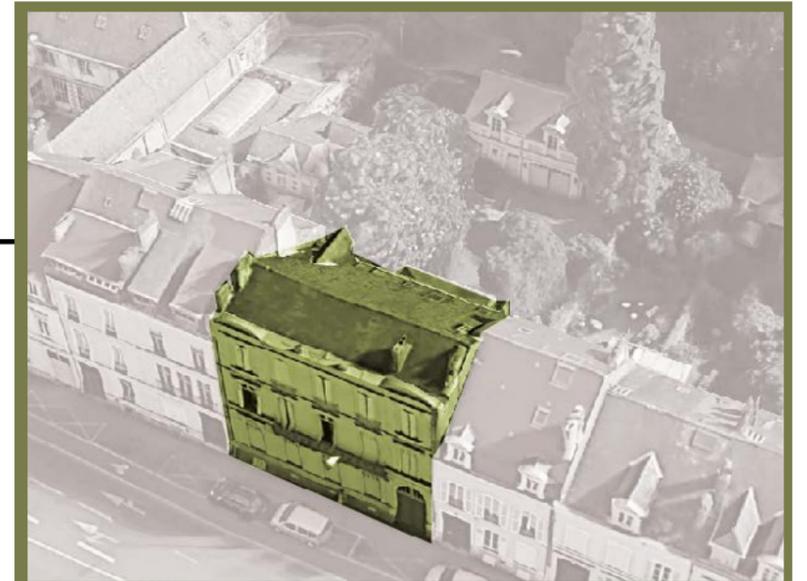
PLANCHER BAS

- **Sur caves (petit et grand salon)** : parquet massif sur solives et voûtains de briques
- **Cuisine** : Carrelage en terre cuite sur terre plein

+ *Un plancher en bois massif échange peu son énergie thermique avec son environnement (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*

- *Isolation des caves insuffisante*

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

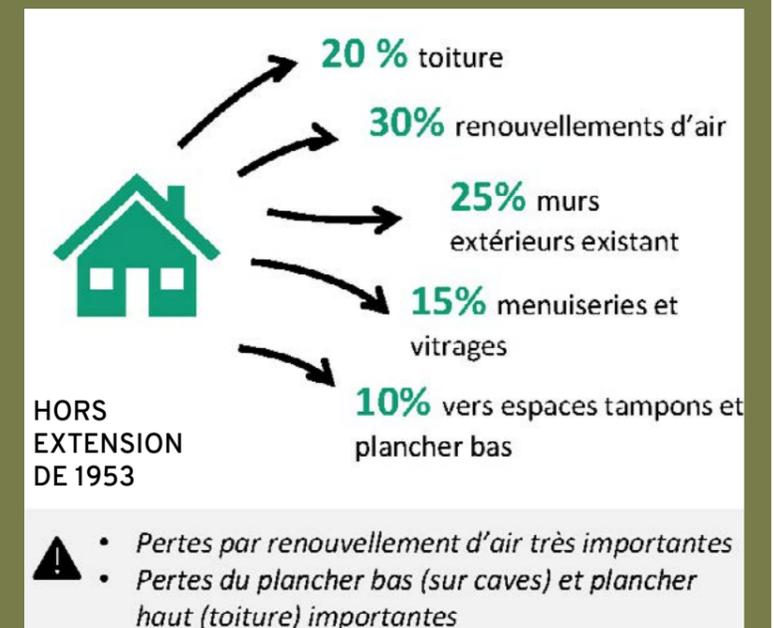


FICHE THERMIQUE N°6

LA MAISON MITOYENNE À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



6

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Condensation** : oui
- **Type** : chaudière au sol
- **Puissance** : 60 kW
- **Année / vétusté** : -

- + **Rendement élevé (condensation)**
- + **Energie compétitive économiquement**

- **Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre**
- **Energie au prix volatile**

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- **Emetteurs** : radiateurs eau chaude en fonte
- **Pas de vannes thermostatiques**

- + **Emetteurs fonte à forte inertie**

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE :

- **Réalisée par des ballons électriques**

CHAUFFAGE D'APPOINT :

- **Cuisinière à bois bûche**
- **Prend le relais de la chaudière gaz naturel par un jeu de vannes**

- + **Rendement élevé (foyer fermé)**
- + **Energie compétitive économiquement, renouvelable, faibles émissions de gaz à effet de serre**

RÉGULATION CHAUFFAGE :

- **Régulation manuelle**

- + **Régulation simple d'utilisation**
- + **Bâtiment inertiel ne nécessitant pas de régulation très élaborée**

- **Pilotage précis du système de chauffage impossible**
- **Pas de régulation par rapport aux températures extérieures et intérieures**

VENTILATION :

- **Arrivée d'air** : Ventilation naturelle (par les menuiseries)
- **Extraction d'air** : Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux dans la salle de bain du 2^e étage

- + **Ventilation naturelle fidèle au fonctionnement d'origine**
- **Pertes thermiques très importantes et difficilement réductibles**

CONFORT DES OCCUPANTS

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Certaines pièces de la maison sont très froides lorsque les températures extérieures descendent en-dessous de 0°C (au contact des caves, ou du passage cocher)
- **Paroi froide** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire

CONFORT D'ÉTÉ

- **Gradient de température** : Gradient de température entre les niveaux inférieures et le dernier étage lors de fortes chaleurs
- **Surchauffe** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire



FICHE THERMIQUE N°6

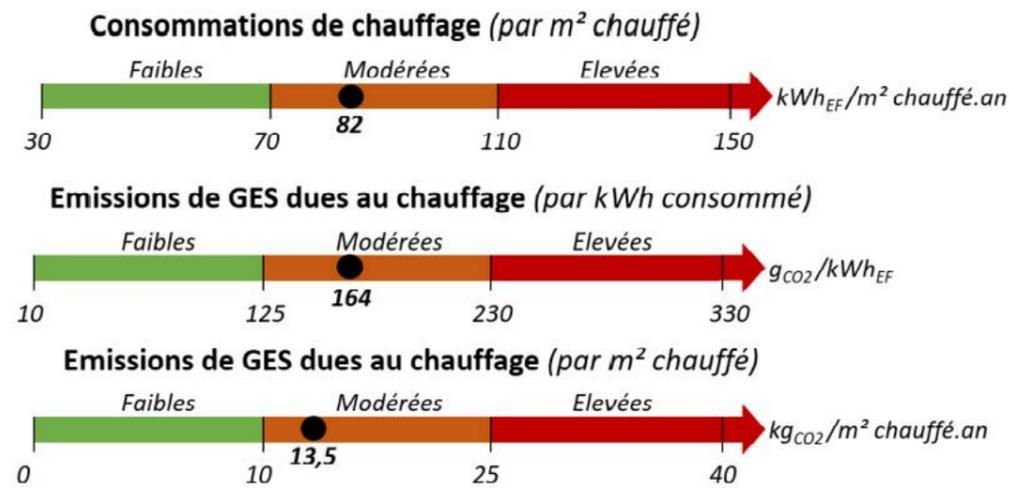
LA MAISON MITOYENNE
À LARGE FAÇADE XIX^eÉpoque XIX^e siècle

6

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel et bois bûche
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 29 000 kWhPCI/an
bois bûche = 12 000 kWhPCI/an
- **Surface chauffée :** 500 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 82 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 164 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 13,5 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°6

LA MAISON MITOYENNE À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE

POINTS FORTS

- Bâtiment en maçonnerie traditionnelle avec une inertie intéressante permettant de conserver la température
- Une chaudière gaz performante (mais qui émet des gaz à effet de serre), couplée à une cuisinière bois en relais

POINTS FAIBLES

- Enduit sur la façade sur jardin qui peut réduire la circulation de l'humidité
- Confort thermique médiocre dans certaines pièces lors de périodes hivernales rigoureuses
- Isolation du plancher haut et des caves perfectibles
- Pertes thermiques par renouvellement d'air importantes
- Des pertes thermiques des réseaux de distribution eau chaude dans la cave faisant office de chaufferie

6

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

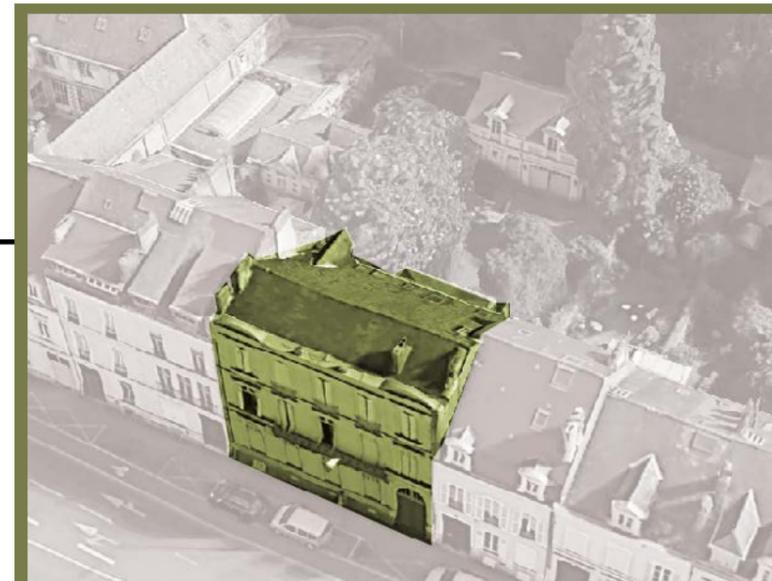
Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

En hiver, le confort thermique est dégradée dans certaines pièces de la maison lors des périodes les plus rigoureuses. D'après les échanges avec le propriétaire, un sous-dimensionnement des radiateurs installés peut en être la cause (de nouveaux radiateurs plus puissants sont installés dans le grand salon) :

- Fermer les volets de l'ensemble des fenêtres la nuit limite les déperditions thermiques par ces ouvrants.
- Fermer les portes donnant sur les circulations permet de réduire la circulation d'air dans la maison donc les pertes par renouvellement d'air.

En été, fermer les volets de la façade sur rue pendant la journée permet de limiter les apports solaires.

Installer des stores thermiques extérieurs intégrés, ou à défaut des stores intérieurs sur les fenêtres de toit permettrait de réduire les apports solaires par ces ouvrants l'été.



FICHE THERMIQUE N°6

LA MAISON MITOYENNE À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

6

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌚	5 à 15 ans ⌚⌚	+15 ans ⌚⌚⌚
Le gain en confort :	faible 🪿	modéré 🪿🪿	fort 🪿🪿🪿
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible 🏭	modérée 🏭🏭	forte 🏭🏭🏭
La consommation d'énergie grise :	faible 🏭	modérée 🏭🏭	forte 🏭🏭🏭

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.1	Amélioration des systèmes							
2.1.1	Installation d'une régulation à sonde(s)	P	⚡⚡⚡	€	⌚	🪿🪿🪿	🏭🏭	🏭
2.1.2	Installation de vannes thermostatiques	P	⚡⚡⚡	€	⌚	🪿🪿🪿	🏭🏭	🏭
2.1.3	Installation d'un appareil à bois d'appoint**		⚡	€€	⌚⌚	🪿🪿🪿	🏭🏭🏭	🏭🏭
2.2	Remplacement des systèmes							
2.2.1	Installation d'une ventilation simple flux***		⚡	€€	⌚⌚⌚	🪿🪿	🏭	🏭
2.2.3	Installation d'une chaudière bois****		⚡	€€	⌚⌚	🪿	🏭🏭🏭	🏭🏭
2.3	Isolation des systèmes							
2.3.1	Isolation des systèmes en chaufferie*****	P	⚡⚡	€	⌚	🪿	🏭🏭	🏭
2.3.2	Isolation des conduits de cheminées*****	P	⚡⚡	€€	⌚⌚	🪿🪿🪿	🏭🏭	🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

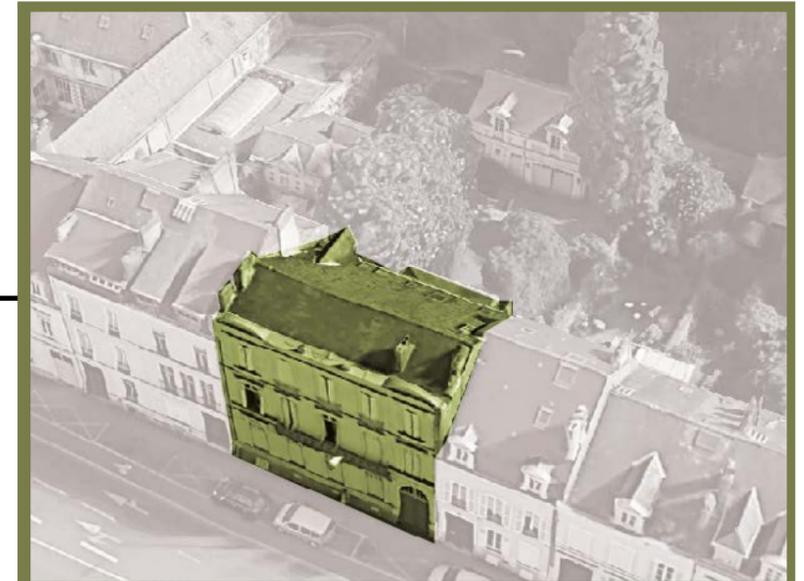
** , *** , **** , ***** , ***** Renvoi aux astérisques ci-contre à droite :

ACTIONS SUR LE BÂTI

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.1	Isolation des combles							
3.1.1	Isolation de combles non aménagés (planchers)	P	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🪿🪿🪿	🏭🏭🏭	🏭🏭🏭
3.2	Isolation des planchers							
3.2.1	Isolation d'un plancher bois sur cave	P	⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🪿🪿🪿	🏭🏭	🏭🏭🏭
3.4	Interventions sur les menuiseries**	P						
3.4.1	Réparation des menuiseries, amélioration de l'étanchéité		⚡⚡	€	⌚⌚	🪿🪿	🏭🏭	🏭
3.4.2	Remplacement des vitrages, installation de survitrages		⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🪿🪿	🏭🏭	🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

** Renvoi aux astérisques ci-contre à droite :



FICHE THERMIQUE N°6

LA MAISON MITOYENNE À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

ACTIONS SUR LES SYSTEMES

** Plusieurs cheminées à foyers ouverts sont présentes dans la maison, la/les plus utilisées peuvent être équipées d'un insert bois bûche.

*** En cas d'opérations sur les menuiseries, l'amélioration de la ventilation simple flux permet de conserver un bon renouvellement d'air dans la maison.

**** Une chaudière bois en chauffage principal se substitue à la chaudière gaz naturel et émet jusqu'à 17 fois moins de gaz à effet de serre.

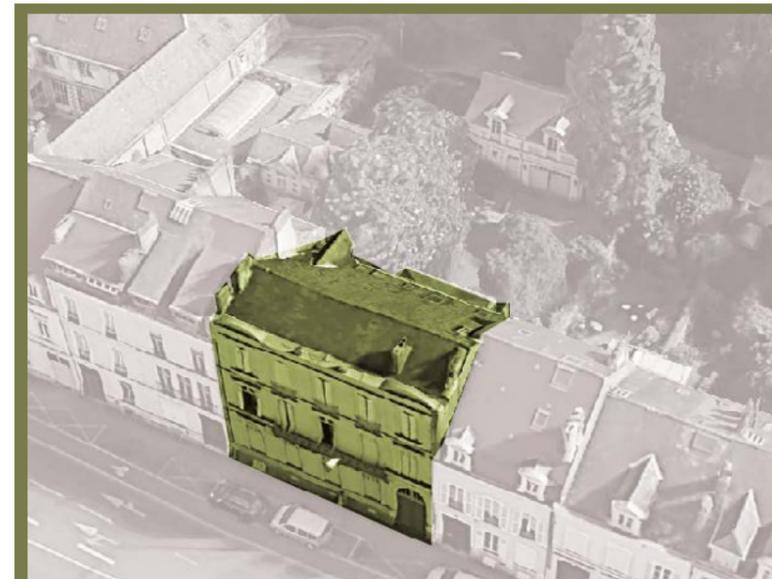
***** Les conduits d'eau chaude doivent être isolés thermiquement en chaufferie.

***** Les cheminées non utilisées peuvent être condamnées et isolées de sorte à ne plus générer de pertes par renouvellement d'air (tirage thermique).

ACTIONS SUR LE BÂTI

** La réparation des menuiseries ainsi que le remplacement des vitrages ou l'installation de survitrages permettent de réduire les pertes par infiltration d'air et par les vitres. Veiller à ce qu'une intervention sur les menuiseries ne dégrade pas la qualité de l'air (son renouvellement est assuré par infiltration d'air au niveau des ouvrants).

6



SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Fermer les portes l'hiver, fermer les volets et rideaux la nuit l'hiver
- Installer des stores thermiques intérieurs sur les fenêtres de toit

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

- Mettre en place un système de régulation à sonde(s) de la chaudière
- Mettre en place des vannes thermostatiques
- Isoler/condamner les cheminées non utilisées
- Installer des inserts bois bûches dans la/les cheminées les plus utilisées
- Installer une chaudière bois en lieu et place de la chaudière gaz

ACTIONS SUR LE BÂTI

- Renforcer l'isolation des combles*
- Isoler les caves*
- Réduire les infiltrations d'air au niveau des ouvrants (remplacer les joints, calfeutrer, réparer les huisseries)

**Les isolants et la mise en œuvre doivent être adaptés aux matériaux de la structure (ils doivent laisser migrer la vapeur d'eau)*

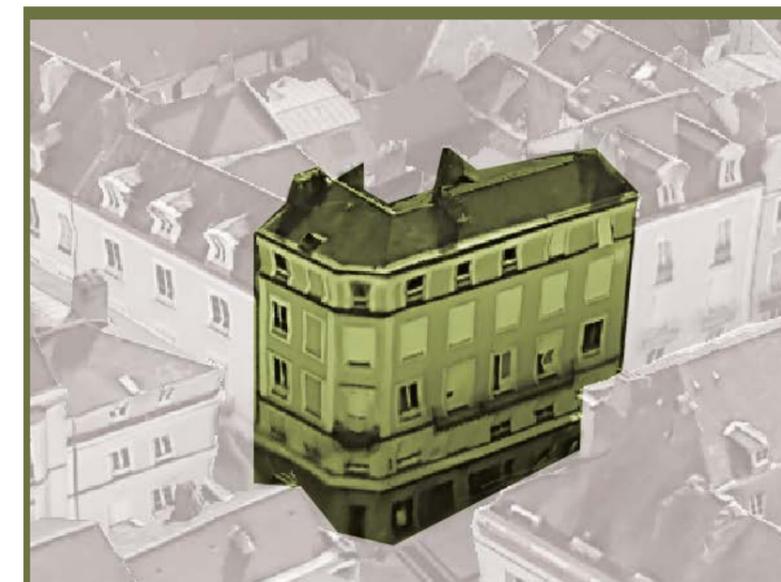
Voir les fiches-actions au chapitre suivant

FICHE THERMIQUE N°6

LA MAISON MITOYENNE
À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

7



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Immeuble de rapport

Datation : 1882

Surface chauffée : 456 m²

Volume chauffé : non connu

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Important, angle d'îlot

Exposition au soleil : Élevée (façade sur rue Sud / Sud-Ouest)

Exposition au vent : Modérée (façade Sud-Ouest / vents de Sud-Ouest)

USAGES

Profil des occupants : R+3 : Personne seule (actif)

Activités : RdC : Commerces et bureaux / Entresol et R+2 : Bureaux et habitat / R+3 et R+4 : Habitat / R+5 : Habitat et greniers

Nombre d'occupants : 6 à 8 (R+1 à R+5)

Préservation des volumes : Bonne

Préservation des espaces tampons : Excellente

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Changement des ouvrants - Chaudière gaz à condensation récente

FICHE THERMIQUE N°7

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

7

PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

R+5 Surface totale : non connue
 Volume total : non connu
 Surface chauffée : 46 m²
 Volume chauffé : non connu

R+4 Surface totale : non connue
 Volume total : non connu
 Surface chauffée : 83 m²
 Volume chauffé : non connu

R+3 Surface totale : non connue
 Volume total : non connu
 Surface chauffée : 83 m²
 Volume chauffé : 265 m³

R+2 Surface totale : non connue
 Volume total : non connu
 Surface chauffée : 84 m²
 Volume chauffé : non connu

R+1 Surface totale : non connue
 Volume total : non connu
 Surface chauffée : 80 m²
 Volume chauffé : non connu

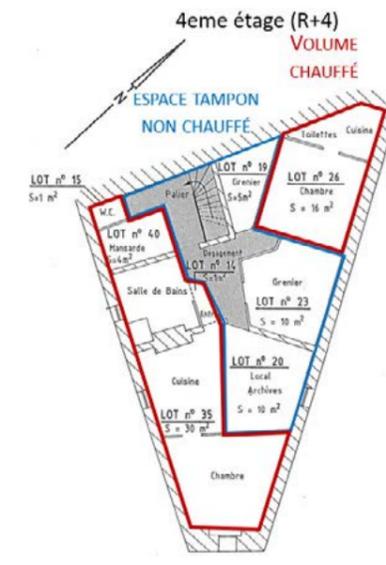
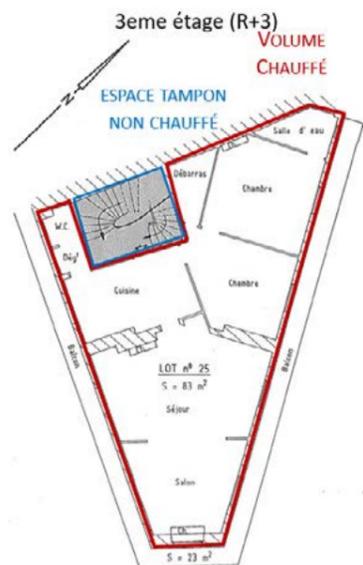
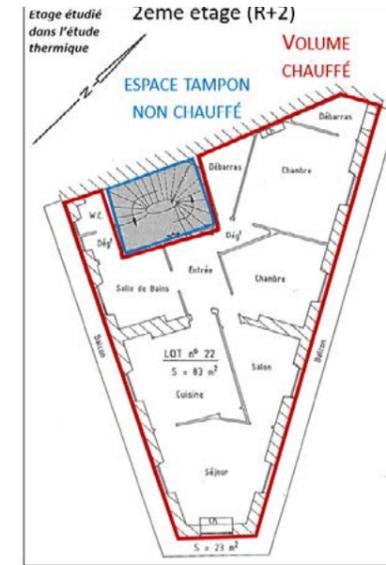
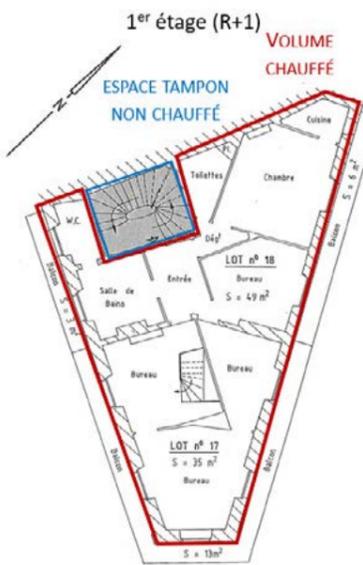
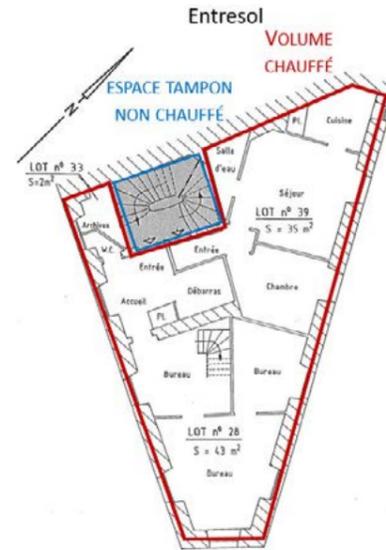
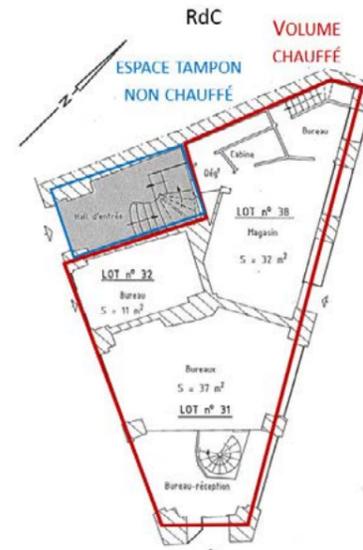
REZ-DE-CHAUSSÉE Surface totale : non connue
 Volume total : non connu
 Surface chauffée : 80 m²
 Volume chauffé : non connu

ESPACE CHAUFFÉ

ESPACE TAMPON CHAUFFÉ

ESPACE TAMPON NON CHAUFFÉ

ÉTAGE ETUDIÉ



FICHE THERMIQUE N°7

L'IMMEUBLE MITOYEN
 À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

Les surfaces et volumes sont estimés à partir des plans de l'immeuble.

