

RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DU BÂTI ANCIEN

*Guide méthodologique
et technique pour les bâtiments
résidentiels collectifs*

(copropriétés construites avant-guerre)

 **GRENOBLE ALPES MÉTROPOLE**

Introduction

Dans le cadre du dispositif Mur Mur visant à inciter les copropriétés à entreprendre des travaux de rénovation énergétique, et en cohérence avec les différents programmes de réhabilitation des centres anciens mis en place sur le territoire métropolitain, Grenoble-Alpes Métropole a souhaité apporter un soutien spécifique à la rénovation des copropriétés du parc ancien, dont la construction remonte à la 1^{ère} moitié du 20^e siècle.

Contrairement aux bâtiments d'après-guerre, pour lesquels le recours à des procédés industriels a permis une construction massive et bon marché assez homogène, les « bâtiments anciens » ont été construits selon des techniques, des savoir-faire et des matériaux traditionnels variés avec des caractéristiques qui leur sont propres.

La réhabilitation du parc ancien constitue à la fois un défi **énergétique**, **patrimonial** et **technique**. Sa mise en œuvre ne peut s'effectuer sans une approche globale multicritères prenant en compte ces trois enjeux.

Ce document doit servir de **guide méthodologique et technique** pour appréhender de façon responsable la rénovation thermique d'un bâtiment résidentiel collectif ancien. Il propose une méthode à suivre et des critères à respecter pour garantir un niveau de confort et une performance énergétique optimale en considérant le bâti et le patrimoine architectural.

L'**ALEC (Agence Locale de l'Énergie et du Climat)** est l'opérateur Mur Mur désigné par la Métropole de Grenoble pour accompagner les particuliers à rénover le bâti ancien. Cet accompagnement est effectué grâce à l'intervention d'experts permettant aux maîtres d'ouvrage de prendre les décisions les plus adaptées en fonction des spécificités du bâtiment. Cette ingénierie mise à disposition des particuliers et prise en charge par Grenoble-Alpes Métropole ne dispense pas de se doter d'un maître d'œuvre pour les projets de rénovation impliquant plusieurs lots de travaux. Pour les Opérations Programmées d'Amélioration de l'Habitat (OPAH) qui bénéficient d'un soutien spécifique, l'accompagnement sera exercé par l'opérateur de l'OPAH désigné par la Métropole de Grenoble.

Des aides financières sont également proposées par Grenoble-Alpes Métropole pour soutenir les rénovations globales. Pour les copropriétés du parc ancien, l'octroi de ces aides sera étudié par les instances de suivi technique métropolitaines qui se référeront aux recommandations du présent guide.

Sommaire

Introduction	3
Sommaire	5
Préambule	6
Comprendre le bâti ancien	7
1. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTI ANCIEN	7
2. PRINCIPAUX ENJEUX	8
Méthodologie pour une rénovation thermique responsable	13
1. LES ÉTAPES CLÉS POUR UNE RÉNOVATION THERMIQUE RÉUSSIE	13
2. DIAGNOSTIC GLOBAL PRÉALABLE	14
Prescriptions générales	17
1. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES D'UN POINT DE VUE ÉNERGÉTIQUE	17
2. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES D'ORDRE ARCHITECTURALES	17
3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES	17
4. CHOIX DES MATÉRIAUX	18
Les façades et les pignons	21
1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	22
2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS	23
Les toitures	25
1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	26
2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS	28
Les planchers bas	29
1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	29
2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS	29
Ouvrants et menuiseries	31
1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	31
2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS	32
Ventilation	33
1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES	33
2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS	33
Pour aller plus loin	34

Préambule

La réalisation de ce guide a été assurée par un groupe technique piloté par Grenoble-Alpes Métropole, associant l'Agence Locale de l'Énergie et du Climat. Il repose sur un ensemble de documents, dont le référentiel technique Mur|Mur établi avec l'aide du bureau d'ingénierie MANASLU Ing. et de l'agence FLEURENT ARCHITECTE.

La nature et le niveau des recommandations exposées dans le présent guide sont le résultat, d'une part des retours d'expérience de la campagne d'isolation Mur|Mur (depuis 2010) et de la réhabilitation de plusieurs copropriétés du centre ancien de la ville de Fontaine (2017-2020) et, d'autre part, des recommandations spécifiques au bâti ancien exposées dans les documents suivants :

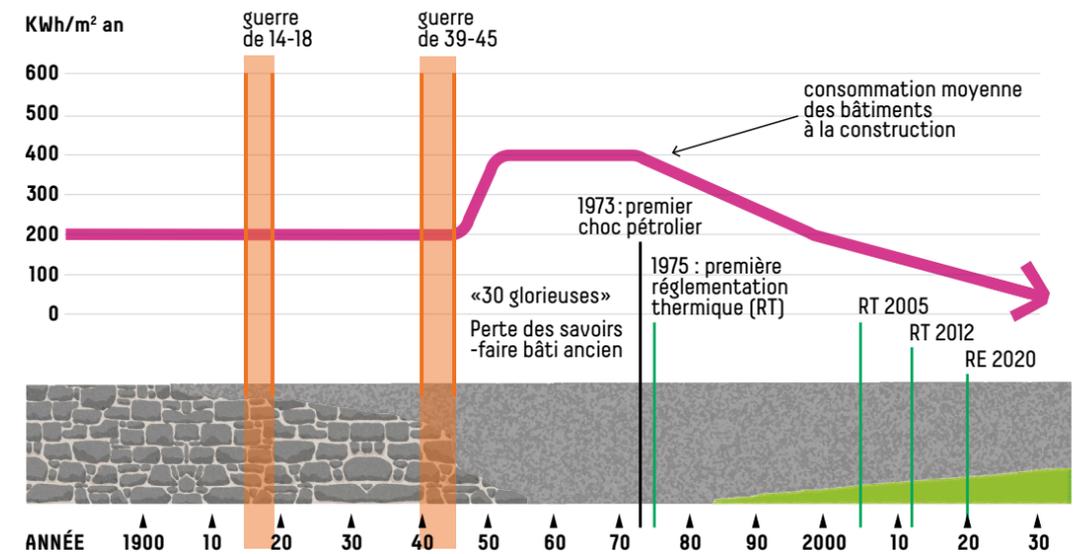
- *Charte de réhabilitation responsable du bâti ancien*, CREBA - Centre de Ressources pour la Réhabilitation responsable du bâti Ancien, septembre 2018.
- *Fiches Amélioration Thermique du Bâti ancien (ATHEBA)*, Maisons paysannes de France, 2010.
- *Synthèse bibliographique des études sur la rénovation thermique du bâti ancien à l'aide de matériaux biosourcés*, CEREMA, octobre 2016.
- *Migration d'humidité et de vapeur d'eau dans les parois du bâti ancien*, ENERTECH, février 2018.
- *L'isolation du bâti ancien*, Espace Info Énergie Auvergne-Rhône-Alpes, août 2020
- *Humidité dans le bâtiment : origines et solutions*, Espace Info Énergie Auvergne-Rhône-Alpes, juin 2015

Comprendre le bâti ancien

1. CARACTÉRISTIQUES DU BÂTI ANCIEN

Au sens réglementaire, le bâti ancien regroupe tout bâtiment achevé avant 1948. Plus généralement on considérera l'ensemble des bâtiments construits

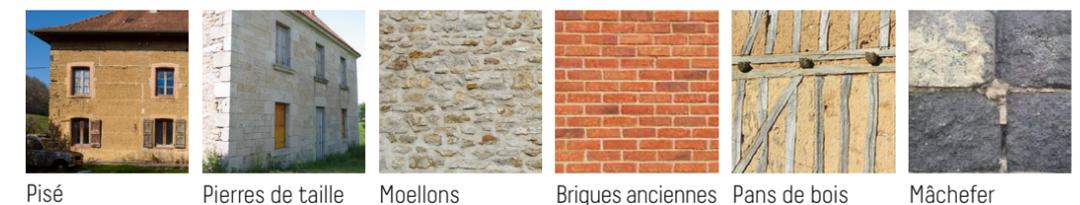
avant le début de l'industrialisation et de la systématisation des procédés de construction, marqué par la fin de la Seconde Guerre Mondiale.



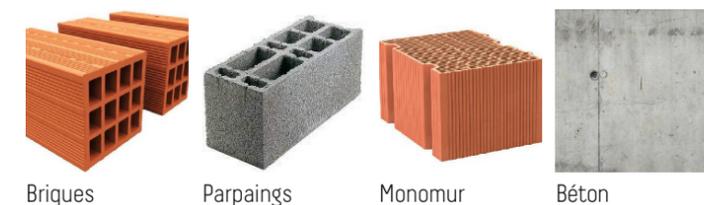
Les matériaux employés dans le bâti ancien sont généralement soit de la terre (pisé, torchis), soit de la pierre (de différents types selon les régions : calcaire dur, tendre, granit, etc.). Sur la métropole grenobloise, on trouve également beaucoup de mâchefer, qui est un matériau issu des résidus des hauts fourneaux.

Compte tenu de la diversité des matériaux employés et de leurs caractéristiques, la rénovation du bâti ancien nécessite des techniques de mise en œuvre et des savoir-faire spécifiques.

Exemple de parois anciennes



Exemples de parois récentes



2. PRINCIPAUX ENJEUX

2.1. LA NÉCESSAIRE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DU PARC ANCIEN

En théorie, le bâti ancien consomme beaucoup plus d'énergie que les autres bâtiments. En pratique, le bâti ancien consomme souvent moins que ce qui est prévu dans les calculs conventionnels. Cela s'explique en partie par la grande diversité des matériaux et des mises en œuvre, qui complexifie les calculs. Les bâtiments construits avant 1948 restent malgré tout très énergivores par rapport aux bâtiments récents : 70% étant en classe E, F ou G, et 30% étant considérés comme « passoires énergétiques » (étiquette F ou G).¹

La Loi Climat & Résilience promulguée le 24 août 2021 prévoit l'interdiction pour les propriétaires bailleurs d'augmenter le loyer des logements considérés comme passoires énergétiques à partir de 2022, et l'interdiction progressive de mise en location de ces logements dès 2025 (étiquette G) et à partir de 2028 (étiquette F).

Sur le territoire de la métropole grenobloise, 45% des copropriétés ont été construites avant 1946, ce qui représente 25% des logements collectifs privés du territoire.²

Période de construction	Appartements		Copropriétés	
	Volume	Taux	Volume	Taux
Avant 1946	38 190	25%	3 587	45%
1946 à 1970	57 676	37%	1 898	24%
1971 à 1990	26 426	17%	1 086	14%
à partir de 1991	31 979	21%	1 376	17%

De par leur niveau de consommation énergétique élevé et de par leur nombre, les bâtiments anciens doivent être rénovés afin de contribuer à l'atteinte des objectifs de réduction des consommations énergétiques et d'émissions de gaz à effet de serre.

2.2. LA CONSERVATION DU PATRIMOINE ARCHITECTURAL

Les bâtiments anciens font partie du paysage mais aussi de l'histoire d'un territoire. Des apports modernes mis en œuvre sur des constructions anciennes peuvent venir dénaturer le bâti. Si certains bâtiments sont classés ou inscrits, la plupart des bâtiments anciens font partie du patrimoine « ordinaire » et ne sont pas protégés par des dispositifs spécifiques.

