

AMÉLIORER LES PERFORMANCES THERMIQUES

DU BÂTI ANTÉRIEUR À 1948

Une grande partie des édifices du centre-ville d'Angers sont des constructions réalisées à partir de matériaux locaux naturels (calcaire, schiste, bois...) aux propriétés thermiques et hygrométriques souvent mal connues.

Par essence, le bâti antérieur à 1948 interagit durablement avec son environnement et les conditions climatiques ; les interventions qui visent à l'amélioration de son confort ne doivent pas perturber cet équilibre de fonctionnement. En particulier, les méthodes standardisées issues des techniques industrielles ne sont pas adaptées pour une intervention sur ce bâti, au risque de mettre en péril la construction.

Cette fiche-conseil est destinée à expliquer la démarche à adopter pour préserver les qualités du bâti ancien, son authenticité patrimoniale tout en améliorant le confort intérieur et en réduisant la dépense énergétique.

Avant toute intervention

- **Se référer au Règlement du PSMV** et aux fiches-actions de l'étude thermique contenues dans son Diagnostic ;
- **Faire réaliser une étude spécifique dans le but de :**
 - Connaître les matériaux, les modes constructifs et comprendre le fonctionnement hygrothermique du bâti ;
 - Analyser l'état global et éliminer les éventuelles pathologies ;
 - Déterminer les sources principales de déperditions et prioriser les interventions, adopter les bons gestes et savoir entretenir le bâti ;
- **Évaluer l'impact à terme des interventions** sur le confort intérieur, les consommations énergétiques et sur le patrimoine bâti ;
- **Déposer une demande d'autorisation de travaux** auprès du service Urbanisme d'Angers (cela concerne également les intérieurs pour les immeubles protégés).

Il est fortement recommandé de consulter le service de l'Architecte des Bâtiments de France (UDAP), qui saura vous orienter dans votre projet d'amélioration thermique d'un bâti ancien protégé.

Les propriétés du bâti ancien sont déjà des atouts pour répondre aux enjeux écologiques et environnementaux actuels. Seule une approche subtile et sensible permet d'en améliorer les performances.

À CHAQUE BÂTI SES PROPRIÉTÉS, ATOUTS & FAIBLESSES

Le bâti angevin recouvre une diversité de matériaux, de formes et de situations dans le tissu urbain complexe. Aussi, le temps du diagnostic est primordial pour comprendre en quoi l'environnement urbain, les conditions climatiques, les caractéristiques architecturales, constructives et techniques, les usages et occupations, impactent le comportement hygrothermique du bâti et conditionnent donc le choix des bonnes méthodes pour améliorer les performances énergétiques.

MODES CONSTRUCTIFS TRADITIONNELS, la conception d'un bâti "respirant"

MAISON EN PAN DE BOIS

Époque médiévale et Renaissance

- mitoyenneté et forte compacité, faible linéaire de façade
- hauts combles, formes parfois complexes et fragmentées
- structure mixte pan de bois et maçonnerie de pierre, bonne inertie
- faible taux d'ensoleillement des façades et espaces arrières

- ▶ [Fiche thermique n°1](#)
- ▶ [Étude maison d'Adam](#)

LES DEMEURES DE L'ANCIEN RÉGIME

dans des secteurs plus ou moins denses à fort ancrage historique



MAISON MITOYENNE ET ANCIEN HÔTEL PARTICULIER

Antérieurs au XIX^e siècle

- grand linéaire de façade, exposé aux conditions climatiques (dont apports solaires importants)
- grand développé de toiture, vastes combles inhabités
- grands volumes et espaces tampons, ventilation traversante
- maçonnerie traditionnelle, inertie

- ▶ [Fiches thermiques n°2, 3](#)

IMMEUBLE DE RAPPORT

Type « Haussmannien »

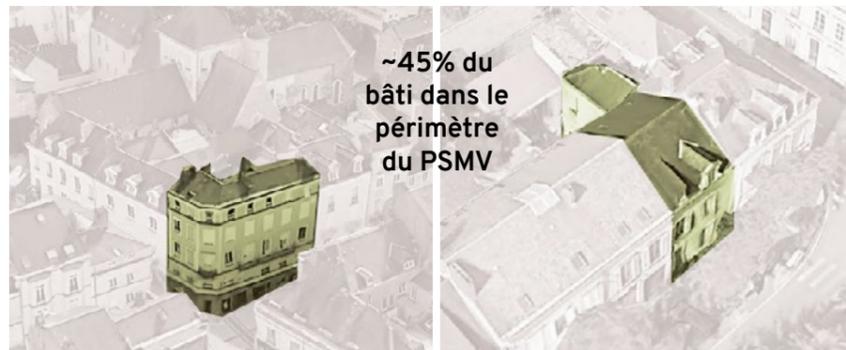
- grand linéaire de façade aux percements nombreux, soumis aux conditions climatiques
- maçonnerie traditionnelle, inertie
- faible taux d'ensoleillement sur cœur d'îlot

Types transposables à d'autres édifices en maçonnerie traditionnelle divisés en appartements.

- ▶ [Fiches thermiques n°7, 8](#)

ÉDIFICES DU XIX^E SIECLE

grandes opérations urbaines du XIX^e siècle (alignements, lotissements)



MAISON ET PETIT HÔTEL

édifice unifamilial, « Maison angevine »

- mitoyenneté et forte compacité
- maçonnerie traditionnelle, bonne inertie, bons apports solaires
- support d'extensions tardives (début XX^e) : inertie faible et confort thermique plus faible

- ▶ [Fiches thermiques n°4, 5, 6](#)

MODES CONSTRUCTIFS INDUSTRIELS, la conception d'une "boîte étanche"

rupture dans la conception et l'insertion, à partir du milieu du XX^e siècle

MAISON À OSSATURE BÉTON

Maison individuelle à ossature béton, façades en schiste et larges ouvertures

- mitoyenneté faible
- bons apports solaires
- isolants étanches
- enveloppe d'origine déperditive

▶ Modes de fonctionnement différents - se référer aux fiches actions de l'étude thermique contenue dans le PSMV : [Fiche thermique n°9](#)



ÉQUIPEMENT PUBLIC

ossature béton, larges ouvertures, occupation sur la journée uniquement

- quasi-absence de mitoyenneté
- apports solaires
- enveloppe d'origine très déperditive

▶ Modes de fonctionnement différents - se référer aux fiches actions de l'étude thermique contenue dans le PSMV : [Fiche thermique n°10](#)

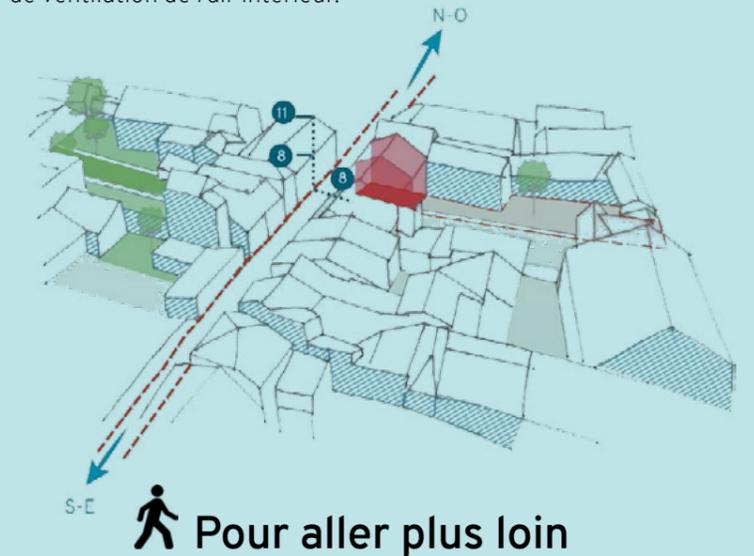
Le saviez-vous ?

L'importance de l'environnement urbain

Les conditions climatiques et les qualités thermiques du bâti dépendent fortement de l'environnement urbain par :

- **le taux d'ensoleillement** : suivant l'orientation et la largeur des voies, les gabarits environnants, l'implantation du bâtiment sur la parcelle, la végétation et les masques solaires, ainsi que les saisons.
- **l'exposition aux vents** : suivant l'orientation des voies (N-E/ S-O plus exposées, ou S-E/N-O) et les formes urbaines (longueur et largeur des rues, infléchissement, fronts urbains et discontinuités).

En outre, la densité, la compacité et la mitoyenneté des bâtiments sur un îlot, influent sur les déperditions énergétiques et la qualité de ventilation de l'air intérieur.