7

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX (2e étage)

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Façades RdC à R+2** : schiste, 30 cm d'épaisseur, pierre de Tuffeau, 25 cm d'épaisseur
- **Façade R+4** : schiste, 30 cm d'épaisseur

HABILLAGE :

- Parement de pierre Entresol et R+1
- Enduit extérieur R+2 (partiel) et R+3, composition non définie

+ *Captation de l'humidité de l'air, régulation de l'hygrométrie*
+ *Matériaux à inertie importante*

- *Isolation thermique moyenne à médiocre*
- *Enduit réduisant partiellement la circulation de l'humidité R+3 et R+4*

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

- **R+2** : Double vitrage bois, volets persiennes extérieurs en bois et en bon état
- **R+2** : Porte de palier blindée, neuve, très bon état

+ *Menuiseries respectueuses des profils d'origine*
+ *Menuiseries étanches*
+ *Bonne isolation thermique et acoustique*

- *Menuiseries d'origine remplacées*
- *Pas de renouvellement d'air*

PLANCHER BAS

- Poutres en bois et voûtains de briques

PLANCHER HAUT

- **Couverture** : Ardoises sur liteaux
- **Isolation** : Aucune (grenier lot n°23)

- *Inconfort thermique*
- *Mauvaises performances thermiques*

PLANCHER INTERMEDIAIRE

STRUCTURE

- Planchers sur solivage bois
- Plafond plâtre sur lattis

REVÊTEMENTS

- **R+2** : Parquet bois
- + *Un plancher en bois échange peu son énergie thermique avec son environnement (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

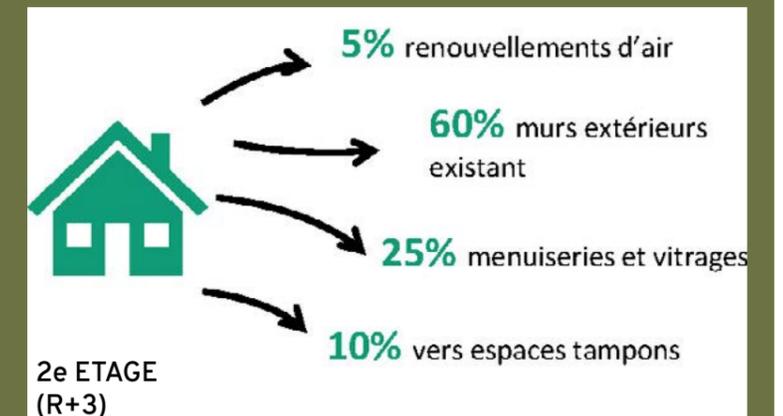


FICHE THERMIQUE N°7

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



- ! • *Aucun système de renouvellement d'air, ce qui permet de maîtriser les pertes par infiltration d'air, mais peut générer des problèmes liés à l'humidité*

7

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES (2e étage)

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Condensation** : oui
- **Type** : chaudière murale
- **Puissance** : non connue
- **Année / vétusté** : 2018 / récente

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE :

- Réalisée par la chaudière
- + *+ Rendement élevé (condensation)*
+ Energie compétitive économiquement
- *- Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre*
- Energie au prix volatile

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- **Emetteurs** : radiateurs eau chaude en fonte
- + *+ Emetteurs fonte à forte inertie*

RÉGULATION CHAUFFAGE :

- Thermostat d'ambiance et vannes thermostatiques
- + *+ Régulation simple d'utilisation et adaptée au bâtiment*
+ Bâtiment inertiel ne nécessitant pas de régulation très élaborée

VENTILATION :

- Pas de système de ventilation
- + *+ Fonctionnement adapté à l'occupation de l'appartement (1 occupant)*
- *- Potentiels problèmes liés à l'humidité dans l'appartement si son occupation varie*



FICHE THERMIQUE N°7

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

CONFORT DES OCCUPANTS (2e étage)

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Chambre au nord ayant les besoins en chauffage les plus importants
- **Paroi froide** : Sous les portes-fenêtres (pont thermique à la liaison avec le balcon)
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Pas de sujet (aération régulière en ouvrant les fenêtres)

CONFORT D'ÉTÉ

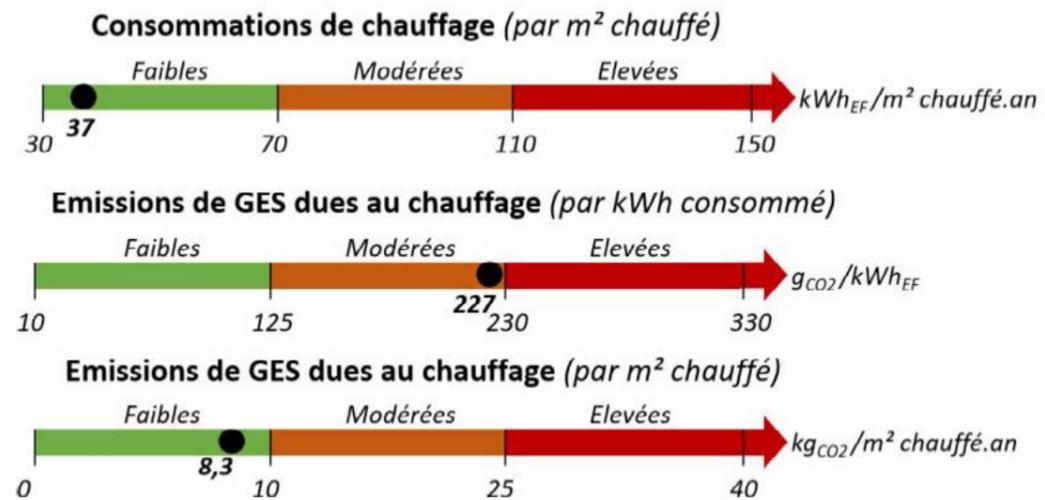
- **Gradient de température** : Différence de température de 2°C entre la chambre au nord et le reste des pièces, face côté sud plus chaude
- **Surchauffe** : Pas de sujet
- **Courant d'air** : Possibilité de générer des courants d'air traversants dans l'appartement afin de le ventiler naturellement
- **Humidité** : Pas de sujet (aération régulière en ouvrant les fenêtres)

7

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 3 050 kWhPCI/an
- **Surface chauffée :** 83 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 37 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 227 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 8,3 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°7

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE (2e étage)

POINTS FORTS

- Bâtiment en maçonnerie traditionnelle avec une inertie intéressante permettant de conserver la température
- Bon confort thermique
- Ventilation naturelle aisée en période estivale
- Une chaudière gaz performante (mais qui émet des gaz à effet de serre), un insert pour cheminée dans le salon vertueux

POINTS FAIBLES

- Pas de système de ventilation
- Isolation des parois verticales perfectible

7

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

En hiver, fermer les volets de l'ensemble des fenêtres la nuit limite les déperditions thermiques par ces ouvrants.

Installer des rideaux épais et les fermer la nuit est également préconisé.

Favoriser autant que possible les apports solaires en période hivernale.

En été, fermer les volets persiennes permet de limiter les apports solaires tout en conservant de la luminosité.

Ouvrir les fenêtres et portes-fenêtres tôt le matin ou tard le soir permet de générer des courants d'air traversant dans l'appartement.



FICHE THERMIQUE N°7

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

7

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌛	5 à 15 ans ⌛⌛	+15 ans ⌛⌛⌛
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible 🏠	modérée 🏠🏠	forte 🏠🏠🏠
La consommation d'énergie grise :	faible 🏠	modérée 🏠🏠	forte 🏠🏠🏠

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES (2e étage)

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.3	Isolation des systèmes		⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡🌡	🏠🏠	🏠
2.3.2	Isolation des conduits de cheminées**		⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡🌡	🏠🏠	🏠

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

**Les deux cheminées de l'appartement sont décoratives, les condamner et les isoler permet de limiter leurs pertes thermiques

ACTIONS SUR LE BÂTI (2e étage)

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.3	Isolation des parois verticales		⚡⚡⚡	€€€	⌛⌛⌛	🌡🌡	🏠🏠	🏠🏠
3.3.1	Isolation intérieure**		⚡⚡⚡	€€€	⌛⌛⌛	🌡🌡	🏠🏠	🏠🏠

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

**Une isolation intérieure, notamment en dessous des portes-fenêtres, permet de limiter les pertes thermiques des parois verticales



FICHE THERMIQUE N°7

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

7

SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Fermer les volets et rideaux la nuit l'hiver
- Favoriser les apports solaires l'hiver en profitant de l'exposition de la façade sud-ouest (apports énergétiques gratuits)

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

- Isoler/condamner les conduits de cheminées

ACTIONS SUR LE BÂTI

- Isolation intérieure (notamment sous les portes-fenêtres)*

**Les isolants et la mise en œuvre doivent être adaptés aux matériaux de la structure (ils doivent laisser migrer la vapeur d'eau)*

Voir les fiches-actions au chapitre suivant



FICHE THERMIQUE N°7

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

8



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Immeuble de rapport

Datation : 1868

Surface chauffée : 540 m²

Volume chauffé : 1 450 m³

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Important, double mitoyenneté

Exposition au soleil : Élevée (façade sur rue Sud / Sud-Ouest)

Exposition au vent : Modérée sur la façade Sud / vents de Sud-Ouest

USAGES

Profil des occupants : R+3 : Personne seule (actif)

Activités : RdC : Commerce / R+2 à R+4 : Habitat

Nombre d'occupants : 7 (R+2 à R+4)

Préservation des volumes : Bonne

Préservation des espaces tampons : Bonne

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Plaque de plâtre en façade sur rue au R+2 (impact faible)

FICHE THERMIQUE N°8

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

R+4 Surface totale : 90 m²
 Volume total : 220 m³
 Surface chauffée au gaz naturel : 90 m²

R+3 Surface totale : 100 m²
 Volume total : 270 m³
 Surface chauffée au gaz naturel : 100 m²

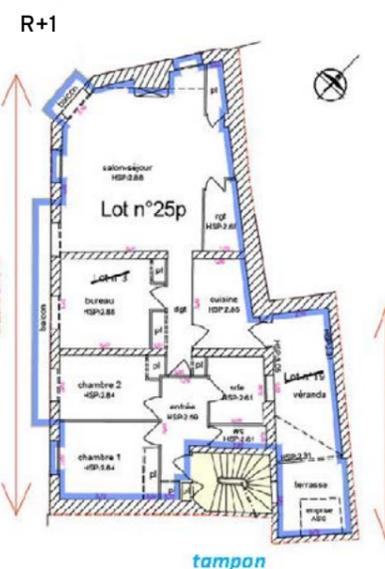
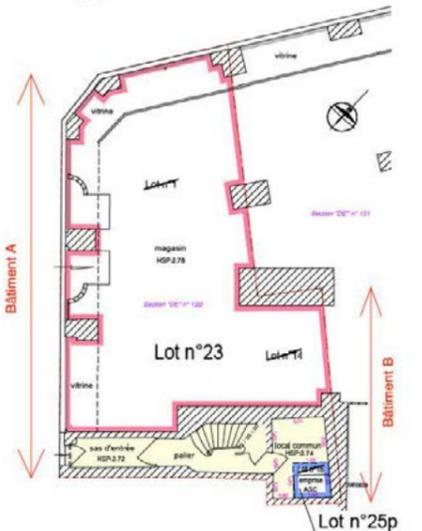
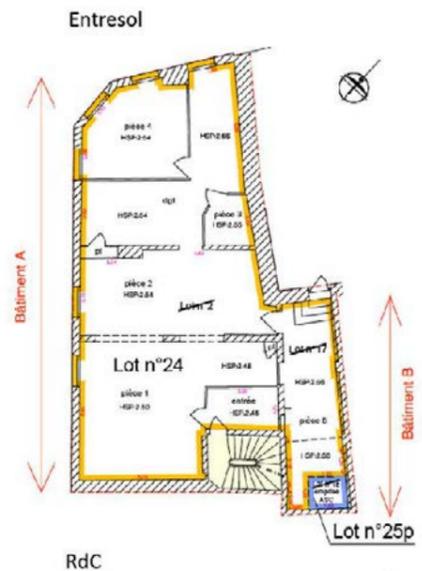
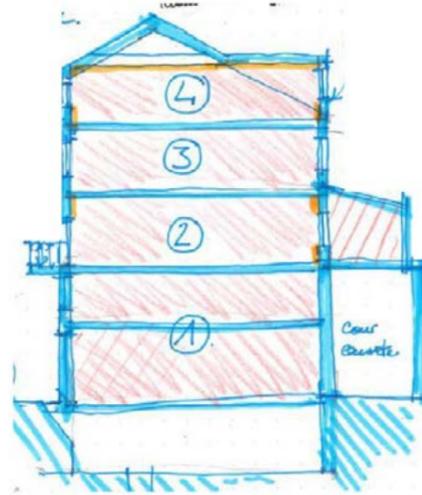
ETAGE ETUDIÉ

R+2 Surface totale : 120 m²
 Volume total : 355 m³
 Surface chauffée à l'électricité : 100 m²
 Surface chauffée au gaz naturel : 20 m²

Entresol Surface totale : 120 m²
 Volume total : 310 m³
 Surface chauffée : 0 m²
 (local technique du commerce en Rdc)

REZ-DE-CHAUSSÉE
 Surface totale : 110 m²
 Volume total : 310 m³
 Surface chauffée à l'électricité : 110 m²

Les surfaces et volumes sont estimés à partir des plans de l'immeuble.



8



FICHE THERMIQUE N°8

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

8

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX (3e étage)

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Façade sur rue** : pierre de tuffeau, 24 cm d'épaisseur
- **Façade sur cour** : Tuffeau appareillé, 18 cm d'épaisseur

HABILLAGE :

- **Façade sur rue** : enduit extérieur, composition non définie
- **Façade sur cour** : enduit extérieur ciment

+ *Captation de l'humidité de l'air, régulation de l'hygrométrie*
+ *Matériaux à inertie importante*

- *Isolation thermique moyenne à médiocre*
- *Enduit réduisant la circulation de l'humidité façade sur rue*
- *Enduit ciment imperméabilisant la façade sur cour (potentielle rétention d'humidité)*

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

- **R+2** : Double vitrage PVC (en majorité)
- **R+3** : Simple vitrage bois (en majorité), volets roulants extérieurs, état correct
- **R+4** : Double vitrage PVC

+ *Renouvellement d'air naturel*

- *Mauvaise isolation thermique des ouvrants*
- *Sensation potentielle de parois froides*
- *Volets roulants non adaptés à l'écriture architecturale de la façade*

PLANCHER HAUT

COUVERTURE : ardoises sur liteaux

ISOLATION : laine de verre, épaisseur 20 cm

- *Épaisseur de laine de verre légèrement insuffisante*

PLANCHER INTERMÉDIAIRE

STRUCTURE : Planchers sur solivage bois

PLANCHERS :

- R+2 : carrelage et parquet (salon)
- R+3 : parquet en bois massif
- R+4 : revêtement balatum

+ *Un plancher en bois massif échange peu son énergie thermique avec son environnement (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*

PLANCHER BAS

STRUCTURE

- Dalle schiste sur solivage bois (structure renforcée par une structure métallique)

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

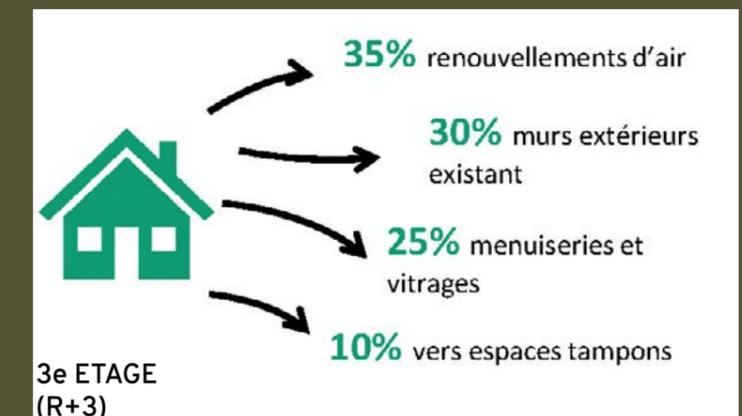


FICHE THERMIQUE N°8

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



- *Pertes par renouvellements d'air importantes (tirage d'air chaud de la cheminée, grille de renouvellement d'air dans la cuisine, ...)*

8

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES (3e étage)

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Condensation** : oui
- **Type** : chaudière murale
- **Puissance** : non connue
- **Année / vétusté** : non connue / ancienne

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

- Réalisée par la chaudière
- + **Rendement élevé (condensation)**
- + **Energie compétitive économiquement**
- **Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre**
- **Energie au prix volatile**

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- **Emetteurs** : radiateurs eau chaude en fonte
- + **Emetteurs fonte à forte inertie**

RÉGULATION

- Régulation de la température à la sortie de la chaudière gaz (aquastat)
- **Régulation ne permettant pas de gérer la température dans les pièces de vie (absence de thermostat)**

VENTILATION

- Ventilation naturelle
- **Echange thermique direct avec l'extérieur au niveau d'une grille de renouvellement d'air en cuisine**

CONFORT DES OCCUPANTS (3e étage)

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Différence de température significative entre des journées avec ou sans apports solaires
- **Paroi froide** : Dans les salles de bain donnant sur la façade nord
- **Courant d'air** : Ressenti de circulations d'air dans le salon, présence d'une grille de renouvellement d'air dans la cuisine et d'une cheminée non isolée dans le salon
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire

CONFORT D'ÉTÉ

Occupants arrivés en novembre 2020, pas de retour d'expérience



FICHE THERMIQUE N°8

L'IMMEUBLE MITOYEN
À LARGE FAÇADE XIX^e

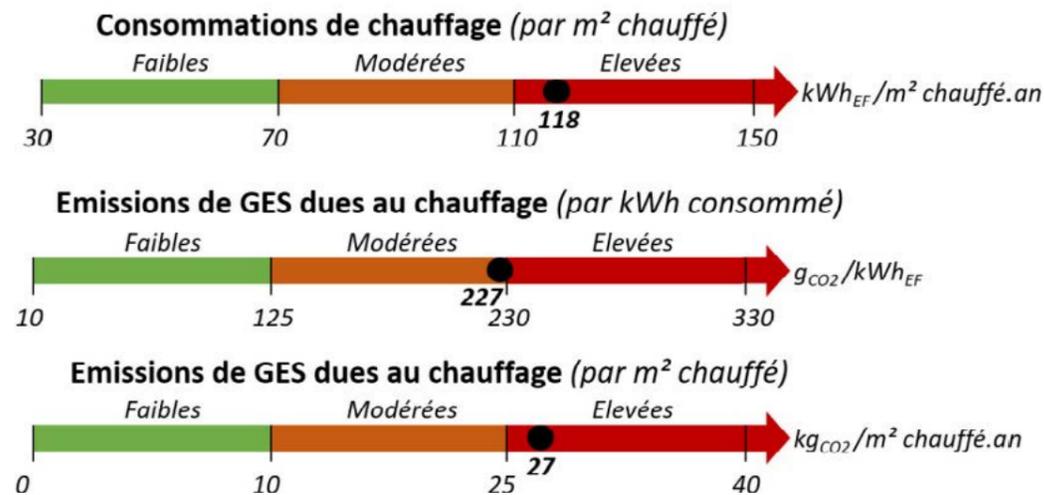
Époque XIX^e siècle

8

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 11 900 kWhPCI/an
- **Surface chauffée :** 100 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 118 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 227 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 27 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°8

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE (3e étage)

POINTS FORTS

- Bâtiment ancien avec une inertie intéressante
- Apports solaires importants depuis la façade sur rue l'après-midi

POINTS FAIBLES

- Enduit ciment sur la façade sur cour qui réduit la circulation de l'humidité
- Menuiseries simples vitrages entraînant des pertes thermiques significatives
- Des courants d'air ressentis dans le salon, équipé d'une cheminée non utilisée et non isolée
- Des parois froides au nord dans les salles de bain
- Une chaudière gaz à condensation ancienne qui émet des gaz à effet de serre
- Une régulation du chauffage ne permettant pas un pilotage performant (avant mise en place en janvier 2021)

8

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

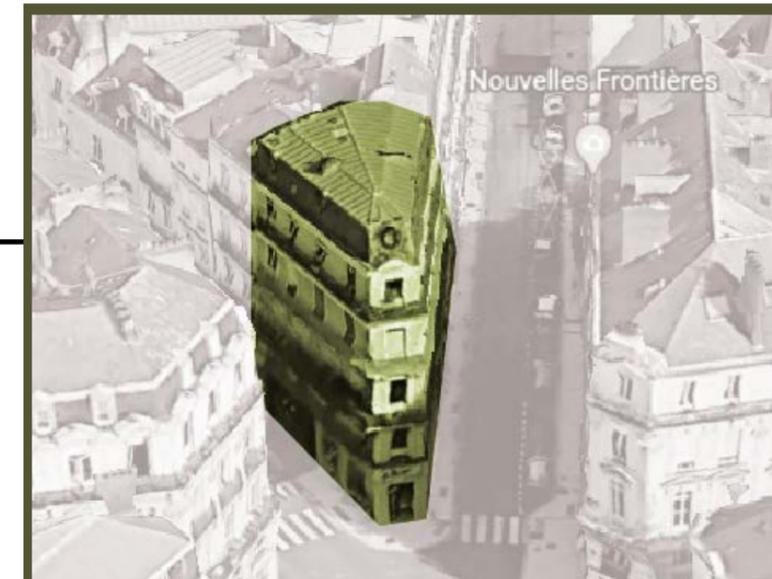
Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

Des courants d'air dégradent le confort thermique hivernale. En hiver, fermer systématiquement les portes des pièces, notamment celle de la cuisine, permet de limiter ces courants d'air (une grille de renouvellement d'air est présente dans la cuisine, et une cheminée non isolée dans le salon).

Les fenêtres sont à simples vitrages. Elles présentent une faible résistance thermique mais favorisent l'apport du rayonnement solaire sur la façade sud/sud ouest.

En hiver, fermer les volets de l'ensemble des fenêtres la nuit limite les déperditions thermiques par ces ouvrants. Installer des rideaux épais et les fermer la nuit est également préconisé. Favoriser autant que possible les apports solaires en période hivernale.

Des surchauffes surviennent dans l'appartement lorsque les apports solaires sont importants depuis la façade sud (au contraire des températures ressenties trop faibles surviennent en leur absence). Améliorer la régulation du chauffage permet de stabiliser la température de chauffage des pièces (voir page suivante).