La rénovation thermique nécessite de considérer la valeur architecturale de ce type de bâtiments afin d'éviter toute intervention inappropriée ou brutale qui induirait une perte de valeur patrimoniale en les banalisant avec un risque d'uniformiser les villes.

2.3. DES SPÉCIFICITÉS ET DES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES À CONNAÎTRE

Une diversité de matériaux et de mises en œuvre

Le bâti ancien se caractérise par une diversité de matériaux, d'épaisseurs et d'assemblages particulièrement importante, qu'il est nécessaire de connaître car ils induisent un comportement thermique et hygrométrique bien différent du bâtiment moderne. Ce comportement doit absolument être préservé, voire rétabli, afin de ne pas nuire à la pérennité du bâti.

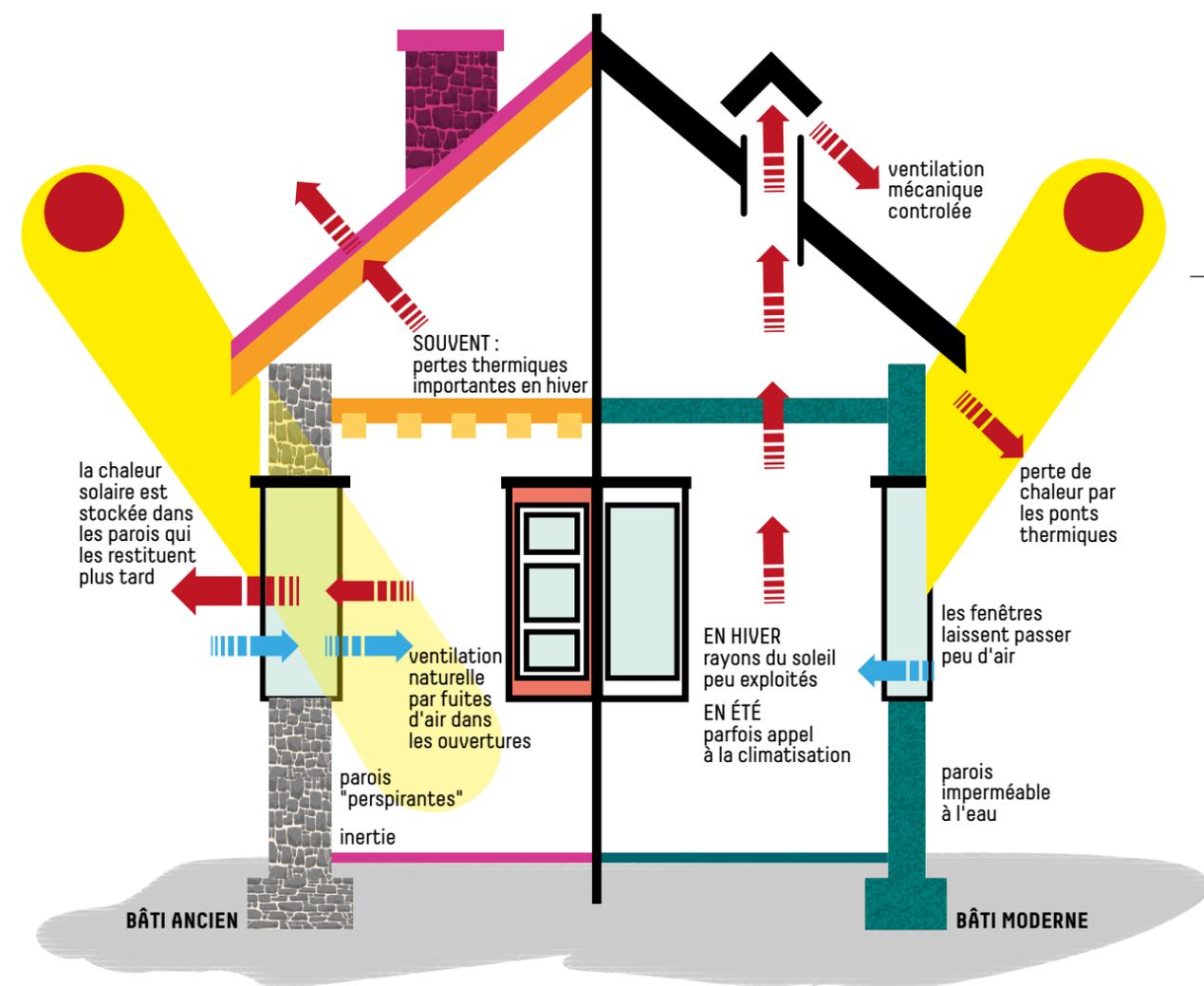
Un confort d'été plutôt bon

Les constructions anciennes sont souvent relativement fraîches en période estivale. Cela est lié à un faible taux de surface vitrée associé à une forte inertie thermique des parois favorisée par l'emploi de matériaux denses et une épaisseur de murs importante, permettant d'obtenir un excellent déphasage thermique.

Toutefois, cela dépend des matériaux mis en œuvre : ainsi les murs en terre-paille ou en brique mono-mur apporteront plus de confort d'été qu'un mur en pierre, et encore plus qu'un mur construit à partir de briques, terre crue, ou pan de bois.

Un système ouvert, non étanche

À l'inverse du bâti moderne qui est conçu généralement pour être étanche à l'air, à l'eau et ventilé de manière artificielle, le bâti ancien tire parti du site dans lequel il s'inscrit pour gérer son air, sa température et sa vapeur d'eau intérieurs. Ce sont des différences fondamentales et les solutions appliquées au bâti moderne sont incompatibles avec le bâti ancien.



1. D'après ONRE, *Le parc de logements par classe de consommation énergétique*, Septembre 2020

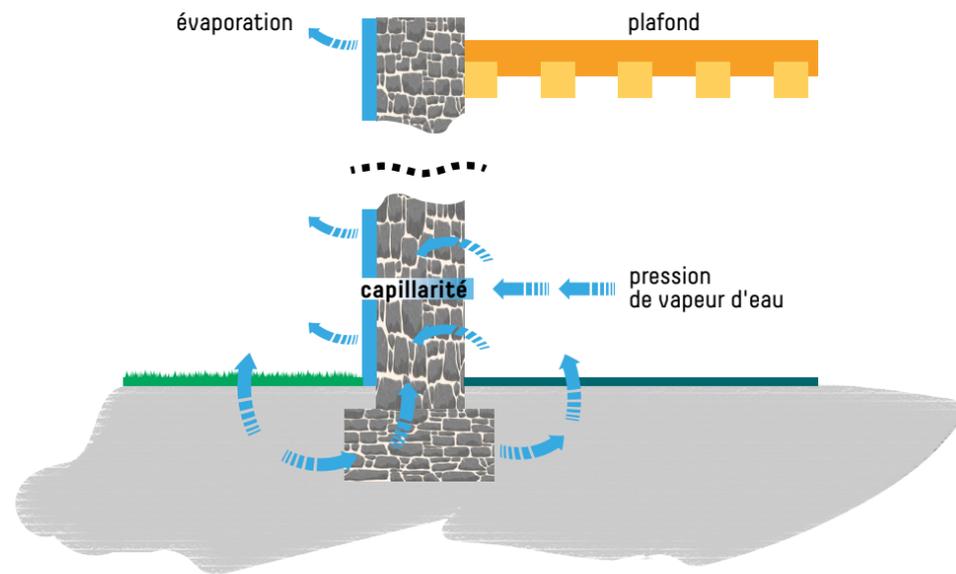
2. D'après *La lettre du PLH 2017-2022*, Édition novembre 2017, Numéro 2

Une forte sensibilité à l'humidité

Conçue comme un système ouvert ou « perspirant », l'enveloppe du bâti ancien est en général perméable à la vapeur d'eau, c'est-à-dire qu'elle laisse l'eau circuler à l'intérieur de ses parois. L'eau en excès est évacuée de façon naturelle par évaporation.

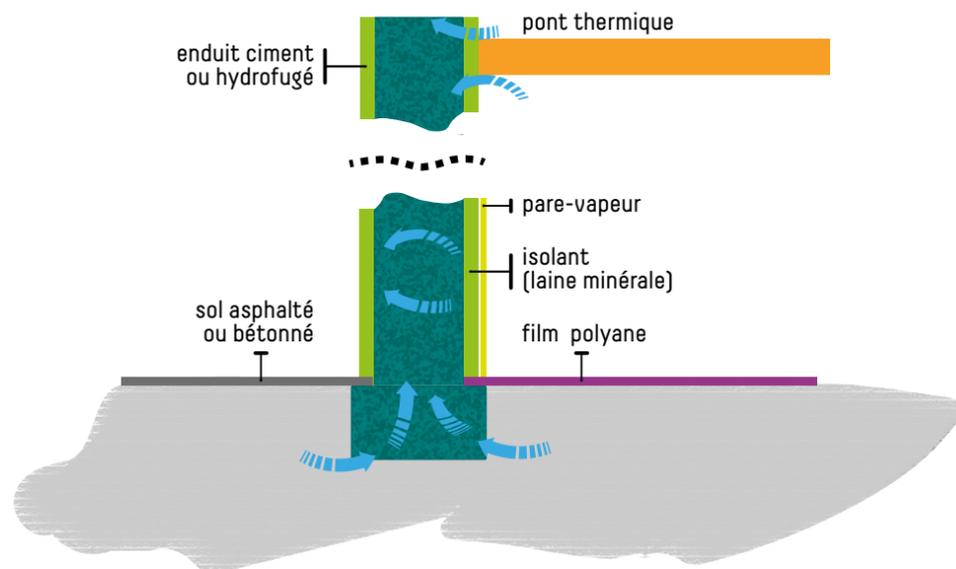
Les désordres observés interviennent en général suite à un manque d'entretien du bâti ou suite à une réhabilitation hasardeuse venue perturber l'équilibre hygrométrique du bâti ancien. C'est le cas notamment des travaux réalisés avec des matériaux étanches ou peu perspirants (carreaux de ciments, dalle béton, sol extérieur goudronné, isolant synthétique, enduit ciment, etc.), incompatibles avec le comportement naturel des murs du bâti ancien et qui créent parfois de graves désordres pouvant aller dans les cas extrêmes jusqu'à l'effondrement.

Fonctionnement hydrométrique d'un mur traditionnel non isolé



Fonctionnement hydrométrique d'un mur traditionnel isolé conventionnellement

En hiver l'eau s'accumule dans le mur



Des parois froides et de nombreuses infiltrations d'air

Si les murs des constructions anciennes sont souvent épais, ils ne sont pas isolant pour autant. En effet la capacité d'un matériau à isoler est relative à sa capacité à emprisonner de l'air. Or les matériaux employés dans le bâti ancien sont souvent denses et possèdent peu d'air. Au-delà des pertes énergétiques, le confort thermique ressenti est également lié à la température des parois qui l'entourent. Or les murs non-enduits, souvent rencontrés dans le bâti ancien, occasionnent une sensation de froid (appelée « effet paroi froide »), source d'inconfort en hiver.

Le toit, le plancher bas, les ouvertures et les défauts d'étanchéité à l'air constituent souvent les points faibles du bâti ancien sur lesquels il est plus aisé d'intervenir. Attention toutefois, ces infiltrations d'air constituent généralement la principale source de ventilation du logement.

