



CONSEIL D'ARCHITECTURE, D'URBANISME ET D'ENVIRONNEMENT DE LA SEINE-MARITIME

RENOVER - REHABILITER - AGRANDIR

SA MAISON

RENOVER - REHABILITER - AGRANDIR SA MAISON

DE LA NÉCESSITÉ DE RÉNOVER

Face aux préoccupations environnementales actuelles liées à la raréfaction des énergies fossiles et fissiles, à l'augmentation du prix du foncier et à la nécessité de densifier les centres-bourg, la rénovation des maisons représente un enjeu sociétal et économique important. Cependant, cette recherche d'amélioration des performances énergétiques doit s'effectuer dans le respect du patrimoine bâti haut-normand, riche et varié, témoin de notre identité régionale. Reflet de chaque territoire, plateau, vallée ou bord de mer, et d'époques constructives, les habitations possèdent des particularités qu'il est indispensable de connaître avant de commencer des travaux.

L'objectif de cet ouvrage est de diffuser des solutions adaptées de rénovations énergétiquement efficaces et techniquement durables qui préservent ou améliorent la valeur patrimoniale de chaque type d'habitat, avec une approche architecturale et thermique globale.

> SOMMAIRE



IDENTIFIER LE BÂTI

P.08 > Le bâti traditionnel avant 1948

P.08 > La période avant 1914

P.10 > La période 1914/1948

P.11 > Le bâti conventionnel après 1948

P.11 > La période 1949/1959

P.12 > La période 1960/1975

P.13 > La période 1975/2000

P.14 > Vers la généralisation
du BBC en 2013

P.15 > Classer les typologies suivant leur
performance énergétique

CONNAÎTRE LES RÉGLEMENTATIONS

P.18 > Règlements d'urbanisme

P.19 > Recours à l'architecte

P.20 > Réglementation thermique
dans l'existant

P.21 > Réglementation thermique
pour créer une extension

AVOIR UNE APPROCHE ARCHITECTURALE GLOBALE

P.24 > Réhabiliter sans extension

P.25 > Repenser le plan d'un point de
vue thermique

P.26 > Transformer la façade

P.28 > Aménager les combles

P.29 > Utiliser les pièces annexes

P.30 > Réhabiliter avec extension

P.30 > Agrandir un pavillon

P.32 > Agrandir une maison de ville

P.33 > Agrandir une longère

P.34 > Agrandir un bâtiment patrimonial

P.35 > La serre solaire



AVOIR UNE APPROCHE THERMIQUE DU BÂTI

- P. 38 > Comprendre l'inertie**
- P. 38 > Composer avec l'inertie
- P. 39 > Traiter les parois froides

- P. 42 > Se préserver de l'humidité**
- P. 42 > Sources de l'humidité
- P. 43 > La condensation
- P. 44 > Les parois perspirantes

- P. 45 > Gérer l'étanchéité à l'air**
- P. 45 > L'importance de la qualité de mise en œuvre

METTRE EN ŒUVRE LES TRAVAUX D'AMÉLIORATION THERMIQUE

- P. 48 > Intervenir sur le bâti traditionnel**
- P. 48 > Comprendre la stratégie de la paroi perspirante
- P. 50 > Isoler les murs
- P. 52 > Isoler les sols

- P. 54 > Intervenir sur le bâti conventionnel**
- P. 54 > Comprendre la stratégie de la paroi étanche
- P. 55 > Une solution optimale : l'isolation par l'extérieur
- P. 57 > L'isolation par l'intérieur

- P. 60 > Isoler la toiture**
- P. 61 > Isolation par l'intérieur
- P. 62 > Isolation par l'extérieur
- P. 62 > Rappel sur l'étanchéité à l'air

- P. 64 > Isoler les baies vitrées**
- P. 64 > Renforcer les vitrages
- P. 64 > Les différents usages de la fenêtre traditionnelle

- P. 66 > Tableau des propriétés des isolants**
- P. 68 > Glossaire**
- P. 69 > Liens utiles / contacts**



1. IDENTIFIER LE BATI

- Identifier sa maison permet de connaître les matériaux qui la constituent, son système constructif et ses atouts esthétiques. C'est l'ensemble de ces connaissances qui oriente le type d'intervention. En effet, on ne réhabilite pas de la même manière une maison ancienne et un pavillon. Sur le bâti "traditionnel", construit avant 1948, il faut éviter des bardages inopinés, des extensions uniquement fonctionnelles ou des travaux qui génèrent des pathologies. A contrario, sur le bâti "conventionnel", construit après 1948, on peut trouver des solutions plus radicales, en ré"habillant" les maisons banales pour leur attribuer une valeur architecturale.

LE BÂTI TRADITIONNEL AVANT 1948 >>>



Longère "Pan de bois"



Maison "Pan de bois"



Manoir "Brique de Saint-Jean"



Maison "Brique et silex"

LA PÉRIODE AVANT 1914

> LE BÂTI RURAL

- Construite avec des techniques et des matériaux artisanaux issus des ressources locales, la maison traditionnelle normande a produit une grande diversité architecturale qui a enrichi nos paysages ruraux et donné notre identité régionale.

Les constructions individuelles se déclinent en longères, maisons de fermes et manoirs. Chacune développe un intérêt architectural unique mettant en œuvre des appareillages maçonnés sophistiqués en brique, silex et pierre ou des savoir-faire plus rustiques comme le torchis, la bauge, le chaume et le colombage. Construites savamment pour durer, elles se sont implantées en fonction des éléments naturels prenant en compte le site, son relief et sa géologie, l'orientation par rapport au soleil, aux vents et à la pluie. Celles qui ont survécu aux vicissitudes de l'intervention humaine représentent notre patrimoine qu'il est impératif de préserver.





Maison "Brique manufacturée"



Maison "Néo-classique"



Maison "Ouvrière
brique manufacturée"



Maison "Bourgeoise
brique manufacturée"



> LE BÂTI URBAIN

► **On distingue, selon l'époque d'édification, deux démarches constructives :**

- Le bâti très ancien en pierre, bauge, à colombage ou en brique et/ou silex. Il est conçu par transmission de savoir sans référence à des styles architecturaux.
- Le bâti édifié à partir du XVIII^e siècle. Il est dessiné sous l'influence de la diffusion de courants architecturaux. Qu'il s'agisse de maisons de maître, de maisons mitoyennes ou de maisons jumelées, ces différentes constructions singulières constituent un ensemble homogène.

De composition classique à symétrie plus ou moins affirmée, cette architecture démonstrative ne prend pas en compte les données climatiques. Quelle que soit l'orientation, elle présente des ouvertures importantes dont la taille n'est pas forcément en adéquation avec la destination des pièces.

Qu'il soit édifié en ville ou à la campagne, le bâti ancien est constitué de parois hétérogènes aux matériaux poreux. Leur isolation est complexe et ne doit pas le dénaturer.



Maison style "Néo-normand"



Maison style "Art nouveau"



Maison style "Art déco"



Maison style "Transatlantique"

LA PÉRIODE ENTRE 1914 & 1948

- ▶ **Marquée par les deux guerres mondiales**, cette période accuse la perte d'une main d'œuvre qualifiée qui conduit à la disparition progressive des techniques constructives traditionnelles. L'emploi du bois dans la construction décline au profit du fer et de la brique manufacturée. On assiste également à la naissance du béton. Si quantitativement, les maisons sont peu nombreuses, qualitativement, elles arborent des styles marquants des courants architecturaux de l'époque : "Néo-normand", "Art nouveau", "Art déco"...

L'utilisation du béton ou de la brique industrialisée calibrée et peu poreuse crée des parois opaques homogènes peu sensibles à l'humidité. Leur isolation en est facilitée. Elle se fera nécessairement par l'intérieur pour ne pas gommer l'esprit des différents styles architecturaux.



LE BÂTI CONVENTIONNEL APRÈS 1948 >>>



Maison "Galet"



Maison
"Reconstruction traditionnelle"



Maison
"Reconstruction conventionnelle"



Maison
"Reconstruction générique"



LA PÉRIODE ENTRE 1949 & 1959

► **La Reconstruction** représente les premières années de la période des "Trentes Glorieuses" et concerne la réédification des bâtiments bombardés pendant la seconde guerre mondiale. Meurtris et attachés aux valeurs régionalistes, une grande majorité des sinistrés opte pour une reconstruction à l'identique dans la volumétrie tout en utilisant quelques éléments industrialisés. Le béton fait timidement son apparition (poutre, plancher, escalier) mais les méthodes de mise en œuvre restent traditionnelles et les matériaux de façade de références locales (brique, silex, moellon).

Ces différentes maçonneries sont doublées d'une lame d'air et d'un mur de brique creuse recouverte de plâtre. Cette caractéristique est importante à prendre en compte avant tous travaux d'isolation thermique des murs.