Pour aller plus loin

- Consulter l'étude thermique contenue dans le Diagnostic du PSMV : [Étude-thermique et ses fiches-actions](#)

Afin de s'appuyer sur la réalité du patrimoine local et des modes d'habiter actuels, l'étude thermique réalisée dans le cadre du PSMV a analysé une dizaine de cas de figure, représentatifs des principales typologies d'habitat que l'on trouve dans le centre-ville. Une dizaine de fiches présentent ainsi les caractéristiques constructives et thermiques et proposent, en s'appuyant sur des données réelles, des bouquets d'actions pour améliorer la performance et le confort thermique avec des solutions adaptées (techniquement et esthétiquement). L'étude, réalisée en 2020-2021 par le bureau d'étude thermique WEPO en partenariat avec l'agence Paume, se compose :

- d'un rappel des atouts et faiblesses des formes urbaines et de chaque type d'architecture (matériau, mode constructif, percements, etc.),
- d'un recueil de "fiches thermiques" détaillant chacune un type de construction angevine,
- d'un livret de fiches-actions.

- Consulter l'étude préalable à la restauration de la Maison d'Adam : [Maison-Adam](#)

- Un référentiel technique "Un bâti en tuffeau pour aujourd'hui"

- ▶ PNR Loire Anjou Touraine / Creba : [Bâti-tuffeau](#)

Pour connaître les prescriptions opposables, se reporter au Règlement du PSMV (Article US5)

LE COMPORTEMENT THERMIQUE & HYGROMÉTRIQUE

Système ouvert et dynamique, le bâti ancien interagit avec son environnement contrairement au bâti récent conçu comme une "boîte étanche". Par sa morphologie, sa compacité et l'organisation de ses espaces, c'est une architecture pragmatique, mais aussi durable par ses matériaux naturels (géosourcés et biosourcés), peu transformés et réemployables. Dans ce système riche et hétérogène, chaque matériau mis en œuvre a des propriétés spécifiques qui définissent sa position dans le bâti.

LES PROPRIÉTÉS DES MATÉRIAUX

1 ARDOISE & SCHISTE (roche dure, dense et peu poreuse) en couverture ou en maçonnerie (enduite)

- + Résistance, durabilité
- + Imperméable à l'eau, rupture de capillarité
- + Bonne inertie thermique

2 TUFFEAU (pierre calcaire, tendre et poreuse)

- + Bonne inertie et bon déphasage thermique
- + Perméabilité à la vapeur d'eau : il se charge en eau l'hiver et la déstocke l'été par évaporation, faisant de lui un climatiseur naturel et permettant un confort d'été excellent
- Stockage de l'humidité en hiver
- Risques de fracturation dus chocs thermiques
- Dégradation en cas d'incompatibilité avec un autre matériau, sensibilité aux cycles gel/dégel

3 ENDUIT CHAUX-SABLE sur les maçonneries de moellons

- + Protection contre l'humidité
- + Perméabilité à la vapeur d'eau favorisant l'extraction de l'eau interne du mur, assurant une bonne conservation des maçonneries
- + Maintien des échanges hygrothermiques, et régulation du confort intérieur en limitant les parois froides

4 BOIS - CHÊNE

- charpente, plancher, revêtements, menuiseries, volets...
- + Conductivité thermique modérée (faible pont thermique)
- + Matériaux "chauds" dont la température superficielle s'harmonise rapidement à leur environnement
- Sensibilité aux xylophages et à l'humidité prolongée

5 ENDUIT PLÂTRE

- + Bonne inertie thermique, faiblement effusif (matériau "chaud") diminue l'effet de paroi froide
- + Respirant, favorise l'évaporation et la migration de la vapeur d'eau

6 TERRE-ARGILE

- utilisée en terre crue (quenouilles...) ou cuite (tomettes...) :
- + Excellente inertie thermique et qualités phoniques
- + Matériau perspirant, bonne évaporation
- + Régulateur hygrothermique

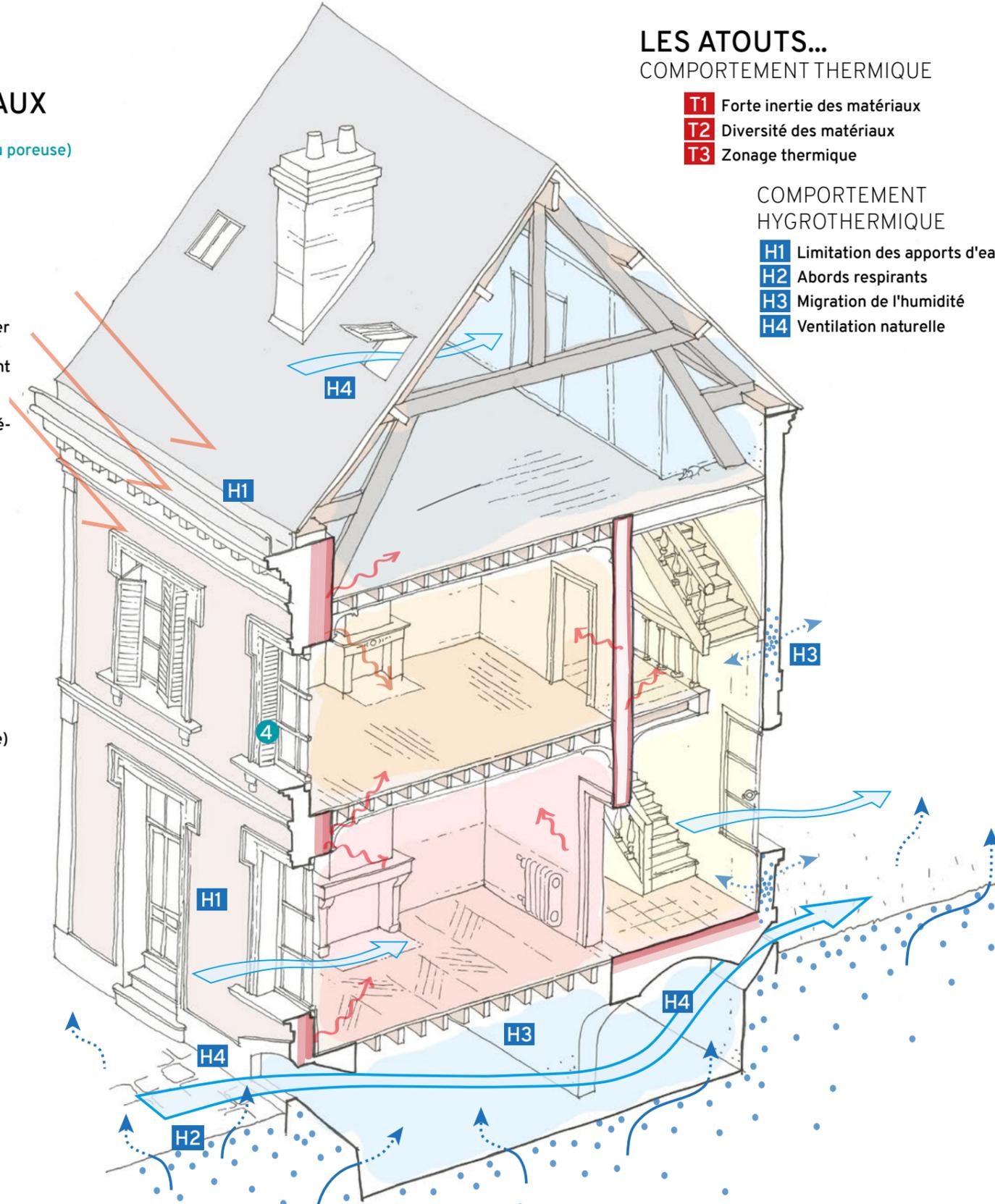
LES ATOUTS...

COMPORTEMENT THERMIQUE

- T1 Forte inertie des matériaux
- T2 Diversité des matériaux
- T3 Zonage thermique

COMPORTEMENT HYGROTHERMIQUE

- H1 Limitation des apports d'eau
- H2 Abords respirants
- H3 Migration de l'humidité
- H4 Ventilation naturelle



Le saviez-vous ?

Le bâti ancien tire parti des apports solaires et du chauffage de masse grâce à...

T1 La forte inertie des matériaux : la masse du mur capte et restitue lentement (déphasage) la chaleur ou la fraîcheur par rayonnement, amortissant les variations de températures, alternativement sur des rythmes jour/nuit ;

T2 La diversité des matériaux : outre les grands encastresments de poutres, les liaisons entre la façade pierre et le plancher bois ne créent pas de ponts thermiques significatifs ;

T3 La compacité et le zonage thermique : Pour réduire les déperditions, présence d'espaces tampons non chauffés (comble, cave,...) qui protègent le cœur de l'habitat du vent et des variations de températures.

Un système perspirant qui compose avec l'humidité par...

H1 La limitation des apports d'eau : par la conception (débords, rupture de capillarité...)