S'il est nécessaire de rénover les constructions anciennes afin de réduire les consommations énergétiques, ces rénovations ne peuvent se faire sans appréhender l'ensemble des enjeux environnementaux, culturels et techniques, au risque de détruire les qualités anciennes et obtenir un résultat plus que contestable.

QUELQUES IDÉES REÇUES SUR LE BÂTI ANCIEN →

« Mes murs font 50 cm d'épaisseur, je n'ai pas besoin de les isoler »

FAUX !

L'épaisseur des murs n'est pas un gage d'isolation thermique. Un mur de 50 cm de pierre ou de pisé est égal à 2 cm d'isolant.

« Il fait frais l'été dans ma maison ancienne, c'est qu'elle est bien isolée »

FAUX !

Ce ne sont pas les mêmes propriétés des matériaux qui entrent en jeu pour le confort d'été et le confort d'hiver. Un bâtiment peut être performant et confortable l'été, mais pas l'hiver, et inversement.

« Il ne faut surtout pas isoler un mur ancien »

FAUX !

Il faut l'isoler mais pas n'importe comment ! Les murs anciens (pierre, pisé, mâchefer) peuvent être isolés, mais surtout pas de la même façon qu'un mur en parpaing, béton ou brique.

« Il y a de l'humidité qui rentre dans les murs, il faut rendre le mur étanche pour empêcher l'eau d'entrer »

MAUVAISE IDÉE

Il est normal qu'il y ait de l'eau qui circule dans les murs anciens et on peut rarement totalement l'empêcher ; il est donc primordial de permettre son évacuation. Or les revêtements étanches (enduit ciment, dalle, goudron) empêchent l'eau de circuler mais surtout de s'évacuer, et ne font qu'accentuer le problème à terme.

Méthodologie pour une rénovation thermique responsable

1. LES ÉTAPES CLÉS POUR UNE RÉNOVATION THERMIQUE RÉUSSIE

Une opération de rénovation thermique d'un bâtiment ancien doit s'efforcer de répondre aux points suivants :

- Maintenir ou améliorer le confort pour ses occupants,
- Permettre une réduction de la consommation d'énergie,
- Contribuer à la pérennité du bâtiment en respectant notamment son équilibre hygrométrique,
- Respecter la valeur patrimoniale, architecturale et paysagère du bâti.

Pour y parvenir, une approche globale multicritères est indispensable. Celle-ci commence nécessairement par une définition précise des besoins, accompagnée

par un diagnostic préalable faisant l'état des qualités du bâtiment et de ses limites.

Le choix des travaux à réaliser et des solutions techniques mises en œuvre dépendront principalement des résultats du diagnostic, des contraintes urbanistiques, des compétences et savoir-faire des artisans et du budget disponible.

Les entreprises et les artisans retenus ont également toute leur importance dans la réussite du projet.

Afin de prendre des décisions de façon éclairée, il importe donc d'avancer pas à pas et de se faire accompagner à chaque étape du projet par des professionnels spécialisés.

Trouver les bons acteurs pour se faire accompagner

Professionnels, maître d'œuvre et architectes RGE

Pour aider les particuliers à sélectionner des professionnels de qualité, l'État a créé la mention « Reconnu Garant de l'Environnement » (RGE). Cette mention renforce les exigences des signes de qualité existant, leur donne un niveau d'exigence commun et une lisibilité accrue. Le recours à des professionnels RGE est obligatoire pour bénéficier de nombreuses aides financières à la rénovation. La liste des professionnels RGE (entreprises, maître d'œuvre, architecte) est disponible en ligne sur le site : www.france-renov.gouv.fr

Architectes conseil du CAUE (Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et de l'Environnement)

Les architectes conseil du CAUE sont présents dans de nombreuses communes et apportent aux particuliers des conseils gratuits sur l'architecture, l'urbanisme et l'environnement.

La liste des architectes conseil de chaque commune est disponible sur le site du CAUE : www.caue-isere.org

Certaines communes se sont dotées d'un architecte conseil en interne. Pour le consulter, il est nécessaire de se rapprocher du service urbanisme de la commune.

Choisir le bon artisan pour la rénovation du bâti ancien

Pour la rénovation du bâti ancien, il est important de faire appel à des artisans formés et compétents sur ce type de bâtiment. Pour s'en assurer, il est recommandé de discuter avec les artisans, de les questionner sur leur parcours professionnel, d'aborder certains points particuliers spécifiques au bâtiment, de demander des chantiers de référence où il est possible de contacter les propriétaires pour avoir un retour.

L'accompagnement de l'ALEC tout au long du projet

L'ALEC accompagne les porteurs de projet de rénovation énergétique (isolation des bâtiments, changement de chauffage, énergies renouvelables) sur tout le territoire de la Métropole grenobloise. Entre conseils personnalisés, informations générales, aide à la consultation des entreprises, analyse des devis, aide à la mobilisation des aides financières,

elle propose un ensemble d'actions et d'outils à destination des particuliers et des professionnels.

Elle tient des listes (non exhaustives) de professionnels répertoriés sur le territoire en fonction de leurs activités qu'elle peut mettre à disposition des particuliers qu'elle accompagne.

Le schéma ci-après reprend les étapes clés pour mener l'opération à son terme ainsi que les acteurs à solliciter au fur et à mesure du projet :

Se faire accompagner	Diagnostic	Conception	Entreprises	Financement	Travaux	Usage
	<ul style="list-style-type: none"> Diagnostic global Définition des besoins 	<ul style="list-style-type: none"> Choix du MOE Création du projet Estimation du budget 	<ul style="list-style-type: none"> Choix des solutions techniques 	<ul style="list-style-type: none"> Mobilisation des aides financières 	<ul style="list-style-type: none"> Signature des devis Suivi du chantier 	<ul style="list-style-type: none"> Exploitation et maintenance
Maître d'ouvrage (=copropriété)	Définit ses souhaits/besoins	Choisit le MOE et le(s) BET (le cas échéant) = vote en AG*	Définit le programme des travaux Choisit les entreprises = vote en AG*	Dépose les demandes de subventions	Signe les devis Participe au suivi du chantier	Peut assurer le suivi des consommations
Opérateurs MurMur/ OPAH (ALEC, Soliha, Urbanis, etc.)	Informe, conseille et oriente vers les personnes ressources spécialisées					
	Aide au diagnostic et à la définition des travaux	Aide à la consultation des professionnels	Relis les cahiers des charges Aide à l'analyse des devis Identifie les aides financières mobilisables	Aide au montage des dossiers de demande de subventions	Apporte soutien et conseils neutres sur la réalisation des travaux	Aide à l'analyse du suivi des consommations
Maître d'œuvre (MOE) / architecte		Aide à la coordination des études Étudie le projet Estime le budget des travaux	Rédige le cahier des charges travaux Reçoit et analyse les devis des entreprises Affine le budget travaux		Coordonne les entreprises et le déroulement du chantier Réceptionne les travaux	Garantit les travaux (assurance)
Bureau d'études (BET)	Calcul thermique / audit énergétique Études structure Diagnostic amiante, etc.					
Entreprises / artisans			Proposent solutions et devis		Réalisent les travaux dans les règles de l'art	Garantissent les travaux (assurance)
Service urbanisme / architectes conseil	Aide à l'analyse du bâtiment au regard de l'aspect architectural et réglementaire	Apporte des conseils en architecture Indique les contraintes urbanistiques et architecturales			Délivre les autorisations d'urbanisme	

*AG = Assemblée Générale

2. DIAGNOSTIC GLOBAL PRÉALABLE

2.1. PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES ET ENVIRONNEMENTALES

Afin de déterminer les performances énergétiques et environnementales du bâtiment à rénover plusieurs éléments sont à examiner :

- les consommations énergétiques de chauffage, d'eau chaude sanitaire et de refroidissement (en n'oubliant pas de considérer l'usage du bâtiment et les habitudes de ses occupants) ;

- le niveau d'isolation de l'ensemble des parois qui constituent l'enveloppe du bâtiment (murs, toiture, plancher, menuiseries) ;
- l'étanchéité à l'air du bâtiment, c'est-à-dire la présence d'infiltrations d'air dans le bâtiment, que celles-ci soient volontaires (pour le renouvellement d'air) ou non (défaut d'étanchéité) ;
- l'implantation, l'orientation la forme du bâtiment ;
- le niveau de confort ressenti par ses occupants en hiver, en été, selon les pièces.

2.1. IMPLANTATION ET VALEUR PATRIMONIALE

En fonction de l'implantation et/ou de la valeur patrimoniale du bâtiment à rénover, certaines solutions techniques ne pourront pas être mises en œuvre. L'isolation thermique par l'extérieur pourra difficilement être envisagée, voire même totalement interdite, par exemple, sur une façade remarquable avec un intérêt patrimonial fort.

Afin de connaître les règles d'urbanismes qui s'appliquent sur son bâtiment, le service urbanisme et/ou l'architecte conseil de sa commune doit être consulté de façon systématique pour vérifier dans quelle mesure une intervention par l'extérieure peut être mise en œuvre sur le bâti.

Les règles d'urbanismes qui s'appliquent sont fixées dans le Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUI). Sur la Métropole de Grenoble une cartographie en ligne (pluicarte.lametro.fr) permet de savoir si le bâtiment

bénéficie d'une protection patrimoniale particulière et de connaître les règlements qui s'appliquent sur la parcelle concernée. Cet outil informatif n'a cependant pas de valeur réglementaire et la consultation du service urbanisme de la commune reste indispensable.

Pour déterminer l'intérêt patrimonial d'un bâtiment hors secteur protégé, il convient de s'intéresser entre autres :

- aux détails relatifs au système constructif (matériaux employés, texture, enduit...),
- aux éléments de composition (présence de lignes horizontales, verticales, nez de dalle en saillie, corniches...),
- aux modénatures ou ornements (éléments de décors, garde-corps, serrurerie...).

La composition des menuiseries et des occultations a également toute son importance. Les informations concernant l'histoire et l'évolution du bâtiment peuvent permettre de compléter le diagnostic architectural.

Quelques typologies de bâtiments « anciens » rencontrés sur la métropole

Type « médiéval » ou « façades plates »



Pont-de-Claix — place du 8 mai 1945



Vizille — rue du Général du Gaulle

Type « Haussmannien » ou « Bourgeois »



Grenoble — rue Emile Augier



Grenoble — avenue Alsace Lorraine

Type « Faubourg » ou « Ouvrier »



Grenoble — rue Joya



Grenoble — rue Arago

2.3. DIAGNOSTIC TECHNIQUE DU BÂTIMENT

Avant toute intervention sur un bâti ancien, quelques vérifications indispensables sont à faire. Le principal problème rencontré étant l'humidité, il s'agit dans un premier temps de détecter la présence ou non d'humidité dans le bâti et d'identifier son origine parmi les possibilités suivantes :

- la condensation liée à l'activité humaine et à l'absence de ventilation performante
- les remontées capillaires
- l'eau de pluie qui s'infiltré dans les murs.

Le diagnostic technique doit intégrer les principaux éléments suivants :

- environnement extérieur : façades soumises à la pluie ? au vent ? mitoyenneté ? revêtement goudronné aux abords ou sol végétal ?
- État des façades extérieures et intérieures : traces d'humidité, fissures, moisissures ?