Maison "Monopente"



Maison "Porte-à-faux"



Maison "Balcon filant"



Maison "Quatre pans"

LA PERIODE ENTRE 1960 & 1975

- Les procédés industrialisés mis au point pendant la **Reconstruction** permettent de développer une nouvelle esthétique, jusqu'à la généralisation du pavillonnaire dans les années 1970. Les avancées technologiques permettent de créer de plus grandes portées de planchers ou de larges baies vitrées. Une place importante est donnée à l'hygiène et au confort d'un intérieur adapté à la vie moderne.

Dans ces maisons construites sans préoccupation énergétique, le manque d'isolation était compensé par la généralisation du chauffage central (fioul ou gaz). Aujourd'hui, si leur isolation s'impose, elle doit être pensée en fonction de leur qualité architecturale.





Pavillon "Années 1970"



Pavillon "Années 1980"



Pavillon "Rustique"



Pavillon "Île-de-France"



LA PERIODE DE 1975 AUX ANNEES 2000

► Dès 1970, les pouvoirs publics orientent la politique du logement vers un mouvement en faveur de l'individualisation de la construction : c'est la France des propriétaires qui se développe. Cette forme d'habitat pavillonnaire, en rupture avec la ville traditionnelle, s'implante indifféremment en périphérie des villes ou à la campagne.

Délaissée par les architectes, la maison individuelle devient un produit standardisé choisi sur catalogue pour s'implanter au milieu d'une parcelle.

Si des efforts d'isolation sont réalisés, principalement en toiture, après le choc pétrolier de 1974, la perte du savoir-faire artisanal rend ces constructions peu performantes et énergivores. Sans qualité esthétique, une rénovation lourde peut permettre de valoriser ce type de maison et lui donner une valeur architecturale.



Maisons **“BBC accolées”**
Philippe MARIETTE, architecte mandataire,
AGAPE, Antoine PELISSIER,
architecte co-traitant



Maison **“BBC ossature bois”**
Emmanuel Côme, architecte



Maison **“BBC matériaux bio-sourcés”**
Agence Demont/Loureiro, architecte,
en collaboration avec Soizic Bourges, architecte



Maison **“Passive”**
Maugy, maître d'oeuvre

VERS LA GENERALISATION DU BBC⁽¹⁾ EN 2013

- Depuis 1974, la construction est régie par des réglementations thermiques (RT) successives. Si la RT 2005 impose un seuil de consommation d'énergie pour les nouvelles constructions, elle n'a transformé ni leur méthode constructive, ni leur implantation, ni leur aspect. La prise de conscience de la raréfaction à court terme de l'énergie fossile a conduit les pouvoirs publics à la mise en place d'une nouvelle réglementation thermique, la RT 2012. Pour ne pas dépasser le seuil de consommation moyenne de $65 \text{ kWh}_{ep}/\text{m}^2/\text{an}$, le travail de conception se retrouve au cœur du projet. Avec ces nouvelles pratiques, de nouvelles formes architecturales plus compactes se dessinent et influent sur les réhabilitations actuelles.

Pour les maisons existantes, réussir son projet, c'est tendre vers une rénovation BBC ($104 \text{ kWh}_{ep}/\text{m}^2/\text{an}$).



▲ Agence En'Act, Bruno Ridel, architecte, Varengeville-sur-Mer.

⁽¹⁾ Bâtiment Basse Consommation

CLASSER LES TYPES ARCHITECTURAUX SUIVANT LEURS PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES

► Le graphique ci-dessous montre l'évolution de la consommation moyenne des habitations en fonction de leur période constructive.

Une hausse significative de la consommation d'énergie est mise en évidence à partir de 1948. Elle correspond à la fois à une mutation architecturale et à une rupture des savoir-faire constructifs.

Cette augmentation est confirmée pendant la période des Trente Glorieuses et décline très progressivement à partir du 1^{er} choc pétrolier qui a généré la mise en place des différentes réglementations thermiques.

Ainsi, le bâti le plus ancien n'est pas le plus énergivore.



La maison individuelle représente aujourd'hui

63%

des habitations en Haute-Normandie et consomme en moyenne

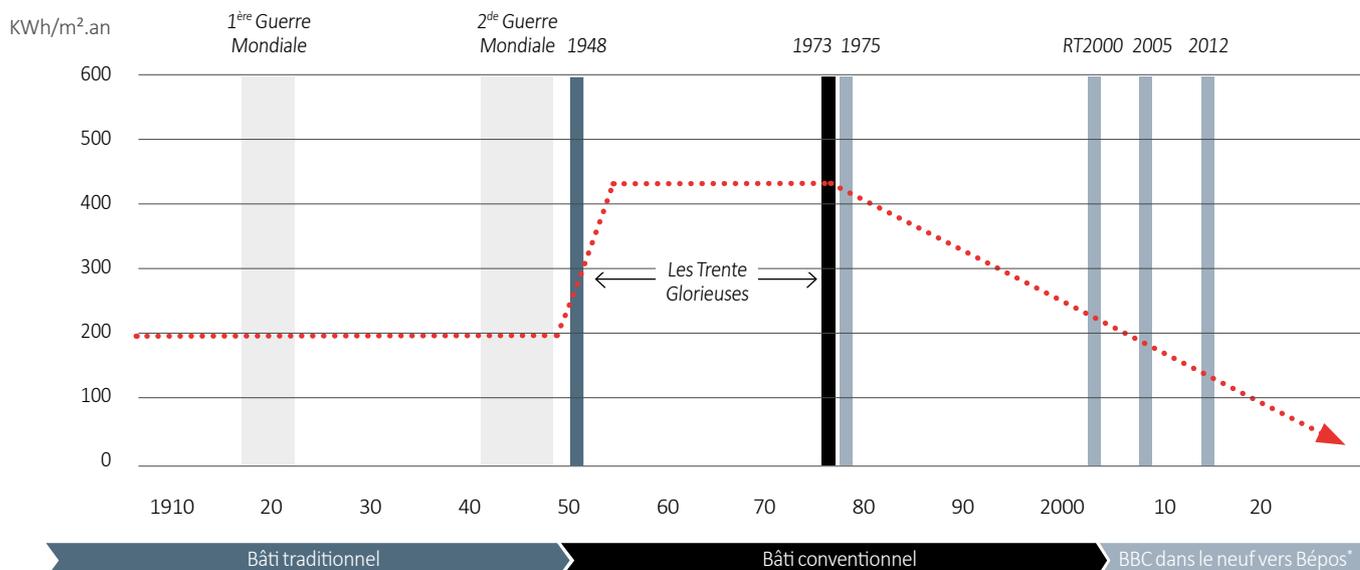
358 kWh_{ep}/m²/an

Une amélioration des performances énergétiques de l'habitat existant doit tendre vers une rénovation type BBC (Bâtiments Basse Consommation) Rénovation .

En Haute-Normandie, le label BBC Rénovation impose une consommation d'énergie

< 104 kWh_{ep}/m²/an

ep : énergie primaire



..... Consommation moyenne des bâtiments à la construction

— Perte des savoir-faire du bâti ancien

— Premier choc pétrolier

— Réglementations Thermiques

* Bâtiment à énergie positive



2. CONNAITRE LES REGLEMENTATIONS

- ▶ En France, le logement est encadré par le Code de la construction et de l'habitation. Ainsi, les travaux de rénovation doivent être conformes aux règlements d'urbanisme et aux réglementations thermiques.



LE PERMIS de construire

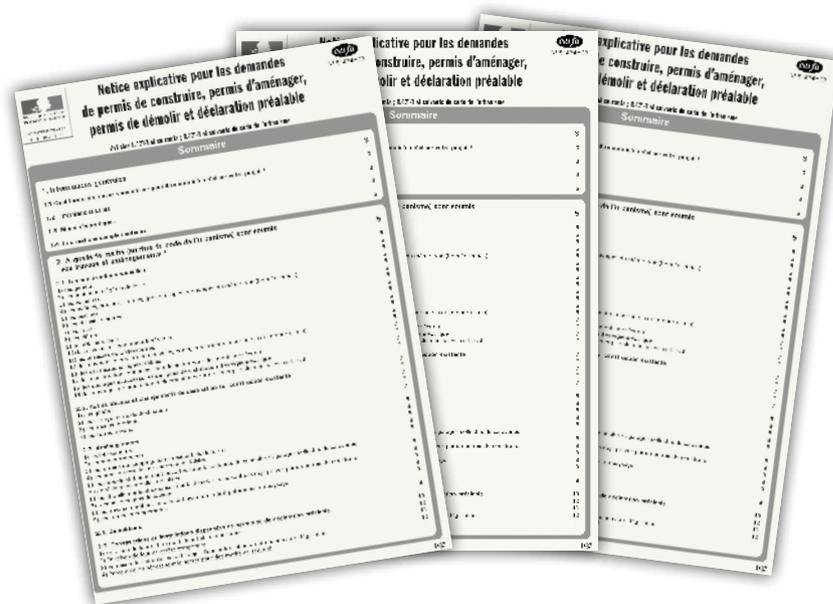
Il est exigé pour tout changement de destination de locaux qui modifie la façade ou la structure porteuse, de bâtiment agricole et pour toute création de surface (extension) de plus de 20 m² de surface de plancher ou d'emprise au sol. Cette surface est portée à 40 m² dans les zones urbaines des PLU. Le recours à l'architecte est obligatoire pour un permis de construire, avec des cas de dérogation (exemples : si le demandeur est une personne physique et/ou si les travaux portent sur une maison d'une surface de plancher de moins de 170 m², extension comprise). Le délai d'instruction varie de 2 à 3 mois. Il peut être modifié lorsqu'une consultation avec un Architecte des Bâtiments de France s'avère nécessaire.