H2 Des abords respirants : le terrain naturel non imperméabilisé a une capacité de rétention et d'évaporation de l'humidité réduisant les effets du ruissellement de l'eau sur les pieds de mur

H3 La migration de l'humidité : les matériaux naturels ne bloquent pas les transferts de la vapeur d'eau

H4 La ventilation naturelle : source de déperditions, elle garantit cependant une bonne qualité de l'air et un confort d'été en évacuant la chaleur interne en permettant l'évaporation de l'eau stockée dans les parois pendant la saison hivernale.

Quand un bâti a été dénaturé ...

L'altération touche à la fois l'aspect et les propriétés thermiques et hygrothermiques : la migration de l'eau est alors bloquée.

L'enduit ciment imperméable empêche la maçonnerie ancienne de respirer, retient l'humidité et à terme fragilise les pierres de tuffeau. Cette rétention d'eau entraîne des désordres d'ordre thermique (*sensation de parois froides*) et sanitaires (*stagnation des eaux dans les maçonneries*) pouvant compromettre la stabilité de l'ouvrage.



Les propriétés d'origine du bâti nécessitent souvent d'être rétablies avant d'entreprendre des travaux d'amélioration.

- Consulter l'ouvrage sur les propriétés hygrothermiques du bâti, et les propriétés des matériaux isolants : Jean-Pierre Oliva - *L'isolation thermique écologique - Terre Vivante ed. 2010*

Pour connaître les prescriptions opposables, se reporter au Règlement du PSMV (Article US5)

ADOPTER LES BONS GESTES

Habiter le bâti ancien est un mode de vie qui consiste à la fois à adapter et s'adapter. Pour y vivre confortablement, il n'est pas toujours nécessaire d'engager de lourds travaux. Certaines bonnes pratiques et interventions légères permettent d'agir sur les points faibles du bâti et de tirer parti de ses points forts, pour une amélioration du confort et ainsi une baisse indirecte des besoins de chauffage.

CONFORT HIVERNAL

Agir sur les sources d'inconfort

1 LIMITER LES INFILTRATIONS D'AIR

> Solutions de calfeutrements (*fenêtres, portes, trappes de combles, cheminées*) en maintenant le renouvellement d'air.

2 ATTENUER L'EFFET DE PAROIS FROIDES

(*vitrages, "pierre apparente", parois secondaires, allèges de faible épaisseur..*)

> fermeture des volets et rideaux le soir ▶ [Fiche action B](#)

> un enduit correcteur perspirant au devant des parois minces (*incompatible en présence de revêtements et décors d'intérêt patrimonial, ou pans de bois*) ▶ [Fiche action J2](#)

> des revêtements "chauds" à faible émissivité (*lambris...*) dont la température superficielle s'harmonise à l'environnement, ou toute autre solution mobile (*meubles, tentures, ...*). ▶ [Fiche action D](#)

Profiter des atouts du bâti ancien

3 CONSERVER/MULTIPLIER LES PAREMENTS INTÉRIEURS

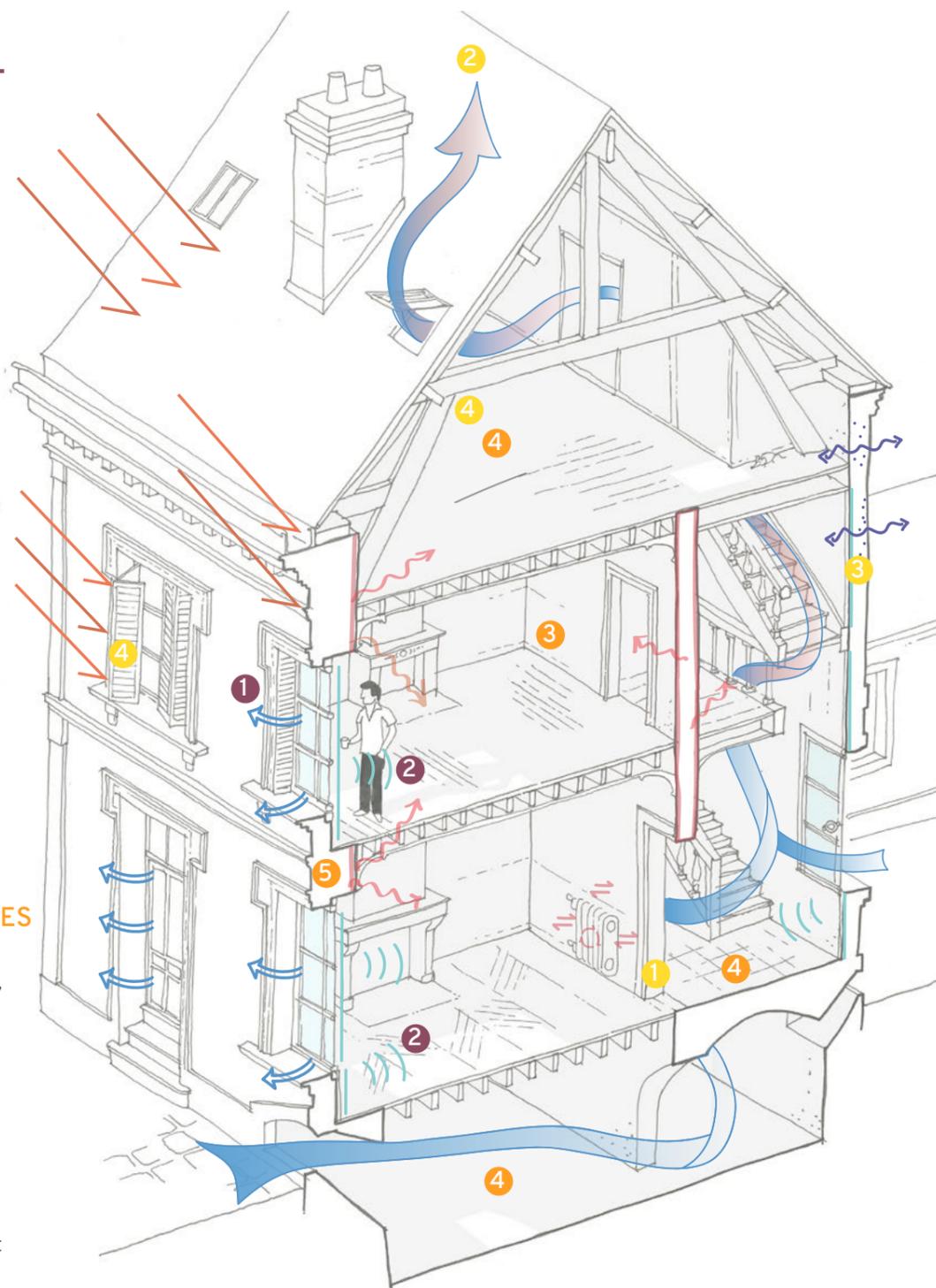
Traditionnellement, les tentures, tapisseries, lambris bois puis enduits plâtre diminuaient l'effet de paroi froide.

> inclure des parements "chauds" et faiblement effusifs dans l'aménagement intérieur

4 CONSERVER ET CRÉER DES ESPACES TAMPONS

Greniers, cave, distribution, annexe... servent de transition et de protection thermique des pièces occupées et chauffées en hiver, les protégeant du vent et des variations de température. Au Sud (*véranda, serre...*), ils diffusent la chaleur du soleil.

> maintenir les cloisonnements avec une gestion différenciée du chauffage



5 PROFITER DE L'INERTIE DE LA PAROI SUD

qui stocke les apports solaires et restitue la chaleur.

> réduire les masques solaires (*entretien végétation, choix d'arbres à feuillages caducs, maîtrise de la densification*)

CONFORT ESTIVAL

Des qualités à préserver,

1 FAVORISER LA VENTILATION NATURELLE

Les espaces traversants permettent un balayage d'air efficace qui évacue la chaleur accumulée à l'intérieur et favorise la sensation de fraîcheur

> Éviter de cloisonner ou décroisonner excessivement

2 TIRER PROFIT DE L'INERTIE ET DU DÉPHASAGE THERMIQUE

La masse et l'inertie des structures maçonnées associée à une **surventilation nocturne**, stocke la fraîcheur de la nuit et la redistribue lentement dans la journée (déphasage moyen de 40cm de tuffeau : 12h)

> Ventiler la nuit

3 L'ÉVAPOTRANSPIRATION

Certains matériaux naturels (*pierre, terre, enduit chaux ou plâtre...*) peuvent accumuler et restituer une grande quantité d'eau en saison chaude, les parois deviennent de vrais climatiseurs.

> Proscrire tout revêtement étanche, pas ou peu respirant.

4 UNE PROTECTION CONTRE LA SURCHAUFFE

Les protections (*volets et contrevents, débords de toit...*) et l'environnement (*végétation...*) limitent la pénétration des forts rayons du soleil à l'intérieur et la surchauffe estivale.

Les combles ont une réelle fonction ; ils ne sont pas "perdus" !

Avec ses quelques ouvertures nécessaires à la ventilation naturelle, la toiture constitue une protection avec les combles en tampon.