- Caractéristiques des murs : quels matériaux ? quel revêtement intérieur/extérieur ? présence d'éléments en bois ? (plancher bois, poutres)
- État de la toiture : présence de fuites ? chéneaux, gouttières, zinguerie en bon état ?
- Présence d'un système de ventilation en fonctionnement ?

En fonction de la présence ou non d'humidité dans le bâtiment, des pathologies et des désordres observés, plusieurs traitements doivent obligatoirement être réalisés **avant toute autre intervention sur le bâti** :

- entretien et réparation des enduits et/ou des maçonneries
- entretien et réparation des descentes d'eaux pluviales, des gouttières, chéneaux, zinguerie
- évaluation de la ventilation
- traitement des remontées capillaires
- hydrofugation de la façade (dans le cas de maçonneries apparentes par exemple).

Les origines de l'humidité

La condensation

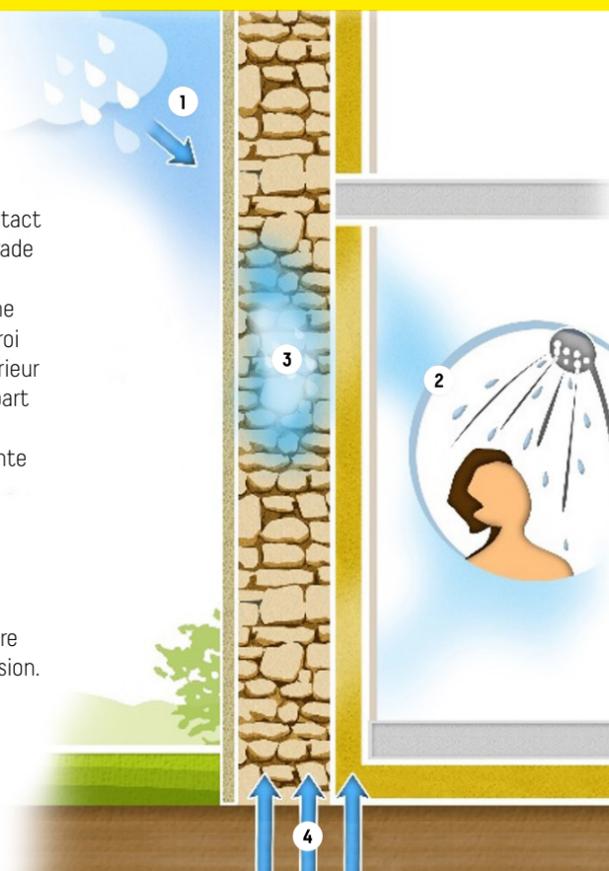
L'activité humaine dans les logements provoque inévitablement de la vapeur d'eau. En l'absence de ventilation performante, cette vapeur d'eau risque de se transformer en condensation au contact d'une paroi froide. L'eau liquide qui se forme dégrade les matériaux et favorise le développement de moisissures et de champignons. Ce phénomène a souvent lieu sur une surface froide (vitre ou paroi mal isolée) mais peut également survenir à l'intérieur d'un mur puisque la vapeur d'eau traverse la plupart des matériaux de construction. L'isolation et la ventilation permettent une réduction importante de la condensation à la surface des parois.

Les remontées capillaires

Ce phénomène se produit dans les matériaux de construction poreux, c'est-à-dire dont la structure présente de nombreuses cavités de faible dimension. Ces cavités sont souvent reliées entre elles et forment de très longs canaux appelés capillaires. La migration de l'eau qui se produit du bas vers le haut, peut atteindre plusieurs mètres.

Les infiltrations directes

Elles surviennent sur une façade exposée à la pluie (dont la force de pénétration peut être renforcée par le vent), aux gouttières ou aux descentes d'eau qui fuient, dont le mur est composé de matériaux capillaires et l'enduit est dégradé ou fissuré.



- 1 Les intempéries surtout si le revêtement extérieur est détérioré
- 2 La vapeur d'eau émise par le corps ou l'activité humaine qui cherche à sortir vers l'extérieur
- 3 L'eau contenue dans les matériaux de construction
- 4 Les remontées capillaires provenant du sol particulièrement en présence de plancher sur terre plein

Prescriptions générales

1. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES D'UN POINT DE VUE ÉNERGÉTIQUE

La rénovation énergétique des bâtiments doit tendre vers un objectif global de mise à niveau « Bâtiment Basse Consommation » (BBC) selon la loi de transition énergétique pour la croissance verte. Le niveau « BBC rénovation » est une consommation maximale à ne pas dépasser qui dépend de la zone climatique et de l'altitude. Sur la métropole grenobloise, ce seuil est fixé à 96 kWhEp/m².an pour un logement situé à moins de 400m d'altitude.

Dans la mesure du possible, l'isolation de l'enveloppe se doit d'être traitée d'une manière globale et toutes les parois d'un volume chauffé en contact avec l'extérieur ou donnant sur des parties non chauffées doivent être isolées (murs, toiture, plancher, menuiseries). La gestion des interfaces entre les différentes parois et l'étanchéité à l'air doivent également être traitées avec soin afin d'atteindre

un bon niveau de performance, éviter les ponts thermiques et éviter les problèmes de condensation.

Les prescriptions détaillées ci-après concernent uniquement les travaux portant sur les parties communes du bâtiment. Cela n'exonère pas les propriétaires de logement à entreprendre des travaux sur leurs parties privatives pour en améliorer les performances thermiques.

Conformément au Plan Local d'Urbanisme intercommunal (PLUi), les travaux de rénovation réalisés sur les parois opaques ou vitrées doivent respecter les caractéristiques thermiques définies pour les opérations standardisées du dispositif des Certificats d'économie d'énergie (CEE) correspondant aux travaux réalisés. Ces caractéristiques thermiques sont reprises dans le présent guide.

2. PRESCRIPTIONS GÉNÉRALES D'ORDRE ARCHITECTURALES

Afin de ne pas dénaturer le bâti et diminuer sa valeur patrimoniale, les éléments architecturaux qui constituent le bâtiment doivent être considérés. Il convient de respecter au mieux les principes suivants :

- conserver les éléments existants qui constituent la valeur patrimoniale du bâti ;
- privilégier le remplacement (si besoin) par des éléments identiques et compatibles (matériaux et formes) ;

- restituer les dispositions d'origine qui ont été dénaturées ;
- utiliser les interventions architecturales contemporaines de façon mesurée pour ne pas nuire à l'architecture d'origine.

3. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES

En fonction du diagnostic technique, des travaux préalables sont parfois indispensables afin de traiter les désordres constatés.

D'une façon générale, quelques règles de bonnes pratiques relatives à l'humidité dans le bâtiment doivent être respectées :

- protéger les façades contre la pluie (conserver les débords de toit, prévoir un enduit imperméable à la pluie mais ouvert à la diffusion de vapeur d'eau),
- traiter les remontées capillaires,
- assurer l'étanchéité à l'air avec une membrane (privilégier les freine-vapeurs hygrovariables),

- respecter la perméabilité croissante de l'intérieur vers l'extérieur (matériaux plus fermés au passage de la vapeur d'eau à l'intérieur de la paroi qu'à l'extérieur) et permettre le séchage du mur,
- assurer la continuité capillaire pour permettre à la vapeur d'eau de s'évacuer vers l'extérieur,
- ventiler mécaniquement pour évacuer l'excès d'humidité.

Dans tous les cas, le respect des règles de mise en œuvre (règles de l'art et préconisations du fabricant) sont indispensables pour la pérennité et l'assurabilité des travaux.

4. CHOIX DES MATÉRIAUX

La liste des matériaux isolants est longue, mais tous n'affichent pas les mêmes caractéristiques et performances et tous ne peuvent pas être employés sur un bâti ancien.

Voici quelques critères à prendre en compte dans le choix de l'isolant.

La résistance thermique

À l'inverse des métaux, les isolants ne conduisent pas la chaleur mais lui opposent, au contraire, une résistance. La résistance thermique exprimée en $m^2.K/W$ s'obtient par le rapport de l'épaisseur (en mètres) divisé par la conductivité thermique (lambda) du matériau considéré ($R = \text{Épaisseur} / \lambda$).

La conductivité thermique

Il s'agit de la capacité d'un matériau à conduire ou non la chaleur (et donc à isoler ou non). Le coefficient λ , exprimé en $W/m.K$, indique la conductivité thermique d'un matériau. Plus le coefficient λ est faible, plus le matériau est isolant.

L'inertie thermique

L'inertie thermique est la capacité d'un matériau à « stocker » de la chaleur et à la restituer petit à petit. L'inertie thermique est recherchée dans un logement pour limiter les variations de température et gagner en confort.

Le déphasage thermique

Le déphasage thermique, exprimé en heures, indique le temps que va mettre la chaleur pour traverser l'isolant et pénétrer dans le logement. Le déphasage dépend en partie de l'inertie thermique du matériau. Ce critère est particulièrement important pour limiter les surchauffes en période estivale.

Une valeur minimale de 8 heures permet de retarder suffisamment le front de chaleur pour pouvoir évacuer la chaleur accumulée pendant la journée une fois le soleil couché.

La perméabilité à la vapeur d'eau

On dit d'un matériau qu'il est « perméable » à la diffusion de vapeur s'il laisse suffisamment passer la vapeur d'eau. La valeur S_d , exprimée en mètres, indique la résistance à la diffusion de la vapeur d'eau. Les matériaux perméables à la diffusion de vapeur d'eau ou « ouverts » ont une valeur S_d inférieure à 4 mètres. C'est le cas des isolants fibreux tels que les laines minérales, laines végétales,

ouate de cellulose, etc. et des enduits à la chaux. Plus cette valeur est petite, plus le matériau est perméable.

La capillarité :

Il s'agit de la capacité d'un matériau à contenir, transporter et redistribuer de l'eau à l'état liquide (et non vapeur). Les matériaux capillaires sont très utiles en cas de présence d'humidité car ils aident à faire migrer l'eau. C'est le cas de la plupart des matériaux biosourcés (laines végétales, ouate de cellulose) mais pas des laines minérales.

Le choix des matériaux à utiliser dépend principalement de la nature du mur et de la technique d'isolation mise en œuvre (isolation thermique par l'intérieur ou par l'extérieur). Dans le bâti ancien, les parois sont la plupart du temps perméables à la vapeur d'eau. Afin de respecter le fonctionnement hygrométrique des parois du bâti ancien, les matériaux isolants et les enduits utilisés seront donc nécessairement perméables à la diffusion de la vapeur d'eau.

Les isolants synthétiques (polystyrène ou polyuréthane), non perméables, sont fortement déconseillés sur un bâti ancien.

En présence d'humidité, et sur certains types de murs, il est préférable que l'isolant soit également capillaire pour permettre à l'eau liquide de poursuivre sa migration vers l'extérieur.

Idéalement, le matériau isolant doit donc être à la fois perméable à la diffusion de la vapeur d'eau, capillaire, avoir une faible conductivité thermique et permettre un bon déphasage thermique.