LA DÉCLARATION préalable

Certains travaux sont soumis seulement à déclaration :

- Toute modification de l'aspect extérieur d'une construction déjà existante (ravalement ou modification d'ouvertures)
- La construction d'une surface de plancher ou d'une emprise au sol comprise entre 5 et 20 m² ou entre 5 et 40 m² dans les zones urbaines des PLU.
- Le changement de destination d'un local sans travaux
- La pose de panneaux solaires



RÈGLES D'URBANISME

► **Spécifiques à un contexte et à un lieu donné, les règles d'urbanisme précisent l'ensemble des contraintes que doit respecter tout projet de rénovation portant principalement sur son aspect extérieur.**

Ainsi, les interventions doivent respecter le document d'urbanisme (Plan Local d'Urbanisme, Plan d'Occupation du Sol, Règlement National d'Urbanisme, Carte Communale) qui cadre les règles d'implantation et de volumétrie (hauteur, emprise au sol, densité...). Des précisions sur le traitement architectural du projet et sur son insertion dans le contexte existant dans l'article 11 du PLU.

Aujourd'hui, les règles d'urbanisme tendent à faciliter le recours à des procédés favorisant une architecture durable et environnementale. La taille des extensions et la zone d'implantation déterminent le type d'autorisation adéquat (déclaration préalable ou permis de construire) à se procurer auprès de l'administration.



RECOURS À L'ARCHITECTE

► **La rénovation d'une construction est une opération complexe comportant de nombreux enjeux** qui méritent de l'attention et des compétences. L'intervention de l'architecte favorise la prise en compte du potentiel d'un bâtiment existant et apporte des réponses judicieuses que le propriétaire seul n'aurait pas forcément envisagées. Choisir un architecte, c'est choisir une compétence reconnue par la loi. L'architecte ne vend ni modèle ni plan-type. Son rôle est d'abord de cerner des besoins, les goûts, le mode de vie et l'évolution possible de la famille. Il aide ensuite à définir un programme : disposition des pièces, optimisation des surfaces, organisation des volumes intérieurs, aspect extérieur... Il élabore un projet compatible avec les moyens financiers du maître d'ouvrage et se fait ensuite le relais auprès des entreprises afin d'assurer une réalisation de qualité. Il peut assurer le suivi des travaux et le respect des délais.

Il conçoit un projet qui tient compte du site dans lequel s'intègre l'habitation : orientation, aspect architectural. Techniques de construction, matériaux et type de chauffage sont étudiés avec le souci de limiter au maximum la future consommation d'énergie, ainsi que l'ensemble des frais d'entretien.

L'architecte constitue, pour le compte du maître d'ouvrage, un dossier de demande de permis de construire ou de déclaration préalable ; celui-ci doit comporter, en plus du projet de rénovation, différents renseignements juridiques, administratifs et techniques.



ARCHITECTE conseiller du C.A.U.E

En parallèle, il est possible de consulter gratuitement un architecte conseiller dépendant du CAUE afin de s'assurer de la bonne intégration architecturale de son projet.

Le public a également accès au centre de ressources qui dispose de documents sur la maison individuelle, l'isolation, l'éco-construction, l'architecture locale...



CONSEILLER Info Energie (EIE)

Construire ou rénover un logement pose la question de la performance énergétique liée aux économies d'énergie.

Rencontrez gratuitement un conseiller dans l'un des Espaces Info Energie de Haute-Normandie, il vous orientera sur les bonnes pratiques pour isoler, chauffer et vous informera sur les aides financières. Il peut vous guider sur la qualité technique de mise en œuvre et la réglementation en cours :

- www.renovation-info-service.gouv.fr
- www.haute-normandie.infoenergie.org

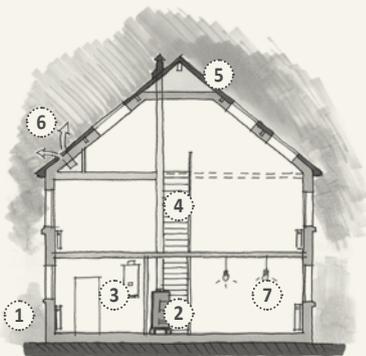




Les 7 CIBLES

RT élément par élément pour l'habitat individuel :

- 1 éléments constitutifs de l'enveloppe bâtie,
- 2 système de chauffage,
- 3 système de production d'eau chaude sanitaire,
- 4 système de refroidissement,
- 5 équipement de production utilisant une source d'énergie renouvelable,
- 6 système de ventilation,
- 7 système d'éclairage



ATTENTION

Le bâti ancien (au sens réglementaire bâti d'avant 1948), en raison de ses propriétés thermiques et hygriques particulières, doit être approché différemment. Le Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie adopte un principe de précaution, en écartant ce bâti de certains travaux qui pourraient nuire à sa pérennité.

RÉGLEMENTATION THERMIQUE DANS L'EXISTANT

- **Une réglementation thermique particulière existe pour les travaux réalisés sur des bâtiments existants.** Il s'agit de la Réglementation Thermique dite "élément par élément" : elle définit pour sept cibles des performances minimales à atteindre dans l'habitat. Lorsqu'un professionnel intervient pour changer un de ces sept objectifs réglementaires, il est tenu de réaliser des travaux conformes à la réglementation en vigueur, hormis les murs et planchers anciens. En effet, ces derniers n'apparaissent pas dans l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants concernant les parois opaques :

Art. 2. — «Les dispositions du présent chapitre s'appliquent aux parois des locaux chauffés, parois dont la surface est supérieure ou égale à 0,5 m², donnant sur l'extérieur, sur un volume non chauffé ou en contact avec le sol, et ainsi constituées :

- murs composés des matériaux suivants : briques industrielles, blocs béton industriels ou assimilés, béton banché et bardages métalliques ;
- planchers bas composés des matériaux suivants : terre cuite ou béton ;
- tous types de toitures.»

RÉGLEMENTATION THERMIQUE POUR CRÉER UNE EXTENSION

Suivant le type et la taille de l'extension, celle-ci peut-être soumise à la réglementation thermique 2012 au même titre qu'une construction neuve.

- **Est soumise à la RT 2012**, la construction d'une partie nouvelle d'un bâtiment existant, qu'il s'agisse d'une addition, surélévation ou superposition d'une construction neuve à un bâtiment existant.
- Par exemple :
- une partie de bâtiment construite créant de nouveaux locaux et accolée à un bâtiment existant,
 - un étage ajouté à un bâtiment existant,
 - un aménagement de combles existants d'une maison conduisant à une surélévation du faîte de la toiture d'au moins 1,80 mètre.

N'est pas considérée comme "partie nouvelle de bâtiment existant", et est donc soumise à la réglementation thermique des bâtiments existants :

- l'aménagement de combles existants d'une maison sans modification de l'enveloppe du bâtiment,
- la création d'un plancher intermédiaire dans une enveloppe de bâtiment existant,
- l'aménagement d'un espace initialement à l'air libre (loggia, coursive, porche, préau, ...), suite à des travaux conduisant à fermer cet espace,
- l'aménagement d'un local existant notamment dans le cas d'un changement de destination au sens du code de l'urbanisme (ex : grange accolée à une maison et transformée en pièce habitable, aménagement d'un garage en pièce habitable).

- Pour une extension de petite taille (inférieure à 50 m²), les exigences à appliquer sont les exigences de moyen de la réglementation thermique des bâtiments existants élément par élément.

Le tableau suivant récapitule les différents cas de figure :

Modalités d'application pour les extensions à usage de maison individuelle			
Taille de l'extension	≤ 50 m ²	> 50 m ² et < 100 m ²	≥ 100 m ²
	RT existant élément par élément	Respect du Bbio _{max} Respect des articles 20, 22 et 24 de l'arrêté du 26 octobre 2010	RT 2012

Pour les extensions concernées, l'exigence de perméabilité à l'air du bâtiment s'applique lorsque :

- la partie nouvelle du bâtiment communique avec la partie existante par une ouverture verticale de dimensions et de formes permettant l'installation d'un appareil de mesure de la perméabilité type "porte soufflante" ;
- dans le cas où d'autres ouvertures permettent de communiquer entre la partie neuve et la partie existante, celles-ci sont équipées de battants couvrant au moins 95% de la surface de chaque ouverture ; elles doivent alors être conditionnées pour ne pas contribuer à la perméabilité à l'air du bâtiment de l'extension.

Dans tous les cas où une mesure est réalisée, la partie existante doit être mise à la pression extérieure pour réaliser la mesure.