> Maintenir la ventilation naturelle des combles non utilisés

"Les interventions relatives au confort hivernal ne doivent pas impacter le confort estival !"

Le saviez-vous ?

Le confort thermique

Le microclimat de l'habitat n'est pas qu'une affaire de thermomètre. La température ressentie résulte de plusieurs facteurs :

- **La température de l'air ambiant** maintenue stable face aux écarts de températures extérieures et homogène dans l'espace ;

- **Le rayonnement des parois** qui émettent un rayonnement froid ou chaud selon le climat et en fonction du matériau ;

- **Les mouvements d'air** qui accélèrent les échanges thermiques par convection au contact de la peau (inconfortable avec l'air froid en hiver), accentués par la stratification de l'air chaud en présence de parois froides ou de convecteurs ;

- **L'humidité relative** qui varie "sans désagrément" majeur en hiver (*de 30 à 70%*) en fonction de l'occupation, de l'activité humaine et de l'humidité extérieure ; alors qu'en été, la transpiration qui s'évapore génère une sensation d'inconfort.

À chacun son bien-être thermique

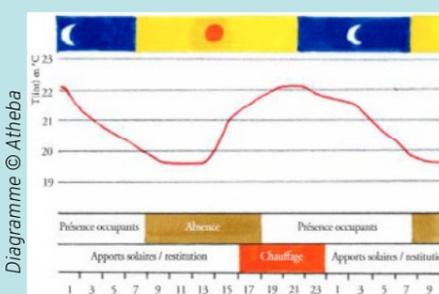
Si des normes indiquent des valeurs moyennes de confort, la notion de bien-être thermique est plus subjective, propre à chacun suivant son âge, son genre, son mode de vie et ses sensibilités. D'autres facteurs tels que les couleurs, les bruits... influent sur l'impression de chaleur.

✓ Bonnes pratiques

Une maison saine, un habitat sain

La première action consiste à s'assurer du bon état de santé de la maison et éliminer toutes les pathologies ou corriger les erreurs du passé. **Toute intervention ne peut être mise en œuvre que dans un bâti sain**, sous peine d'engager des travaux inutiles ou amplifiant les dégradations.

Exploiter l'inertie pour gérer le chauffage et la ventilation



En hiver, il convient de tirer parti de l'inertie des murs anciens par un mode de chauffe adapté, par rayonnement, sur des plages réduites, en soirée, les apports de chaleur en journée étant assurés par le soleil et les murs qui la restituent.

En été, cette même inertie permet de stocker puis distribuer la fraîcheur nocturne, avec un déphasage jusqu'à 12 heures, au pic le plus chaud de la journée. Surventiler la nuit et fermer les volets aux heures les plus chaudes de la journée, favorise le rafraîchissement.

▶ voir page 9.7 - Chauffer et ventiler le bâti ancien.

Pour connaître les prescriptions opposables, se reporter au Règlement du PSMV (Article US5)

PRIORISER LES INTERVENTIONS DANS UNE MAISON

Si les bonnes pratiques d'usage du bâti ancien ne suffisent pas à obtenir satisfaction, des actions sur l'enveloppe peuvent être étudiées. Le diagnostic permet de cibler les actions adaptées et pertinentes qui auront un réel bénéfice. S'il est nécessaire d'avoir une conception globale pour toute opération de rénovation énergétique, la priorisation des actions et leur étalement dans le temps, ainsi que la gestion des interfaces, sont primordiales pour appréhender leurs impacts sur le comportement thermique et hydrique du bâtiment.

P1 TOITURES ET COMBLES

Déperditions 30%

► Fiches actions H1, H2, H3

Suivant la position de l'isolation - par le plancher, sous rampants, par l'extérieur :

- > Prêter attention aux éléments d'intérêt patrimonial ;
- > Vérifier l'état structurel et sanitaire du plancher ou de la charpente (qui seraient masqués) ;
- > Privilégier les produits biosourcés respirants et perméants ;
- > Assurer la continuité de l'isolant, du frein vapeur ou pare-pluie le cas échéant ; l'isolant ne doit pas être en contact avec la couverture (combles non aménagés) ;
- > Assurer la ventilation des combles non aménagés, contre la condensation en hiver et les surchauffes en été.

P2 ORGANISATION DES ESPACES

► Fiches actions A, C

Modifier la répartition des espaces peut dégrader le confort thermique :

- > Préserver les espaces tampons, souvent d'intérêt patrimonial ;
- > Prohiber autant que possible la suppression de murs de refends, l'aménagement des combles, la modification d'usage des pièces ;
- > Privilégier un zonage thermique et une gestion de la température ambiante par espace ;
- > Isoler les parois au contact des espaces non chauffés.

P3 PLANCHERS BAS ET SOLS

sur espace non chauffé - Déperditions 15%

► Fiches actions I1, I2, I3

Suivant la nature du plancher (bois, béton, cave voûtée) et sa position :

- > Vigilance sur les sols patrimoniaux et risque d'incompatibilité ;
- > Privilégier les produits biosourcés respirants et un complexe isolant ayant de bonnes qualités d'inertie, compatibles avec la qualité thermique et la perméance des sols anciens ;
- > Assurer la continuité de l'isolant, et gérer les ponts thermiques.

P4 SYSTÈMES DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION

► Fiches actions E, F et G

> Se reporter à la page 9.7

P5 FENÊTRES ET PORTES - Déperditions par infiltrations

VITRAGES - Déperditions 12% par convection

► Fiches actions K1, K2, K3, K4

Approche globale à adapter suivant l'exposition et l'intérêt patrimonial des menuiseries :

- > Privilégier la réparation au remplacement de menuiseries anciennes, et la conservation des vitrages patrimoniaux ;
- > Maintenir la quincaillerie et les systèmes de protections d'origine ;
- > Vigilance aux apports solaires en cas de survitrages, ou doubles-fenêtres ;
- > Assurer le renouvellement d'air en cas d'étanchéification.

P6 MURS - Déperditions 13%

► Fiches actions J1, J2, J3

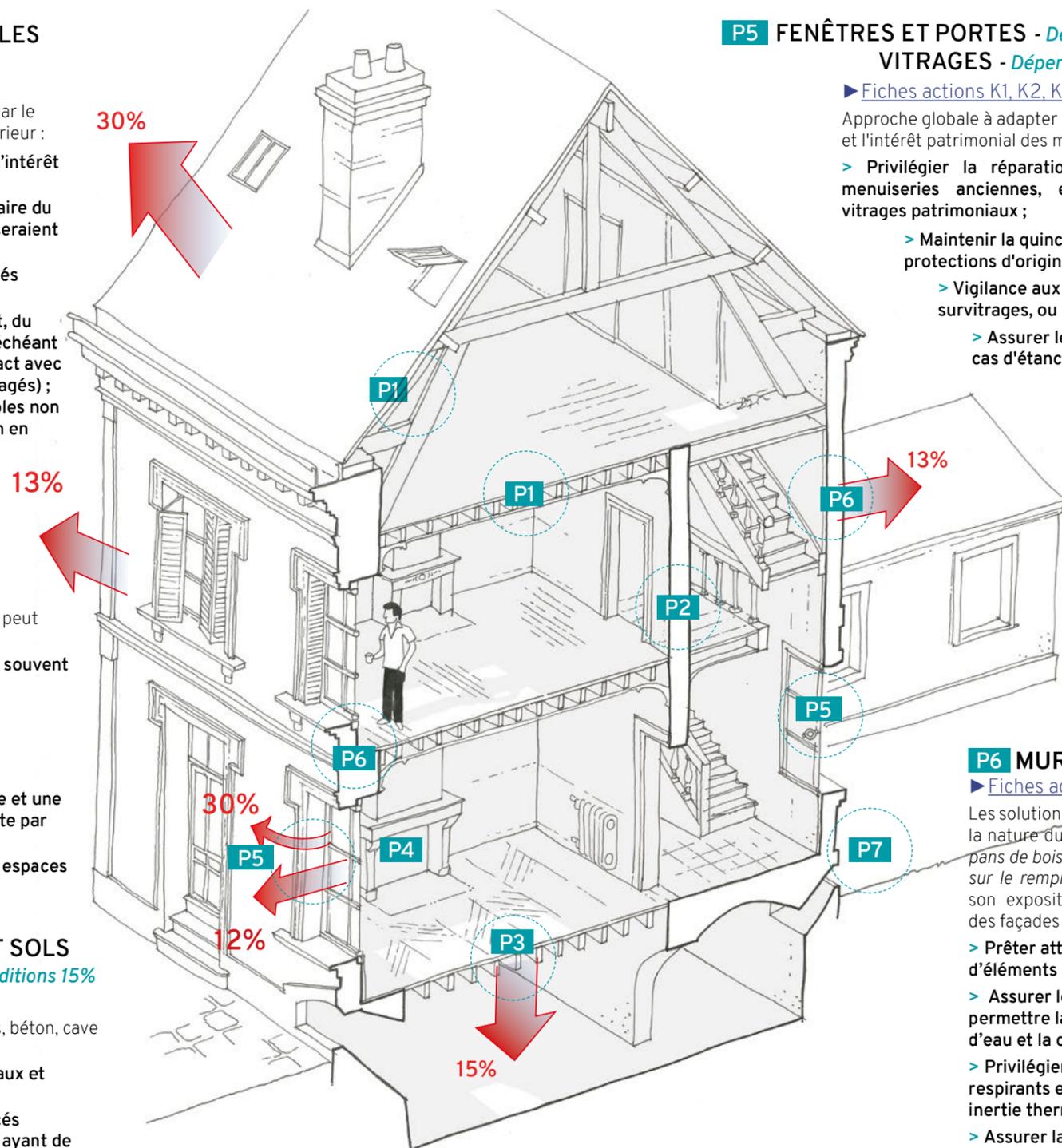
Les solutions sont à étudier en fonction de la nature du mur (épais, simple épaisseur, pans de bois avec la possibilité d'intervenir sur le remplissage), de sa position et de son exposition, de l'intérêt patrimonial des façades et/ou parements intérieurs :

- > Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial ;
- > Assurer le renouvellement d'air, permettre la migration de la vapeur d'eau et la continuité capillaire ;
- > Privilégier les produits biosourcés respirants et les matériaux à bonne inertie thermique ;
- > Assurer la continuité de l'isolant, et gérer les interfaces.

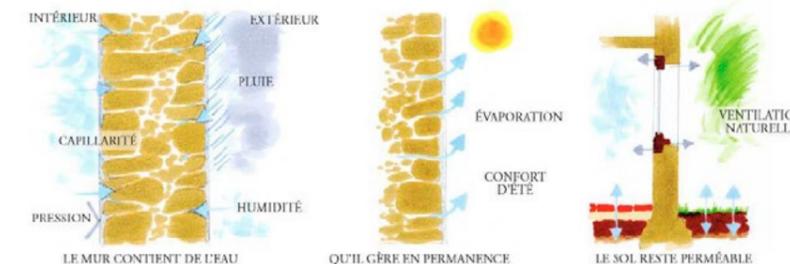
P7 ABORDS ► Cf Fiche Nature en Ville

L'environnement proche peut être exploité en accord avec le comportement de la maison ancienne :

- > Désimperméabiliser les sols ou assurer un drainage ;
- > Éviter les masques solaires (notamment par une densification non maîtrisée) ;
- > Choisir des végétaux adaptés à l'orientation, assurant une protection contre le soleil ou le vent.



Le saviez-vous ?



Migration de la vapeur d'eau

À une certaine température appelée point de rosée, lorsque l'humidité relative (HR) d'une pièce (volume d'air) arrive à saturation (100%), la vapeur d'eau condense et passe à l'état liquide, notamment en surface lorsqu'elle rencontre une paroi froide.

En cas d'isolation, la migration vers l'extérieur de la vapeur d'eau 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 maintien ou le rétablissement de la perméabilité à la vapeur d'eau des parois est primordial pour la conservation des propriétés thermiques et hydriques du bâti.

✓ Bonnes pratiques

Des matériaux "ecofriendly" et "oldfriendly"

Les propriétés des matériaux utilisés doivent être compatibles avec le fonctionnement du bâti ancien. Grâce à leur déphasage thermique et à leurs propriétés respirantes, les matériaux biosourcés (issus de la biomasse d'origine animale ou végétale) et géosourcés (ressources d'origine minérale) présentent des performances reconnues sur les plans de l'isolation thermique et du confort hygrométrique. En particulier, les isolants biosourcés, capables d'emmagasiner un excès d'humidité et de le restituer vers l'air intérieur, préservent les murs anciens. Chaleureux et confortables, leur emploi est à privilégier en accord avec la philosophie du bâti ancien et son comportement, participant ainsi à sa pérennité et au respect de l'environnement.

Pour aller plus loin

- Le site de ressources en ligne ► Creba : [Creba](#)
- Le guide de l'amélioration thermique du bâti ancien - Atheba : ► Maisons Paysannes de France : [Guide-complet](#)
- Le guide de l'isolation dans l'ancien : ► CAUE de Gironde : [Isoler dans l'ancien](#)
- Consulter les fiches-interventions Maisons Paysannes de France ► Atheba : [Fiches-interventions](#)

Pour connaître les prescriptions opposables, se reporter au Règlement du PSMV (Article US5)

AGIR COLLECTIVEMENT DANS UN IMMEUBLE

L'appartement échange en permanence avec les appartements voisins. L'immeuble collectif vit au rythme de ses différents habitants. Il est nécessaire de mener une démarche globale d'analyse, et de coordonner et mutualiser les actions au sein de la copropriété afin d'agir avec efficacité et cohérence, et assurer la préservation des dispositions du bâti patrimonial.

P1 PLAFONDS ET PLANCHERS

P1 a Plafond sous combles non chauffés

- > Prêter attention à la présence d'éléments d'intérêt patrimonial ;
- > Vérifier l'état structurel et sanitaire du plancher (qui serait masqué) ;
- > Privilégier les produits biosourcés respirants et perméants ;
- > Assurer la continuité de l'isolant, du frein-vapeur ;
- > Assurer la ventilation des combles non aménagés, contre la condensation en hiver et les surchauffes en été.

P1 b Planchers entre appartements / ou sur local commercial chauffé

- > L'isolation thermique d'un plancher bois peut être couplé avec une isolation acoustique.
- > Ne pas alourdir les charges sur les poutres.

P1 c Planchers sur parties communes non chauffées

- > Privilégier l'isolation par le dessus en cas de cave voûtée - vigilance en cas de sol patrimonial ;
- > Utiliser des matériaux hautement perméables à la vapeur d'eau ;
- > Maintenir la ventilation des espaces non chauffés.

P3 SYSTÈME DE CHAUFFAGE ET DE VENTILATION

- > Se reporter à la planche 9.7
- ▶ [Fiches actions E, F et G](#)

La forte densité d'un immeuble entraîne une hausse de l'humidité (condensation, multiplication des pièces d'eau)

- > Vigilance sur la ventilation en cas d'étanchéification.

P4 RTES / PORTES FENÊTRES

- ▶ [Fiches actions K1, K2, K3, K4](#)

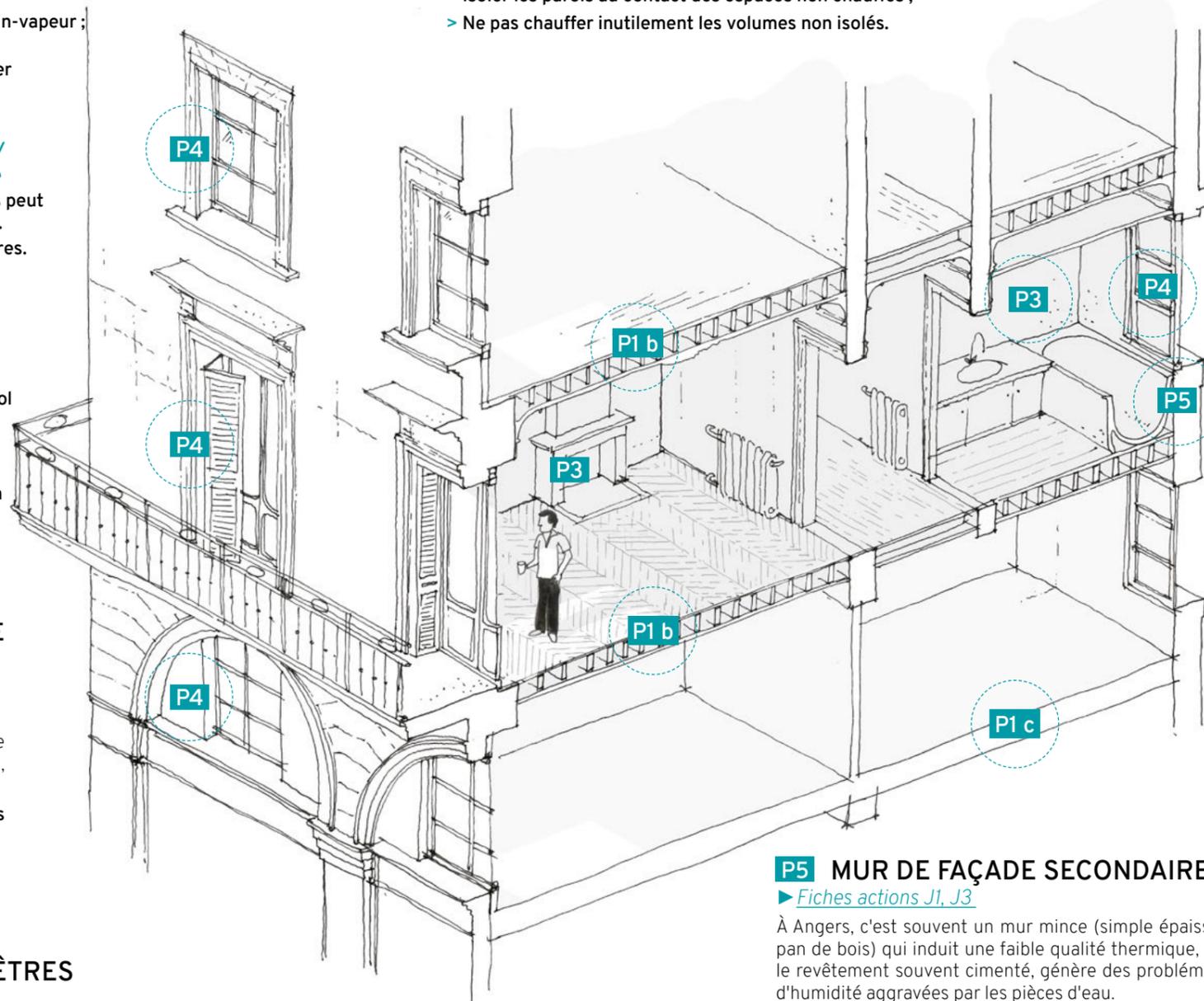
Une approche globale est à adapter au regard de l'intérêt patrimonial des menuiseries, de la composition de façade, et de l'exposition solaire :