Exemples de matériaux isolants fréquemment utilisés en rénovation

Matériaux	Conductivité thermique (λ en $w/m.K$)	Utilisation privilégiée			Isolant biosourcé	Adapté au bâti ancien
		Façades	Toitures	Plancher bas		
Ouate de cellulose en vrac	0.04	✗	✓	✓	😊	😊
Laine de bois en panneaux	0.036 à 0.042	✓	✓	✓	😊	😊
Liège en panneaux	0.038	✓	✓	✓	😊	😊
Laine de roche	0.036	✓	✓	✓	😞	😞
Mousse résolique	0.022	✓	✗	✗	😞	😞
Béton de chanvre	0.065	✓	✗	✗	😊	😊
Béton cellulaire	0.043	✓	✗	✗	😞	😊
Polystyrène expansé graphité (gris)	0.032	✓	✗	✓	😞	😞
Polystyrène expansé (PSE)	0.038	✓	✗	✓	😞	😞

D'autres alternatives à celles présentées ci-dessus existent : isolation par voie humide (béton terre / paille ou chaux / chanvre avec enduit terre ou chaux) ; isolation par voie semi-humide (par exemple doublage en lattis empli de chanvre et finition par un enduit terre) ; pose d'un enduit isolant (type diathonite) pour apporter une correction thermique lorsque la pose d'un isolant n'est pas possible.

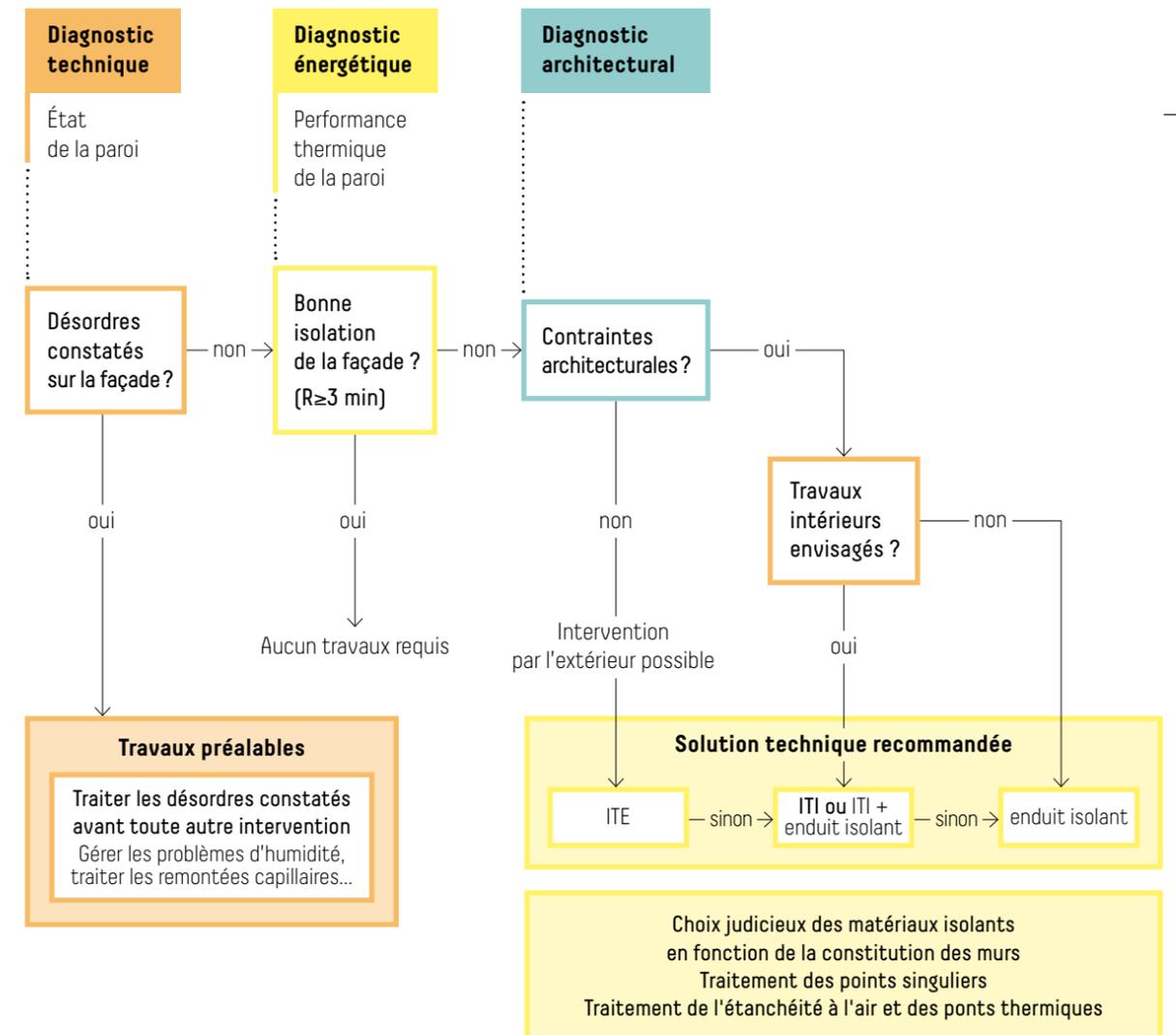
Les façades et les pignons

En hiver, une mauvaise isolation des parois opaques peut induire un inconfort notable pour les occupants en raison du phénomène de paroi froide. Il est donc très important de corriger ce phénomène, autant que possible, grâce à l'isolation thermique des façades, permettant d'allier confort et économie. Pour cela, différentes solutions techniques sont applicables suivant les cas, comme l'Isolation Thermique par l'Extérieur (ITE) ou l'Isolation Thermique par l'Intérieur (ITI), chacune présentant des avantages et des inconvénients avec des précautions associées. Lorsqu'aucune de ces deux solutions n'est possible, la pose d'un enduit isolant peut améliorer légèrement les performances thermiques du mur et limiter l'inconfort.

- la nécessité de réaliser des travaux d'ordre esthétique ou structurel (ravalement de façade ou rénovation de l'intérieur des logements) permettant ainsi de mutualiser les coûts d'échafaudage et de ne pas repousser le traitement thermique à la prochaine opération de ravalement ;
- l'existence ou non d'une isolation thermique et sa performance. **Le traitement des façades est nécessaire si les murs extérieurs ne présentent pas une résistance thermique R du complexe supérieure ou égale à 3 m². K/W.**

L'aspect architectural de la façade et sa proximité avec l'espace public qui peut orienter vers l'une ou l'autre des solutions.

Le choix de la solution technique à mettre en œuvre dépend des résultats du diagnostic préalable, entre autres :



1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

En paroi courante verticale, la **résistance thermique de l'isolant rapporté (R)** doit être idéalement supérieure ou égale à **3,7 m².K/W**.

Dans certains cas, cette valeur peut être portée à **5 m².K/W** pour les parois qui ne présentent aucune difficulté technique ni contrainte architecturale particulière, voire même à **6 m².K/W** sur les pignons aveugles.

1.1. ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR (ITE)

L'isolation thermique par l'extérieur présente de multiples avantages et doit être privilégiée. En effet, elle permet de traiter certains ponts thermiques (planchers intermédiaires, murs de refends) et de conserver les avantages de l'inertie des murs à l'intérieur des logements. Les murs sont également protégés du gel et de la pluie et sont donc moins sensibles aux intempéries.

Cette solution a également l'avantage de pouvoir être réalisée sans modifications à l'intérieur de la maison et sans perte de surface habitable.

Toutefois, l'isolation thermique par l'extérieur modifie l'aspect de la façade. Elle est difficilement envisageable en cas de contrainte vis-à-vis du patrimoine bâti.

Points de vigilance

- Le matériau isolant choisi doit permettre la diffusion de la vapeur d'eau du mur vers l'extérieur (isolant fibreux recommandé). L'enduit doit également être ouvert à la vapeur d'eau (privilégier un enduit à la chaux / enduit ciment proscrit).
- En présence d'enduit ciment extérieur : l'enduit est à décroûter sur toute la hauteur avant la pose de l'isolant. Il est parfois recommandé de refaire un enduit à la chaux avant de poser l'isolant.
- L'adhérence et la continuité de matériaux entre mur et isolant doivent être maintenues (l'isolant doit toucher le mur).
- Bien choisir les chevilles adaptées au type de mur (chevilles différentes pour le pisé, la pierre ou le mâchefer).
- Pour les murs en mâchefer : en présence d'un sous-bassement béton ET en l'absence de remontées capillaires, le polystyrène est une variante possible.

1.2. ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTÉRIEUR (ITI)

En cas d'impossibilité de mise en œuvre d'une isolation par l'extérieur, l'isolation par l'intérieur peut être une alternative économiquement intéressante. Néanmoins, elle ne permet pas d'atteindre les performances d'une ITE et la gestion des transferts d'humidité dans la paroi est particulièrement délicate :

- La gestion des ponts thermiques est délicate voire impossible, ce qui entraîne plus facilement des phénomènes de condensation pouvant provoquer des désordres importants
- L'inertie des murs est réduite, empêchant ainsi d'atténuer les variations de températures ce qui limite le confort notamment en été.

Points de vigilance

Le mur isolé ne bénéficie plus de la chaleur du logement, ce qui favorise la condensation dans le mur. L'isolation par l'intérieur est possible si les points suivants sont respectés :

- les murs sont bien protégés des remontées capillaires et des infiltrations ;
- les surfaces extérieures et intérieures sont nues ou revêtues d'un enduit perméable à la vapeur (enduit ciment proscrit, papier peint vinyle ou toile de verre également) ;
- la pose d'un frein-vapeur hygrovariable côté intérieur est réalisée sans discontinuité.

Si l'une de ces conditions n'est pas remplie, il y a un risque de pathologie accru par l'isolation thermique par l'intérieur.

Autres points de vigilance

- Privilégier un matériau perspirant ET capillaire (la plupart des matériaux biosourcés le sont) ; les laines minérales peuvent fonctionner également mais elles présentent une capacité de séchage un peu moins bonnes.
- En présence de plancher intermédiaire en bois : assurer la continuité de l'isolation et du frein-vapeur dans l'épaisseur du plancher et raccord autour des solives. Cela évite l'accumulation d'humidité dans le bois.
- Selon les cas, envisager une protection particulière de la façade la plus exposée à la pluie (bardage ventilé, enduit à la chaux...).

1.3. ENDUIT CORRECTIF

En cas d'isolation thermique par l'intérieur, une correction thermique est recommandée sur les murs de refend afin d'éviter tout risque de condensation, notamment dans les pièces humides. C'est également une alternative intéressante à l'isolation thermique par l'extérieur (ITE) lorsqu'il n'est pas possible de modifier l'aspect extérieur d'une façade.

Il s'agit la plupart du temps d'un enduit « isolant » constitué de chaux et d'un matériau isolant (chanvre, paille, liège ou encore diatomée). Cette technique présente l'avantage de se poser sur tous les supports et de s'adapter à l'irrégularité du mur.

Si les enduits isolants permettent de limiter les effets de parois froides et les risques de condensation, ils n'apportent cependant qu'une correction thermique et ne constituent pas une bonne isolation.