- Article 20

La surface totale des baies (mesurée en tableau) est supérieure ou égale à 1/6 de la surface habitable. Toutefois, lorsque la surface de façade est inférieure à la moitié de la surface habitable, la surface totale des baies est supérieure ou égale au tiers de la surface de façade disponible. Excepté si cette application est en contradiction avec les documents d'urbanisme dans les secteurs sauvegardés.

- Article 24

Sous la RT 2012 il y a obligation de régulation pièces par pièces. Toutefois, lorsque le chauffage est assuré par un plancher chauffant à eau chaude ou par air insufflé ou par un appareil indépendant de chauffage à bois, ce dispositif peut être commun à des locaux d'une surface habitable totale maximum de 100 m².

Pour en savoir plus (voir P. 70)

Projet	Attestations RT 2012	Attestations RT 2012 "adaptée"
Permis de construire pour une extension ou surélévation ≤ 50 m ² S _{ht}	Non	Oui
Permis de construire pour une extension ou surélévation comprise strictement entre 50 m ² et 100 m ² S _{ht}	Non	Oui
Permis de construire pour une extension ou surélévation supérieure ou égale à 100 m ² S _{ht}	Oui	Non
Déclaration préalable	Non	Non



LE DIAGNOSTIC de Performance Energetique (DPE)

Ce diagnostic est obligatoire pour la vente ou la location d'un bien. Valable 10 ans, il se traduit par un document donnant des informations sur l'estimation de la consommation énergétique d'un bâtiment (en kWh_{EP}/m².an) ainsi que son impact en matière d'émissions de gaz à effet de serre.

Généralement réalisé avec un logiciel qui n'est pas adapté au bâti ancien, le DPE doit, lorsqu'il concerne un logement datant d'avant 1948, être établi en s'appuyant sur les factures des trois dernières années, comme le stipule l'arrêté du 3 mai 2007.







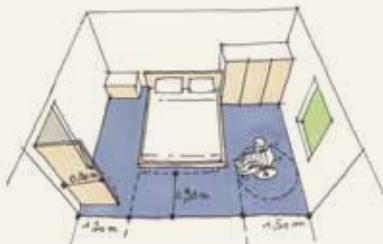
3. AVOIR UNE APPROCHE ARCHITECTURALE GLOBALE

- ▶ Un projet de rénovation d'une maison, avec ou sans extension, est l'occasion d'optimiser les atouts existants et d'atténuer les dysfonctionnements, à la fois fonctionnels et thermiques, par une approche architecturale globale.



La mise **AUX NORMES ACCESSIBILITÉ**

Si la mise aux normes d'accessibilité n'est actuellement pas obligatoire dans les maisons existantes, lors d'une rénovation lourde, sa prise en compte est opportune. Les largeurs de portes et des circulations suffisamment dimensionnées, la possibilité d'une chambre, d'une salle d'eau ainsi que des sanitaires en rez-de-chaussée permettront des adaptations aisées en cas de besoin.



Repenser le plan d'un point de vue fonctionnel

- ▶ **Agrandir n'est pas toujours utile**, il suffit parfois de réorganiser l'espace existant sans toucher à l'enveloppe extérieure pour le rendre plus fonctionnel et mieux adapté à son mode de vie en tenant compte de l'orientation préférentielle. Ainsi, les pièces de vie (séjour, chambres) sont disposées côté chaud et protégées du froid par des espaces tampons (garage, cellier, comble non aménagé, salle d'eau...).

▼ Etienne LEMOINE (architecte)



Photo : © Paul Kozdowski

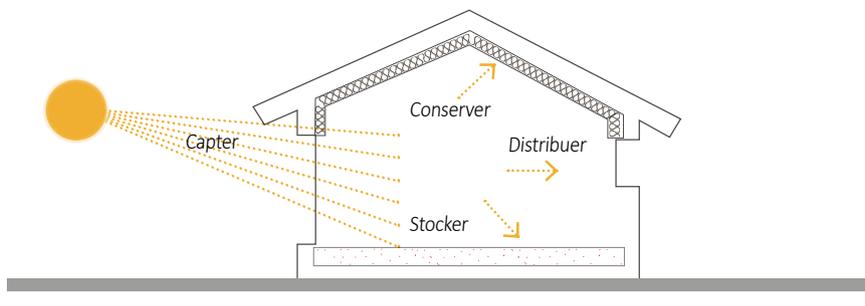
Repenser le plan d'un point de vue thermique

► Cette réflexion est issue d'une démarche d'architecture bioclimatique qui s'appuie sur trois principes fondamentaux : capter, stocker et se protéger.

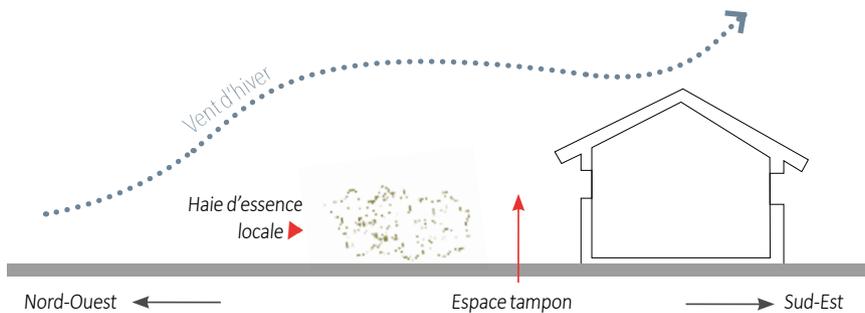
- Pour capter un maximum de calories, les surfaces vitrées doivent être positionnées vers le soleil.

- Pour stocker les calories, ce sont les parois à forte inertie qui jouent ce rôle. Pour pouvoir les conserver, l'isolation doit être performante.

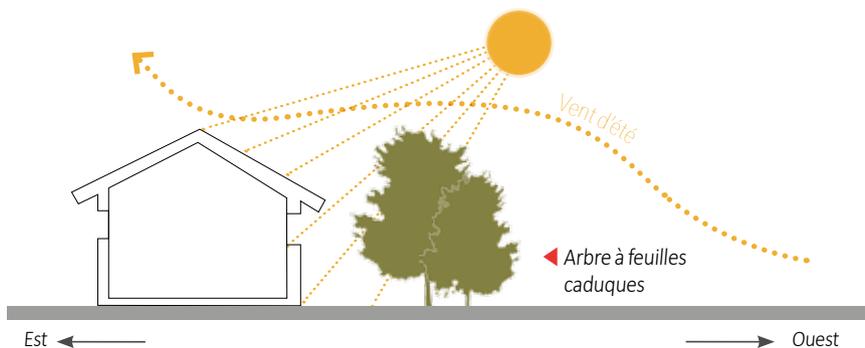
- Pour se protéger du soleil estival ou du vent, la végétation judicieusement positionnée est une solution simple et efficace. En effet, elle participe à rafraîchir et humidifier l'air sec et chaud des périodes caniculaires.



▲ Confort D'HIVER



▲ Protection HIVERNALE

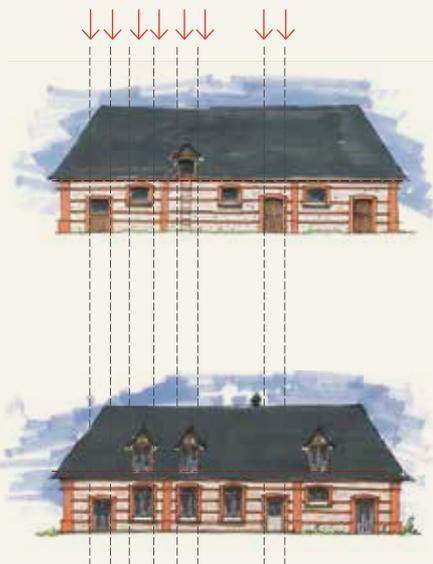


▲ Protection ESTIVALE, le végétal dévie vers le haut les vents d'été



Alignement **DES OUVERTURES**

Les nouvelles lucarnes s'alignent sur les ouvertures existantes du rez-de-chaussée. Ces ouvertures agrandies en hauteur reprennent le langage architectural existant (entourage briques).



Transformer la façade

- ▶ La nouvelle organisation fonctionnelle dessinée sur le plan nécessite souvent de retravailler les ouvertures. Aujourd'hui, les vitrages, extrêmement performants, ont une surface plus importante de manière à réduire la consommation d'énergie, tout en améliorant le confort des habitants. Si les modifications ou créations d'ouvertures sur un pavillon risquent moins de compromettre l'équilibre général des façades, celles réalisées sur une construction plus ancienne doivent respecter un équilibre.



▼ Demont Loureiro, architectes.

La recomposition des ouvertures et l'isolation n'est pas un frein à la conservation et la mise en valeur d'une maison ancienne.