FICHE THERMIQUE N°8

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

8

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌛	5 à 15 ans ⌛⌛	+15 ans ⌛⌛⌛
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible 🏭	modérée 🏭🏭	forte 🏭🏭🏭
La consommation d'énergie grise :	faible 🏭	modérée 🏭🏭	forte 🏭🏭🏭

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES (3e étage)

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.1	Amélioration des systèmes							
2.1.1	Installation d'une régulation à sonde(s)**	P	⚡⚡⚡	€	⌛	🌡🌡🌡	🏭🏭	🏭
2.1.2	Installation de vannes thermostatiques**	P	⚡⚡⚡	€	⌛	🌡🌡🌡	🏭🏭	🏭
2.1.3	Installation d'un appareil à bois d'appoint***		⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡🌡	🏭🏭🏭	🏭🏭
2.3	Isolation des systèmes							
2.3.2	Isolation des conduits de cheminées		⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡🌡	🏭🏭	🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

**Un thermostat d'ambiance ainsi que des vannes thermostatiques connectées ont été installés en janvier 2021 pour réguler la température d'ambiance de façon performante

***En appartement, un poêle ou insert (foyer de cheminée existant) à granulés d'appoint est adapté. Attention, un sac de granulés fait 15 kg, et un espace de stockage au sec est nécessaire

ACTIONS SUR LE BÂTI (3e étage)

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.3	Isolation des parois verticales							
3.3.1	Isolation intérieure**		⚡⚡⚡	€€€	⌛⌛⌛	🌡🌡	🏭🏭	🏭🏭
3.4	Interventions sur les menuiseries***							
3.4.1	Réparation des menuiseries, amélioration de l'étanchéité		⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡	🏭	🏭
3.4.2	Remplacement des vitrages, installation de survitrages		⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡🌡	🏭	🏭
3.4.3	Pose de doubles fenêtres en intérieur		⚡⚡⚡	€€€	⌛⌛⌛	🌡🌡🌡	🏭🏭	🏭🏭
3.4.4	Remplacement de menuiseries		⚡⚡⚡	€€€	⌛⌛⌛	🌡🌡🌡	🏭🏭	🏭🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

**Une isolation intérieure des façades au nord dénuées d'intérêt patrimonial améliorerait la performance thermique du bâti et le confort (salles de bain) sous réserve de suppression de l'enduit ciment

*** Une intervention sur les menuiseries parmi celles listées peut s'accompagner d'un changement des volets roulants par des volets traditionnels permettant de mieux moduler les apports
Veiller à ce qu'une intervention sur les menuiseries ne dégrade pas la qualité de l'air (son renouvellement est assuré par infiltration d'air au niveau des ouvrants)



FICHE THERMIQUE N°8

L'IMMEUBLE MITOYEN À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

8

SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Fermer les portes l'hiver, fermer les volets et rideaux la nuit l'hiver
- Favoriser les apports solaires l'hiver en profitant de l'exposition de la façade sud (apports énergétiques gratuits)

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

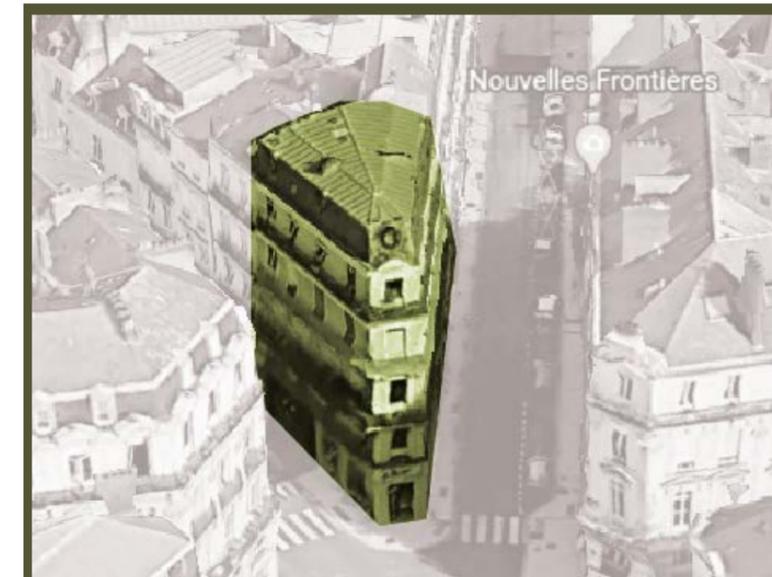
- Mettre en place un système de régulation à sonde(s) de la chaudière
- Installer un insert à granulés ou un poêle à granulés en tant que chauffage d'appoint (dans ce cas tuber ou doubler le conduit de cheminée du salon, ne pas le condamner)
- Isoler/condamner le conduit de cheminée du salon

ACTIONS SUR LE BÂTI

- Isolation intérieure dans les salles de bain situées au nord sous réserve de suppression de l'enduit ciment*
- Opération sur les menuiseries en fonction du budget alloué

**Les isolants et la mise en œuvre doivent être adaptés aux matériaux de la structure (ils doivent laisser migrer la vapeur d'eau)*

Voir les fiches-actions au chapitre suivant



FICHE THERMIQUE N°8

L'IMMEUBLE MITOYEN
À LARGE FAÇADE XIX^e

Époque XIX^e siècle

9



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Maison individuelle à ossature béton

Datation : année 1935

Surface chauffée : 150 m²

Volume chauffé : non connu

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Modérée, maison en proue d'îlot

Exposition au soleil : Excellente (façade sur rue Est / Sud-Est)

Exposition au vent : Modérée (façade sur rue / vents de Sud-Ouest)

USAGES

Profil des occupants : Couple d'actifs

Activités : Habitat

Nombre d'occupants : 2

Préservation des volumes : Bonne

Préservation des espaces tampons : Moyenne

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Aucun

FICHE THERMIQUE N°9

MAISON INDIVIDUELLE À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

9

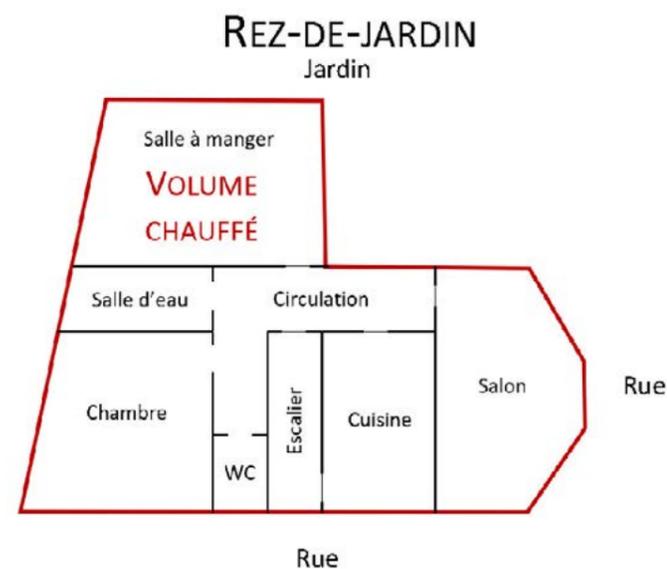
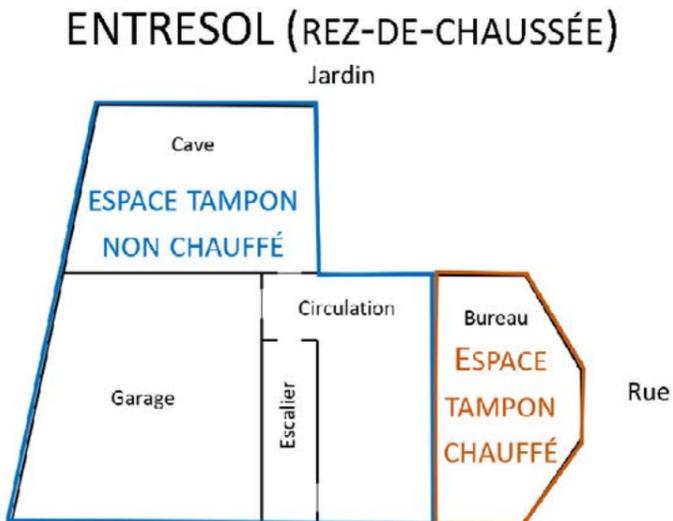
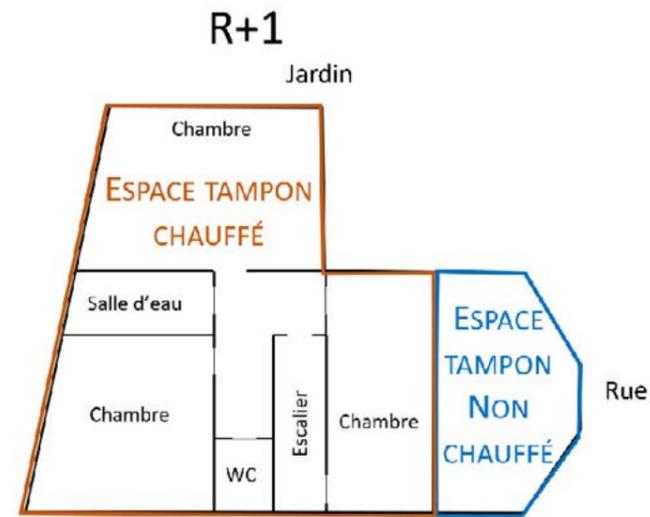
PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

R+1 Surface totale : 75 m²
 Volume total : 210 m³
 Surface chauffée : 60 m²
 Volume chauffé : non connu

Entresol Surface totale : 75 m²
 Volume total : 210 m³
 Surface chauffée : 15 m²
 Volume chauffé : 40 m³

REZ-DE-CHAUSSÉE
 Surface totale : 75 m²
 Volume total : 210 m³
 Surface chauffée : 75 m²
 Volume chauffé : 210 m³

Les surfaces et volumes ont été estimés à partir des mesures prises sur site lors de la visite des thermiciens.



FICHE THERMIQUE N°9

MAISON INDIVIDUELLE
 À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE :

- **Façade Ouest sur jardin** : schiste, 55 cm d'épaisseur
- **Autres façades sur extérieur** : structure béton et mâchefer, 35 cm d'épaisseur (soubassement en pierre)

ISOLATION et HABILLAGE :

- **Rez-de-jardin et R+1** : laine de verre (3 cm) et doublage en plaques de plâtre ou lambris bois à l'intérieur

- + *Doublage en plaques de plâtre permettant de ne pas avoir de phénomène de parois froides*
- + *Présence d'une isolation thermique*

- *Isolation thermique insuffisante*

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

- Fenêtres double vitrage ossature bois, volets roulants extérieurs, bon état
- Ferronneries sur les fenêtres de l'entresol et une fenêtre de la salle à manger
- Porte d'entrée en bois à simple vitrage d'époque

- + *Isolation thermique importante*
- + *Peu de pertes thermiques par infiltration d'air*
- + *Apports solaires importants (façade sur rue)*

- *Pertes thermiques importantes au niveau des portes en bois à simple vitrage*

PLANCHER BAS

STRUCTURE :

dalle béton

- *Le carrelage échange beaucoup son énergie thermique avec son environnement (forte effusivité), confort thermique dégradé en hiver*

PLANCHER HAUT

COUVERTURE :

ardoises sur liteaux
ISOLATION et HABILLAGE : isolant mince à réflecteur aluminium, plaques de plâtre

- + *Présence d'une isolation thermique*

- *Isolation jouant le rôle de pare vapeur, peut générer des problèmes de rétention d'humidité*

PLANCHERS INTERMÉDIAIRES

REZ-DE-JARDIN :

- Parquet bois qualitatif sur solivages bois
- Billes de polystyrène entre solives

R+1 :

- Salle à manger : Parquet en pin sur IPN
- Autre : Parquet en pin sur solivages bois
- Billes de polystyrène entre solives

- + *Un plancher en bois massif échange peu son énergie thermique avec son environnement (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*

- *Isolation ne laissant pas circuler la vapeur d'eau, peut générer des problèmes structurels liés à l'humidité*
- *Isolation thermique insuffisante*

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

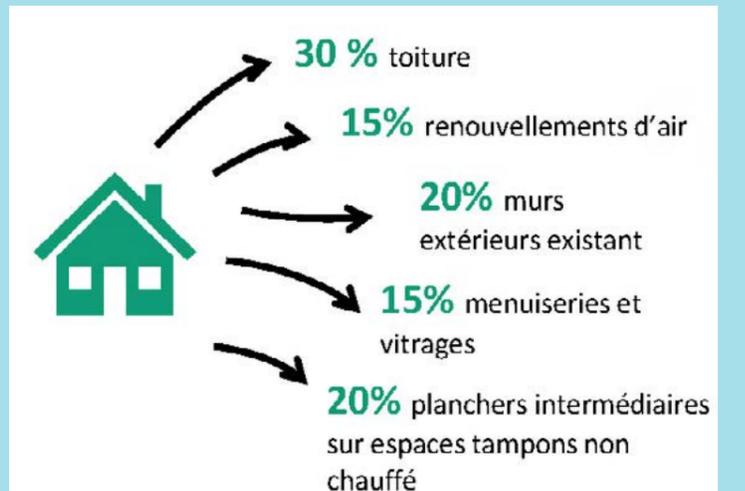


FICHE THERMIQUE N°9

MAISON INDIVIDUELLE À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



- ! *Pertes du plancher intermédiaire sur caves et du plancher haut toiture importantes*

9

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Condensation** : oui
- **Type** : chaudière au sol
- **Puissance** : non connue
- **Année / vétusté** : non connue / -

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

- Réalisée par la chaudière gaz naturel
- + **Rendement élevé (condensation)**
+ **Energie compétitive économiquement**
- **Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre**
- **Energie au prix volatile**

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- **Emetteurs** : radiateurs eau chaude en fonte
- **Vannes thermostatiques**
- + **Emetteurs fonte à forte inertie**

RÉGULATION CHAUFFAGE

- Régulation à l'aide de vannes thermostatiques (eau chaude) et potentiomètres (électriques)
- Pas de thermostat d'ambiance
- + **Régulation simple d'utilisation**
- **Pas de régulation par rapport aux températures extérieures et intérieures**

CHAUFFAGE D'APPOINT

- Radiateurs électriques au R+1 et dans le bureau de l'entresol
- Installé dans les volumes à l'occupation variable
- + **Energie aux très faibles émissions de gaz à effet de serre**
- **Energie non compétitive économiquement**

VENTILATION

- **Arrivée d'air** : ventilation naturelle (par les menuiseries)
- **Extraction d'air** : Ventilation Mécanique Contrôlée (VMC) simple flux dans les salles d'eau (non utilisée)
- + **Pertes thermiques par infiltration d'air maîtrisées**
- **Renouvellement d'air potentiellement insuffisant, risque de rétention d'humidité et d'air vicié**

CONFORT DES OCCUPANTS

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Au rez-de-chaussée, la salle à manger est la pièce la plus froide (faible exposition au soleil dans la journée)
- **Paroi froide** : Non relevé par le propriétaire
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire

CONFORT D'ÉTÉ

- **Gradient de température** : Températures élevées au R+1
- **Surchauffe** : Au R+1 durant l'été
- **Courant d'air** : Non relevé par le propriétaire
- **Humidité** : Non relevé par le propriétaire



FICHE THERMIQUE N°9

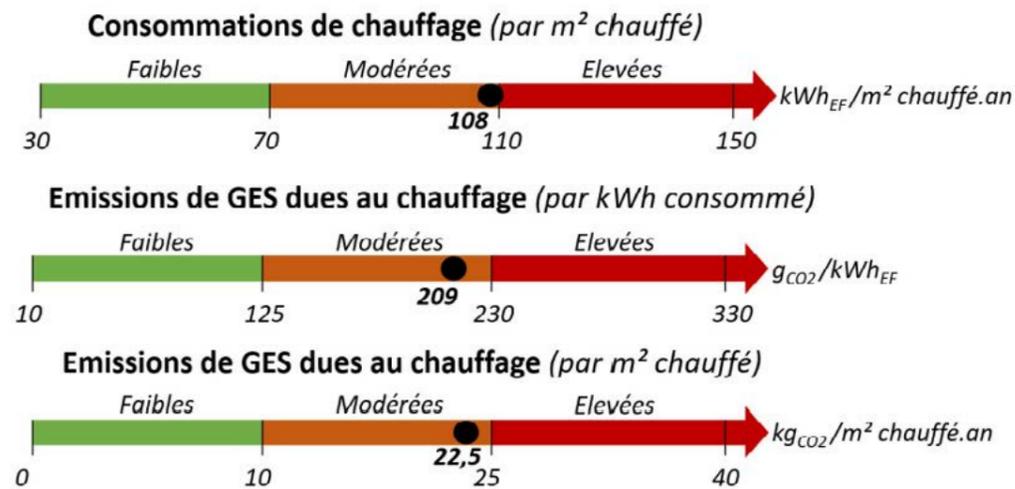
MAISON INDIVIDUELLE
À OSSATURE BÉTONÉpoque XX^e siècle

9

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage :** gaz naturel et électricité
- **Consommation de chauffage estimée :**
gaz naturel = 13 300 kWhPCI/an
électricité = 2 800 kWhPCI/an
- **Surface chauffée :** 150 m²
- **Consommation surfacique de chauffage :** 108 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh :** 209 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m² :** 22,5 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°9

MAISON INDIVIDUELLE À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE

POINTS FORTS

- Apports solaires importants, notamment sur la façade sur rue exposée est/sud-est
- Une chaudière gaz performante (mais qui émet des gaz à effet de serre), couplée à des radiateurs électriques dans les espaces à l'occupation variable

POINTS FAIBLES

- Isolants pouvant induire des problèmes de rétention d'humidité ou des problèmes structurels liés à l'humidité (isolant mince et polystyrène)
- Confort thermique médiocre au R+1 pendant l'été
- Isolation du plancher haut (ou du plancher intermédiaire donnant sur le R+1) perfectible
- Isolation du plancher intermédiaire donnant sur les espaces tampons non chauffés de l'entresol perfectible
- Pas de thermostat d'ambiance

9

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».



FICHE THERMIQUE N°9

MAISON INDIVIDUELLE À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

En hiver, fermer les volets de l'ensemble des fenêtres la nuit limite les déperditions thermiques par ces ouvrants.

Fermer les portes donnant sur les circulations permet de réduire la circulation d'air dans la maison donc les pertes par renouvellement d'air.

En été, fermer les volets de la façade sur rue pendant la journée permet de limiter les apports solaires.

Installer des stores thermiques extérieurs intégrés, ou à défaut des stores intérieurs sur les fenêtres de toit permettrait de réduire les apports solaires par ces ouvrants l'été.

Ouvrir les portes donnant sur l'extérieur de l'entresol et du rez-de-jardin celles de l'escalier, et les fenêtres du R+1, permet de générer une ventilation naturelle ascendante dans la maison.

9

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌚	5 à 15 ans ⌚⌚	+15 ans ⌚⌚⌚
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible ☁	modérée ☁☁	forte ☁☁☁
La consommation d'énergie grise :	faible 🏭	modérée 🏭🏭	forte 🏭🏭🏭

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.1	Amélioration des systèmes							
2.1.1	Installation d'une régulation à sonde(s)**	P	⚡⚡⚡	€	⌚	🌡🌡🌡	☁☁	🏭
2.2	Remplacement des systèmes							
2.2.3	Installation d'une chaudière bois***		⚡	€€	⌚⌚	🌡	☁☁☁	🏭🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

**La mise en place d'un thermostat d'ambiance programmable et d'une sonde extérieure permettrait de réguler la chaudière gaz naturel en fonction de la température d'ambiance souhaitée et de l'occupation

***L'installation d'une chaudière bois en remplacement de la chaudière gaz naturel permet de réduire les émissions de gaz à effet de serre liées au chauffage

ACTIONS SUR LE BÂTI

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.2	Isolation des planchers							
3.2.1	Isolation d'un plancher bas sur solives**	P	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡	☁☁	🏭🏭
3.2.2	Isolation d'un plancher bas en béton**		⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡	☁☁	🏭🏭
3.3	Isolation des parois verticales							
3.3.1	Isolation intérieure		⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚	🌡🌡	☁☁	🏭🏭

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

**L'isolation des planchers situés en dessous et au-dessus du rez-de-jardin permettrait de diminuer de façon conséquente les pertes thermiques de la maison



FICHE THERMIQUE N°9

MAISON INDIVIDUELLE À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Fermer les portes l'hiver, fermer les volets et rideaux la nuit l'hiver
- Installer des stores thermiques intérieurs sur les fenêtres de toit
- Générer de la ventilation naturelle ascendante l'été par le biais de l'escalier

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

- Mettre en place un système de régulation à sonde(s) de la chaudière
- Installer une chaudière bois en lieu et place de la chaudière gaz

ACTIONS SUR LE BÂTI

- Renforcer l'isolation des planchers intermédiaires en dessous et au-dessus du rez-de-jardin (volume chauffé quotidiennement au gaz naturel) afin de limiter les pertes thermiques vers les espaces tampons non chauffés ou à l'occupation très intermittente
- Isoler les caves*
- Réduire les infiltrations d'air au niveau des ouvrants (remplacer les joints, calfeutrer, réparer les huisseries)

**Les isolants et la mise en œuvre doivent être adaptés aux matériaux de la structure (ils doivent laisser migrer la vapeur d'eau)*

Voir les fiches-actions au chapitre suivant



FICHE THERMIQUE N°9

MAISON INDIVIDUELLE À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

10



CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DU BÂTIMENT

ARCHITECTURE

Typologie architecturale : Equipement à ossature béton

Datation : année 1939

Surface chauffée : 625 m² (estimatif)

Volume chauffé : 1 840 m³ (estimatif)

TISSU URBAIN

Densité du tissu urbain : Moyenne, aucune mitoyenneté

Exposition au soleil : Bonne (façade sur cour Sud / Sud-Est)

Exposition au vent : Importante (façade Nord-Ouest / vents de Sud-Ouest)

USAGES

Profil des occupants : Enfants et employés

Activités : Crèche

Nombre d'occupants : 50 enfants / 16 employés

Préservation des volumes : sans sujet

Préservation des espaces tampons : sans sujet

Travaux récents de Maîtrise des Energies : Abaissement des plafonds - Isolation des combles

FICHE THERMIQUE N°10

EQUIPEMENT À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

10

PLANS & SURFACES DU BÂTIMENT

R+2 Surface totale : 265 m²
 Volume total : 795 m³
 Surface chauffée : 90 m²
 Volume chauffé : 235 m³

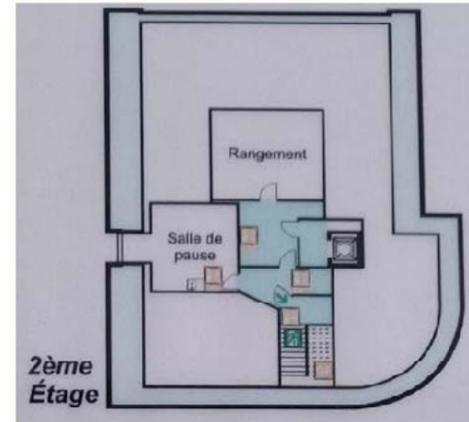
R+1 Surface totale : 265 m²
 Volume total : 795 m³
 Surface chauffée : 265 m²
 Volume chauffé : 795 m³

REZ-DE-CHAUSSÉE (hors extension)

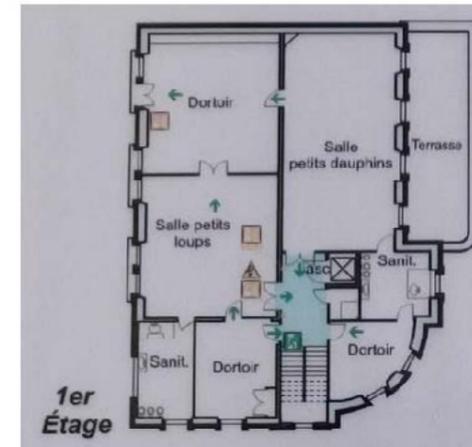
Surface totale : 270 m²
 Volume total : 810 m³
 Surface chauffée : 270 m²
 Volume chauffé : 810 m³

R-1 Surface totale : 95 m²
 Volume total : 230 m³
 Surface chauffée : 0 m²
 Volume chauffé : 0 m³

R+2



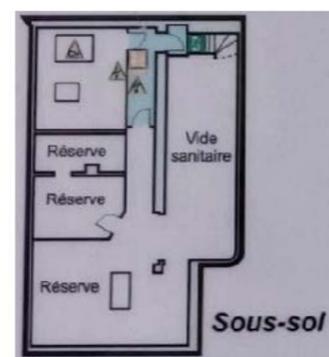
R+1



REZ-DE-CHAUSSEE



R-1



FICHE THERMIQUE N°10

EQUIPEMENT À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

Les surfaces et volumes ont été estimés à partir des mesures prises sur site lors de la visite et d'images satellites.