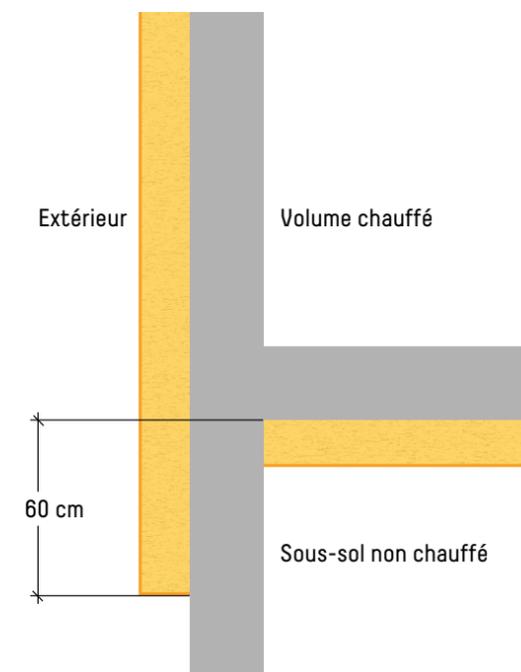
2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS

Afin d'optimiser l'efficacité de l'isolation thermique des parois, il est indispensable de porter une attention particulière aux points singuliers qui peuvent être le lieu de ponts thermiques significatifs s'ils ne sont pas correctement traités. Les principaux points singuliers sont les suivants :

- Encadrement de fenêtres (tableaux, appuis et linteaux) à isoler pour éviter les risques de condensation ;
- Interface entre le rez-de-chaussée et le 1er étage chauffé / traitement du pied de façade ;
- Présence de gaines de vide-ordure, de descentes d'eaux pluviales ou de câbles électriques en façade : à déposer et à reposer par-dessus l'isolant.

Traitement de l'interface entre le mur extérieur et la dalle de plancher bas

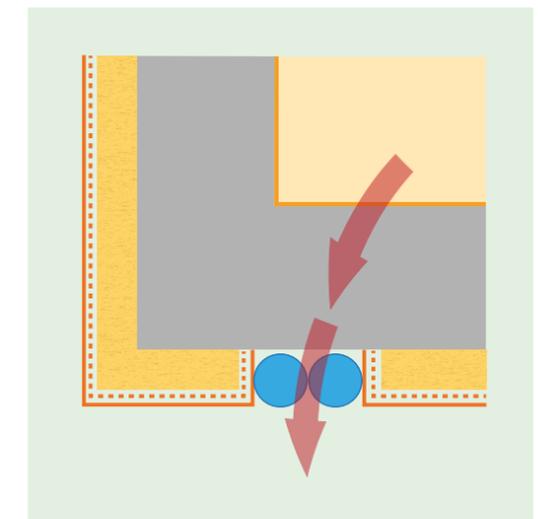
L'isolation en façade doit descendre au moins 60 cm sous l'isolant rapporté en sous-face de dalle de plancher bas.



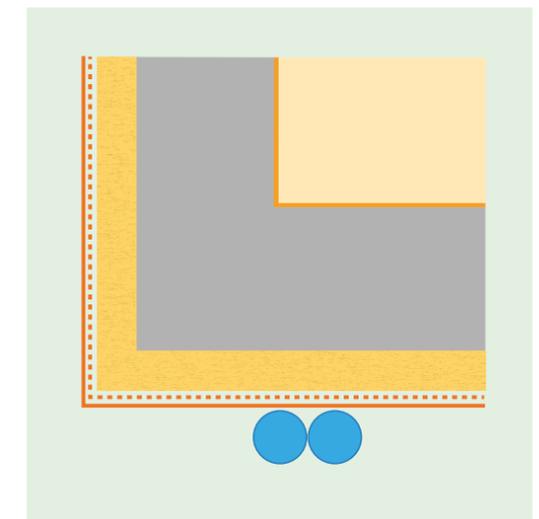
Traitement des descentes d'eau pluviale

La descente d'eau pluviale doit être reposée au-dessus de l'isolant :

Solution proscrite



Solution privilégiée



L'absence d'isolation au niveau des encadrements de fenêtres et une mauvaise ventilation peuvent entraîner le développement de pathologies (condensation, moisissures).



Exemples de solutions techniques fréquemment utilisées en façades

Matériaux	Épaisseur d'isolant (R=3,7 m².K/W)	Conductivité thermique (λ en w/m.K)	Perméabilité à la vapeur d'eau	Capillarité (circulation eau liquide)	Isolant biosourcé	Adapté au bâti ancien
Laine de bois en panneaux semi rigide	14 cm	0.036	😊	😊	😊	😊
Liège en panneaux	14 cm	0.038	😊	😞	😊	😊
Laine de roche	13.5 cm	0.036	😊	😞	😞	😊
Béton de chanvre	24 cm	0.065	😊	😊	😊	😊
Béton cellulaire	16 cm	0.043	😊	😊	😊	😊
Mousse résolique (bakélite)	8.5 cm	0.022	😞	😞	😞	😞
Polystyrène expansé graphité (gris)	12 cm	0.032	😞	😞	😞	😞
Polystyrène expansé (PSE)	14 cm	0.038	😞	😞	😞	😞

Exemples de solutions alternatives apportant une correction thermique

Matériaux Enduit isolant	Épaisseur maximale	Conductivité thermique (λ en w/m.K)	Résistance thermique (m².K/W)	Perméabilité à la vapeur d'eau	Capillarité (circulation eau liquide)	Isolant biosourcé	Adapté au bâti ancien
de type diathonite	≈ 6 cm	0.045	1.3	😊	😊	😊	😊
de type chaux - chanvre	≈ 5 cm	0.14	0.3	😊	😊	😊	😊

Les toitures

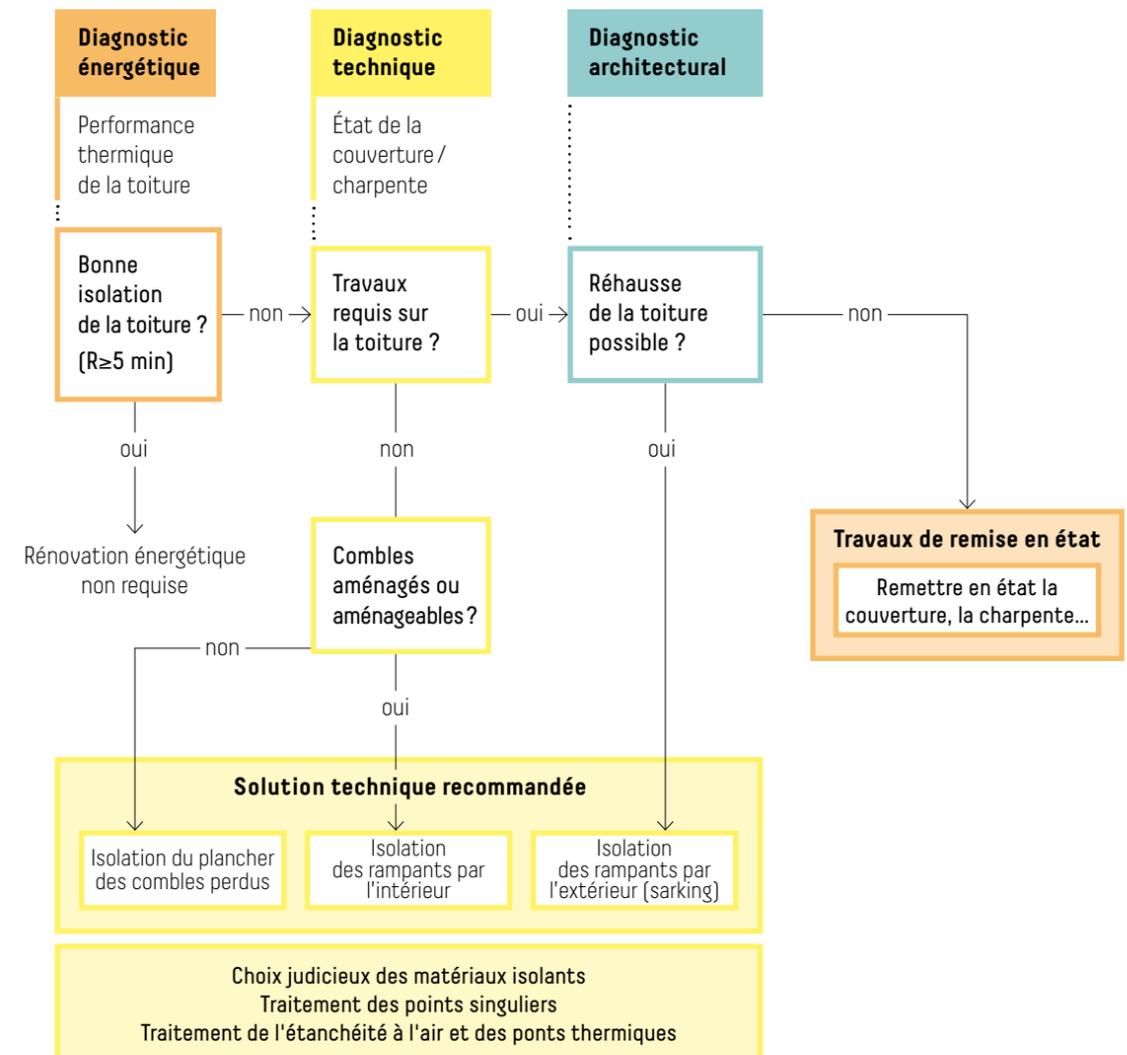
Selon la configuration du bâtiment, la toiture peut correspondre à une part importante des déperditions thermiques. En hiver, ce défaut d'isolation peut rapidement engendrer des surcoûts pour les logements localisés aux derniers étages, mais également constituer une source d'inconfort majeure en période estivale. Le choix du matériau isolant employé sera particulièrement important pour assurer le confort d'été, notamment lorsque les combles sont occupés.

En fonction du type de toiture (toiture en pente ou toiture terrasse), l'isolation peut être effectuée au niveau du plancher des combles perdus, au niveau des rampants de toiture, par l'intérieur ou par l'extérieur, ou posée sur la toiture plate.