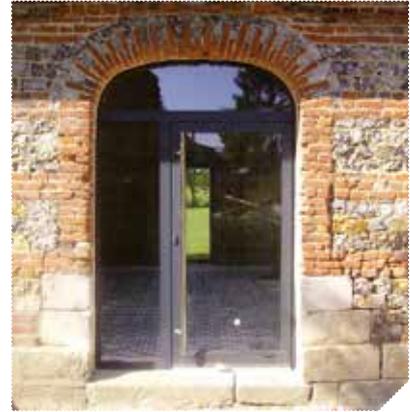


REPRENDRE LA FAÇADE

Lors de la réfection de joints ou d'enduit sur un mur traditionnel, il est capital d'utiliser des enduits à la chaux ou à base de terre. L'utilisation du ciment peut engendrer de nombreuses pathologies : sa rigidité est trop importante vis-à-vis de la maçonnerie existante, il crée une barrière étanche incompatible avec ce type de mur conçu pour fonctionner en laissant transiter l'humidité.

Autorénoation ▶

Les huisseries choisies de couleur sombre (gris anthracite ou noir) disparaissent dans la teinte du vitrage pour restituer le dessin de l'ouverture.



▶ **Les menuiseries bois ou aluminium sont à privilégier** car elles sont plus fines que celles en PVC. Contrairement aux idées reçues, le PVC n'est pas plus isolant que le bois. C'est un matériau non recyclable qui n'assure pas la sécurité à l'effraction et à l'incendie car il peut fondre facilement.

De même, les coffres de volets ne doivent pas être visibles de l'extérieur.

Dans le cas de maison patrimoniale, pour préserver l'identité du bâtiment, il faut conserver le rythme des pleins (maçonneries) et des vides (ouvertures). Ainsi, lorsqu'une ouverture doit être rebouchée, il faut en garder la trace.

La couleur des huisseries participe également à la composition de la façade.



Aménager les combles

- **Aménager les combles est l'occasion d'isoler ou de ré-isoler la toiture** et d'améliorer la performance thermique de la maison. La technique d'isolation dépend de l'habitabilité désirée et de l'esthétique finale souhaitée, des spécificités de la charpente et de l'ampleur des travaux envisagés.
 - Isoler dans l'épaisseur de la ferme :** technique adaptée lorsque les combles non aménagés sont transformés en surface habitable et que la charpente ne présente pas un intérêt architectural. (cf. P.61)
 - Isoler par-dessus la ferme :** technique adaptée lorsque la toiture est à refaire et que la charpente est souhaitée apparente. (cf. P.62)



Utiliser les pièces annexes

- ▶ **Le changement d'affectation d'une annexe suffit parfois à réorganiser de manière satisfaisante son logement.**

Dans le pavillonnaire, le garage de plain pied représente souvent un potentiel de pièce supplémentaire. Moins coûteuse qu'une extension, cette démarche permet de requalifier esthétiquement et thermiquement la maison. Les annexes étant souvent réalisées au coup par coup avec des matériaux de faible qualité, leur rénovation énergétique et esthétique constitue une réelle opportunité d'intégrer une dimension contemporaine tout en conservant la valeur patrimoniale du bâti ancien.



◀ **Agence AO, Olivier Audy architecte**

Un espace de vie supplémentaire grâce à l'annexion du garage.

Agrandir un pavillon

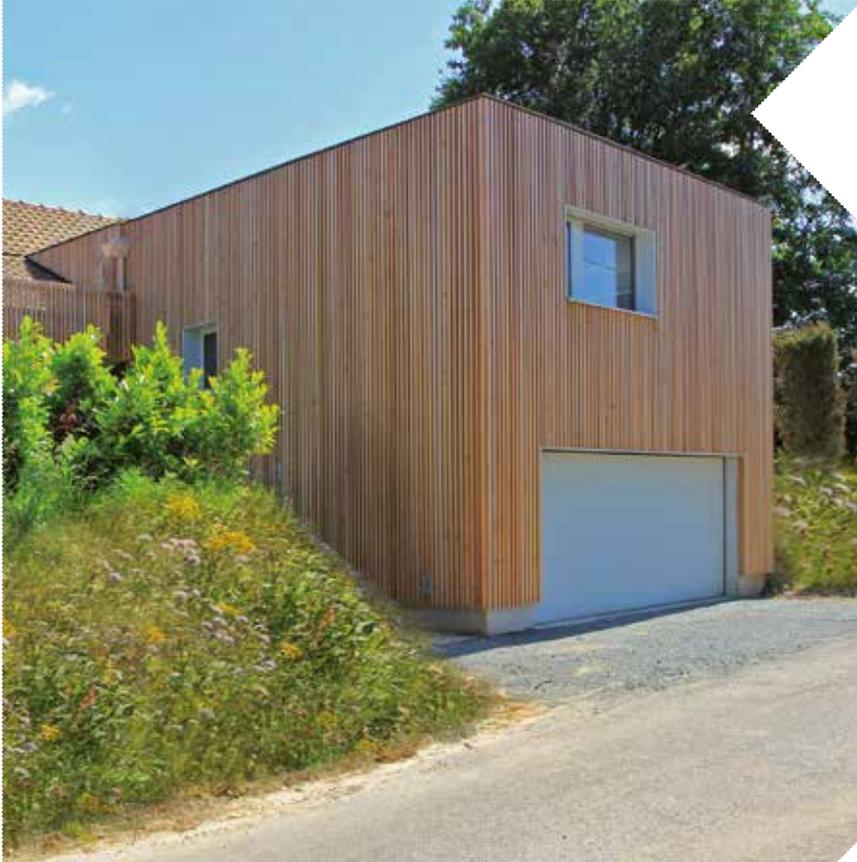
Les extensions sur ce type d'habitat permettent de transformer une volumétrie d'origine souvent banale. L'isolation par l'extérieur est la meilleure solution pour créer une nouvelle enveloppe thermique et esthétique.

▶ **Attention :** lors d'une demande de permis de construire, toute extension de plus de 30 % de la surface existante est soumise à la RT 2012 dans le neuf. (cf. P.21)

▼ **J-C Laloy, architecte**

Cette extension transforme intégralement un pavillon sans charme en une maison lumineuse avec une nouvelle fonctionnalité





Photographies : Marc GOSSELIN/Atelier 970

▲ Atelier 970, Gosselin
& Honnet architectes

Agrandir une maison de ville

- ▶ **Lorsqu'une maison est trop exiguë**, une extension audacieuse apporte un nouvel espace de vie lumineux. La façade sur rue conserve son caractère patrimonial tandis que la façade arrière se veut résolument contemporaine.

Photographies : Marc GOSSELIN/Atelier 970

▼ **Atelier 970, Gosselin
& Honnet architectes**

*L'imbrication des volumes,
le jeu de couleur et de relief
confère à la nouvelle façade
une échelle et une esthétique
qui s'intègrent harmonieusement
à l'existant.*





▼ **Emmanuel Côme, architecte**

Le traitement architectural de cette extension est volontairement contemporain avec son volume en ossature bois à toiture plate. Les lames verticales en bois, espacées de manière aléatoire, créent une vibration de la façade et adoucissent l'image du projet.

Agrandir une longère

- ▶ La longère, par définition longue et étroite, nécessite souvent une extension afin de lui donner une épaisseur qui améliore l'organisation intérieure du logement. Cette extension n'est pas nécessairement accolée et intégrée dans le volume d'origine. Elle peut être décalée et traitée de manière contemporaine.





Agrandir un bâtiment à fort caractère patrimonial

► Lorsque la maison présente une qualité architecturale, le principal enjeu est de lui conserver son identité tout en améliorant sa performance énergétique. L'extension peut reprendre la volumétrie du bâti initial avec les formes et/ou matériaux correspondants, ou bien être contemporaine et permettre de magnifier le bâti en lui insufflant un nouveau caractère architectural.

▼ **Emmanuel Côme, architecte**

L'extension reprend le volume de la bâtisse ancienne en brique. Le traitement des façades en lames de bois verticales permet l'intégration de généreuses baies vitrées.



La serre bioclimatique

- Certaines maisons trop étroites ne permettent pas une distribution efficace des espaces. Une extension bâtie, d'une surface modérée, est l'occasion de réorganiser cette distribution et d'agir sur les apports thermiques du soleil : c'est la serre bioclimatique. Positionnée au Sud, elle doit être pensée comme un volume recueillant les rayons bas du soleil en hiver. En été, une bonne ventilation de la serre rafraîchit l'ensemble de la maison. Elle offre une pièce de vie supplémentaire en demi-saison. Les plantations extérieures apportent fraîcheur et ombrage.

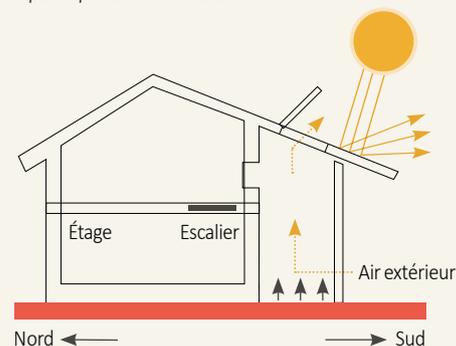
▼ **Jean-Louis Prades, architecte.**

Extension sur maison brique et pierre.
Adossée à la façade Sud, elle s'intègre par une toiture en continuité et en respect des pentes existantes. La serre participe à l'économie d'énergie sur le chauffage.