- > Cohérence des interventions à l'échelle de la copropriété pour assurer la présentation de l'immeuble ;
- > Préserver les abattants d'origine (isolant du chaud, du froid, du vent) et prohiber les volets roulants qui dénaturent la façade et réduisent l'apport de lumière.

P2 ESPACES COMMUNS ▶ [Fiche action A](#)

Les espaces communs forment les espaces tampons des immeubles :

- > Préserver les espaces tampons, marqueurs typologiques souvent d'intérêt patrimonial (porches, distributions...)
- > Maintenir la ventilation de ces espaces, notamment la surventilation nocturne en été ;
- > Isoler les parois au contact des espaces non chauffés ;
- > Ne pas chauffer inutilement les volumes non isolés.



P5 MUR DE FAÇADE SECONDAIRE

- ▶ [Fiches actions J1, J3](#)

À Angers, c'est souvent un mur mince (simple épaisseur ou pan de bois) qui induit une faible qualité thermique, et dont le revêtement souvent cimenté, génère des problématiques d'humidité aggravées par les pièces d'eau.

- > L'isolation par l'extérieur ne peut être envisagée que pour les façades de moindre intérêt, en l'absence de décors patrimoniaux et si l'isolation intérieure est impossible.

- > Assurer le renouvellement d'air, et permettre la migration de la vapeur d'eau (impératif dans un contexte de forte densité) et la continuité capillaire.

Le saviez-vous ?

" Seul on va plus vite, ensemble on va plus loin "

Une réflexion globale à l'échelle de l'immeuble - à la charge du syndic de copropriété - s'impose avant de lancer une multitude d'actions individuelles sur les intérieurs des logements.

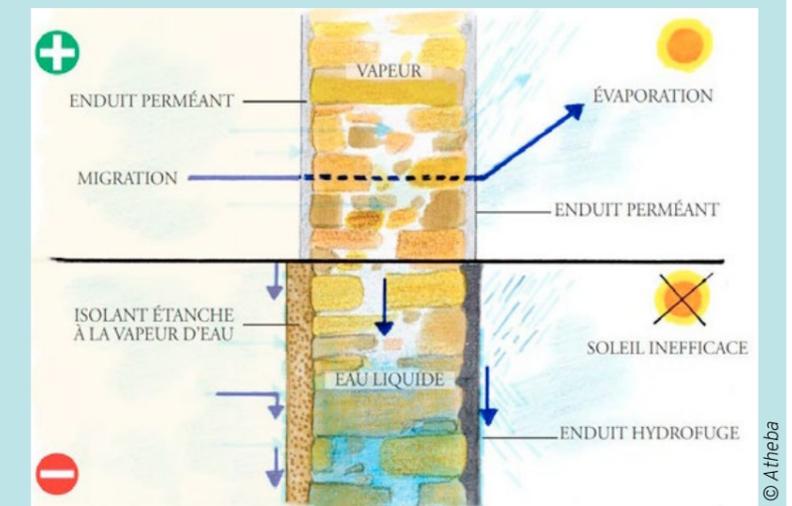
Il s'agit en grande partie de la même démarche que pour une habitation individuelle, à savoir :

- un diagnostic pour comprendre les matériaux, modes constructifs, le comportement thermique et hygrométrique du bâti ;
- une identification des faiblesses et un repérage des déperditions ;
- une réflexion spécifique sur l'humidité et les points problématiques (remontées capillaires, eaux pluviales, canalisations, revêtements étanches...) et en y remédiant avant toute autre intervention ;
- une vérification et, le cas échéant, une isolation des conduits d'air : anciens conduits de cheminée non utilisés, anciennes colonnes de vide-ordures, percements divers liés au passage des réseaux ;
- un plan d'action spécifique pour isoler la toiture (combles) et les surfaces d'hébergées ;
- une bonne ventilation des caves, parties communes, combles, et bien sûr de chaque logement.

✓ Bonnes pratiques

Pour assurer la migration de la vapeur d'eau, il convient de conserver une continuité capillaire sur toute l'épaisseur des murs

- Ne mettre en œuvre que des solutions suffisamment capillaires pour les enduits extérieurs et les joints entre les pierres ;
- Ne poser que des matériaux très ouverts à la vapeur d'eau côté extérieur de l'isolant ;
- S'assurer d'une capacité de séchage des parois vers l'intérieur (choix et mise en œuvre du pare-vapeur en fonction des caractéristiques de la paroi).



Pour connaître les prescriptions opposables, se reporter au Règlement du PSMV (Article US5)

CHAUFFER ET VENTILER LE BÂTI ANCIEN

En cohérence avec les interventions sur l'enveloppe du bâti, des actions sur les systèmes peuvent améliorer significativement la consommation énergétique en étudiant le mode de production et de distribution du chauffage, la régulation et la programmation ainsi que les systèmes de ventilation. Un plan d'actions tenant compte de l'ensemble des paramètres (bâti et usages) doit précéder de potentielles modifications des systèmes.

CHOISIR SON MODE DE CHAUFFAGE

La chaudière bois

► [Fiche action F3](#)

- ➕ Source principale de chauffage, en remplacement d'une ancienne chaudière au fioul.
- ➕ Énergie renouvelable, adaptée aux réseaux haute température.
- ➖ Entretien complexe, stockage bois.

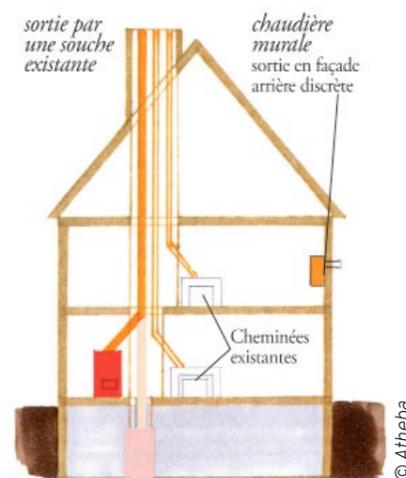
> À inscrire prioritairement dans les conduits existants, à tuber et isoler thermiquement (contre condensation)
> Choisir un appareil labellisé Flamme Verte.

La chaudière gaz à condensation

► [Fiche action F2](#)

- ➕ Rentable en remplacement d'une ancienne chaudière à combustible.
- ➕ Adaptée aux réseaux haute température, compétitif, simple d'entretien.
- ➖ Énergie fossile émettrice de GES, coût volatile.
- ➖ Un ventilateur d'extraction des fumées ou une réduction du diamètre du conduit d'évacuation peut être nécessaire pour un bon débit.

> À inscrire prioritairement dans les conduits existants, à tuber et isoler thermiquement (contre condensation)
> Évacuation des fumées uniquement sur une paroi secondaire non visible.



Chaudière dans la cave ou mieux, dans l'habitation

Le chauffage électrique

Si occupation régulière, privilégier des systèmes d'émission par rayonnement : radiateurs en fonte, radiateur à accumulation, plancher ou mur rayonnant, exploitant l'inertie des parois comme stockage de la chaleur.

- ➕ Énergie faiblement émettrice de GES, pas de local, pour un usage intermittent.
- ➖ Énergie fossile, faible inertie des systèmes, peu économique.