10

MODES CONSTRUCTIFS ET MATÉRIAUX

MURS EXTÉRIEURS

STRUCTURE : Ossature béton, murs 50 cm d'épaisseur

HABILLAGE : Enduit extérieur, composition non définie

- + *Murs étanches à l'humidité*
- + *Murs inertiels*

- *Potentiels phénomènes de parois froides*

OUVRANTS SUR L'EXTÉRIEUR

- Menuiseries PVC à double vitrage, équipées de volets roulants extérieurs, bon état
- Porte d'entrée à simple vitrage

- + *Bonne isolation thermique des fenêtres*
- + *Volets permettant de réduire les pertes thermiques la nuit l'hiver, et de diminuer les apports solaires en journée l'été*

- *Profils de fenêtres peu qualitatifs, réduction de la luminosité naturelle*
- *Volets roulants réduisant la luminosité naturelle et les apports solaires*
- *Porte d'entrée générant des courants d'air dans le couloir d'entrée de l'établissement*

PLANCHER HAUT

COUVERTURE : ardoises sur liteaux

ISOLATION et HABILLAGE : laine de verre dans les combles non aménagés, épaisseur d'environ 20 cm

- *Pas d'isolation au niveau des accès (2 portes accès pompier et 1 trappe d'accès dans le local rangement)*

PLANCHERS INTERMÉDIAIRES

STRUCTURE : Dalle béton

PLANCHERS : Revêtement de sol type balatum ou linoléum

PLANCHER BAS

STRUCTURE : dalle béton sur sous-sol et vide sanitaire

REVÊTEMENTS :

- Revêtement de sol type balatum ou linoléum
- Carrelage dans la cuisine

- + *Les revêtements de sol souples échangent peu leur énergie thermique avec leurs environnements (faible effusivité), confort thermique accru en hiver*

- *Le carrelage moderne échange beaucoup son énergie thermique avec son environnement (forte effusivité), confort thermique dégradé en hiver*
- *Isolation du plancher bas perfectible*

Nota : Le comportement du bâtiment ancien est très différent de celui du bâtiment moderne. Le livret « fiches actions » contient une introduction du comportement thermique du bâtiment ancien.

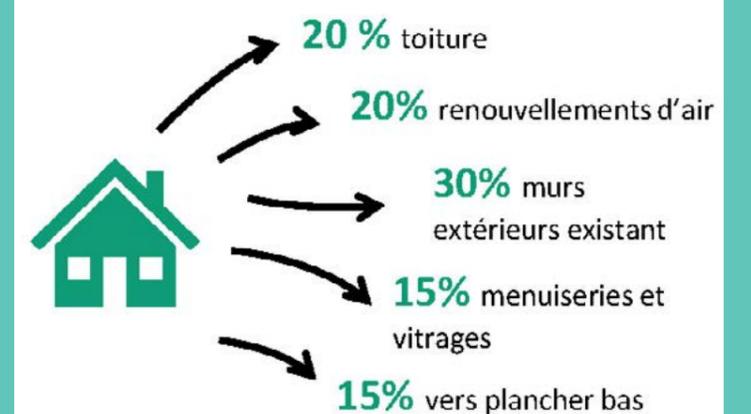


FICHE THERMIQUE N°10

EQUIPEMENT
À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

RÉPARTITION DES DÉPERDITIONS : BILAN



- ! • *Pertes par murs extérieurs importantes*
- ! • *Pertes du plancher bas importantes*

10

CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE DES SYSTÈMES

CHAUDIÈRE

- **Energie** : gaz naturel
- **Condensation** : oui
- **Type** : chaudière au sol
- **Puissance** : 170 kW
- **Année / vétusté** : non connue / -

- + **Rendement élevé (condensation)**
- + **Energie compétitive économiquement**

- **Energie fossile émettrice de gaz à effet de serre**
- **Energie au prix volatile**

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE

- Réalisée par la chaudière ou par la résistance électrique du ballon en chaufferie

ÉMETTEURS ET RÉSEAU DE CHAUFFAGE (INDIVIDUEL)

- **Emetteurs** : radiateurs eau chaude en fonte et radiateurs aluminium
- **Vannes thermostatiques**
- + **Emetteurs fonte à forte inertie**

RÉGULATION CHAUFFAGE

- **Régulation avec thermostat d'ambiance et vannes thermostatiques, avec consignes de températures** :
- Dortoir 17°C / Pièces de vie 20°C

- + **Régulation simple d'utilisation**

- **Pas de régulation par rapport aux températures extérieures et intérieures**

CHAUFFAGE D'APPOINT

- Radiateur électrique d'appoint en salle du personnel
- Permet d'obtenir une température de confort satisfaisante en période hivernale

- + **Energie aux très faibles émissions de gaz à effet de serre**

- **Energie non compétitive économiquement**

VENTILATION

- **Arrivée d'air** : ventilation naturelle
- **Extraction d'air** : Centrale de traitement de l'air

- + **Maintien d'une bonne qualité de l'air intérieur**

- **Pertes thermiques par renouvellement d'air importantes**

CONFORT DES OCCUPANTS

CONFORT D'HIVER

- **Gradient de température** : Inconfort thermique ressenti dans certains espaces (bureau de la gestionnaire, WC rez-de-chaussée, circulations)
- **Paroi froide** : Non relevé par le gestionnaire
- **Courant d'air** : Courants d'air dans les circulations et dans l'escalier, depuis la porte d'entrée jusqu'aux portes d'accès pompier au R+2
- **Humidité** : Non relevé par le gestionnaire

CONFORT D'ÉTÉ

- **Gradient de température** : Gradient de température entre les niveaux inférieurs et le dernier étage lors de fortes chaleurs
- **Surchauffe** : Non relevé par le gestionnaire
- **Courant d'air** : Non relevé par le gestionnaire
- **Humidité** : Non relevé par le gestionnaire



FICHE THERMIQUE N°10

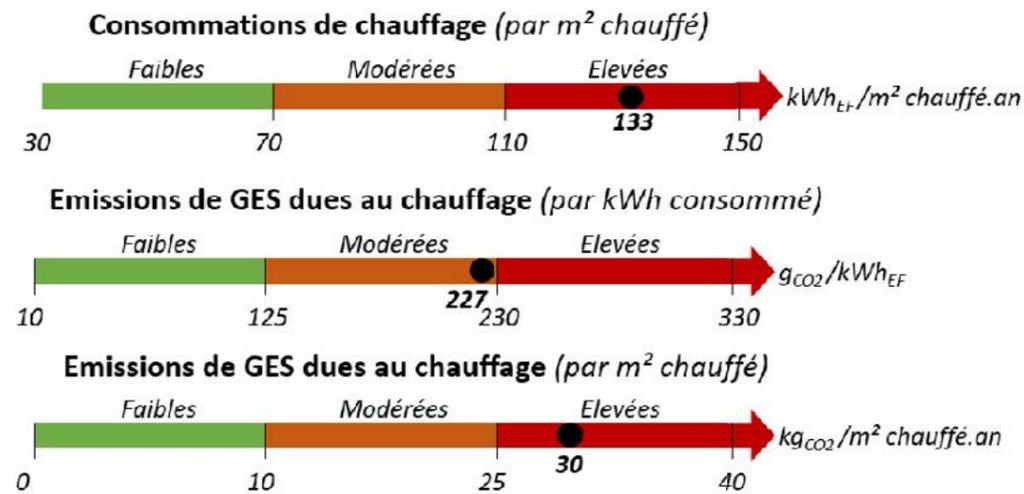
EQUIPEMENT
À OSSATURE BÉTONÉpoque XX^e siècle

10

CONSOMMATIONS D'ÉNERGIE THERMIQUE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

- **Energie utilisée pour le chauffage** : gaz naturel (électricité négligeable)
- **Consommation de chauffage estimée** : gaz naturel = 83 000 kWhPCI/an
- **Surface chauffée** : 625 m² (estimation)
- **Consommation surfacique de chauffage** : 133 kWh/m² par an
- **Emissions de gaz à effet de serre par kWh** : 227 gCO₂/kWh
- **Emissions de gaz à effet de serre par m²** : 30 kgCO₂/m² chauffé par an

Nota : Les consommations de chauffage ne dépendent pas uniquement de l'isolation thermique d'un bâtiment. Elles sont modulables en agissant d'abord sur les pratiques de ses occupants, puis sur les systèmes dédiés à sa production et sa distribution. Une fois ces leviers activés, des opérations sur le bâtiment peuvent ensuite être étudiées.



FICHE THERMIQUE N°10

EQUIPEMENT À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

SYNTHÈSE DES CARACTÉRISTIQUES ET ANALYSE

POINTS FORTS

- Une chaudière gaz performante (mais qui émet des gaz à effet de serre)
- Une isolation conséquente des combles non aménagés

POINTS FAIBLES

- Des courants d'air sont ressentis en provenance de l'entrée de la crèche
- Sensation de froid au dernier niveau (salle de pause du personnel)
- Isolation du plancher bas perfectible
- Isolation des accès donnant sur les combles perfectible
- Des systèmes à isoler en chaufferie (température d'ambiance en chaufferie très élevée)

10

DÉMARCHE D'ACTION

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations d'isolation thermique du bâtiment ancien doivent répondre aux grands enjeux suivants : assurer une bonne conservation du bâtiment, préserver son écriture architecturale, et conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les propositions d'actions sont divisées en trois catégories :

- les bonnes pratiques (écogestes),
- les actions sur les systèmes,
- les actions sur le bâtiment.

Elles sont regroupées au sein du livret « fiches actions ».



FICHE THERMIQUE N°10

EQUIPEMENT
À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

L'IMPORTANCE DES ÉCOGESTES

Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner. De bonnes pratiques peuvent avoir une grande portée. Elles sont détaillées dans le livret « fiches actions ».

En hiver, le confort thermique est dégradée dans certaines pièces de la crèche lors des périodes les plus rigoureuses.

Des courants d'air sont ressentis depuis l'entrée de la crèche vers le bureau de la responsable, les toilettes au fond du couloir ou encore les étages supérieurs.

- Un calfeutrage de la porte d'entrée et des accès aux combles permettrait de réduire les courants d'air.
- En hiver, fermer les volets de l'ensemble des fenêtres la nuit limite les déperditions thermiques par ces ouvrants.
- Fermer les portes donnant sur les circulations permet de réduire la circulation d'air dans la crèche donc les pertes par renouvellement d'air.

En été, fermer les volets de la façade exposée au sud permet de limiter les apports solaires.

10

Son caractère prioritaire ou non :	P = Prioritaire		
L'économie d'énergie :	0 à 5% ⚡	5 à 15% ⚡⚡	+15% ⚡⚡⚡
Le montant à investir :	0 à 5 k€ €	5 à 25 k€ €€	+25 k€ €€€
Le temps de retour sur investissement :	0 à 5 ans ⌛	5 à 15 ans ⌛⌛	+15 ans ⌛⌛⌛
Le gain en confort :	faible 🌡	modéré 🌡🌡	fort 🌡🌡🌡
La réduction d'émission de gaz à effet de serre :	faible 🏠	modérée 🏠🏠	forte 🏠🏠🏠
La consommation d'énergie grise :	faible 🏠	modérée 🏠🏠	forte 🏠🏠🏠

ACTIONS SUR LES PRATIQUES

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

N° Ref.*	Propositions d'actions sur les systèmes	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
2.3	Isolation des systèmes							
2.3.1	Isolation des systèmes en chaufferie**	P	⚡⚡	€	⌛	🌡	☁☁	🏠

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

**La température en chaufferie est élevée, procéder à un calorifugeage des systèmes permet de réduire les pertes de distribution du système de chauffage

ACTIONS SUR LE BÂTI

N° Ref.*	Propositions d'actions sur le bâtiment	Priorité	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
3.2	Isolation des planchers							
3.2.2	Isolation d'un plancher bas en béton**	P	⚡⚡⚡	€€	⌛⌛⌛	🌡	☁☁	🏠🏠
3.4	Interventions sur les menuiseries							
3.4.1	Amélioration de l'étanchéité des accès aux combles***		⚡⚡	€€	⌛⌛	🌡🌡	☁	🏠

*Les N° Réf. permettent de retrouver les propositions d'actions dans le livret "fiches actions"

**Veiller à traiter les ponts thermiques entre le plancher bas et les murs en béton situés au R-1

***Ces accès semblent générer des pertes importantes par renouvellement d'air et des inconforts liés à des courants d'air



FICHE THERMIQUE N°10

EQUIPEMENT À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

10



SYNTHÈSE

ÉCOGESTES

- Fermer les portes l'hiver, fermer les volets et rideaux la nuit l'hiver
- Favoriser les apports solaires l'hiver en profitant de l'exposition de la façade sud (apports énergétiques gratuits)

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

- Isoler les systèmes en chaufferie pour réduire les pertes de distribution du système de chauffage

ACTIONS SUR LE BÂTI

- Isolation du plancher bas en béton
- Limiter les courants d'air en rééquilibrant la porte d'entrée, en réparant son dormant et en calfeutrant sa feuillure,
- Limiter les courants d'air en calfeutrant les portes d'accès pompier aux combles non aménagés (notamment les seuils)*

**sous réserve du respect des normes de sécurité incendie.*

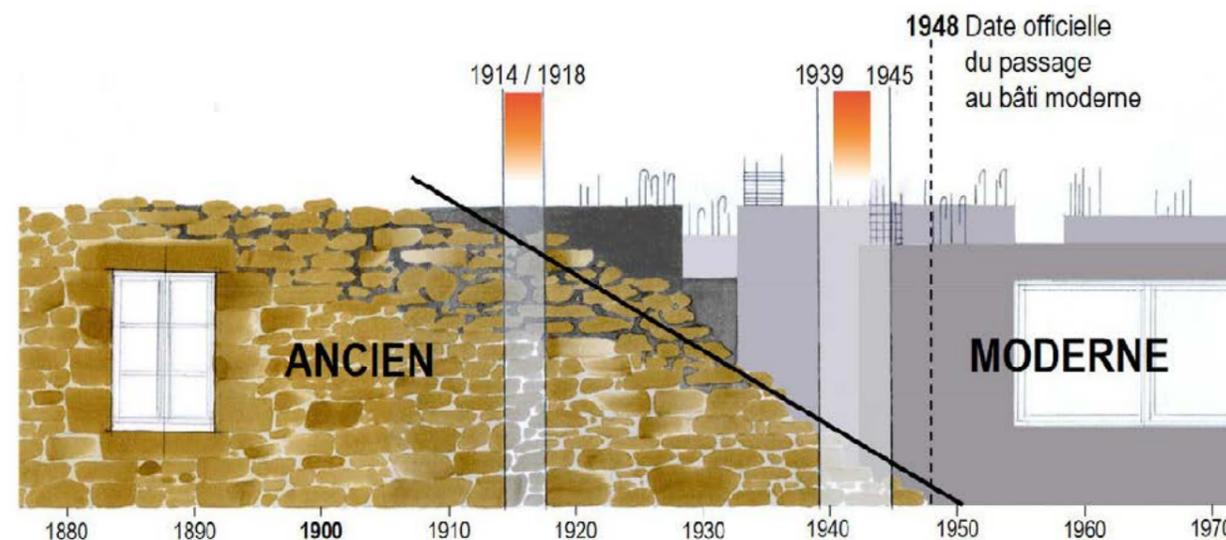
Voir les fiches-actions au chapitre suivant

FICHE THERMIQUE N°10

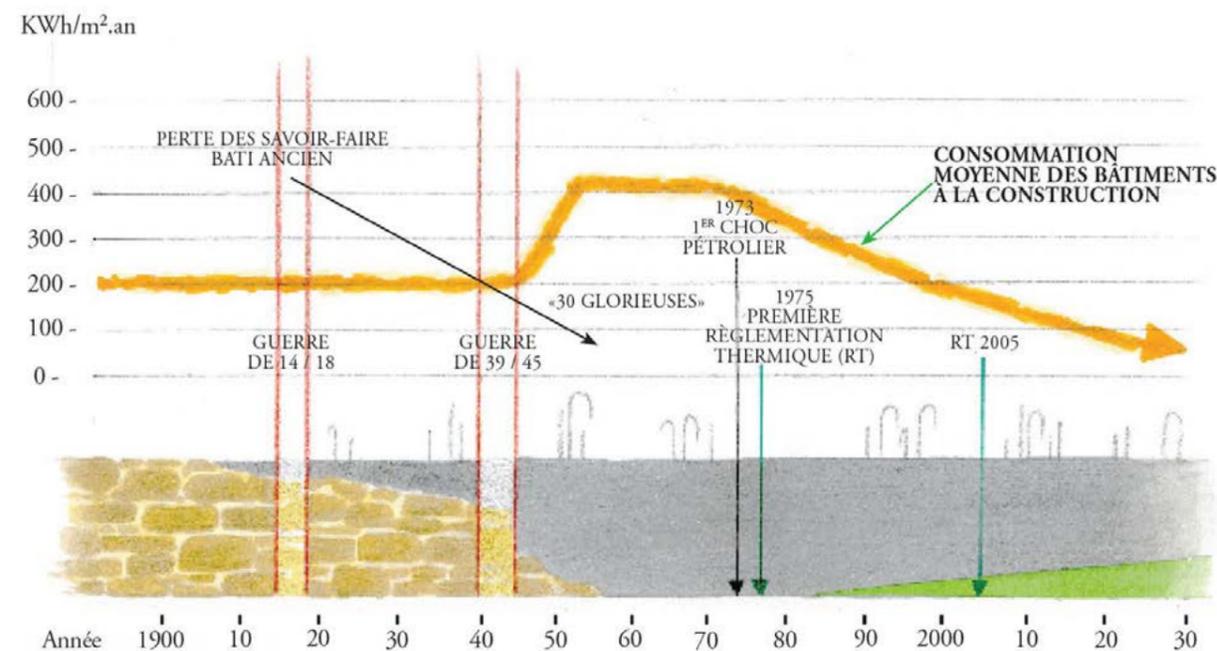
EQUIPEMENT
À OSSATURE BÉTON

Époque XX^e siècle

3. FICHES-ACTIONS



Illustrations issues de la fiche conseil ATHEBA sur la connaissance du bâti ancien - Maisons Paysannes de France



Liste des Fiches-actions

ÉCOGESTES

- A. Préserver les espaces tampons
- B. Utiliser des volets et rideaux
- C. Gérer la température ambiante
- D. Lutter contre les parois froides

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

- E. Améliorer les systèmes
- F. Remplacer les systèmes
- G. Isoler les systèmes

ACTIONS SUR LE BÂTI

- H. Isoler les combles
- I. Isoler les planchers
- J. Isoler les parois verticales
- K. Agir sur les menuiseries

Introduction aux fiches-actions

COMPORTEMENT THERMIQUE DU BÂTI ANCIEN

Il existe deux grandes typologies constructives, le bâtiment « moderne » construit avec des matériaux industriels, et le bâtiment ancien « traditionnel » construit en pierre de taille et maçonneries de moellons.

Le bâtiment moderne est conçu pour être étanche à l'environnement extérieur. Ses fenêtres laissent peu passer l'air, ses parois sont imperméables à l'eau, il est ventilé artificiellement. Son inertie est faible : il peut être chauffé et refroidit rapidement. Il exploite peu l'environnement extérieur, les apports solaires sont peu utilisés et la climatisation est parfois indispensable au maintien d'un confort d'été.

Le bâtiment ancien, dit « construction traditionnelle », échange constamment avec son environnement. Ses fenêtres laissent passer de l'air, ses parois sont perspirantes (elles laissent passer l'humidité), il est ventilé naturellement. Son inertie est importante et ses matériaux sont poreux, la chaleur se stocke dans les parois qui les restituent plus tard et plus longtemps, et la vapeur d'eau y circule et agit sur le confort thermique. Il exploite les apports solaires et hydriques, et est doté d'espaces tampons (entrées, couloirs, combles, caves...), permettant de se préserver du vent et du froid l'hiver, et de ventiler et climatiser naturellement l'été.

Néanmoins, le bâtiment ancien est moins adapté aux modes de chauffages actuels et peut présenter des faiblesses en termes de confort thermique, notamment au sein d'espaces nouvellement aménagés (espaces tampons, combles, ...). Par ailleurs, il répond moins aux impératifs de réduction de consommation d'énergies et de confort actuel.

Les grands enjeux de l'isolation thermique du bâtiment ancien sont les suivants :

- Assurer une bonne conservation du bâtiment,
- Préserver son écriture architecturale,
- Conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Comprendre le comportement thermique et hydrique du bâtiment ancien permet d'en tirer parti en le préservant :

- La répartition des pièces tient compte de l'environnement extérieur, la modifier peut amener à dégrader le confort thermique (suppression d'espaces tampons, suppression de parois internes au bâtiment, création de nouvelles circulations, changement d'usage d'une pièce ...),
- Le renouvellement d'air est assuré par les ouvertures sur l'extérieur, leur étanchéification doit s'accompagner de la mise en place d'un système de ventilation,
- Les déperditions thermiques par les murs représentent souvent une faible part des pertes totales, les isoler n'est que rarement la priorité,
- Les déperditions thermiques sont majoritairement dues à des pertes par infiltration et renouvellement d'air (portes, fenêtres, cheminées) et à des pertes par le plancher haut (notamment lorsque les combles sont peu isolés) et le plancher bas (notamment lorsqu'il donne sur des caves).

Le maintien de la perméabilité à la vapeur d'eau des parois et d'une bonne ventilation est primordiale pour conserver le bâtiment, ainsi que ses propriétés thermiques et hydriques.

La démarche à suivre lors de la conduite d'actions visant à en améliorer les caractéristiques thermiques est la suivante :

- **Agir sur les usages, en instaurant de bonnes pratiques d'usage permettant de respecter les caractéristiques du bâti,**
- **Agir sur les systèmes, afin d'améliorer la production et la distribution de chauffage et de ventilation,**
- **Agir sur le bâtiment, en adoptant une approche globale, afin de prioriser les opérations et de les étaler dans le temps.**

Ressources à consulter :

*Fiches-conseil ATHEBA sur le bâti ancien
Maisons Paysannes de France*

FICHE-ACTION ÉCOGESTES

Généralités

et tableau comparatif

Pour améliorer le confort thermique et diminuer les consommations énergétiques dédiées au chauffage, il n'est pas toujours nécessaire de tout révolutionner.

L'instauration d'écogestes sur le bâtiment ancien permet de respecter son comportement thermique et hydrique et d'en bénéficier. Ce comportement est performant s'il est compris et exploité.

La mise en place de bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien doit précéder de potentielles actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes), ainsi que de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

N° Ref.*	Bonnes pratiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
1.1	Préserver les espaces tampons	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.2	Utiliser les volets et rideaux	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.3	Gérer la température ambiante	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat
1.4	Lutter contre les parois froides	⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

A

Objectif : Préserver le comportement du bâtiment ancien, ne pas le dénaturer

Cette solution est préconisée dans l'ensemble des bâtiments anciens. Elle est facile à mettre en œuvre, l'investissement à réaliser est souvent nul, et permet de ne pas générer de besoins énergétiques supplémentaires. Le confort des occupants est également préservé.