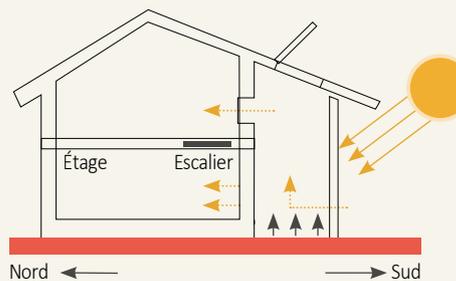
Confort D'ÉTÉ

En été, le rayonnement est limité par la casquette solaire. Une ventilation naturelle (ouvertures en bas et en haut) rafraîchit et participe au confort d'été.



Confort D'HIVER

En hiver, la serre permet de réchauffer l'air ainsi que la partie maçonnée à forte inertie en fond de serre qui retransmet lentement la chaleur à l'habitation.







4. AVOIR UNE APPROCHE THERMIQUE DU BATI

- ▶ Les choix à propos de l'isolation sont importants à considérer, ils demandent une approche thermique globale cohérente selon le type de la maison, afin de :
 - rechercher une sensation de confort, été comme hiver, grâce à l'inertie des murs,
 - gérer la qualité de l'air intérieur par renouvellement et garantir la pérennité de la construction,
 - éviter les risques d'humidité par condensation, dans les murs et en surface,
 - diminuer sa facture énergétique, tout en respectant le caractère esthétique et patrimonial (matériaux, proportions, modénatures...).

L'INERTIE



Jouer avec le DÉPHASAGE

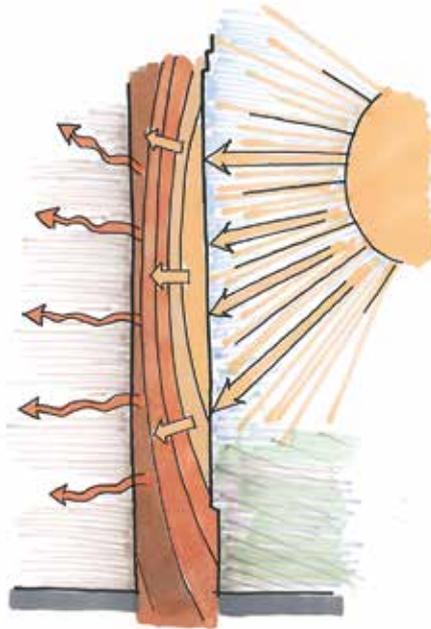
Pour être efficace, il doit être d'au moins 10 heures pour que la chaleur extérieure du milieu de journée atteigne l'intérieur de la maison durant la nuit. En toiture, il est primordial de se prémunir des surchauffes estivales avec une épaisseur d'isolant dense sur 5 cm minimum et une bonne ventilation entre la couverture et la sous-toiture.

> Tableau de déphasage des matériaux

Type de matériaux	Déphasage moyen
Granit (épaisseur 50cm)	7h
Pan de bois et torchis (épaisseur 20cm)	7h
Grès (épaisseur 50cm)	8h
Brique (épaisseur 35 cm)	11h
Calcaire (épaisseur 40cm)	13h
Parpaing de ciment (épaisseur 20cm)	5h

COMPRENDRE L'INERTIE THERMIQUE

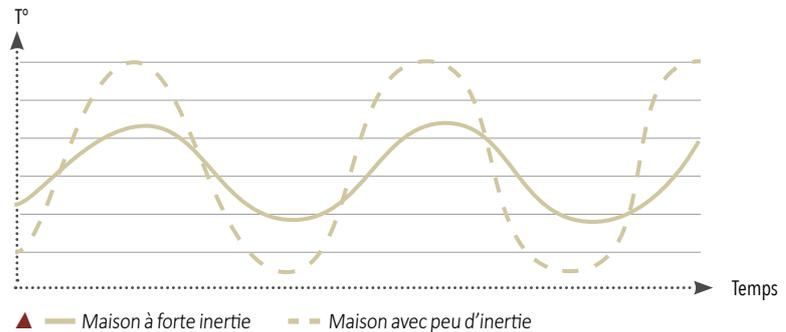
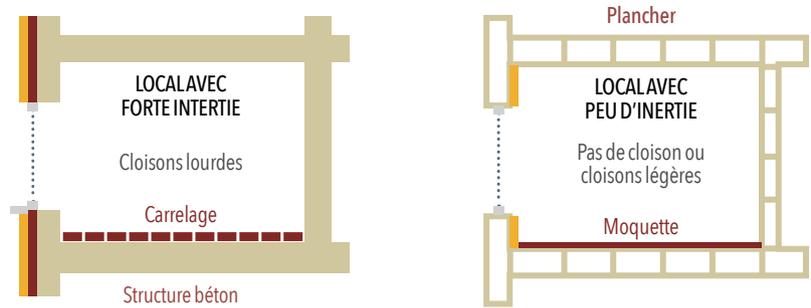
- C'est la capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer en différé. Lorsqu'elle n'est pas chauffée, une maison constituée de murs épais et pleins (à forte inertie) mettra plus de temps à réchauffer l'air intérieur ou à le refroidir qu'une maison en parpaing de ciment isolée par l'intérieur (faible inertie). Un mur à forte inertie, appelé également mur masse, atténue les changements brusques de température. L'hiver, il stocke les apports solaires pour les restituer le soir. À l'inverse, l'été il protège des surchauffes en accumulant dans sa masse la chaleur qu'il libérera doucement la nuit. C'est le principe de déphasage.



▲ ACCUMULATION et restitution d'un mur masse

Composer avec l'inertie

- Si l'inertie est une source importante d'économie d'énergie, elle peut néanmoins être source d'inconfort. Lorsque les murs sont très massifs, ils accumulent lentement la chaleur et occasionnent un rayonnement froid en hiver. Si on isole par l'intérieur, on se coupe de cet effet de paroi froide mais on perd aussi l'inertie des murs. Le positionnement et la nature de l'isolant sont donc des choix stratégiques. Chaque maison doit être étudiée individuellement en fonction de sa structure et de la répartition de ses espaces. Il s'agit de trouver le juste équilibre entre isolation et inertie.



Identifier les parois froides

- La température ressentie n'est pas seulement celle de l'air ambiant. Elle dépend également de la température des parois. Ainsi, la sensation d'inconfort dans un logement pour une température donnée sera plus importante si les parois intérieures sont froides. L'inconfort apparaît dès qu'il y a plus de 3 °C d'écart entre la température de l'air et la température du mur. C'est ce qu'on appelle l'effet de "paroi froide", cet effet est accentué si les revêtements muraux sont froids (carrelage, marbre...) et que l'on chauffe par convection (mouvement d'air chaud).

$$\frac{T^{\circ} \text{ paroi} + T^{\circ} \text{ de l'air}}{2} = T^{\circ} \text{ ressentie}$$

Un degré de température de chauffage en moins c'est une économie moyenne de 7 % sur la facture.



▲ PAS ISOLÉ (paroi froide) $\frac{12^{\circ} + 20^{\circ}}{2} = 16^{\circ}$



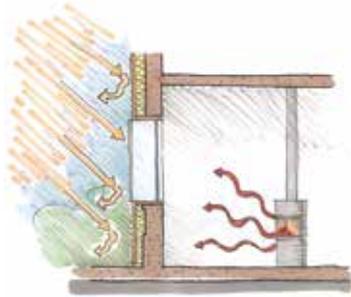
▲ ISOLÉ (paroi chaude) $\frac{18^{\circ} + 20^{\circ}}{2} = 19^{\circ}$

TRAITER LES PAROIS FROIDES EN CONSERVANT UNE CERTAINE INERTIE

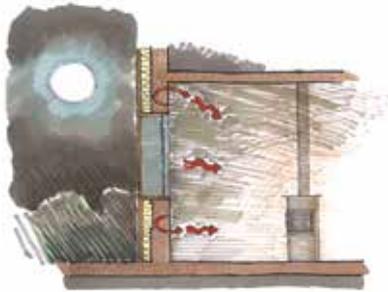
Isolation par l'extérieur

► Cette technique a de nombreux atouts :

- Préservation de l'inertie des murs masses vers l'intérieur et augmentation de la température de surface. En été, protection contre les surchauffes; en hiver, stabilisation de la température malgré plusieurs jours sans chauffage, le logement reste tempéré
- Traitement efficace des ponts thermiques
- Réduction des risques de condensation en paroi (cf. P. 43)
- Préservation de l'espace habitable

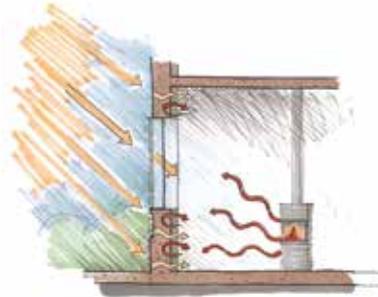


- ▲ **MUR À FORTE INERTIE** (isolé par l'extérieur).
▼ Le jour, le mur accumule les calories émises par le chauffage pour les restituer le soir et la nuit



Correction thermique

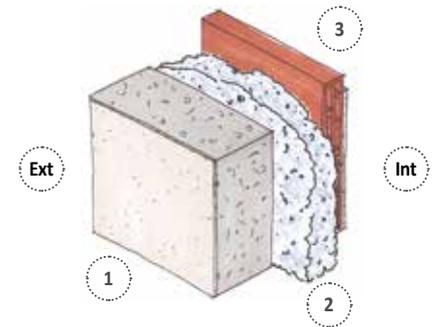
- L'ajout d'un enduit intérieur isolant type chaux chanvre sur la face intérieure de la paroi permet de conserver l'inertie du mur tout en supprimant l'effet de paroi froide. Cette technique est particulièrement adaptée aux murs anciens orientés au Sud et lorsque l'isolation par l'extérieur n'est pas envisageable.