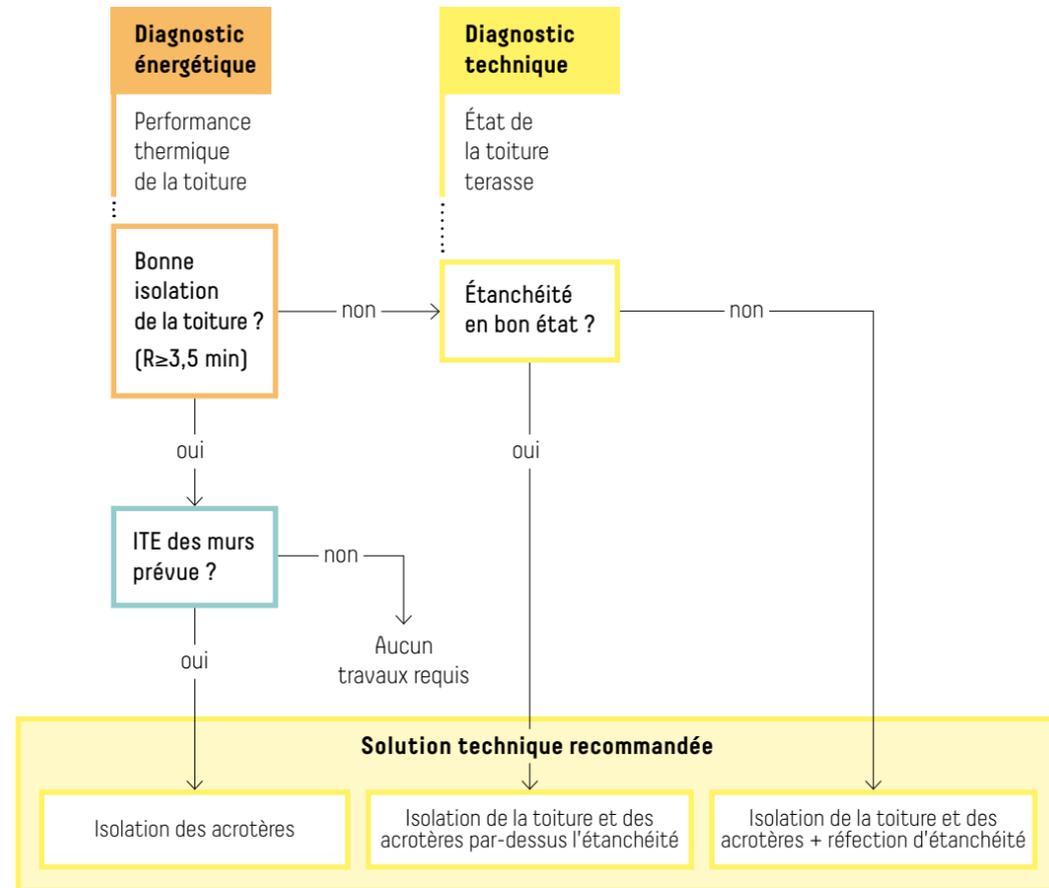
Le choix de la solution technique à mettre en œuvre dépend du type de toiture, mais également des résultats du diagnostic préalable, entre autres :

- la nécessité de réaliser des travaux d'ordre structurel (réfection d'étanchéité, rénovation de la couverture ou de la charpente, etc.).
- L'existence ou non d'une isolation thermique et sa performance. L'isolation de la toiture **est nécessaire si celle-ci ne présente pas une résistance thermique R du complexe supérieure ou égale à 5 m². K/W en toiture en pente ou 3,5 m².K/W en toiture terrasse.**
- L'aspect architectural du bâtiment qui peut orienter vers une isolation par l'intérieur ou par l'extérieur.

Dans le cas d'une toiture en pente



Dans le cas d'une toiture terrasse



1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

1.1. ISOLATION THERMIQUE DES PLANCHERS DE COMBLES PERDUS

En combles perdus, la **résistance thermique de l'isolant rapporté (R)** doit être idéalement supérieure ou égale à **7 m².K/W**.

Si possible, cette valeur peut être portée à **8 m².K/W**, voire même à **10 m².K/W** si l'espace est suffisant et que les combles ne présentent aucune difficulté technique.



Combles non isolés



Combles isolés

Points de vigilance

- La présence d'humidité peut nuire à la pérennité de l'isolant. Celle-ci peut être due à l'absence d'écran de sous-toiture, à une fuite dans le toit ou à la formation de condensation dans l'isolant. Pour gérer la migration de la vapeur d'eau, il est nécessaire de mettre en place un frein-vapeur du côté « chaud » de l'isolant.
- Pour pouvoir circuler dans les combles et éviter les tassements localisés il convient d'aménager un cheminement d'accès fixe aux équipements (de type platelage bois par exemple) au-dessus de l'isolant.

1.2. ISOLATION THERMIQUE DES RAMPANTS DE TOITURE

Que l'isolation thermique des rampants de toiture soit effectuée par l'extérieur ou par l'intérieur, la **résistance thermique totale rapportée (R)** doit être idéalement supérieure ou égale à **6 m².K/W**.

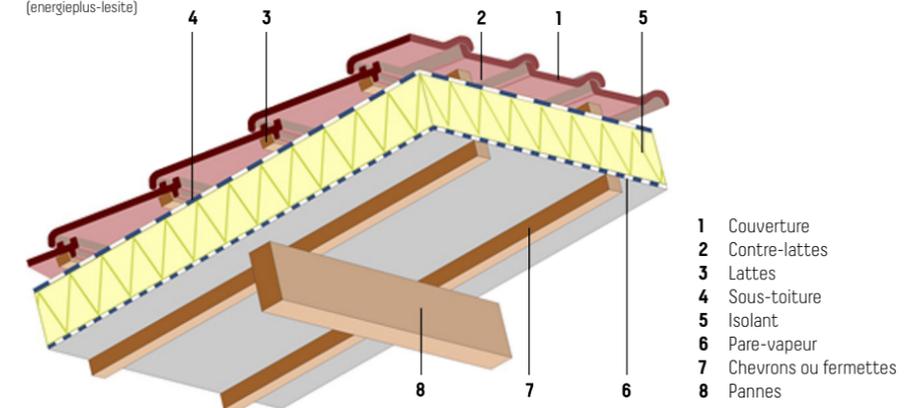
Dans les deux cas, **un soin particulier doit être apporté à l'étanchéité à l'air**.

1.2.1. ISOLATION DES RAMPANTS PAR L'EXTÉRIEUR

Afin de permettre une efficacité optimale, il est fortement conseillé de réaliser l'isolation thermique des rampants par l'extérieur (technique appelée « sarking »). Elle peut être partielle, le complément étant apporté par une isolation entre chevrons. Cette technique d'isolation par l'extérieur fournit de bonnes performances et réduit les ponts thermiques et donc les risques de condensation. De plus, elle permet de garder la hauteur sous rampants. Elle repose sur un rehaussement de la toiture et exige la dépose des matériaux de couverture avant qu'ils ne soient reposés.

Schéma du sarking

© UCL - Architecture et Climat (energieplus-lesite)



1.2.1. ISOLATION DES RAMPANTS PAR L'INTÉRIEUR

Si l'isolation thermique des rampants de toiture par l'extérieur n'est pas envisageable, l'isolation thermique des rampants par l'intérieur est une solution alternative qui peut s'imposer (cas par exemple de rampants sur combles aménagés en galetas).

Points de vigilance

Gérer la migration de vapeur d'eau est particulièrement critique en toiture dans le cas où des éléments de charpente sont présents. Une mauvaise gestion de l'humidité peut alors dégrader à la fois l'isolant mais aussi la structure porteuse. Il faut donc s'assurer que la vapeur d'eau puisse s'évacuer vers l'extérieur sans risques de condensation dans la paroi.

- Mettre en place ou vérifier la présence d'un écran de sous-toiture HPV (Haute Perméance à la Vapeur d'eau).
- En isolant par l'intérieur, la mise en place d'un frein-vapeur ou d'un pare-vapeur du côté chaud de l'isolant est indispensable. Cela évite la pénétration d'humidité dans l'isolant.

1.3. ISOLATION EN TOITURE-TERRASSE

En toiture terrasse, la **résistance thermique totale rapportée (R)** doit être à minima supérieure ou égale à **4,5 m².K/W**. Si possible, cette valeur peut être portée à **6 m².K/W** pour une meilleure performance thermique.

La pose de l'isolation doit être effectuée en deux couches croisées et le revêtement d'étanchéité doit être placé sur l'isolant (principe de la « toiture chaude »).

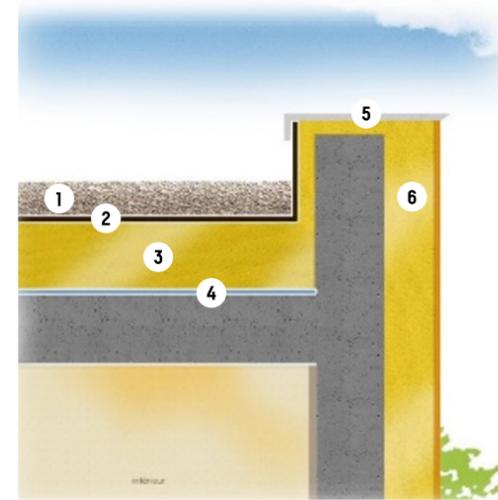
2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS

En fonction de la solution technique mise en œuvre (isolation des combles perdus, isolation des rampants de toiture, etc.), différents points singuliers sont à traiter :

- continuité de l'isolation entre la façade et la toiture ;
- en toiture-terrasse, les acrotères doivent être isolés sur toutes leurs faces (extérieure, supérieure et intérieure) ;
- en combles perdus, une distance de sécurité doit être respectée entre l'isolant et les éléments pouvant dégager de la chaleur tels que conduits de fumées, hottes d'aspiration ou encore moteurs. Le contact direct de l'isolant avec les sports encastrés dans le plafond est strictement interdit (pour éviter les risques d'incendie) ;
- isolation des terrasses accessibles (sauf impossibilité technique).

Isolation de l'acrotère

L'isolation de l'acrotère permet d'assurer une continuité entre l'isolation de la façade et l'isolation de la toiture terrasse.



- Gravillons 1
- Nouvelle étanchéité 2
- Isolant 3
- Pare-vapeur 4
- Couvertine 5
- Isolant 6

Exemples de solutions techniques fréquemment utilisées en toitures

Matériaux	Utilisation	Épaisseur	Résistance thermique (m ² .K/W)	Conductivité thermique (W/m.K)	Déphasage	Isolant biosourcé	Adapté au bâti ancien
Quate de cellulose soufflée	Combles perdus	30	0.045	0.04	9 h	😊	😊
Laine de roche soufflée		32	0.14	0.045	6 h	😞	😞
Quate de cellulose soufflée en caissons	Rampants (combles aménagés)	25	6	0.04	9 h	😊	😊
Quate de cellulose en panneaux		24		0.039	9 h	😊	😊
Laine de bois en panneaux semi rigide		22		0.036	9 h	😊	😊
Panneaux fibre de bois rigide		24		0.039	13 h	😊	😊
Laine de roche en panneaux		22		0.036	6 h	😞	😞
Laine de verre en rouleaux		21		0.035	4 h	😞	😞
Panneaux fibre de bois dense	Toiture terrasse	19	4,5	0.042	11 h	😊	😊
Polystyrène extrudé		14		0.03	5 h	😞	😞
Polyuréthane		10		0.022	5 h	😞	😞

Les planchers bas

L'isolation des planchers bas peut se révéler facile à traiter comme particulièrement difficile suivant la configuration du bâtiment. Son impact énergétique est généralement moins important que pour les autres parois (murs ou toiture) mais l'impact sur le confort des logements situés au-dessus des planchers bas n'est pas négligeable.

Cette partie traite de l'isolation des planchers bas donnant sur :

- Un sous-sol non chauffé (caves, garages, locaux à poubelle, etc.) ;
- Un vide sanitaire ;
- L'extérieur (balcons ou terrasses fermées, étages déportés, passages-cochers, porches d'entrées).

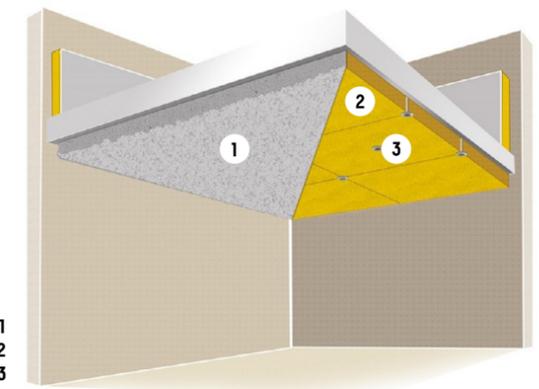
Les planchers bas sur terre-plein ne sont pas traités dans le présent guide.