DESRIPTIF

Afin de s'adapter au climat local (vents, ensoleillement, etc...), le bâtiment ancien possède souvent des espaces tampons (combles, caves, porches, circulations). Il convient de les préserver.

Ces espaces sont agencés de sorte à minimiser les échanges thermiques et hydriques des pièces de vie avec l'environnement extérieur l'hiver, et à favoriser la ventilation et la climatisation naturelle l'été.

L'été, la disposition des espaces tampons et des circulations permet de créer des circulations d'air pour rafraîchir un bâtiment. A titre d'exemple, un couloir ou un porche traversant permet de générer un flux d'air traversant un bâtiment.

L'hiver, la disposition des espaces tampons et des circulations leur permet de faire office de premier rempart avec l'environnement extérieur, ils sont un intermédiaire entre celui-ci et les pièces de vie.

Ces espaces tampons permettent une gestion de l'énergie et du confort thermique du bâtiment ancien. La suppression de portes donnant sur les espaces tampons ou l'utilisation d'espaces tampons en tant que pièce de vie, peut considérablement dégrader le confort thermique d'un bâtiment ancien.

Il est néanmoins possible, dans certains cas, de créer des espaces tampons afin d'améliorer les performances thermiques d'un bâtiment (par exemple, création d'un sas d'entrée dans un bâtiment à la porte d'entrée fortement déperditive).

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Avant toute opération sur le bâtiment ancien, prendre un temps d'analyse de son fonctionnement, de la répartition originelle de ses volumes tampons et de ses volumes chauffés.
- Prohiber autant que possible la suppression de murs de refends, l'aménagement des combles, ou la modification de l'usage des pièces.
- Des opérations lourdes entraînant la modification de la répartition et de l'usage des volumes sont à réaliser avec une approche globale du comportement thermique et hydrique du bâtiment ancien.
- Les espaces tampons sont souvent d'un grand intérêt patrimonial (porches et espaces de distribution) et ont souvent des décors associés, les préserver permet également de respecter l'écriture architecturale du bâtiment.

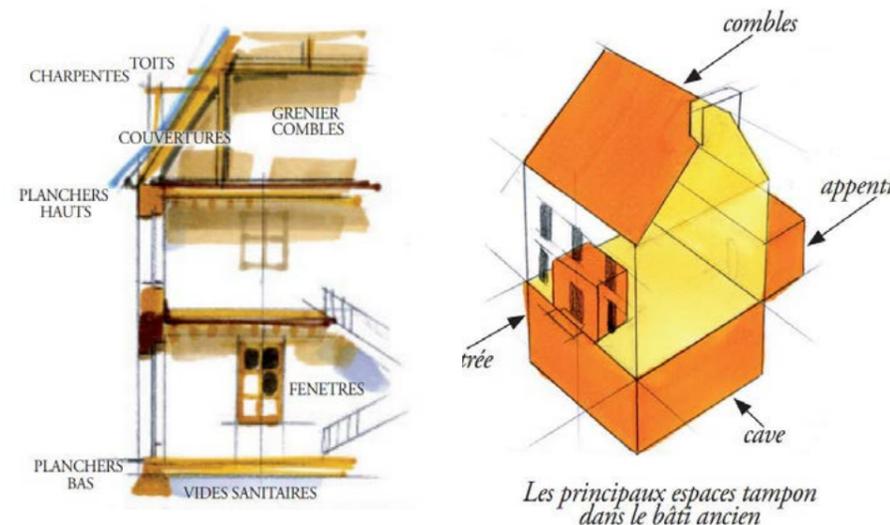


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur la connaissance du bâti ancien – Maisons Paysannes de France

FICHE-ACTION ÉCOGESTES

A. Préserver les espaces tampons

Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

Objectif : Préserver le comportement du bâtiment ancien, ne pas remplacer les menuiseries de prime abord

Cette solution est préconisée dans l'ensemble des bâtiments anciens, et notamment dans ceux équipés de menuiseries à simples vitrages. Elle est facile à mettre en œuvre, l'investissement à réaliser est faible. Elle permet de réduire les besoins énergétiques et d'améliorer le confort thermique des occupants.

DESCRIPTIF

Les volets permettent de moduler les apports solaires et de limiter les pertes thermiques par les ouvrants l'hiver.

L'ouverture en journée des volets exposés au soleil pendant l'hiver et leur fermeture l'été est un geste simple permettant de gérer les apports solaires.

En été, les volets persiennes (dotés de lames inclinées) sont idéaux pour bénéficier d'éclairage naturel tout en maintenant les volets clos, et ainsi réduire les apports solaires.

En hiver, la fermeture des volets la nuit doit être systématique. Les volets peuvent également être clos lors de grosses intempéries. Ce geste simple permet de limiter les pertes thermiques par les ouvrants.

Les fenêtres de toit sont particulièrement sujettes à des apports solaires importants l'été de par leur inclinaison, et à des déperditions thermiques importantes l'hiver. Installer des stores intérieurs ou des stores extérieurs intégrés au châssis sur ces ouvrants permet de réduire les surchauffes.

L'utilisation de rideaux en complément des volets permet d'améliorer le confort thermique des occupants, notamment avec des ouvrants à simples vitrages.

L'été, des rideaux blancs et fins limitent l'impact du rayonnement solaire et le phénomène de paroi chaude. L'hiver, des rideaux épais permettent de réduire les phénomènes de paroi froide au proche des ouvrants.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Avant toute opération sur les menuiseries, il est bénéfique de se questionner sur la répartition des pertes thermiques dans le bâtiment ancien, et sur l'origine de l'inconfort thermique ressenti.
- Si l'inconfort est dû à des infiltrations d'air par les menuiseries l'hiver, la fermeture des volets à la nuit tombée permet de les limiter. Si cela s'avère insuffisant, une amélioration de l'étanchéité des menuiseries est possible (cf. fiche action K).
- Si l'inconfort est dû à des phénomènes de parois froides l'hiver et chaudes l'été au proche des ouvrants, la mise en place de rideaux permet d'améliorer grandement le confort thermique. L'hiver, attention à ne pas faire pendre les rideaux devant un radiateur placé en allège d'une fenêtre.
- Les menuiseries et volets traditionnels dans le bâtiment ancien sont souvent dotés d'un intérêt patrimonial et participent à l'écriture architecturale. En outre ils ne réduisent pas l'ouverture et l'apport de lumière contrairement aux volets roulants.



Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur les ouvertures dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

B

FICHE-ACTION ÉCOGESTES

B. Utiliser les volets et rideaux

Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

Objectif : Gérer la température ambiante, diminuer les consommations d'énergie dédiée au chauffage

Cette solution est préconisée dans l'ensemble des bâtiments. Elle est facile à mettre en œuvre, l'investissement à réaliser est faible. Elle permet de réduire les besoins énergétiques et d'améliorer le confort thermique des occupants.

DESCRIPTIF

Selon l'ADEME, les températures d'ambiance idéales sont les suivantes :

- Salon, salle à manger, cuisine, bureau : 19°C,
- Chambres : 16°C,
- Salle de bain : 17°C et 22°C en cas d'utilisation.

Une baisse de température d'ambiance d'1°C permet de réaliser jusqu'à -7% de consommation d'énergie. Respecter ces températures d'ambiance permet de limiter les consommations d'énergie dédiée au chauffage.

Dans le bâtiment ancien, la régulation de la température d'ambiance est plus complexe que dans le bâtiment récent, de par son inertie et le rôle prépondérant des apports solaires.

Le chauffage central peut être activé sur des plages horaires réduites, lors desquelles les parois vont se charger en énergie. Pendant la journée, le maintien de la température de confort peut être assuré par les apports solaires et les parois qui prennent le relais et restituent la chaleur emmagasinée progressivement.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- La température d'ambiance doit être mesurée et régulée, afin de ne pas dériver à la hausse ou à la baisse, et induire une surconsommation d'énergie injustifiée.
- Avec un réseau hydraulique, le bon équilibrage du réseau et le bon paramétrage de la sonde de température extérieure permet en théorie d'obtenir les températures d'ambiance idéales dans l'ensemble des pièces. L'utilisation d'un thermostat d'ambiance permet de compléter le système (cf. fiche-action E1).
- Il est également possible d'installer des vannes thermostatiques sur les radiateurs à eau chaude afin d'affiner la régulation de la température ambiante des pièces si besoin est (cf. fiche-action E2).

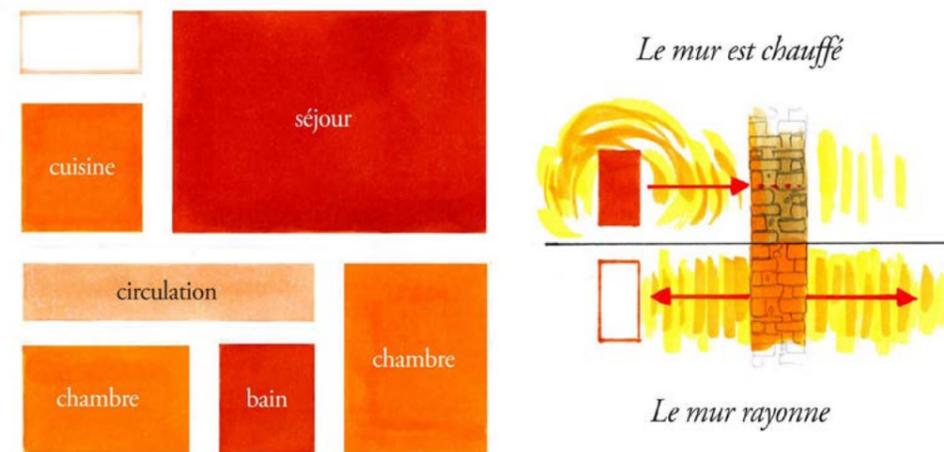


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur la connaissance du bâti ancien – Maisons Paysannes de France

C

FICHE-ACTION ÉCOGESTES

C. Gérer la température ambiante

Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

Objectif : Diminuer les phénomènes de parois froides, diminuer les consommations d'énergie dédiée au chauffage

Cette solution est préconisée dans l'ensemble des bâtiments anciens dotés de parois froides l'hiver. Elle est facile à mettre en œuvre, l'investissement à réaliser est faible. Elle permet d'améliorer le confort thermique des occupants, et indirectement de réduire les besoins énergétiques.

DESCRIPTIF

Le confort thermique dans une pièce ne dépend pas uniquement de la température de son air ambiant. La circulation de l'air, son humidité, ou encore la température des parois influent également sur celui-ci.

La température ressentie dans une pièce est la moyenne entre la température de ses parois et celle de son air ambiant. Couvrir les parois froides en hiver permet de lutter contre l'inconfort thermique. Les parois froides sont constituées en surface de matériaux échangeant beaucoup d'énergie thermique avec leur environnement (forte effusivité).

Afin de diminuer l'impact des parois froides sur le confort thermique, il est possible de les recouvrir en plaçant des solutions mobiles (meubles, tentures, ...), des lambris, ou tout autres revêtements à faible émissivité.

En complément, il est possible d'installer des parois chaudes. Ce sont des systèmes qui réchauffent l'air ambiant d'une pièce d'une part, et ses occupants d'autre part, par rayonnement.

Dans le bâtiment ancien, les radiateurs à forte inertie tels que les radiateurs en fonte sont particulièrement adaptés, ils sont à conserver. Les chauffages d'appoint tels que les poêles ou inserts à bois (cf. fiche-action E3) sont également des émetteurs à forte inertie adaptés au bâtiment ancien.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Avant d'étudier la mise en place d'opérations lourdes sur le bâtiment ancien (isolation thermique des parois par exemple), améliorer le confort thermique en recouvrant les parois froides est une solution simple et peu coûteuse.
- Si cette mesure n'est pas suffisante, il est possible de jouer sur les systèmes en conservant les radiateurs en fonte et en installant des appareils de chauffage d'appoint tels que des poêles ou inserts à bois.
- Enfin, si une opération sur le bâtiment ancien est envisagée, l'isolation thermique des parois verticales est rarement prioritaire ou judicieuse d'un point de vue patrimonial. La mise en place d'un enduit correcteur d'effusivité peut être plus pertinente dans certains cas (cf. fiche-action J1-J2).

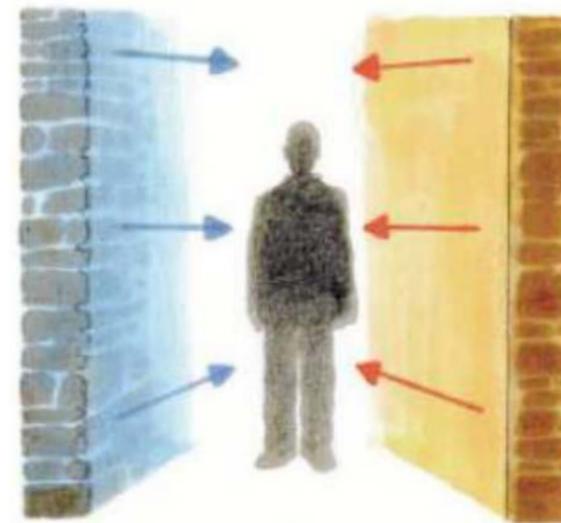


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le comportement thermique du bâti ancien – Maisons Paysannes de France

D

FICHE-ACTION ÉCOGESTES

D. Lutter

contre les parois froides

Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour
⚡ à ⚡⚡⚡	nul ou faible	nul ou immédiat

FICHE-ACTION

ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

Généralités

et tableau comparatif

Si les bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien ne suffisent pas à obtenir satisfaction concernant les consommations énergétiques dédiées au chauffage et du point de vue du confort thermique, des actions sur les systèmes peuvent être étudiées.

Les actions sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes) sont moins lourdes et moins onéreuses que les opérations sur le bâtiment ancien. Elles bénéficient souvent d'un temps de retour moindre et permettent un gain en confort thermique conséquent.

La mise en place d'action sur les systèmes de production et de distribution de chauffage et de ventilation (amélioration, remplacement ou isolation des systèmes) doit précéder ou être associée à de potentielles actions sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment).

Propositions d'actions sur les systèmes	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
Amélioration des systèmes						
Installation d'une régulation à sonde(s)	⚡⚡⚡	€	⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭
Installation de vannes thermostatiques	⚡⚡⚡	€	⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭
Installation d'un appareil à bois d'appoint	⚡	€€	⌚⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️☁️	🏭🏭
Remplacement des systèmes						
Installation d'une ventilation simple flux	⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️	🏭
Installation d'une chaudière à condensation	⚡⚡	€€	⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭
Installation d'une chaudière bois	⚡	€€	⌚⌚	🌡️	☁️☁️☁️	🏭🏭
Installation d'une pompe à chaleur air/eau	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚	🌡️	☁️☁️☁️	🏭🏭🏭
Isolation des systèmes						
Isolation des systèmes en chaufferie	⚡⚡	€	⌚	🌡️	☁️☁️	🏭
Isolation des conduits de cheminées	⚡⚡	€€	⌚⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

Tableau des avantages et inconvénients

SYSTEMES	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Chaudière gaz naturel	<ul style="list-style-type: none"> • Solution adaptée aux réseaux de chauffage haute température, • Chaudière compact, entretien peu coûteux, • Solution compétitive économiquement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energie fossile, émettrice de GES, • Prix de l'énergie très volatile.
Bois bûche / granulé	<ul style="list-style-type: none"> • Energie renouvelable, très faiblement émettrice de GES, • Energie créatrice d'emplois locaux et non délocalisables, • Solution adaptée aux réseaux de chauffage haute température, • Solution compétitive économiquement, • Appareils à inertie particulièrement adaptés. 	<ul style="list-style-type: none"> • Faisabilité de la livraison, de la manutention et du stockage de granulé ou de bûche à valider au cas par cas, • Qualité du combustible et de l'entretien de la chaudière ou de l'appareil à surveiller.
Chauffage électrique	<ul style="list-style-type: none"> • Energie faiblement émettrice de GES, • Pas de local chaufferie, entretien des émetteurs peu coûteux, • Systèmes adaptés aux locaux à l'occupation très intermittente (Par exemple, la chambre d'amis ou des petits enfants sous combles). 	<ul style="list-style-type: none"> • Energie fissile, non renouvelable, • Faible inertie des systèmes, • Solution non compétitive économiquement.
Pompe à chaleur	<ul style="list-style-type: none"> • Energie faiblement émettrice de GES, • Solution compétitive économiquement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Energie fissile, non renouvelable, • Solution peu adaptée aux réseaux de chauffage haute température, • Consommations importantes d'énergie électrique dédiée au chauffage (performances faibles au cœur de l'hiver avec des régimes de températures du réseau de chauffage élevés), • Bruit de l'unité extérieure de la pompe à chaleur et difficulté d'intégration architecturale.

Objectif : Piloter et optimiser le fonctionnement d'une chaudière, améliorer la gestion de la température ambiante

E1

Cette solution est préconisée dès lors qu'une chaudière assure les besoins en chauffage d'un bâtiment et que sa régulation est insatisfaisante. Elle est facile à mettre en œuvre, et l'investissement à réaliser est faible par rapport aux gains énergétiques élevés qu'elle permet de générer. Le confort des usagers est également amélioré.

DESCRIPTIF

Une sonde de température extérieure permet d'anticiper les variations des pertes thermiques du bâtiment, et de réguler la température de l'eau produite par la chaudière en conséquence.

Elle optimise le rendement d'une chaudière à condensation en diminuant autant que possible la température de l'eau circulant dans le réseau, favorisant ainsi la condensation des fumées.

Un thermostat d'ambiance modulant et programmable permet de piloter la puissance délivrée par la chaudière en fonction de la température d'ambiance intérieure mesurée et celle de consigne (souhaitée).

Des réduits des températures de consigne sont programmables lors des nuits ou absences prolongées des occupants.

La mise en place d'une sonde extérieure et d'un thermostat d'ambiance est facile à mettre en œuvre, l'investissement à réaliser est faible par rapport aux gains énergétiques élevés qu'elle permet de générer.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- La sonde de température extérieure doit être placée sur une façade au nord, à l'abris du soleil, du vent et de la pluie. Son paramétrage, réalisé par un professionnel, doit être adapté au comportement thermique du bâtiment.
- Le thermostat d'ambiance doit être placé dans une pièce de vie (généralement le salon dans le cas d'un appartement ou d'une maison individuelle) :
 - loin de tout émetteur de chaleur,
 - hors des courants d'air,
 - à l'abri du soleil,
 - à distance raisonnable (1,5 m) de parois donnant sur l'extérieure ou sur un volume tampon.
- En complément de ce système, des vannes thermostatiques peuvent être installées sur les radiateurs à eau chaude, afin d'avoir des températures ambiantes adaptées à chacune des pièces (cf. fiche-action E2).

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

E. Améliorer les systèmes

E1. INSTALLATION D'UNE RÉGULATION À SONDE(S)

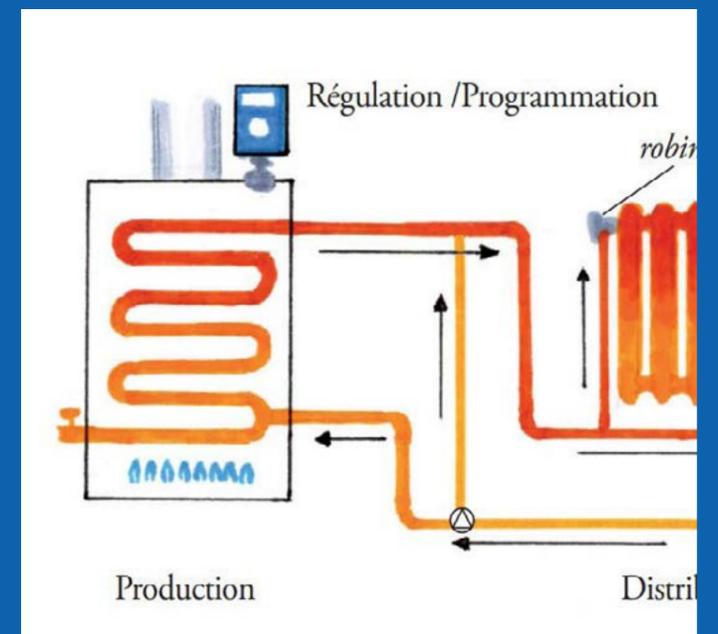


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le chauffage dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'installation d'une régulation à sonde(s)	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€	⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭

Objectif : Piloter et optimiser le fonctionnement d'un réseau eau chaude, améliorer la gestion de la température ambiante

E₂

Cette solution est préconisée lorsque la régulation du réseau de distribution d'eau chaude est insatisfaisante. Elle est facile à mettre en œuvre, et l'investissement à réaliser est faible par rapport aux gains énergétiques élevés qu'elle permet de générer. Le confort des usagers est également amélioré.

DESCRIPTIF

La mise en place d'une sonde de température extérieure et d'un thermostat d'ambiance permet de réguler la chaudière. Le thermostat d'ambiance ne permet la régulation que de la température d'une unique pièce (le salon le plus souvent).

Les vannes thermostatiques, placées sur les radiateurs eau chaude, ont pour rôle d'abaisser la température ambiante de certaines pièces par rapport à la température de la pièce où est placé le thermostat d'ambiance.

Lorsque la température d'ambiance souhaitée dans la pièce est atteinte, les vannes thermostatiques se ferment, les radiateurs ne chauffent plus.

L'abaissement de la température d'ambiance permet de diminuer les consommations d'énergie dédiée au chauffage (cf. fiche-action C).

Si le réseau d'eau chaude est bien équilibré (que le débit d'eau est bien réparti dans chacun des radiateurs), les vannes thermostatiques n'ont pas d'utilité. C'est néanmoins très rarement le cas.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- **Les vannes thermostatiques ne sont pas graduées en températures, il est souvent nécessaire de consulter leurs notices pour déterminer le pré réglage adapté.**
- La mesure de la température ambiante d'une pièce et le réglage itératif des vannes thermostatiques des radiateurs s'y trouvant permet ensuite de définir la position de la vanne la plus adaptée, soit celle permettant d'obtenir la température ambiante souhaitée.
- Avant la mise en place de vannes thermostatiques, il peut être bénéfique, en cas de disparité des températures d'ambiance dans un logement, de procéder à un équilibrage du réseau hydraulique.
- Dans la pièce où se situe le thermostat d'ambiance, il est inutile d'installer des vannes thermostatiques. Si des vannes thermostatiques y sont installées, les ouvrir au maximum est préférable.

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

E. Améliorer les systèmes

E2. INSTALLATION DE VANNES THERMOSTATIQUES

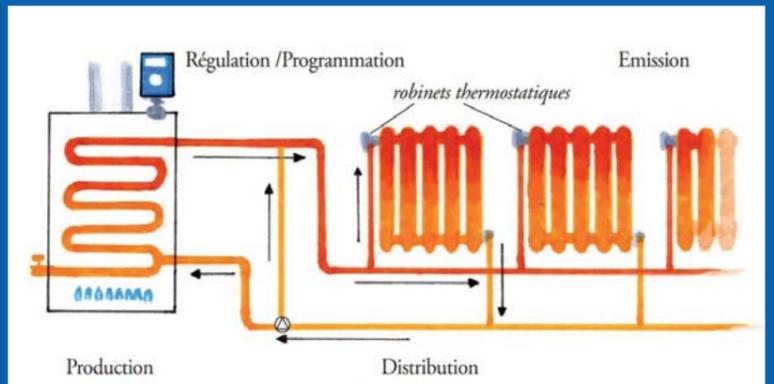


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le chauffage dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'installation de vannes thermostatiques	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€	⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭

Objectif : Diminuer les consommations de gaz naturel donc les émissions de gaz à effet de serre liées au chauffage

E3

Cette solution est préconisée lorsqu'il y a présence d'un foyer de cheminée ouvert et d'un conduit de cheminée existant et réutilisable. Le bois énergie est une énergie renouvelable bon marché, locale et faiblement émettrice de gaz à effet de serre. L'utilisation d'appareils performants permet d'obtenir des rendements élevés de combustion et des émissions de polluants à l'atmosphère maîtrisées.