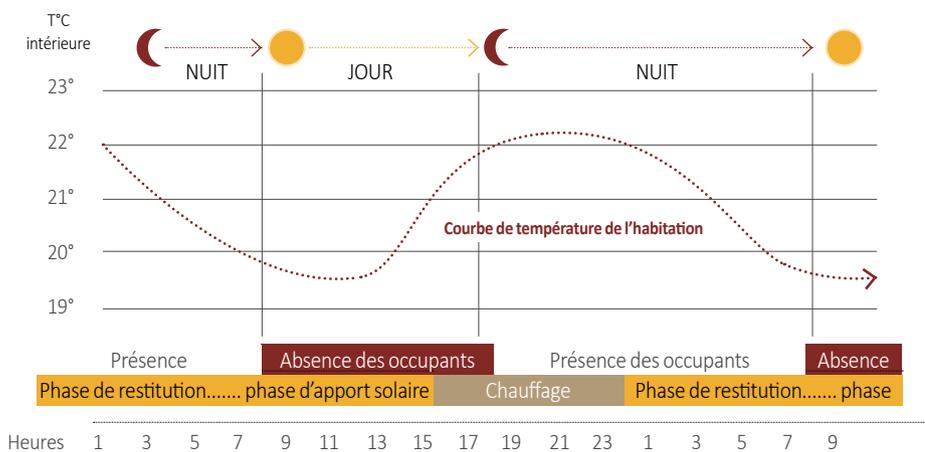
- ▲ **MUR À INERTIE MOYENNE** (enduit intérieur).
Le mur absorbe la chaleur du soleil qui transite par l'enduit intérieur

Isolation par l'intérieur

- L'ajout d'un parement lourd intérieur sur l'isolant permet d'assurer une inertie quotidienne pour un logement frais en été et une bonne température ressentie en hiver malgré une interruption de chauffage de quelques heures (ex. 3 à 6 cm de parement minéral ou 4 à 6 cm de parement bois).



- ▲ **MUR À INERTIE MOYENNE** (parement épais).
1 - Mur masse existant, 2 - Isolant, 3 - Parement lourd



◀ Pour une résidence principale, l'inertie importante peut être exploitée pour réduire la plage de mise en route du système de chauffage (régulation) en milieu de journée qui prend le relais des apports solaires restitués par les murs. Les modes de distribution par rayonnement, qui privilégient le chauffage des masses plutôt que de l'air, sont donc très adaptés au bâti à forte inertie.

▲ APPORTS THERMIQUES DE L'INERTIE en période de chauffage hivernale Source : Atheba

Les modes de transfert de la chaleur

Lorsqu'on compose avec l'inertie, la gestion et le mode de distribution de chauffage doivent être également étudiés pour optimiser les économies d'énergie. Pour une occupation quotidienne des locaux on favorisera le rayonnement, notamment lorsque le bâtiment présente une forte inertie. Dans le cas d'une occupation plus ponctuelle (gîte, résidence secondaire, ...) on préférera un mode de chauffage efficace plus rapidement avec une distribution de chaleur par convection.



▲ **CONVECTION.** La chaleur se transmet par l'air (radiateur électrique)



▲ **CONDUCTION.** La chaleur se transmet par contact direct (entre la peau et l'objet)



▲ **RAYONNEMENT.** La chaleur se transmet par ondes depuis des corps chauffés (plancher chauffant, poêle de masse)



LA MÉRULE

Une atmosphère chauffée, confinée et humide peut entraîner son développement. Ce champignon doit être impérativement éradiqué car il met en péril les éléments porteurs en bois. Au moindre soupçon, l'intervention d'un spécialiste est conseillée.

Les sources de l'humidité

L'excès d'humidité est cause d'inconfort et souvent de pathologies lourdes. Elle a un impact sur la qualité de l'air, la durabilité des matériaux, y compris des isolants. Elle peut également entraîner des surcoûts de consommation d'énergie : un air humide est plus long à chauffer qu'un air sec. Dans tous les cas, il est essentiel de déterminer l'origine de l'humidité et d'y remédier avant toute nouvelle intervention. Les causes d'humidité sont multiples et peuvent se combiner, rendant un diagnostic souvent difficile à établir. Ces causes sont :

- La capillarité dans l'épaisseur du mur
- La capillarité du mortier par l'enduit
- La suppression des éléments de modénature (bandeaux, corniches, ...) qui éloignent l'eau de la façade,

- Le réhaussement du niveau du sol extérieur qui entraîne un enfouissement de la base du mur,
- Le rejaillissement de l'eau de pluie sur la base du mur,
- La vétusté du matériau de couverture, des chéneaux, des descentes d'eau pluviale,
- Les émanations de vapeur d'eau des chauffages d'appoint par combustion dans l'air ambiant, comme les cheminées à éthanol, les poêles à pétrole non tubés,
- Une mauvaise ventilation, responsable en partie de la condensation, facteur important mais pas toujours visible.



.....
Production moyenne de vapeur d'eau
dans un logement de 4 pièces :

300 grammes par heure

7 kilogrammes par jour

2,5 tonnes par an
.....

La condensation

► **C'est la transformation de l'état de vapeur en eau, par refroidissement.** Il en existe deux sortes :

- La condensation superficielle :

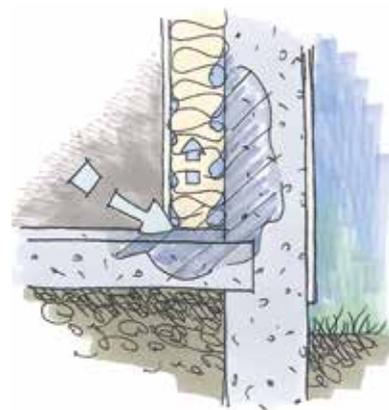
On l'observe souvent sur des points froids (vitres, ponts thermiques). L'air intérieur, naturellement chargé en vapeur d'eau, qui lorsqu'il rencontre une zone où la température de surface est plus faible, se refroidit, et se transforme en eau.

- La condensation interne :

En hiver, les différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur d'une maison entraînent des transferts d'air. Chargé de vapeur d'eau, l'air migre par diffusion au sein des matériaux. Si, en un point de la paroi, la température de rosée est atteinte, l'air va se condenser et charger le mur en humidité.

La condensation interne se situe souvent derrière le parement ou bien dans l'isolant.

Le pare-vapeur (cf.P44) a été inventé pour prévenir ce type de condensation, il est sensé empêcher en théorie les transferts de vapeur d'eau. Mais il évite également le séchage du mur face intérieure en été et au printemps, et peut causer une accumulation néfaste d'humidité dans les matériaux, plus encore lorsqu'il est mal posé. Optez pour des pare-vapeur "variables" qui ne bloquent pas l'humidité au sein de l'isolant.



▲ CONDENSATION INTERNE DANS LA PAROI

Sur un mur isolé par l'intérieur, la condensation peut apparaître entre l'isolant et le mur si l'étanchéité à l'air n'est pas correcte. Dans ce cas, cette humidité dissimulée réduit fortement la performance de l'isolant et peut dégrader le mur.



**> DÉFINITION DU Mu
et de la valeur Sd**

Le Mu est le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau qui détermine la perméabilité d'un matériau, c'est une grandeur sans dimension.