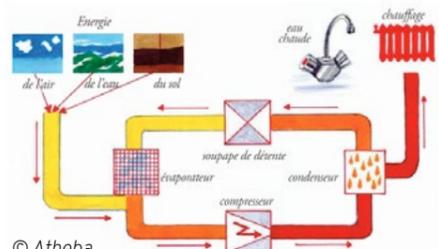
La pompe à chaleur Air/Eau

- ➕ Alternative avantageuse au mode de chauffage électrique « traditionnel ».
- ➕ Énergie à faible émission de GES.
- ➖ Énergie fossile, consommation électrique importante.

- ➖ Encombrement, impact architectural.
- ➖ Bourdonnement sonore et dégagement de chaleur, donc inadapté dans les rues ou cœurs d'îlots denses.

> Privilégier les systèmes Air/Eau utilisant l'eau pour la distribution (radiateurs, plancher chauffant,...)

> Insérer l'unité extérieure dans le bâtiment (souple, grilles ou panneaux à ventelle) sans créer de saillie en façade, sur balcon ou baies.



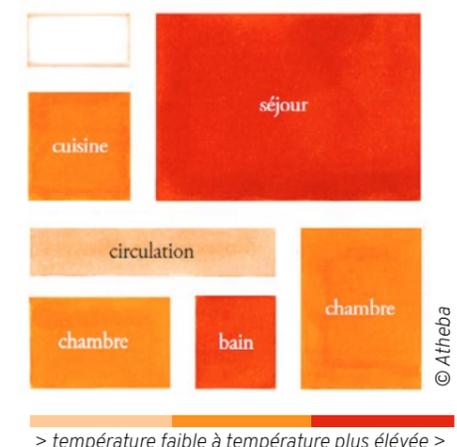
ISOLER LES SYSTEMES ET DISTRIBUTIONS

Si la chaudière est positionnée dans un espace non chauffé (cave), des économies d'énergie peuvent être effectuées en isolant les réseaux de distribution (tout en tenant compte des singularités du réseau d'eau chaude).

- > À réaliser par un professionnel, avec un matériau calorifuge, afin de limiter les pertes de chaleur le long du réseau hors du volume chauffé.
- > À entretenir régulièrement (désembouage)

RÉGULER ET PROGRAMMER

Pour contrôler la dépense d'énergie, il convient de maîtriser le réglage des températures intérieures, pièce par pièce, en visant une température de confort (19°C en moyenne).



Une sonde sur chaudière

permet d'anticiper les variations de pertes thermiques et de réguler la température de l'eau produite. Elle optimise le rendement de la chaudière.

- > À placer en façade au nord, à l'abri du soleil, du vent et de la pluie.

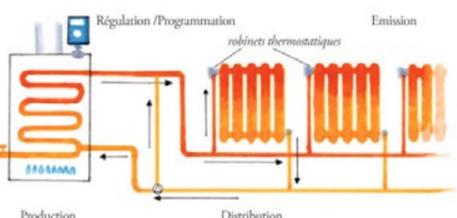
> Paramétrage à réaliser par un professionnel, et à adapter au comportement thermique du bâti.

> Thermostat d'ambiance à placer dans une pièce de vie (salon), loin de tout émetteur de chaleur, hors des courants d'air, à l'abri du soleil, à distance (1,5 m) d'une paroi extérieure ou donnant sur un espace non chauffé.

Des robinets thermostatiques

sur radiateurs permettent un contrôle de température par pièce.

- > Assurer un pré-réglage et adapter la position des vannes pour un réglage fin.



> Équilibrer le réseau hydraulique.

> Peut être programmé suivant un scénario de chauffage sur des périodes-types (plages de présence/absence suivant 2 températures de consigne définies) pour adapter le fonctionnement du système aux besoins des occupants, ainsi qu'au comportement du bâti et à son inertie thermique.

VENTILATION MECANIQUE

Il s'agit en premier lieu de privilégier la ventilation naturelle et notamment, l'aération des pièces par les espaces tampons.

Mais si les travaux conduisent à une étanchéification du bâti (isolation des murs et/ou changement des fenêtres), une ventilation mécanique est à mettre en place pour favoriser l'extraction de la vapeur d'eau.

VMC ventilation à simple flux

La ventilation simple flux permet d'extraire l'air vicié des pièces humides (avec un débit intermittent) ; elle peut éventuellement être globalisée à tout l'habitat (avec un débit permanent).

- ➖ Contrôle des débits de ventilation (> économies de chauffage)

Consommations électriques et thermiques
➖ air neuf non préchauffé étant à température extérieure.

Si globalisée, intervention lourde, pas toujours compatible avec l'architecture ancienne

> Privilégier le passage par des conduits inutilisés et sorties d'air existantes en toiture.

> Ne pas créer de sorties (VMR ventilation mécanique répartie) sur les façades d'intérêt architectural et patrimonial (façades secondaires et non visibles uniquement).

> Extracteur à disposer de manière à rester accessible pour l'entretien (combles perdus).

La ventilation à double flux - très intéressante dans les constructions neuves - n'est pas adaptée au bâti ancien, car elle nécessite une intervention lourde pour sa mise en place.

Le saviez-vous ?

Des dispositifs à exploiter

La cheminée était à l'origine l'unique moyen de chauffage mais la majorité des bâtiments anciens ont vu l'installation de chaudières fioul ou gaz, au rendement médiocre. Ces systèmes de production anciens tendent à être remplacés par des équipements plus efficaces. Cependant, les dispositifs originels intégrés à l'architecture et à la décoration du bâti constituent un atout patrimonial, pouvant être réexploités :

- Les foyers de cheminées non utilisées peuvent accueillir de façon réversible des poêles à bois, énergie renouvelable. Leurs conduits de fumée peuvent permettre le raccordement des systèmes de chauffage récents, évitant tout nouveau percement en façade ou en toiture.

- Les émetteurs à forte inertie (radiateurs en fonte, poêle à bois,...) procurent un confort satisfaisant, qu'il est possible d'intégrer dans une nouvelle installation de chauffage. En appoint, le poêle à bois peut s'inscrire de façon réversible dans un foyer de cheminée.



© reseau-proeco-energies.fr

© conseils-thermiques.org

Pour aller plus loin

- Les fiches actions du PSMV :
- Angers Loire Métropole / PSMV : [Fiches-actions-E-F-G](#)
- Le guide du Chauffage du bâti ancien ► [Atheba : Chauffage](#)
- Le guide de la Ventilation du bâti ancien ► [Atheba : Ventilation](#)

Pour connaître les prescriptions opposables, se reporter au Règlement du PSMV (Article US5)

QUELQUES EXEMPLES D'AMÉLIORATIONS THERMIQUES DU BÂTI ANCIEN

Cette dernière partie vise à donner quelques exemples de solutions vertueuses pour améliorer les performances dans le bâti ancien. Toute réhabilitation thermique doit s'inscrire dans un projet d'ensemble, ces exemples de travaux ne peuvent constituer des solutions prêtes à l'emploi, ils constituent des pistes de réflexions à adapter aux particularités de chaque projet, en fonction notamment de caractéristiques patrimoniales du bâti.

CRÉATION DE DOUBLE-FENÊTRES SUR RUE, CÔTÉ INTÉRIEUR



© Paume

La double fenêtre constitue une bonne solution pour augmenter l'isolation des baies existantes en conservant le châssis d'origine. La baie intérieure n'ayant pas à assurer l'étanchéité à l'eau, sa conception peut être simplifiée et son coût réduit. Son implantation et son dessin doivent permettre l'ouverture de la fenêtre d'origine et favoriser un maximum l'éclairage de la pièce.

Ci-dessus, l'exemple d'une double-fenêtre contemporaine en acier aux profils minces mis en œuvre dans l'embrasure d'une baie d'une maison médiévale.

Le cadre dormant est inséré dans une fine feuillure pour minimiser l'encombrement de la nouvelle fenêtre. Le résultat est plus avantageux qu'une fenêtre neuve à verre isolants tant thermiquement que phoniquement.

En cas de rayonnement solaire estival, l'espace tampon entre les deux fenêtres devra être ventilé par l'extérieur pour éviter une montée en température (effet de serre).

Enfin une double fenêtre réduit fortement le renouvellement d'air, des dispositions devront être apportées pour maintenir une bonne ventilation des locaux.

► *Revue Monumental, 2020 - La Fenêtre dans l'architecture pp106 - Klaus Nohlen*

► *Fiche CREBA, Retour d'expérience : Immeuble collectif du XIXe dans le centre historique de Bayonne*

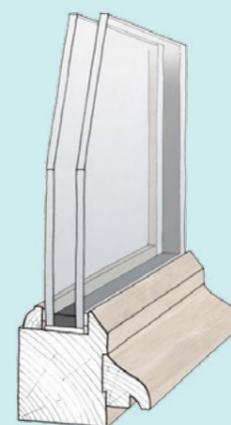
AMÉLIORATION DES VITRAGES D'UNE FENÊTRE



DV renov

Dans le cas d'une menuiserie existante à forte valeur patrimoniale, le remplacement des simples vitrages d'origine par des doubles vitrages permet d'augmenter la résistance thermique des châssis et supprimer l'effet de paroi froide, source d'inconfort. Elle est applicable sur une menuiserie existante en bon état. Bien souvent, une restauration de cette dernière est à prévoir pour améliorer l'étanchéité à l'air et à l'eau et rétablir la planéité du châssis.