DESCRIPTIF

L'appareil à bois d'appoint peut être un poêle à bois ou bien un insert de cheminée, et fonctionner au granulé de bois ou à la bûche. Les distributeurs sont nombreux et les appareils disponibles sur le marché sont de gammes variées et esthétiques.

Les bûches nécessitent un espace de stockage sec et aéré (jardin ou cave si elle s'y prête). Les granulés doivent être stockés à l'abri de l'humidité.

Un appareil à granulés peut se piloter de façon performante au même titre qu'une chaudière gaz.

Un insert permet d'assurer l'étanchéité d'un conduit de cheminée.

La manutention du combustible bois jusqu'à son espace de stockage est à intégrer dans les critères de faisabilité de cette solution, ainsi que la charge au sol de l'appareil.

Les poêles ou inserts avec un revêtement céramique ou pierre permettent une restitution douce de la chaleur.

L'inertie du bâtiment leurs permettent de ne pas générer de surchauffe lors d'une flambée et de valoriser au mieux une source d'énergie renouvelable.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- La mise en place d'un appareil à bois d'appoint doit être réalisée dans le respect des éléments d'intérêt patrimonial, notamment des habillages de cheminées (manteaux et trumeaux). Elle doit être adaptée au degré d'intérêt patrimonial des cheminées :
 - Poêle dissociable et réversible pour les cheminées de grand intérêt
 - Insert possible sur les cheminées d'intérêt moindre
- Le système installé doit s'inscrire dans les conduits existants. La réalisation de nouveaux conduits de cheminées est à proscrire.
- Les conduits de cheminées doivent être tubés ou chemisés pour l'évacuation des fumées. La faisabilité de la réutilisation d'un conduit existant est à définir par un spécialiste.
- Choisir un appareil labellisé Flamme Verte (soutenu par l'ADEME) permet d'être assuré de ses performances (rendements énergétiques, émissions de polluants).

Évaluation des gains en cas d'installation d'un appareil à bois d'appoint

Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	€€				

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

E. Améliorer les systèmes

E3. INSTALLATION D'UN APPAREIL À BOIS D'APPOINT



Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le chauffage dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Objectif : Assurer un renouvellement d'air adapté à l'usage du bâtiment et conforme aux réglementations

F1

Cette solution est préconisée lorsque le renouvellement d'air est insuffisant. La mise en place d'une ventilation à simple flux peut être nécessaire lorsque des opérations lourdes sont réalisées sur le bâtiment et conduisent à son étanchéification (isolation, remplacement de menuiseries simples vitrages,...).

DESCRIPTIF

Une ventilation simple flux permet d'extraire l'air vicié des pièces humides mécaniquement, avec un ventilateur d'extraction.

L'air neuf entre par les défauts d'étanchéité du bâtiment, ou par des bouches d'entrées d'air prévues à cet effet dans les pièces principales (salon, salle à manger, chambres).

Il est évacué par des bouches d'extraction situées dans les pièces humides (salle de bain, toilette, cuisine) puis circule dans des gaines techniques avant de sortir du bâtiment.

Le débit d'air extrait dépend du nombre de pièces principales du logement dans des bâtiments résidentielles.

Cette solution est à envisager dès lors que des opérations entraînant l'étanchéification de l'enveloppe du bâtiment sont réalisées. Elle entraîne des consommations électriques (ventilateur d'extraction) et thermiques, l'air neuf étant à la température extérieure (il n'est pas préchauffé).

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Cette solution n'est pas toujours compatible avec le bâtiment ancien. Elle nécessite souvent des travaux conséquents.
- Afin de faire circuler les gaines d'extractions de l'air vicié, il peut être possible d'emprunter des conduits de cheminées inutilisés.
- Le ventilateur d'extraction doit être accessible afin d'en assurer l'entretien/maintenance. Il peut être placé dans des combles perdus s'il en existe.
- L'air extrait doit être prioritairement évacué par une sortie de toiture existante.
- Si aucun cheminement pour les gaines d'extractions de l'air vicié n'est opportun, une ventilation mécanique répartie peut être installée (un ventilateur d'extraction indépendant dans chaque pièce humide). Cette solution alternative n'est à envisager que sur des façades dénuées d'un intérêt patrimonial.

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

F. Remplacer les systèmes

F1. INSTALLATION D'UNE VENTILATION SIMPLE FLUX

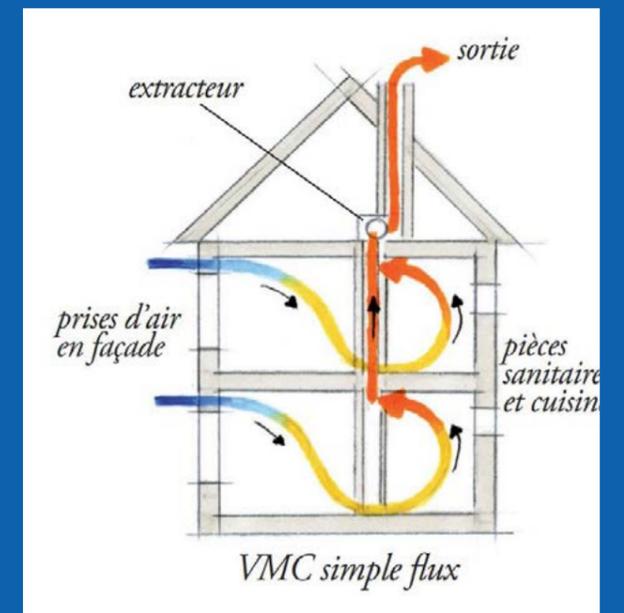


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur la ventilation dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'installation d'une ventilation simple flux	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️	🏭

Objectif : Diminuer les consommations de gaz naturel donc les émissions de gaz à effet de serre liées au chauffage

F₂

Cette solution est préconisée lorsqu'il y a présence d'une chaudière gaz naturel vétuste et qui ne condense pas ses fumées de combustion. Une chaudière vétuste a un rendement dégradé, elle consomme plus de gaz qu'une chaudière récente pour produire la même quantité de chaleur, et ses émissions de polluants à l'atmosphère sont élevées. Une chaudière à condensation peut avoir un rendement jusqu'à 25% plus élevé qu'une chaudière traditionnelle.

DESCRIPTIF

Une chaudière gaz à condensation utilise l'énergie contenue dans les fumées de combustion. Les fumées contiennent de la vapeur d'eau, en se condensant au contact de l'eau de retour du circuit de chauffage, elles cèdent de l'énergie à cette eau qui se réchauffe.

L'eau produite lors de la condensation des fumées est évacuée avec les eaux usées, ce sont les condensats.

Plus l'eau de retour du circuit de chauffage a une température faible, plus elle permet la condensation des fumées, donc plus le rendement de la chaudière est élevé. La température maximale de l'eau de retour du circuit de chauffage doit être de 55°C pour condenser.

Afin de maintenir l'eau de retour du circuit de chauffage à la température la plus faible possible, le bon paramétrage de la sonde de température extérieure est indispensable (cf. fiche action 2.1.1).

Les fumées évacuées par une chaudière à condensation le sont à des températures moindres que celles de chaudières traditionnelles. Les émissions de certains polluants en sont réduites, notamment celles de NOx (oxydes d'azote).

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Le passage d'une chaudière gaz traditionnelle à une chaudière à condensation implique la modification du système d'évacuation des fumées.
- Le système installé doit s'inscrire dans les conduits existants. La réalisation de nouveaux conduits de cheminées est à proscrire.
- La mise en place d'une ventouse d'évacuation des fumées ne peut être envisagée que sur une paroi secondaire dénuée d'un intérêt patrimonial.
- Le conduit d'évacuation des fumées doit être tubé ou chemisé et isolé thermiquement, afin de limiter le risque de condensation des fumées dans le conduit.
- Une réduction du diamètre du conduit d'évacuation des fumées peut être nécessaire afin de conserver un débit d'évacuation des fumées suffisant. La mise en place d'un ventilateur d'extraction des fumées est également une solution.

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

F. Remplacer les systèmes

F2. INSTALLATION D'UNE CHAUDIÈRE À CONDENSATION

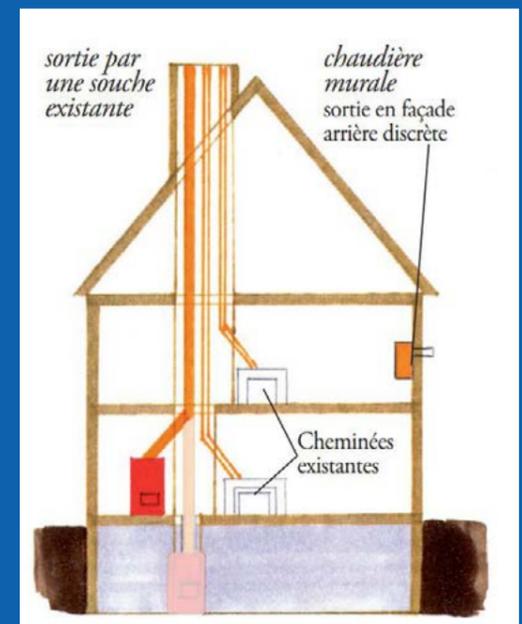


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le chauffage dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'installation d'une chaudière à condensation	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡	€€	⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭

Objectif : Substituer le gaz naturel donc réduire les émissions de gaz à effet de serre liées au chauffage

F3

Cette solution est préconisée lorsqu'il y a présence d'une chaudière fonctionnant à l'énergie fossile et d'un espace accessible et adapté au stockage du bois énergie. Le bois énergie est une énergie renouvelable bon marché, locale et faiblement émettrice de gaz à effet de serre. L'utilisation d'appareils performants permet d'obtenir des rendements élevés de combustion et des émissions de polluants à l'atmosphère maîtrisées.

DESCRIPTIF

Une chaudière bois peut fonctionner au granulé de bois ou à la bûche. Les distributeurs sont nombreux et les chaudières disponibles sur le marché sont de gammes variées et performantes.

Les bûches nécessitent un espace de stockage sec et aéré (jardin ou cave si elle s'y prête). Les granulés doivent être stockés à l'abri de l'humidité.

Les chaudières granulés disposent d'un silo intégré, et les chaudières bûches les plus récentes d'une chambre de stockage, permettant un fonctionnement en autonomie sur plusieurs jours.

Une chaudière bois peut se piloter de façon performante au même titre qu'une chaudière gaz.

La manutention du combustible bois jusqu'à son espace de stockage est à intégrer dans les critères de faisabilité de cette solution, ainsi que la charge au sol de la chaudière.

Une chaudière bois est plus encombrante qu'une chaudière gaz, la surface de la chaufferie être suffisante pour permettre son installation.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Le système d'évacuation des fumées installé doit s'inscrire dans les conduits existants. La réalisation de nouveaux conduits de cheminées est à proscrire.
- Les conduits de cheminées doivent être tubés ou chemisés pour l'évacuation des fumées. La faisabilité de la réutilisation d'un conduit existant est à définir par un spécialiste.
- Choisir un appareil labellisé Flamme Verte (soutenu par l'ADEME) permet d'être assuré de ses performances (rendements énergétiques, émissions de polluants).

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

F. Remplacer les systèmes

F3. INSTALLATION D'UNE CHAUDIÈRE À BOIS

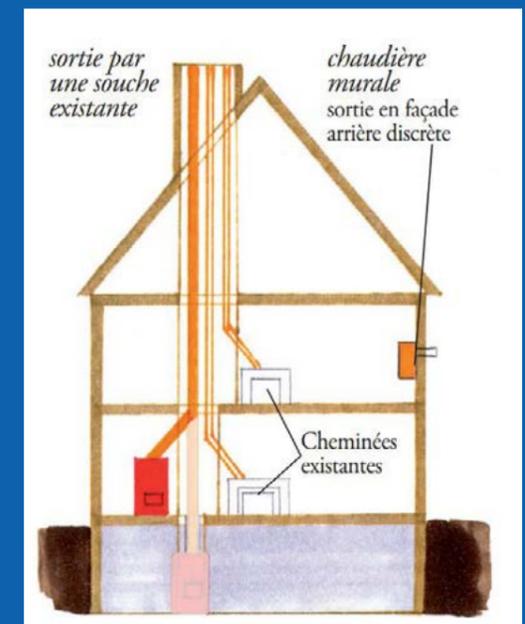


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le chauffage dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'installation d'une chaudière à bois	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡	€€	⌚	🌡️	☁️☁️☁️	🏭🏭

Objectif : Substituer le gaz naturel donc réduire les émissions de gaz à effet de serre liées au chauffage

F4

Cette solution est préconisée lorsqu'il y a présence d'une chaudière fonctionnant à l'énergie fossile ou d'un chauffage électrique, et d'un espace accessible et adapté à l'installation d'une pompe à chaleur. Une pompe à chaleur fonctionne à l'électricité, faiblement émettrice de gaz à effet de serre en France. Une pompe à chaleur air/eau haute température peut avoir des rendements jusqu'à 3 fois supérieurs à ceux d'un chauffage électrique classique.

DESCRIPTIF

Une pompe à chaleur (PAC) air/eau capte de l'énergie thermique présente dans l'air extérieur et la distribue dans le bâtiment par l'intermédiaire d'un réseau à eau chaude.

Le réseau eau chaude et les émetteurs en place peuvent être conservés, ils sont compatibles avec une PAC air/eau haute température.

Le rendement d'une PAC (ou son coefficient de performance = COP) dépend de la température de l'air extérieur et de la température du réseau eau chaude.

Plus le réseau eau chaude a des températures faibles, plus le COP pourra être élevé. Afin de maintenir la température du circuit de chauffage à la température la plus faible possible, le bon paramétrage de la sonde de température extérieure est indispensable (cf. fiche-action E1).

Une pompe à chaleur est le plus souvent divisée en deux unités, une intérieure et une extérieure. L'unité extérieure peut être source de nuisances thermiques, olfactives, sonores et visuelles dont il est bon de limiter les impacts pour les riverains.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- L'intégration d'une unité extérieure dans des combles non habités, une courette technique, une cave ou autres locaux adaptés est appropriée.
- La pose d'une unité extérieure de pompe à chaleur en saillie sur façade, sur balcon, ou en appuie sur fenêtre est à proscrire afin de respecter l'écriture architecturale des façades.
- Le dégagement de chaleur et le bourdonnement du ventilateur dans les cœurs d'îlots calmes ou les rues étroites sont à proscrire.
- Avec une unité extérieure intégrée au bâtiment, des soupiroux à grilles ou des panneaux à ventelles (entre autres exemples) peuvent permettre son inscription dans l'écriture architecturale du bâtiment.

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

F. Remplacer les systèmes

F4. INSTALLATION D'UNE POMPE À CHALEUR AIR/EAU

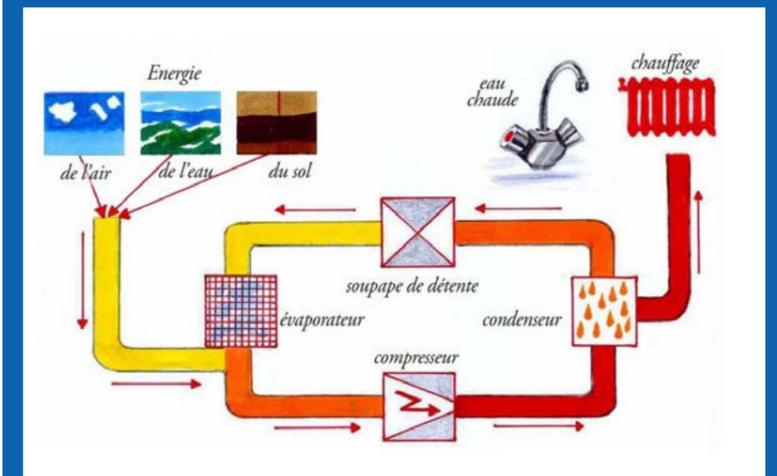


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le chauffage dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'installation d'une pompe à chaleur air/eau	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚	🔥	☁☁☁	🏭🏭🏭

Objectif : Réduire les pertes thermiques du système de production et de distribution de chaleur

G1

Cette solution est préconisée lorsqu'il y a présence d'une chaudière hors des volumes chauffés, et que le réseau de chauffage et ses équipements (vannes, pompes, ballon de stockage, ...) hors des volumes chauffés ne sont pas isolés.

DESCRIPTIF

L'isolation des canalisations et des équipements du réseau de chauffage (nommé « calorifugeage ») hors des volumes chauffés permet de réduire considérablement leurs pertes thermiques.

Plus les surfaces non calorifugées sont importantes et leurs températures élevées, plus les pertes thermiques le sont également. Une opération de calorifugeage est facile à réaliser, peu onéreuse, et son retour sur investissement est court.

En plus de tous les linéaires de canalisations, le dessous d'un ballon d'eau chaude, les pompes hydrauliques ou encore les corps de vannes sont autant de singularités d'un réseau d'eau chaude souvent non calorifugées, à tort.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Lors d'isolation thermique des systèmes en chaufferie, veiller à ne pas omettre d'isoler les singularités du réseau eau chaude (vannes, pompes, ballons, ...).
- Une opération de calorifugeage est à réaliser par un professionnel, elle peut être éligible à des subventions sous certaines conditions.

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

G. Isoler les systèmes

G1. ISOLATION DES SYSTÈMES DE CHAUFFERIE



Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le chauffage dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'installation d'une pompe à chaleur air/eau	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡	€	⌚	🌡️	☁️☁️	🏭

G₂

Objectif : Diminuer les pertes thermiques par infiltration d'air et l'inconfort thermique induit par les courants d'air

Cette solution est préconisée lorsqu'il y a présence de cheminées à foyers ouverts utilisées et/ou non utilisées dans un logement, notamment lorsqu'elle génèrent de l'inconfort (courants d'air).

DESCRIPTIF

L'isolation de conduits de cheminées à foyer ouvert a principalement pour objectif de réduire ses pertes thermiques par infiltrations d'air et tirage d'air chaud.

Pour une cheminée non utilisée, l'isolation se réalise en deux étapes :

- Condamnation du conduit au niveau de sa partie supérieure et isolation (en dessous du chapeau de souche, polystyrène expansé ou équivalent),
- Isolation du conduit de la cheminée au niveau de sa partie inférieure (au-dessus du cœur du foyer, bouchon de laine de roche ou équivalent).

L'isolation en partie supérieure permet de mettre un terme au pont thermique généré par le conduit en contact avec l'intérieur du logement, et permet de protéger l'isolation intérieure de l'humidité.

Pour une cheminée utilisée, s'il n'existe pas de trappe de fermeture ou que son action est insatisfaisante, penser d'abord à en installer une ou à la remplacer.

En complément, l'installation d'un panneau d'isolant thermique rigide et amovible devant le foyer, permettant de l'obstruer hermétiquement, est à envisager.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Veiller à assurer l'étanchéité du conduit de cheminée.
- Préserver les isolants thermiques de l'humidité.
- Privilégier une solution réversible.

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LES SYSTÈMES

G. Isoler les systèmes

G2. ISOLATION DES CONDUITS DE CHEMINÉE

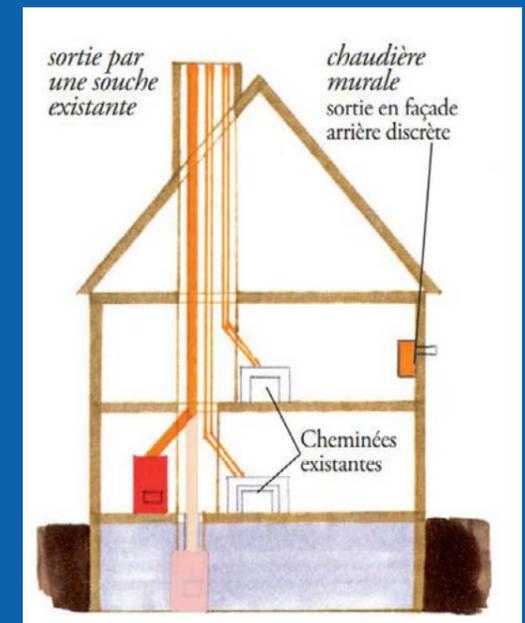


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur le chauffage dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'installation d'une pompe à chaleur air/eau	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡	€€	⌚⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭

Si les bonnes pratiques d'usage du bâtiment ancien et les actions sur les systèmes entreprises ne suffisent pas à obtenir satisfaction concernant les consommations énergétiques dédiées au chauffage et du point de vue du confort thermique, alors des opérations sur le bâtiment ancien (isolation ou correction thermique de l'enveloppe du bâtiment) peuvent être étudiées.

La rénovation du bâtiment ancien doit être envisagée globalement pour être efficace. Néanmoins, la priorisation des opérations et leur étalement dans le temps est primordiale pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

Les opérations doivent répondre aux grands enjeux de l'isolation thermique du bâtiment ancien :

- Assurer une bonne conservation du bâtiment,
- Préserver sa qualité architecturale et patrimoniale,
- Conserver ses qualités thermiques et hydriques.

Les opérations sur le bâtiment ancien sont souvent lourdes et onéreuses, et leurs temps de retour longs.

Les propriétés des matériaux utilisés doivent être compatibles avec le fonctionnement du bâtiment ancien, et les interfaces entre les opérations réalisées prises en considération. Le maintien de la perméabilité à la vapeur d'eau des parois et d'une bonne ventilation est primordiale pour conserver le bâtiment, ainsi que ses propriétés thermiques et hydriques.

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

Généralités et tableau comparatif

Propositions d'actions sur le bâtiment	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
Isolation des combles						
<i>Isolation de combles non aménagés (planchers)</i>	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭
<i>Isolation de combles aménagés par l'intérieur (rampants)</i>	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭
<i>Isolation de combles aménagés par l'extérieur (rampants)</i>	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭
Isolation des planchers						
<i>Isolation d'un plancher bas sur solives</i>	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭
<i>Isolation d'un plancher bas en béton</i>	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭
<i>Isolation d'un plancher bas sur cave voûtée ou plancher à voutains</i>	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭
Isolation des parois verticales						
<i>Isolation intérieure</i>	⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️☁️	🏭🏭
<i>Correction thermique intérieure ou extérieure</i>	⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️	🏭
<i>Isolation extérieure</i>	⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️☁️	🏭🏭
Interventions sur les menuiseries						
<i>Réparation des menuiseries, amélioration de l'étanchéité</i>	⚡⚡	€€	⌚⌚	🌡️🌡️	☁️	🏭
<i>Remplacement des vitrages, installation de survitrages</i>	⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️	🏭
<i>Pose de doubles fenêtres en intérieur</i>	⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭🏭
<i>Remplacement de menuiseries</i>	⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭🏭

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des combles pour limiter les pertes du plancher haut (de l'ordre de 25%)

H₁

Cette solution est préconisée dans le cas de combles non aménagés ou ayant une occupation intermittente, peu ou pas isolés. Elle n'est pas toujours possible (ni toujours souhaitable) en raison de configurations spatiales (par exemple, la réhausse du plancher peut être problématique en interface avec les portes), ou en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (sols anciens, charpentes remarquables).

DESCRIPTIF

La solution la plus simple consiste à poser l'isolation directement sur le sol. La facilité de mise en œuvre dépend de la constitution du plancher et de l'accessibilité des combles.