1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

La **résistance thermique de l'isolant rapporté (R)** en sous-face d'un plancher bas doit être idéalement supérieure ou égale à **3 m².K/W**. Si la hauteur sous plafond le permet, cette valeur peut être portée à **4 m².K/W**.

Si la configuration architecturale et la hauteur sous plafond le permettent, un plancher bas sur extérieur gagne à être isolé avec un isolant de résistance thermique supérieure ou égale à **5 m².K/W**.

Isolation en sous-face de plancher bas



- Isolation par flocage 1
- Isolation rapportée sous dalle 2
- Chevilles 3

2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS

Les points singuliers les plus fréquemment rencontrés en planchers bas sont les suivants :

- les éventuelles poutres apparentes doivent être isolées sur leurs 3 faces (latérales et inférieures) ;
- les luminaires (globes, tubes fluorescents, etc.) doivent être démontés avant l'isolation de la sous-face et remis en place soit directement sur un mur adjacent, soit en sous-face de l'isolant ;

- si nécessaire, les portes en bois, voire métalliques (si possible) des caves en particulier, doivent être recoupées pour être manœuvrables avec la nouvelle hauteur sous plafond, réduite par l'épaisseur d'isolant.

Exemples de solutions techniques fréquemment utilisées en plancher bas

Matériaux	Épaisseur d'isolant (R=3 m ² .K/W)	Conductivité thermique (λ en W/m.K)	Perméabilité à la vapeur d'eau	Capillarité (circulation eau liquide)	Isolant biosourcé	Adapté au bâti ancien
Flocage ouate de cellulose	12 cm	0.04	😊	😊	😊	😊
Flocage laine de roche	12 cm	0.04	😊	😞	😞	😞
Laine de bois en panneaux	13 cm	0.042	😊	😊	😊	😊
Laine de roche en panneaux	11 cm	0.036	😊	😞	😞	😞
Polystyrène expansé (PSE)	11.5 cm	0.038	😞	😞	😞	😞

Ouvrants et menuiseries

En hiver, les surfaces vitrées peu performantes sont responsables d'un inconfort notable pour les occupants en raison du phénomène de paroi froide. De plus, des menuiseries anciennes et/ou mal entretenues sont très souvent la source de défauts d'étanchéité à l'air, augmentant la sensation de courant d'air, mais aussi l'inconfort acoustique vis-à-vis des nuisances sonores extérieures.

Il est important de corriger ces défauts et phénomènes pour allier confort thermique, **confort acoustique, qualité de l'air, et économies d'énergies tout en conservant une harmonisation de la façade (couleurs, aspects, matériaux...).**

Le remplacement des menuiseries doit respecter certaines règles visuelles selon le règlement de la copropriété et les règles d'urbanisme. Une homogénéité de la façade doit être obtenue concernant les menuiseries privatives et collectives, ainsi que le respect des caractéristiques d'époque. Les menuiseries bois doivent être favorisées.

Le remplacement des menuiseries doit être envisagé si :

- la menuiserie est équipée de simple vitrage ;
- les huisseries sont très dégradées avec un fort débit d'air parasite entre dormant et ouvrant ;
- si dans le cas d'un double vitrage, la performance du vitrage U_g est médiocre ($U_g > 2.5 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$). À noter que seuls les doubles vitrages postérieurs à 2000-2005 ont de bonnes caractéristiques thermiques ($U_w \leq 1.6 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$).

1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Ces prescriptions concernent autant les menuiseries des parties communes (cages d'escalier, halls d'entrée) que celles de logements (menuiseries privatives).

Les performances thermiques des menuiseries sont caractérisées par les paramètres suivants :

- le **coefficient de transmission thermique du vitrage**, noté U_g (en $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) qui prend en compte les performances du vitrage ;
- le **coefficient de transmission thermique de la fenêtre**, noté U_w (en $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) qui prend en compte non seulement les performances du vitrage, mais également celles du dormant et de l'ouvrant de la menuiserie ;
- le **coefficient de transmission thermique d'une porte**, noté U_d (en $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$) ;
- le **facteur solaire**, noté S_w (en %) : plus il est important, plus le vitrage capte les rayonnements solaires quand ils le traversent ;
- le classement A.E.V. qui désigne la résistance de la menuiserie aux éléments : Air, Eau et Vent.

Les performances thermiques des nouvelles fenêtres et porte-fenêtres doivent respecter les valeurs suivantes :

- $U_w \leq 1.3 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $S_w \geq 30 \%$ (si possible) ;
- $U_w \leq 1.7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ et $S_w \geq 36 \%$ (à minima).

Pour les portes donnant sur l'extérieur, la valeur U_d doit être inférieure ou égale à $1.7 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Les menuiseries doivent idéalement avoir un classement de perméabilité à l'air de niveau A3 au minimum.



Mauvaise pratique
mauvaise étanchéité à l'air entre le dormant de la menuiserie et la paroi

Bonne pratique
bonne étanchéité à l'air

Points de vigilance

- Les nouvelles menuiseries doivent systématiquement être pourvues d'entrées d'air, dans les pièces sèches (chambres, bureau, salle de séjour), sauf dans les locaux déjà munis d'entrées d'air (aménagées dans les coffres de volets roulants par exemple) ou dans le cas de la mise en place d'une ventilation double flux.
- Une attention particulière est requise lors de la pose des nouveaux cadres afin de garantir une étanchéité à l'air aussi parfaite que possible : les produits de type « compriband imprégnée » sont à privilégier, à contrario les mousses expansives injectées (type aérosol) sont proscrites.

2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS

Si le remplacement des menuiseries est effectué avant la mise en place de l'isolation thermique par l'extérieur, il est recommandé de prévoir lors de la pose l'espace suffisant pour permettre le retour de l'isolant en tableaux.

Dans le cas d'un changement de toutes les menuiseries d'un bâtiment, les nouvelles menuiseries pourront être posées au nu extérieur du mur, ce qui implique un changement des volets, mais à contrario supprime l'obligation d'isolation des encadrements des fenêtres.

Si les logements sont équipés de volets roulants, il est recommandé de changer les coffres de volets roulants en même temps que la menuiserie ou de les isoler et les étancher afin de couper le pont thermique à leur endroit et de supprimer les infiltrations d'air.

Ventilation

Dans la très grande majorité des cas, les travaux de rénovation modifient l'aération « historique » des logements, notamment en rendant le bâtiment plus étanche à l'air. Or un renouvellement d'air insuffisant est synonyme de mauvaise qualité d'air intérieur et de désordres liés à une mauvaise évacuation de l'humidité.

Il est donc impératif de faire un état des lieux du système de ventilation existant et de l'adapter ou de le remplacer.

En effet, le remplacement de l'air intérieur « vicié » par un air extérieur « sain » répond à trois impératifs :

- la santé, voire la sécurité, des occupants (permettre le bon fonctionnement des appareils à combustion, empêcher le développement de moisissures, prévenir les acariens, limiter les polluants chimiques, etc.) ;
- le confort des occupants (évacuation des mauvaises odeurs, de l'humidité, limitation du taux de gaz carbonique) ;
- La qualité du bâti (empêcher les phénomènes de condensation qui sont sources de dégradations).

1. RECOMMANDATIONS GÉNÉRALES

Au-delà du strict respect de la réglementation, le système de ventilation doit idéalement avoir les caractéristiques suivantes :

- **Ventilation générale des logements, par balayage** : entrées d'air uniquement dans les pièces sèches (chambres, séjours et bureaux), extraction uniquement dans les pièces humides (cuisines, salles de bain et WC), circulation interne rendue possible notamment grâce au détalonnage des portes intérieures.
- **Ventilation permanente** : à ce titre, une ventilation strictement naturelle n'est pas recommandée, car elle n'assure pas une ventilation suffisante en dehors de la période hivernale.
- **Ventilation modulée en fonction de l'occupation des locaux**, dans un objectif de réduction des consommations de chauffage (ventilation hygroréglable de type A).

Points de vigilance

- En copropriété, le renouvellement d'air général du bâtiment peut être perturbé par la modification des installations existantes à l'origine à l'intérieur des logements (bouches d'extractions supprimées, installation d'entrées d'air, installation de bouches de ventilation autonome, etc.).
- Compte tenu de la diversité des situations initiales et de la diversité des possibilités d'amélioration, il est important de faire réaliser un diagnostic de l'installation de ventilation existante par un professionnel, qui préconisera dans un second temps différentes solutions d'amélioration en fonction notamment de l'architecture et l'agencement des logements.

2. TRAITEMENT DES POINTS SINGULIERS

D'une façon générale il convient de respecter la réglementation thermique existante ainsi que la réglementation gaz en particulier.

D'autres points doivent être traités avec attention :

- la réutilisation des conduits unitaires ou shunt ;
- le détalonnage des portes intérieures afin de permettre la bonne circulation de l'air depuis les pièces sèches vers les pièces humides ;
- le dimensionnement des éventuelles trainasses installées pour relier des grilles d'extraction à un conduit situé dans une pièce différente ;
- la consommation électrique des moteurs ;
- la coexistence du système de ventilation avec les appareils fonctionnant au gaz.

Pour aller plus loin

Plusieurs outils ont été développés par le CEREMA, le CSTB, Pouget Consultants et Ebök, en 2019 pour permettre aux professionnels de diagnostiquer les problèmes liés à l'humidité dans un bâtiment ancien.

Ces outils OPERA (Outils pour la Prise En compte des Risques hygrométriques lors de la réhabilitation de parois Anciennes) sont accessibles en ligne depuis [le site du CREBA](#) (Centre de Ressources pour la Réhabilitation responsable du Bâti Ancien).

Ils comprennent plusieurs fiches techniques, notamment :

- Fiches travaux – entretien de la ventilation
- Étanchéité à l'air – pare-vapeur
- Diagnostic – instruments de mesure et d'évaluation
- Reconnaissance du type d'enduit
- Traitement interface menuiseries
- Entretien et réparation des enduits
- Entretien et réparation des maçonneries
- Entretien et réparation des descentes d'eaux pluviales
- Évaluation de la ventilation
- Hydrofugation des façades
- Identification et traitement des sels et des moisissures
- Reconnaissance et préparation des supports
- Traitement des remontées capillaires
- Gestion de l'humidité en phase chantier
- Mise en œuvre isolant fibreux et membrane
- Traitement des ponts thermiques

POUR EN SAVOIR PLUS

GRENOBLE-ALPES MÉTROPOLE

Le FORUM
3 rue Malakoff - CS 50053
38 031 Grenoble Cedex

grenoblealpesmetropole.fr

CONTACT

✉ grenoblealpesmetropole.fr/contact

☎ 04 76 59 59 59



Guichet unique d'accueil MurlMur

☎ 04 76 00 19 09

Août 2022

Conception : Grenoble-Alpes Métropole

Crédits photos : © Grenoble-Alpes Métropole

Photo de couverture : © Lucas Frangella

Réalisation graphique : © Améziane Mouret