En recyclant les fenêtres existantes, cette solution est économique, rapide et vertueuse. Une attention particulière sur l'esthétique générale du châssis est à apporter en veillant à adopter un intercalaire discret entre les vitrages et ne pas épaissir exagérément les montants en cas de consolidation.



Feuillure du châssis existant élargie pour poser un double vitrage. (Dessin : ...)

► *Fiche Préserver la fenêtre dans le bâti ancien - DRAC Pays-de-la-Loire*

CORRECTION THERMIQUE AVEC UN ENDUIT CHAUX-CHANVRE DANS UN IMMEUBLE COLLECTIF



Abitabio

La mise en œuvre d'un enduit chaux-chanvre (4 à 8 cm) en face intérieure d'une façade en pierre non isolée supprime les effets de paroi froide. Associée à un mur de tuffeau, elle permet un gain énergétique intéressant tout en préservant l'inertie du mur.

Cette solution peut être également mise en œuvre sur des parois au contact d'espaces tampons (escalier, circulation, ...) où la mise en œuvre d'une isolation épaisse est moins pertinente.

Une finition avec un enduit à la chaux naturelle complète le chaux-chanvre.



Finition par des enduits à la chaux naturelle posée sur l'enduit chaux-chanvre (Source : CREBA)

► *Fiche Logement collectif en pierre tendre en Centre-Val de Loire*

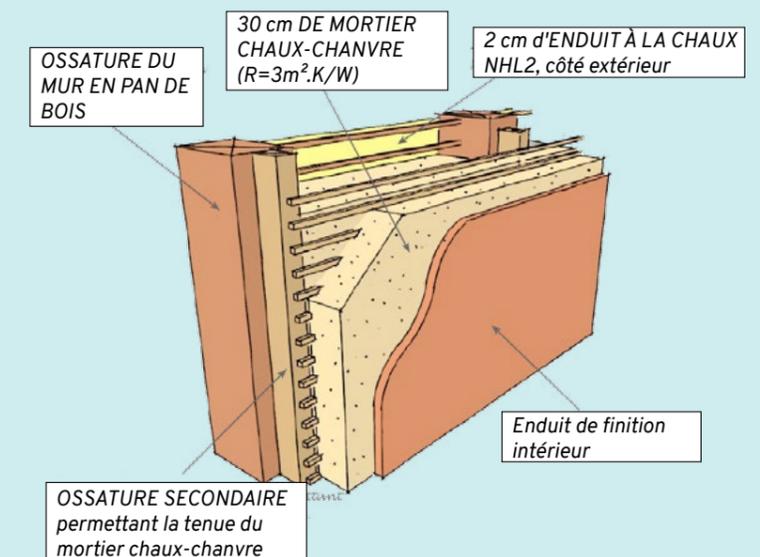
► *Fiche CREBA, Retour d'expérience : Immeuble collectif du XIXe dans le centre historique de Bayonne*

ISOLATION D'UN PAN DE BOIS AVEC DU BÉTON DE CHANVRE



Gouas rénovation

Cette solution combine une ossature bois porteuse à un mélange isolant maçonné. Dans le cas présent les remplissages d'une maison à pan de bois, sans intérêt patrimonial, sont remplacés par 30 cm de mortier de chaux-chaux et enduit à la chaux en extérieur et en intérieur.



OSSATURE SECONDAIRE permettant la tenue du mortier chaux-chaux

► *Fiche Réhabilitation thermique PNR Loire-Touraine Fiche chantier n°06 Réhabilitation d'une maison du XV^e siècle (www.parc-loire-anjou-touraine.fr)*

QUELQUES EXEMPLES D'AMÉLIORATION THERMIQUE DU BÂTI ANCIEN

ISOLATION DU MUR NORD EN LAINE DE BOIS ET DU SOL SUR TERRE-PLEIN EN LIÈGE D'UNE DEMEURE EN TUFFEAU



PNR
Loire-Anjou-Touraine



Gouas
rénovation

Au sein d'un projet de réhabilitation d'ensemble d'une maison, le traitement des problématiques d'humidité et de déperditions sur le mur Nord et le plancher bas ont fait l'objet d'une isolation répartie :

> Le mur nord, est isolé thermiquement et phoniquement par deux couches de fibre de bois. Une zone technique au niveau de l'ossature bois permet le passage de réseaux sans traverser l'isolant.

> La dalle béton et les revêtements étanches ont été supprimés au profit d'une dalle sur hérisson ventilé pour assainir le sol et limiter les remontées d'eau dans les murs de tuffeau. Une dalle chaux-chanvre associée

à une isolation en liège est mise en œuvre, complétée par un plancher chauffant. Ce type de sol convient quand on recherche une inertie thermique modérée et peut être adapté en cas de conservation des sols existants. En évitant des matériaux étanches à la vapeur d'eau, la maison reste respirante.

D'autres solutions de dalle "isolantes" à base de granulats légers sont possibles et préférables à la chèvenotte, putrescible en cas d'humidité prolongée.

► *Fiche Réhabilitation thermique PNR Loire-Touraine / Fiche chantier n°03 Réhabilitation d'une longère (www.parc-loire-anjou-touraine.fr)*

ISOLATION DE LA TOITURE EN FIBRE DE BOIS D'UNE MAISON DE VILLE



CREBA

Sur une charpente qui ne présentait pas d'intérêt patrimonial majeur, une solution mixte entre le sarking et l'isolation entre chevrons est mise en œuvre à la faveur de la réfection de la couverture :

- Par l'extérieur, des panneaux de fibres de bois de 20 cm d'épaisseur ont été disposés sur les chevrons en sous-toiture;

- Entre chevrons une deuxième couche d'isolant est posée avec des panneaux de laine de bois semi-rigides de 18 cm d'épaisseur.

Ce procédé d'isolation nécessite la mise en œuvre d'un pare-pluie HPV (Hautement Perméable à la Vapeur d'Eau) à l'extérieur de l'isolation et d'une membrane frein-vapeur côté intérieur. Cette solution permet conserver un volume habitable généreux et de limiter l'impact sur la charpente encloisonnée qu'en partie. Néanmoins l'aspect des rives de toitures est modifié et peut être incompatible avec un édifice à valeur patrimoniale.



Aspect des rives après travaux.
(Source : MPF)

► *Fiche CREBA, Retour d'expérience : Habitation en pierre calcaire en Ile-de-France (www.rehabilitation-bati-ancien.fr)*

ISOLATION DU PLANCHER HAUT SUR COMBLE EN OUATE DE CELLULOSE



CREBA

L'isolation du plancher des combles permet de maintenir un espace tampon entre intérieur et extérieur et de préserver une charpente patrimoniale. Il constitue une solution simple et moins onéreuse que l'isolation des rampants.

Dans cet exemple, le plancher des combles d'un immeuble de logements a été isolé avec 40 cm de ouate de cellulose projetée dans des caissons en bois. Un frein-vapeur hygrovariable a été posé en dessous des caissons.

La mise en œuvre de l'isolant en vrac dans des caissons permet une meilleure tenue de la ouate et la création d'un plancher technique praticable. Ce dernier doit être assez perspirant ($S_d < 1m$).

Dans le cas d'une isolation en vrac, de nombreux matériaux biosourcés peuvent être mis en œuvre (paille, chèvenotte, fibre de bois)

Exemple d'isolation en botte de paille
(Source : PNR Brenne)



► *Fiche CREBA, Retour d'expérience : Logement collectif en pierre tendre en Centre-Val de Loire (www.rehabilitation-bati-ancien.fr)*

CONTRE-CLOISON EN OSSATURE BOIS fixée par des équerres sur le mur

FIBRE DE BOIS 2x4cm posée contre le mur ($R=2m^2.K/W$)

PLAQUES DE PLÂTRE 2x13 mm

FINITION TERRE CUITE OU PIERRE

CHAPE DE CHAUX ET PLANCHER CHAUFFANT 7 cm

MEMBRANE D'ÉTANCHÉITÉ perméable à la vapeur d'eau

BRIQUE PLÂTRIÈRE ET MORTIER DE CHAUX pour ventiler et assécher la périphérie des murs

PAPIER KRAFT

ISOLANT LIÈGE 5cm

DALLE ISOLANTE CHAUX-CHANVRE 15 cm

HÉRISSON VENTILÉ de 30cm avec prises d'air extérieures Nord et Sud en faisant attention de ne pas déstabiliser les murs en décaissant les sols