Deux techniques sont possibles :

- Une isolation déroulée horizontalement sur les planchers de combles en couches croisées de préférence,
- Une isolation en vrac de flocons d'isolants.

Pour conserver l'accessibilité des combles (par exemple pour des raisons d'entretien), un parquet sur une structure bois peut être réalisé (perspirant).

Le traitement des ponts thermiques est à réaliser soigneusement (parfois difficiles à traiter) afin de ne pas générer de déperditions ou de sources de dégradations dans les joints mal traités.

Cette solution possède l'avantage de ne pas altérer la charpente et est une opération moins lourde que l'isolation sous rampants.

La ventilation des combles permet de préserver le confort d'été au niveaux inférieurs et de prévenir la condensation en hiver.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial (sols anciens, portes, cheminées, charpentes remarquables) avec lesquels le projet est incompatible.
- Vérifier l'état du plancher avant l'opération (solidité, absence d'humidité et de nuisibles, ...).
- Privilégier les produits respirants et biosourcés permettant la migration de la vapeur d'eau (ouate de cellulose, chènevotte - prohiber les produits étanches).
- Assurer une continuité parfaite du frein vapeur ($S_d < 3$ à 5 m).
- Assurer une continuité parfaite de l'isolant (notamment trappes d'accès, puits de jour).
- Assurer la ventilation des combles afin de prévenir la condensation en hiver et les surchauffes en été.
- L'isolant ne doit pas être en contact avec la couverture.

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

H. Isoler les combles

H1. ISOLATION DE COMBLES NON AMÉNAGÉS (PLANCHERS)

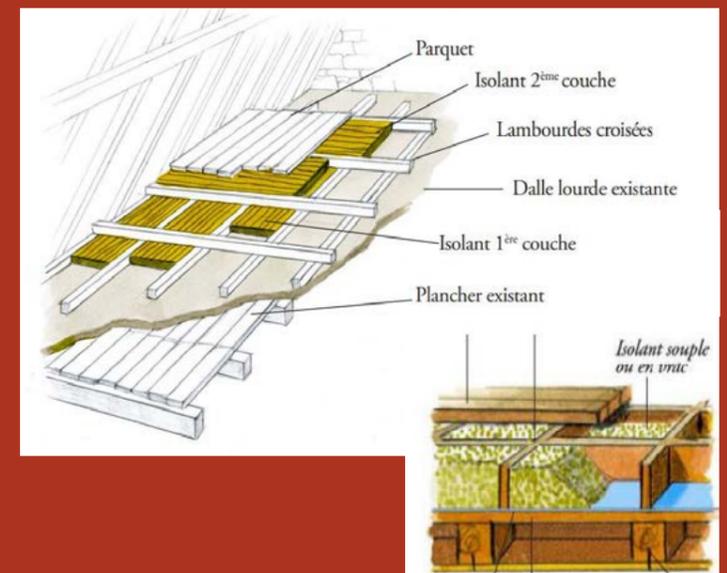


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur les combles dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'isolation de combles non aménagés	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭

H₂

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des combles pour limiter les pertes du plancher haut (de l'ordre de 25%)

Cette solution est préconisée dans le cas de combles aménagés ayant une occupation régulière ou permanente, peu ou pas isolés. Elle n'est pas toujours possible (ni toujours souhaitable) en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (charpentes remarquables).

DESCRIPTIF

L'aménagement des combles induit la perte de cet espace tampon, qui minimise les échanges thermiques et hydriques des pièces de vie avec l'environnement extérieur l'hiver, et favorise la ventilation et la climatisation naturelle l'été.

Une isolation par l'intérieur, entre chevrons puis en contre-chevonnage en couches croisées après dépose des parements intérieurs existants, est la solution à privilégier pour l'isolation de combles aménagés.

C'est la solution la plus simple. Sa facilité de mise en œuvre dépend néanmoins de la constitution et de l'état de la charpente.

Elle entraîne une diminution du volume chauffé et de la hauteur sous-plafond.

Le traitement des ponts thermiques est à réaliser soigneusement (parfois difficiles à traiter) afin de ne pas générer de déperditions ou de sources de dégradations dans les joints mal traités.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- **Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial** (charpentes remarquables) avec lesquels le projet est incompatible.
- **Vérifier l'état de la charpente avant l'opération** (solidité, absence d'humidité et de nuisibles, ...).
- **Privilégier les produits respirants et biosourcés** permettant la migration de la vapeur d'eau (prohiber les produits étanches).
- **Choisir un complexe isolant dense** présentant de bonnes qualités d'inertie (exemple : laine de bois) afin de gagner en inertie thermique et en confort d'été.
- **Assurer une continuité parfaite du pare-pluie et du frein vapeur** hygrovariable, s'assurer de leur perspirance (capacité à laisser passer la vapeur d'eau).
- **Assurer une continuité parfaite de l'isolant**, notamment à la jonction avec les parois verticales, les contours de cheminées et les coffrages de fenêtres de toit.
- **L'isolant ne doit pas être en contact avec les ardoises (conserver une lame d'air entre le pare pluie et la couverture).**

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

H. Isoler les combles

H2. ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR DE COMBLES AMÉNAGÉS (RAMPANTS)

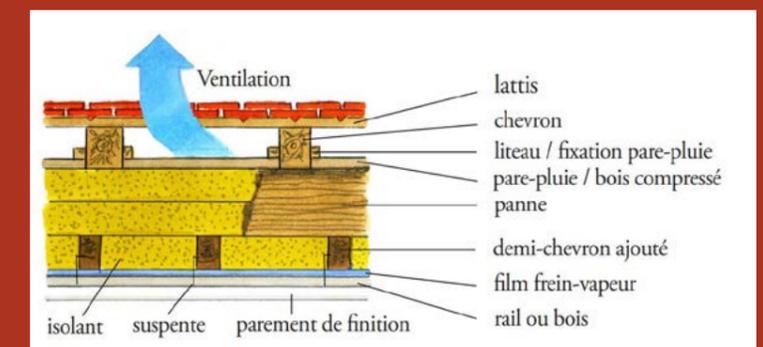


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur les combles dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'isolation par l'intérieur de combles aménagés	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des combles pour limiter les pertes du plancher haut (de l'ordre de 25%)

H3

Cette solution est préconisée dans le cas de combles aménagés ayant une occupation régulière ou permanente, peu ou pas isolés. Elle modifie le gabarit et l'apparence de la toiture, cette solution est rarement possible dans le périmètre du PSMV. Elle ne doit avoir aucun impact sur les corniches, les lucarnes et les bâtiments mitoyens. Une isolation par l'extérieur est efficace mais coûteuse, et peut s'avérer contraire aux règles de préservations du patrimoine existant. Elle entraîne une réhausse de la toiture, et donc la modification de sa rive. Celle-ci ne doit pas dénaturer la modénature de la façade.

DESCRIPTIF

L'aménagement des combles induit la perte de cet espace tampon, qui minimise les échanges thermiques et hydriques des pièces de vie avec l'environnement extérieur l'hiver, et favorise la ventilation et la climatisation naturelle l'été.

Une isolation par l'extérieur de type « sarking » consistant à apposer une isolation thermique sur les chevrons de la charpente et sous la couverture (qui repose alors sur des contre-liteaux) est une alternative à l'isolation des rampants par l'intérieur.

Cette solution nécessite la dépose de la couverture, elle est intéressante si il n'est pas possible d'isoler sous les chevrons, et que la couverture nécessite une intervention lourde.

Une isolation par l'extérieur nécessite la mise en place d'une paroi rigide supportant la couverture, placée au-dessus de la couche d'isolant et du pare-pluie, reposant sur des contre-chevrons.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

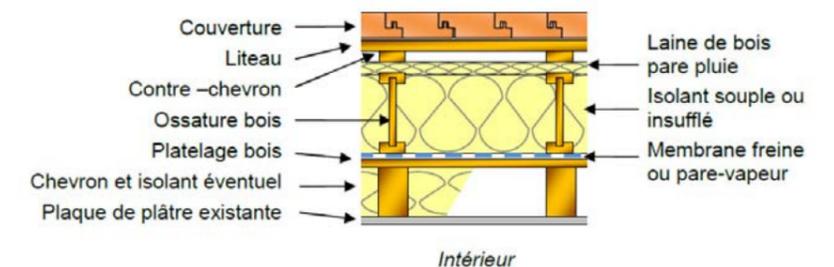
- **Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial** (charpentes remarquables) avec lesquels le projet est incompatible.
- **Vérifier l'état de la charpente avant l'opération** (solidité, absence d'humidité et de nuisibles, ...).
- **Privilégier les produits respirants et biosourcés** permettant la migration de la vapeur d'eau (prohiber les produits étanches).
- **Assurer une continuité parfaite du pare-pluie et du frein vapeur** hygrovariable, s'assurer de leur perspiration (capacité à laisser passer la vapeur d'eau).
- **Assurer une continuité parfaite de l'isolant**, notamment à la jonction avec les parois verticales, les contours de cheminées et les coffrages de fenêtres de toit.
- **L'isolant ne doit pas être en contact avec les ardoises (conserver une lame d'air entre le pare pluie et la couverture).**

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

H. Isoler les combles

H3. ISOLATION PAR L'EXTÉRIEUR DE COMBLES AMÉNAGÉS (RAMPANTS)

Exemple d'isolation en sarking avec ossature



Évaluation des gains en cas d'isolation par l'extérieur de combles aménagés

Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭

Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur les combles dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Objectif : Renforcer l'isolation thermique du plancher bas pour limiter ses pertes (de l'ordre de 15%)

Cette solution est préconisée dans le cas d'un plancher bois, peu ou pas isolé, donnant sur un espace non chauffé (cave/porche). Elle n'est pas toujours possible (ni toujours souhaitable) en raison de configurations spatiales (par exemple, la réhausse du plancher peut être problématique en interface avec les portes), ou en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (sols anciens, décors de plafond...). C'est une opération lourde au temps de retour élevé.

DESCRIPTIF

Plusieurs solutions existent et sont à calibrer en fonction des dispositions en place et de l'intérêt patrimonial des intérieurs.

Quatre techniques sont envisageables :

- **Isolation entre les solives existantes avec une intervention par-dessous le plancher** (sous réserve d'absence de décors de plafond),
- **Isolation entre les solives existantes avec une intervention par-dessus le plancher** (sous réserve d'absence de sol patrimonial),
- **En applique sous le plafond existant, cette solution est souvent la plus simple en mise en œuvre** (sous réserve d'absence de décors de plafond),
- **Création d'un sur-plancher isolé, cette solution entraîne une surélévation importante du sol, sa faisabilité est rare** (sous réserve d'absence de porte ou sol patrimonial).

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- **Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial** (sols anciens, décors de plafond...) avec lesquels le projet est incompatible.
- **Vérifier l'état du plancher avant l'opération** (solidité, absence d'humidité et de nuisibles, ...).
- **Privilégier les produits respirants et biosourcés** permettant la migration de la vapeur d'eau (prohiber les produits étanches).
- **Assurer une continuité parfaite de l'isolant.** Le traitement des ponts thermiques est à réaliser soigneusement (parfois difficiles à traiter) afin de ne pas générer de déperditions ou de sources de dégradations dans les joints mal traités, notamment à la jonction avec les parois verticales,
- **Choisir un complexe isolant présentant de bonnes qualités d'inertie** afin de gagner en inertie thermique et en confort d'été.
- **Assurer la ventilation des espaces non chauffés** afin de prévenir la condensation en hiver et les surchauffes en été.

Évaluation des gains en cas d'isolation d'un plancher sur solives au-dessus d'un espace non chauffé	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭

1

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

I. Isoler les planchers

I1. ISOLATION D'UN PLANCHER SUR SOLIVES AU-DESSUS D'UN ESPACE NON CHAUFFÉ (CAVE/PORCHE)

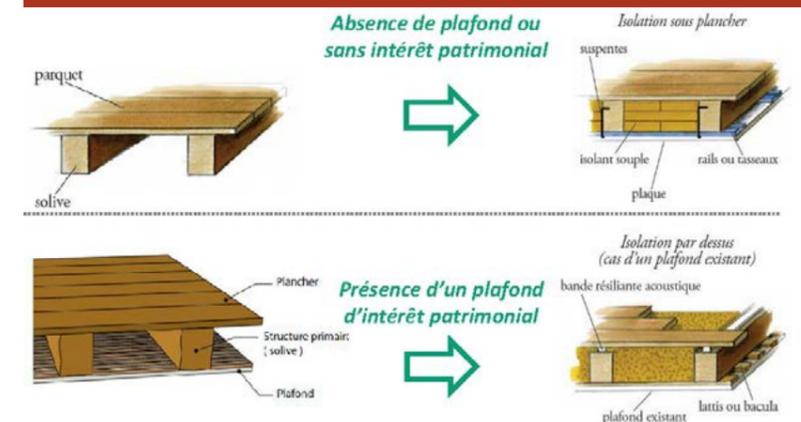


Illustration issue de la fiche-conseil ATHEBA sur les planchers dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Objectif : Renforcer l'isolation thermique du plancher bas pour limiter ses pertes (de l'ordre de 15%)

Cette solution est préconisée dans le cas d'un plancher béton, peu ou pas isolé, donnant sur un espace non chauffé. Elle n'est pas toujours possible (ni toujours souhaitable) en raison de configurations spatiales (par exemple, la réhausse du plancher peut être problématique en interface avec les portes), ou en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (sols anciens, ...). C'est une opération lourde au temps de retour élevé.

DESCRIPTIF

Deux types d'intervention sont possibles :

- Une isolation en sous-face permet de conserver la masse inertielle que représente le plancher bas en béton. Elle permet de s'affranchir de la majorité des contraintes liées à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial. C'est la solution à privilégier.
- Une alternative consiste à réaliser l'isolation sur le plancher existant mais entraîne une surélévation importante du sol. Sa faisabilité est rare en raison des configurations spatiales. Elle entraîne la perte du bénéfice de la masse inertielle du plancher bas en béton. Cette dernière solution est à proscrire en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (portes, revêtements de sol, ...).

Un plancher bas en béton ne craint pas l'humidité, tous les isolants en panneaux ou rouleaux peuvent être utilisés. Une insufflation d'isolant en caisson ou même une projection humide d'isolant sont des solutions techniques adaptées.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Veiller à traiter les ponts thermiques avec le pourtour de la dalle ainsi qu'avec les murs de refends (descendre à minima de 50 cm sur les parois extérieures et les murs de refends).
- Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial (sols anciens, pavés de verre) avec lesquels une isolation sur le plancher est incompatible.
- Assurer une continuité parfaite de l'isolant. En présence de canalisations sous dalle, les joints doivent assurer une très bonne étanchéité à l'air.
- Prêter attention à la hauteur sous-plafond disponible.

Évaluation des gains en cas d'isolation d'un plancher en béton	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️	☁️☁️	🏭🏭

2

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

I. Isoler les planchers

I2. ISOLATION D'UN PLANCHER EN BÉTON

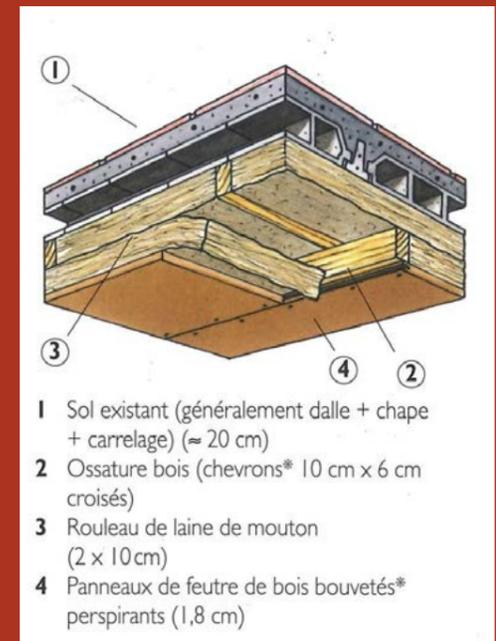


Illustration issue de l'ouvrage « l'isolation thermique écologique » de J.P. Oliva et S. Courgey, P. 197 et P. 198

Objectif : Renforcer l'isolation thermique du plancher bas pour limiter ses pertes (de l'ordre de 15%)

Cette solution est préconisée dans le cas d'un plancher sur cave voûtée ou sur plancher à voûtains, peu ou pas isolé, donnant sur un espace non chauffé. Elle n'est pas toujours possible (ni toujours souhaitable) en raison de configurations spatiales (par exemple, la réhausse du plancher peut être problématique en interface avec les portes), ou en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (sols anciens, ...). C'est une opération lourde au temps de retour élevé.

DESCRIPTIF

L'isolation d'un plancher bas sur cave voûtée ou plancher à voûtains est à réaliser par le dessus, une isolation en sous face étant complexe et incompatible avec la préservation du patrimoine.

Elle entraîne la déconstruction du sol existant ou sa dissimulation définitive. Elle est à réaliser si le remplacement du sol est prévu en raison de son mauvais état, ou s'il est dénué d'intérêt patrimonial. Dans le cas contraire, la solution rapportée doit être réversible.

Deux solutions sont envisageables :

- **Isolation sous le revêtement de sol nécessitant la dépose du revêtement de sol existant** (isolation sous chape, entre lambourdes et/ou sur lambourdes). C'est la solution à privilégier.
- **Isolation sur le revêtement de sol, avec une intervention par-dessus le plancher** (sous réserve d'absence de sol patrimonial), entraînant une réhausse du plancher bas conséquente. Cette solution est à proscrire en cas d'interfaces importants avec des éléments d'intérêts patrimoniaux (portes, cheminées, décors muraux, ...) ou de hauteur sous-plafond insuffisante.

L'humidité contenue dans le plancher bas doit s'évacuer par la surface supérieure du plancher.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

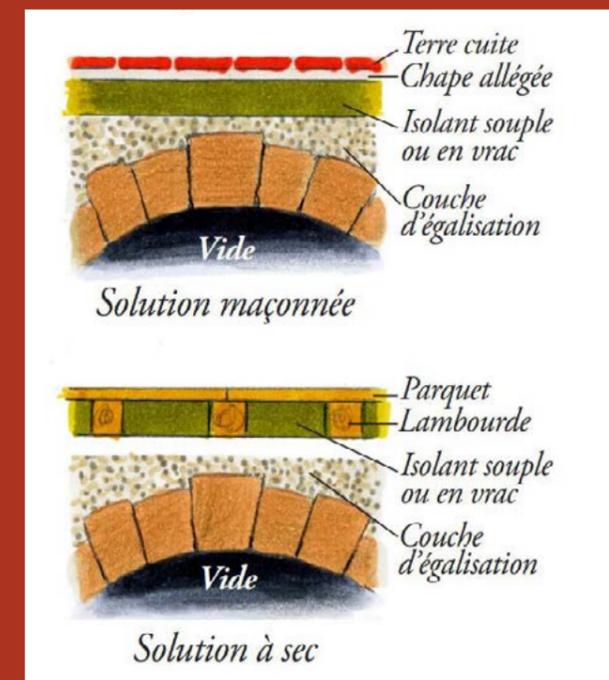
- **Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial** (revêtements de sols, portes, ...) avec lesquels une isolation sur le plancher est incompatible.
- **Prêter attention à la hauteur sous-plafond disponible.**
- **Privilégier les produits respirants et biosourcés** permettant la migration de la vapeur d'eau (ouate de cellulose, chènevotte - prohiber les produits étanches).
- **Veiller à traiter les ponts thermiques avec le pourtour de la dalle.**
- **Assurer une continuité parfaite de l'isolant**, notamment avec l'isolant intérieur des parois verticales si il existe.

3

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

I. Isoler les planchers

12. ISOLATION D'UN PLANCHER SUR CAVE VOÛTÉE OU PLANCHER À VOÛTAINS



Illustrations issues de la fiche-conseil ATHEBA sur les planchers dans le bâti ancien - Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'isolation d'un plancher sur cave voûtée ou à voûtains	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€	⌚⌚⌚	🔥	☁️☁️	🏭🏭

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des parois verticales pour limiter leurs pertes (de l'ordre de 20%)

J1

Cette solution est préconisée dans le cas de parois verticales de grandes surfaces, peu ou pas isolées, peu exposées au soleil, qui génèrent des phénomènes de parois froides. Elle n'est pas toujours possible (ni toujours souhaitable) en raison de configurations spatiales (par exemple, la création d'une surépaisseur peut être problématique en interface avec les fenêtres), ou en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (décors et modénature d'intérêt patrimonial). C'est une opération lourde au temps de retour élevé.

DESCRIPTIF

L'isolation des parois verticales par l'intérieur n'est à réaliser que lorsque les pertes thermiques par celles-ci sont importantes et jamais en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (décors à préserver).

Une isolation par l'intérieur coupe de l'inertie thermique apporté par les murs donnant sur l'extérieur. Cela peut occasionner une dégradation du confort thermique, notamment si les parois intérieures ne représentent pas une masse inertielle.

L'isolation est à réaliser au contact des parois verticales avec un frein-vapeur du côté chaud (à l'intérieur), recouvert d'un parement intérieur (plâtre, enduit, lambris).

Le traitement des ponts thermiques est primordial afin que l'isolation intérieure permette une réduction conséquente des déperditions thermiques, et n'engendre pas de risques de condensation au niveau des singularités.

Une isolation d'une épaisseur de 10 à 12 cm au maximum permet de limiter les risques de condensation de la vapeur d'eau dans l'épaisseur de l'isolant.

La facilité de mise en œuvre dépend de la géométrie des parois, de ses singularités (murs de refends, embrasures, ...) et des sys-

tèmes qui sont apposés aux parois (radiateurs, bouches d'extractions d'air).

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

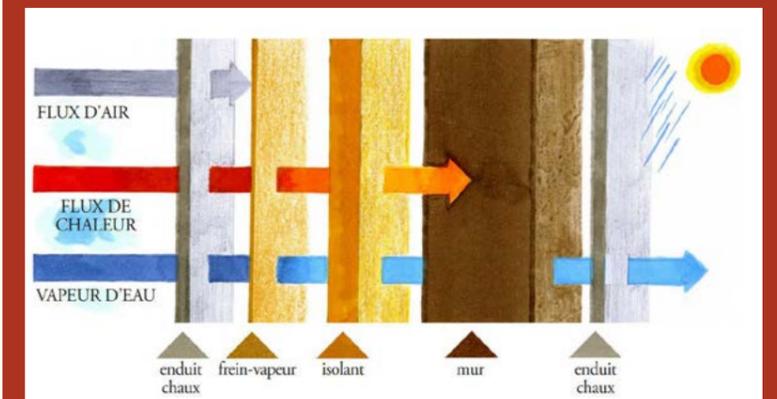
- **Résoudre les éventuels problèmes d'humidité avant la pose d'un isolant.**
- **Veiller à assurer un renouvellement d'air suffisant** dans les pièces de vie après réalisation de l'opération (gain en étanchéité à l'air).
- **Prêter attention à la migration de la vapeur d'eau et à la continuité capillaire** afin de prévenir les risques de condensation dans les murs au niveau des ponts thermiques.
- **Privilégier les produits respirants et biosourcés** (prohiber les produits étanches tels que les isolants synthétiques ou les pare-vapeurs).
- **Privilégier des matériaux dotés d'une inertie thermique importante** afin de conserver cette propriété du bâti ancien.
- **Assurer une continuité parfaite de l'isolant** (liaison menuiseries/murs extérieurs et liaison murs extérieurs/planchers).

Évaluation des gains en cas d'isolation intérieure des parois verticales	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️☁️	🏭🏭

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

J. Isoler les parois verticales

J1. ISOLATION INTÉRIEURE



Illustrations issues de la fiche-conseil ATHEBA sur les murs dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Objectif : Mettre un terme au phénomène de parois froides

J₂

Cette solution est préconisée dans le cas de parois verticales pour lesquelles il n'est pas possible de réaliser une véritable isolation thermique, ou pour les bâtiments ou logements dans lesquelles les pertes thermiques par les parois verticales sont faibles. Elle n'est pas toujours possible ni souhaitable en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (décors et modénature d'intérêt patrimonial). Elle présente l'avantage d'atténuer les phénomènes de parois froides et apporte une légère isolation.

DESCRIPTIF

Une correction thermique intérieure ou extérieure peut être réalisée lorsque les pertes thermiques par les parois verticales ne sont pas importantes.

Ces corrections thermiques ne peuvent être réalisées en cas de présence d'éléments d'intérêt patrimonial (décors à l'intérieur, façade remarquable à l'extérieur).

Les enduits correctifs sont moins isolants qu'un isolant classique et sont généralement mis en œuvre sur de faibles épaisseurs. Ils participent modérément au renforcement de l'isolation des parois verticales.

L'intérêt des enduits correctifs réside dans l'apport de masse thermique (ils ne réduisent pas l'inertie des murs, et possèdent eux-mêmes une inertie très forte) et dans l'atténuation des phénomènes de parois froides (leur effusivité est très faible).

Par ailleurs, ces enduits permettent de réduire les infiltrations d'air par les parois verticales si elles sont existantes, et la perte de surface habitable est minime.

Des papiers peints (type papier ingrain) existent également en tant que correctif thermique. Attention à ces produits qui ne sont pas toujours adaptés au bâti ancien (ils ne laissent pas toujours passer la vapeur d'eau).

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

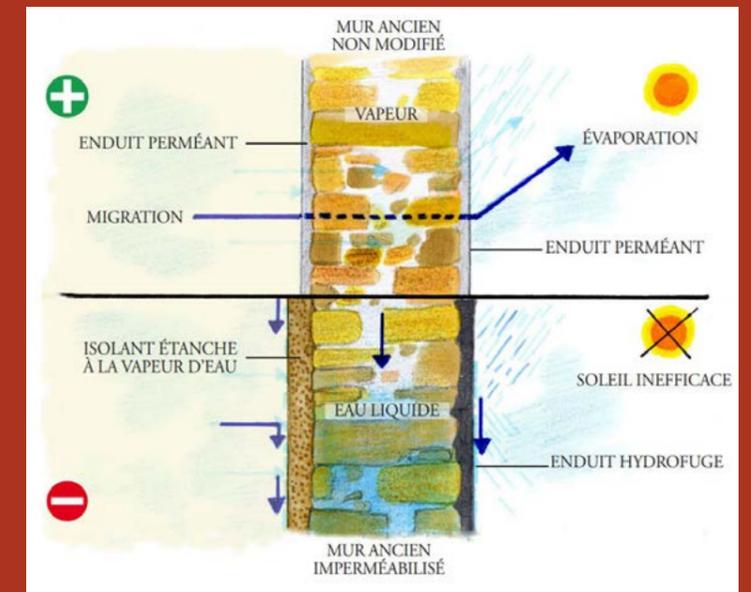
- Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial (revêtements et décors muraux, pans de bois, ...) avec lesquels une correction thermique est incompatible.
- Sélectionner un enduit perspirant, perméable à la vapeur d'eau, capillaire et hygroscopique permettant la migration de la vapeur d'eau (enduit chaux-chanvre, ...).

Évaluation des gains en cas de correction thermique par un enduit isolant	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡	€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️	🏭

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

J. Isoler les parois verticales

J2. CORRECTION THERMIQUE INTÉRIEURE OU EXTÉRIEURE PAR UN ENDUIT ISOLANT



Illustrations issues de la fiche-conseil ATHEBA sur les murs dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des parois verticales pour limiter leurs pertes (de l'ordre de 20%)

J3

Cette solution est préconisée dans le cas de parois verticales secondaires de faible intérêt architectural, dénuées d'apport solaire, pour lesquelles il n'est pas possible de réaliser une isolation par l'intérieur, et pour les bâtiments ou logements dans lesquelles les pertes thermiques par les parois verticales sont importantes. Elle modifie nettement l'apparence extérieure des façades. Elle est très rarement possible dans le périmètre du PSMV. Elle présente l'avantage de préserver l'inertie thermique des parois verticales et de réduire les phénomènes de ponts thermiques.

DESCRIPTIF

L'isolation des parois verticales par l'extérieur n'est à réaliser que lorsque les pertes thermiques par celles-ci sont importantes et jamais en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (décors à préserver).

Il est indispensable de prêter attention à ne pas « rompre » l'équilibre thermique et hydrique originel du bâti.

Deux solutions sont envisageables :

- **Isolation au contact des parois verticales et enduite, l'isolant est collé et chevillé à la paroi,**
- **Isolation au contact des parois verticales et recouverte d'un bardage ventilé, une ossature secondaire fixée à la façade isolée supporte alors le bardage.**

La migration de la vapeur d'eau vers l'extérieur doit être assurée pour prévenir les risques de développement de moisissures et de pourritures dans le mur, et maintenir les performances thermiques de l'isolant dans le temps.

Le traitement des ponts thermiques est à réaliser soigneusement (parfois difficiles à traiter) afin de ne pas générer de déperditions ou de sources de dégradations dans les joints mal traités.

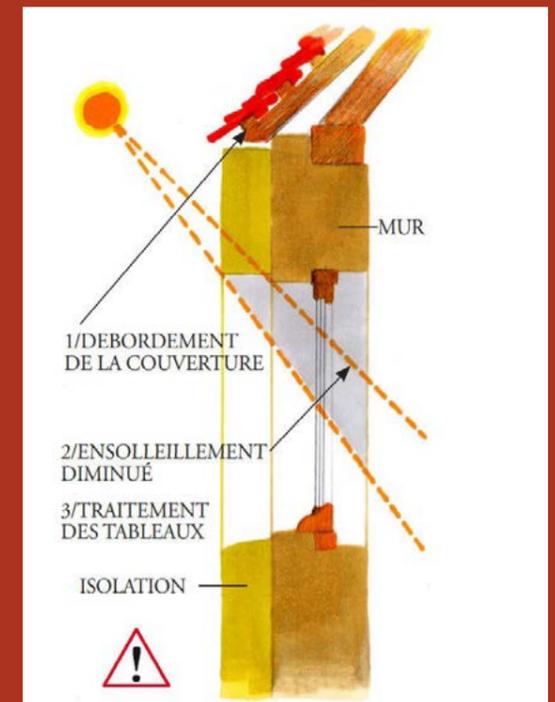
BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- **Résoudre les éventuels problèmes d'humidité avant la pose d'un isolant.**
- **Veiller à assurer un renouvellement d'air suffisant** dans les pièces de vie après réalisation de l'opération (gain en étanchéité à l'air).
- **Prêter attention aux interfaces avec les menuiseries et les débords de toitures.**
- **Prêter attention à la migration de la vapeur d'eau et à la continuité capillaire de l'isolant** avec la paroi afin de prévenir les risques de condensation dans les murs au niveau des ponts thermiques.
- **Privilégier les produits respirants et biosourcés** (exemple : laine de bois - prohiber les produits étanches tels que les isolants synthétiques ou les pare-vapeurs).
- **Assurer une continuité parfaite de l'isolant** (liaison plancher bas/murs extérieurs et liaison murs extérieurs/plancher haut).

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

J. Isoler les parois verticales

J3. ISOLATION EXTÉRIEURE



Illustrations issues de la fiche-conseil ATHEBA sur les murs dans le bâti ancien - Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas d'isolation extérieure	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️	☁️☁️	🏭🏭

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des menuiseries pour limiter les pertes par infiltration d'air (de l'ordre de 30%)

K₁

Cette solution est préconisée dans le cas de menuiseries vieillissantes, de faible étanchéité à l'air, dotées d'un intérêt patrimonial. En cas d'actions sur les menuiseries, cette opération est la première à envisager. En effet, les pertes par infiltrations d'air sont souvent très importantes dans le bâti ancien. Cette opération est souvent moins onéreuse que le remplacement des menuiseries. Elle ne permet pas la réduction des pertes par les vitrages.

DESCRIPTIF

Cette solution permet de ne pas recourir au remplacement d'une menuiserie à simple vitrage d'intérêt patrimonial, qui est à envisager seulement en dernier recours.

Elle consiste à remplacer les bavettes, reprendre les calfeutrements (garniture d'étanchéité), ou encore poser des joints en rainure.

Le rebouchage des défauts des menuiseries permet d'améliorer la performance thermique des menuiseries, leurs masticage suivi d'un ponçage permet d'obtenir une finition de qualité.

En cas de déformation des vantaux, une mise sous presse et la pose d'équerres d'angle peut être nécessaire en complément, afin d'obtenir une étanchéité satisfaisante de l'ouvrant.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

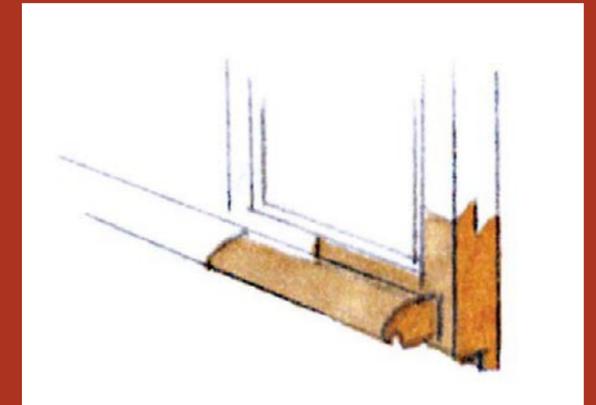
- Veiller à assurer un renouvellement d'air suffisant dans les pièces de vie après réalisation de l'opération (gain en étanchéité à l'air).
- Réaliser l'opération de façon globale de sorte à réduire les pertes par infiltrations d'air souvent importantes.
- Privilégier la réparation au remplacement des menuiseries d'intérêt patrimonial.

Évaluation des gains en cas d'amélioration des menuiseries	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡	€€	⌚⌚	🌡️🌡️	☁️	🏭

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

K. Agir sur les menuiseries

K1. RÉPARATION DES MENUISERIES, AMÉLIORATION DE L'ÉTANCHÉITÉ



Illustrations issues de la fiche-conseil ATHEBA sur les ouvertures dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des menuiseries pour limiter les pertes par infiltration d'air (de l'ordre de 10%)

K₂

Le remplacement des vitrages est préconisé dans le cas de vitrages détériorés, ou dénués d'un intérêt patrimonial. Le remplacement des vitrages d'intérêt patrimonial n'est pas souhaitable si ils sont en bon état. L'installation de survitrages est préconisée pour des vitrages d'intérêt patrimonial (ou pour une correction du confort), lorsque la mise en place d'une double fenêtre ne présente pas de faisabilité (ou n'est pas pertinente). Cette opération ne permet pas de réduire les pertes par infiltrations d'air des menuiseries, et peu celles par les vitrages. Elle est onéreuse au vu des réductions de consommations d'énergie qu'elle permet de générer. Elle diminue néanmoins le phénomène de paroi froide.

DESCRIPTIF

Ces solutions permettent de ne pas recourir au remplacement d'une menuiserie à simple vitrage d'intérêt patrimonial, qui est à envisager seulement en dernier recours.

La première consiste à conserver la menuiserie bois existante et à remplacer un simple vitrage fin par un simple vitrage plus épais, et en la mise en place de vitrages épais fixés par mastic ou par parclose en applique intérieure.

Cette solution ne permet pas de réduire de façon significative les pertes thermiques par les vitrages. Ces dernières sont souvent secondaires. Elle permet de ne pas diminuer de les apports solaires (pas de diminution du clair de jour).

L'installation d'un survitrage permet de diminuer l'inconfort thermique au proche des menuiseries simple vitrage généré par le phénomène de paroi froide ainsi que d'améliorer le confort acoustique si elles donnent sur des environnements extérieurs bruyants. (pas d'amélioration thermique notable).

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

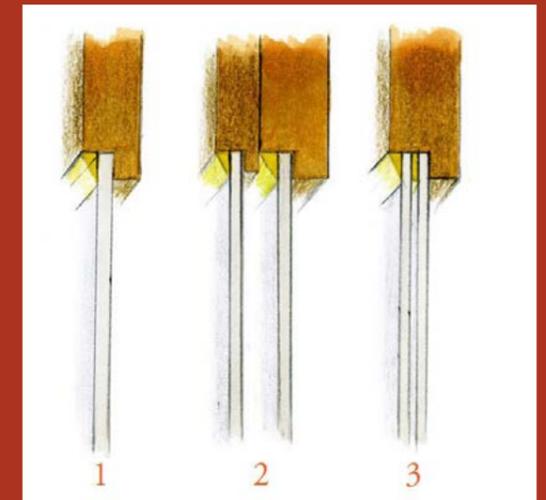
- Assurer l'optimisation des apports solaires en conservant des surfaces de vitrages importantes et en limitant la diminution du clair de jour.
- Mettre en place du simple vitrage très épais et performant ou un double vitrage à isolation thermique renforcée (sous réserve que les menuiseries puissent les supporter).
- Mettre en place du survitrage à l'intérieur uniquement, le plus discret possible (grand vitrage à la transparence élevée).

Évaluation des gains en cas de remplacement de vitrages ou mise en place de survitrages	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
		€€				

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

K. Agir sur les menuiseries

K2. REMPLACEMENT DES VITRAGES, INSTALLATION DE SURVITRAGES



Illustrations issues de la fiche-conseil ATHEBA sur les ouvertures dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des menuiseries pour limiter les pertes par infiltrations d'air et par les vitrages

K₃

La pose de doubles fenêtres en intérieure est préconisée dans le cas de fenêtres d'intérêt patrimonial, entraînant un inconfort thermique et/ou des pertes thermiques importantes. Elle permet de diminuer les pertes thermiques par infiltrations d'air et par les vitrages, et de mettre un terme au phénomène de paroi froide, sans remplacer les menuiseries existantes. C'est une solution onéreuse permettant néanmoins des gains énergétiques importants. Elle n'est pas toujours possible (ni toujours souhaitable) en raison de configurations spatiales (par exemple, manque de profondeur de l'embrasure), ou en présence d'éléments d'intérêt patrimonial (décors et modénature).

DESCRIPTIF

Cette solution permet de ne pas recourir au remplacement d'une menuiserie à simple vitrage d'intérêt patrimonial, qui est à envisager seulement en dernier recours.

Elle consiste à conserver la menuiserie d'origine et à installer une seconde fenêtre côté intérieur. Les deux fenêtres s'ouvrent vers l'intérieur.

Cette solution permet de réduire de façon significative les pertes thermiques par infiltrations d'air et par les vitrages. La fenêtre intérieure doit être dotée d'une grande surface de vitres pour ne pas diminuer le clair de jour.

L'installation d'une double fenêtre permet de diminuer l'inconfort thermique au proche des menuiseries simple vitrage généré par le phénomène de paroi froide, ainsi que d'améliorer le confort acoustique si elles donnent sur des environnements extérieurs bruyants.

Si la nouvelle fenêtre est mise en œuvre en complément d'une isolation intérieure, elle peut être installée en continuité de l'isolant.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

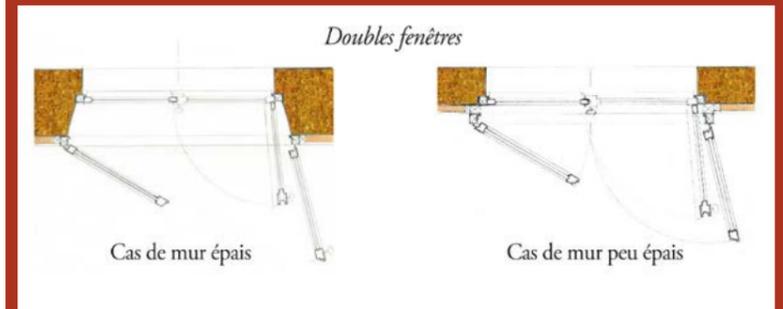
- Veiller à assurer un renouvellement d'air suffisant dans les pièces de vie après réalisation de l'opération (gain en étanchéité à l'air).
- Assurer l'optimisation des apports solaires en conservant des surfaces de vitrages importantes et en limitant la diminution du clair de jour.
- Assurer le bon entretien des menuiseries existantes conservées.

Évaluation des gains en cas de pose de double-fenêtres en intérieur	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🌡️🌡️🌡️	☁️☁️	🏭🏭

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

K. Agir sur les menuiseries

K3. POSE DE DOUBLE-FENÊTRES EN INTÉRIEUR



Illustrations issues de la fiche-conseil ATHEBA sur les ouvertures dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Objectif : Renforcer l'isolation thermique des menuiseries pour limiter les pertes par infiltrations d'air et par les vitrages

K₄

Le remplacement de menuiseries anciennes est à réaliser en dernier recours, et si le gain est notable (pertes thermiques importantes et apports solaires faibles, menuiseries mal exposées). Cette solution permet de diminuer les pertes thermiques par infiltrations d'air et par les vitrages, et de mettre un terme au phénomène de paroi froide. C'est une solution très onéreuse permettant néanmoins des gains énergétiques importants. La pose d'une double fenêtre lui est préférable. Cette solution n'est pas envisageable en présence de fenêtres et/ou des vitrages d'intérêt patrimonial.

DESCRIPTIF

Cette solution est à envisager en dernier recours, la réparation des menuiseries, la mise en place de doubles fenêtres, ou encore l'installation de survitrages ou de vitrages plus épais que ceux d'origines, sont autant de solutions à considérer avant un remplacement total.

Cette solution consiste à installer de nouvelles menuiseries à double voir triple vitrage en remplacement de menuiseries simple vitrage. Elle est intéressante dans le cas de menuiseries dénuées d'intérêt patrimonial exposées au nord (pas d'apports solaires et pertes thermiques importantes).

Elle permet de réduire de façon significative les pertes thermiques par infiltrations d'air lorsque la pose est bien réalisée. L'espace intercalaire entre les deux vitrages et les traitements de surface des verres permettent de diminuer les pertes par les vitrages.

L'installation d'une nouvelle menuiserie permet de mettre un terme à l'inconfort thermique au proche d'un simple vitrage, généré par le phénomène de paroi froide, ainsi que d'améliorer le confort acoustique si elles donnent sur des environnements extérieurs bruyants.

BONNES PRATIQUES ET POINTS DE VIGILANCE

- Prêter attention à l'adéquation des fenêtres à la taille et forme de la baie, et à la typologie architecturale du bâtiment.
- Solution à réaliser dans le cadre d'un projet global et cohérent de rénovation énergétique et patrimonial.
- Prêter attention à la reprise à l'identique des fenêtres (composition générale, épaisseur et dimensions des profils, dimension des vitrages, petits bois).
- Assurer l'optimisation des apports solaires en conservant des surfaces de vitrages importantes et en limitant la diminution du clair de jour.
- Veiller à assurer un renouvellement d'air suffisant dans les pièces de vie après réalisation de l'opération (gain en étanchéité à l'air).

FICHE-ACTION ACTIONS SUR LE BÂTI

K. Agir sur les menuiseries

K4. REMPLACEMENT DE MENUISERIES



Illustrations issues de la fiche-conseil ATHEBA sur les ouvertures dans le bâti ancien – Maisons Paysannes de France

Évaluation des gains en cas de remplacement de menuiseries	Economie d'énergie	Montant de l'investissement	Temps de retour	Gain en confort	Réduction des émissions de GES	Energie grise
	⚡⚡⚡	€€€	⌚⌚⌚	🔥🔥🔥	☁️☁️	🏭🏭

Conclusion

CONCLUSION DE L'ÉTUDE

L'étude de différentes typologies thermiques de bâtiments anciens angevins met en évidence la singularité des profils thermiques des bâtiments visités. Chaque bâtiment est unique en raison de son environnement et de la façon dont il y est implanté, de ses caractéristiques surfaciques et volumétriques, de la constitution de ses parois et ouvrants, de ses systèmes, mais aussi de la façon dont il est occupé. Ce dernier point est particulièrement ressorti de l'étude thermique.

La singularité de chacun des bâtiments induit la nécessité de réaliser, en aval de la présente étude, des prestations complémentaires indispensables lors de phases ultérieures, de professionnels spécialisés en architecture et en thermique du bâtiment, avant de réaliser des opérations lourdes et irréversibles sur le bâtiment.

En amont de telles opérations, de bonnes pratiques peuvent être instaurées par ses occupants. La diminution des consommations d'énergie dédiée au chauffage ou au refroidissement ainsi que l'amélioration du confort thermique des occupants peut être grandement impacté par des actions aux coûts modérés et aux retours sur investissement limités. Ces actions sont introduites dans l'étude thermique, leur pertinence dans le cas particulier d'un bâtiment est à déterminer en consultant ses fiches actions ainsi que ses fiches thermiques.

Ressources à consulter :

Fiches-conseil ATHEBA sur le bâti ancien
Maisons Paysannes de France

LEXIQUE

BIO SOURCÉ : se dit d'un produit ou d'un matériau entièrement ou partiellement fabriqué à partir de matières d'origine biologique. Terme bénéficiant d'une définition législative depuis 2016. Attention néanmoins, il n'y a pas de règle concernant la part de matière biosourcée dans un produit dit biosourcé.

EFFUSIVITÉ : l'effusivité thermique d'un matériau caractérise sa capacité à échanger de l'énergie thermique avec son environnement.

ÉNERGIE GRISE : quantité d'énergie consommée lors du cycle de vie d'un matériau ou d'un produit à l'exception de son utilisation (production, extraction, transformation, fabrication, transport, mise en œuvre, entretien, recyclage).

ENTREVOUS : hourdis, ouvrage de plâtre, de maçonnerie ou voûtain occupant l'espace entre deux solives ; cet espace lui-même.

FREIN-VAPEUR : membrane d'étanchéité à l'air qui régule le flux de vapeur d'eau, sans le bloquer totalement.

HOURDIS : corps de remplissage, en aggloméré ou en terre cuite, posé entre les poutres ou nervures d'un plancher.

HYGROMÉTRIE : étude de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air.

HYGROSCOPIQUE : se dit d'un matériau s'il est capable de stocker en eau liquide de la vapeur d'eau dans sa structure (pores).

INERTIE THERMIQUE : capacité physique d'un matériau à conserver sa température.

INSERT : Appareil de chauffage à caisson métallique qui s'encastre dans une cheminée existante.

LAMBOURDE : poutre fixée le long d'un mur pour recevoir les solives d'un plancher.

LITEAU (TOITURE) : Pièce de bois placée horizontalement sur les chevrons pour recevoir les tuiles ou les ardoises.

LITEAU (PAROI VERTICALE) : tasseau de bois fixé à un mur pour supporter une tablette ou servir d'appui.

PARE-VAPEUR : membrane d'étanchéité à l'air qui bloque le flux de vapeur d'eau.

PONT-THERMIQUE : zone dans l'enveloppe d'un bâtiment où la barrière isolante est rompue, où la résistance thermique est faible.

SCHISTE : roche sédimentaire ou métamorphique, susceptible de se débiter en feuillets.

SOLIVE : poutrelle qui soutient un plancher et qui porte sur les murs ou sur les poutres.

TUFFEAU : calcaire crayeux, blanc jaunâtre, tendre et poreux, utilisé pour la construction.

VENTILATION NATURELLE : ventilation passive non mécanisée, flux d'air générés par des différences de pressions et de températures.

VENTILATION SIMPLE FLUX : ventilation mécanique contrôlée par des bouches d'extractions équipées de ventilateurs.

VANNE THERMOSTATIQUE : vanne qui se base sur la température ambiante pour faire varier le débit d'eau circulant dans un radiateur.

VOLET PERSIENNE : volet dont la partie pleine est remplacée, en partie ou totalement, par des lames inclinées, fixes ou mobiles.

VOÛTAIN : chacune des petites voûtes longitudinales pouvant former entrevous entre les poutrelles d'un plafond.