Selon leur caractéristique physique et leur épaisseur, les matériaux opposent plus ou moins une résistance à la diffusion de vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur, appelée Sd. Plus le Sd est faible, plus le matériau laisse passer la vapeur d'eau. Le Sd se mesure en mètre

$Sd = \mu \times \text{épaisseur (en mètre)}$



**PARE-AIR / PARE-VAPEUR
ET MEMBRANE**

Les appellations diffèrent mais on peut communément admettre :

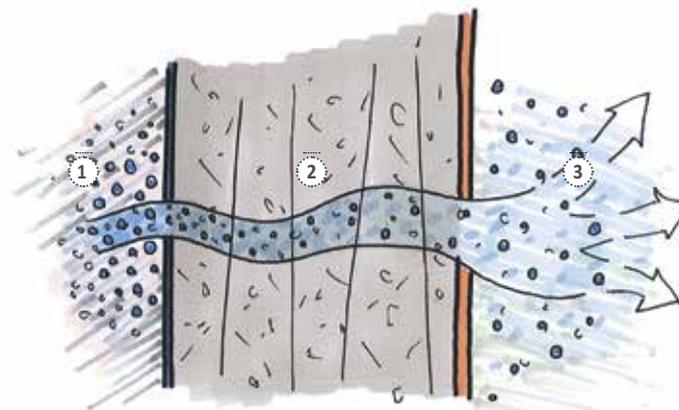
- Qu'un frein-vapeur a une résistance à la vapeur d'eau comprise entre 1 et 5 m ($1 < Sd < 5$)
- Qu'un pare-vapeur a une résistance à la vapeur d'eau > 18 m
- Qu'une membrane régulatrice freine voire stoppe la pénétration de vapeur d'eau en hiver et s'ouvre en été pour permettre l'évaporation vers l'intérieur. Souvent utilisée lorsque le mur ou l'enduit extérieur est totalement étanche à la vapeur d'eau.

Exemple :

- Vario (Isover) $Sd = 0,2$ m (été), 5m (hiver)
- Intello (Proclima) $Sd = 0,25$ m (été), 10m et + (hiver)

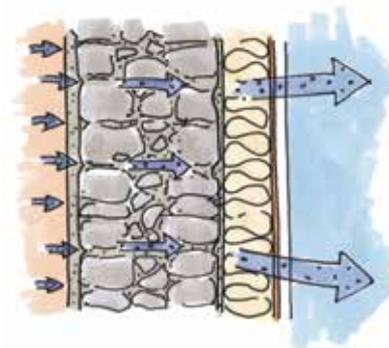
Les parois perspirantes

- ▶ On limite la pénétration de la vapeur d'eau dans les murs, tout en facilitant leur séchage vers l'extérieur, ou vers l'intérieur quand les conditions hygrométriques le permettent.



- ① Vapeur d'eau contenue dans l'air intérieur
- ② Paroi perspirante
- ③ Séchage

▲ Composer une paroi perspirante ne modifie en rien l'exigence en matière d'étanchéité à l'air et de ventilation appropriée pour évacuer les polluants et la vapeur d'eau en excès.



▲ GARDE-FOU DU 5 POUR 1

Respectez le principe du 5 pour 1 qui met en œuvre un Sd du parement intérieur 5 fois supérieur à celui du parement extérieur $Sd1 > 5 Sd2 > Sd3$.

L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

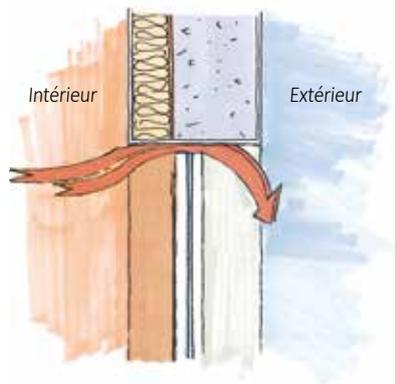
L'importance de la mise en œuvre

- **L'isolant doit être posé dans un milieu sec sans courant d'air**, le principe de l'isolation étant d'emprisonner de l'air immobile.

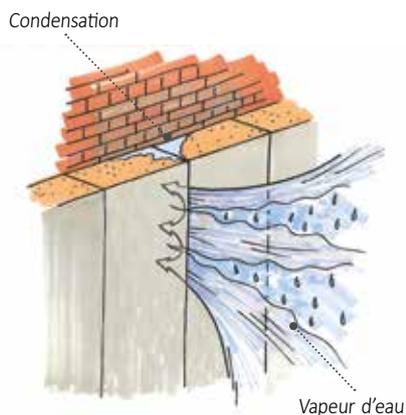
Une barrière étanche à l'air augmente la durée de vie de l'isolant ainsi que sa performance thermique. Elle doit être réalisée en parfaite continuité avec le support, pour être efficace et éviter les entrées d'air parasites. Le moindre défaut entraîne un flux d'air et crée d'importantes déperditions énergétiques.

Cette étanchéité doit être réalisée avec l'emploi de membranes pare air, soit par l'intérieur (pare vapeur, frein vapeur ou film hygrovariable), soit par l'extérieur (pare-pluie, sous-toiture ou enduit). Ces deux niveaux de traitement sont recommandés pour une totale étanchéité à l'air, pour les charpentes notamment. Les enduits intérieurs sur maçonnerie remplissent également le rôle de barrière étanche à l'air.

Les fuites d'air perturbent également le système de ventilation en place, créant des extractions d'air parasites.



▲ FUIITE D'AIR PAR LES HUISSERIES



▲ FUIITE D'AIR DANS L'ISOLANT

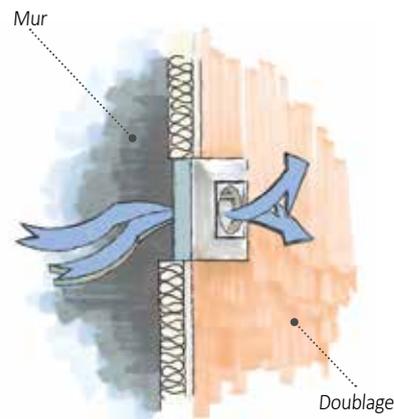
Pour une température de chauffe de 19°C et 50% d'humidité relative, un passage d'air de 1 mm sur 1 mètre laisse passer plus de 1 litre de vapeur d'eau par jour. On perd 4 fois le pouvoir isolant par ce défaut d'étanchéité, et davantage, s'il y a point de rosée.



RAPPEL

Rappelons qu'une paroi peut être à la fois étanche à l'eau, étanche à l'air, mais ouverte à la diffusion de vapeur d'eau. Une enveloppe étanche à l'air et perspirante à la vapeur d'eau se compare souvent à un vêtement en matière Gore-Tex (isolante, coupant du vent mais permettant d'évacuer la transpiration). Tandis qu'une enveloppe non étanche à l'air et imperméable à la vapeur d'eau agit comme un K-way troué (Mauvaise évacuation de la transpiration et sensation de froid due au passage d'air). Par ailleurs une bonne étanchéité à l'air améliore l'isolation acoustique et le comportement au feu lors d'un incendie.

Isolation, étanchéité à l'air et ventilation sont indissociables dans un projet de rénovation (approche concertée des différents intervenants).



▲ FUIITE D'AIR DANS LES PRISES DE COURANT

Lorsque cela est envisageable, préférez placer le compteur électrique dans l'espace chauffé et soignez l'étanchéité à l'air des réseaux électriques traversant les parois vers l'extérieur.





5. METTRE EN ŒUVRE LES TRAVAUX D'AMÉLIORATION THERMIQUE

- Pour réussir une rénovation thermique performante et assurer la pérennité du bâti, il faut respecter la logique constructive, qu'elle soit traditionnelle ou conventionnelle. Isoler n'est pas si simple, des risques pathologiques peuvent apparaître :
 - Dégradation des murs isolés concentrant l'humidité et favorisant l'apparition de moisissures,
 - Dégradation de la qualité de l'air intérieur (étanche) et du confort acoustique.

Comprendre la stratégie de la paroi perspirante

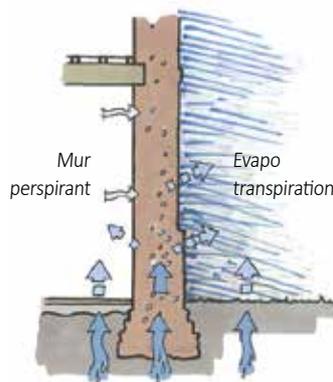
► **L'erreur commune en matière de réhabilitation thermique du bâti traditionnel** consiste à appliquer des solutions mises au point pour le bâti conventionnel. Ces solutions peuvent faire apparaître des pathologies.

Le bâti ancien gère l'humidité du sol (remontées capillaires) selon un équilibre qui doit être conservé. Sans fondations étanches, ces constructions sont édifiées avec des matériaux poreux et capillaires ; l'eau, la vapeur d'eau, transitent du sol par les briques, les joints, les colombages... et régulent naturellement le taux d'humidité de la maison.

Les parois composites (constituées de matériaux différents) présentant beaucoup de liants sont des murs plus sensibles aux actions de l'eau. Des pathologies peuvent survenir, le plus souvent dûes à un manque d'entretien (couverture) ou à une erreur de mise en œuvre (enduits / joints étanches).

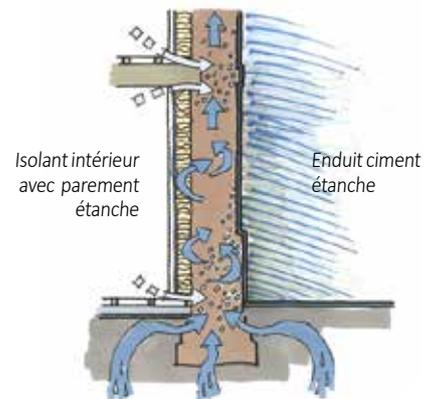
Avant d'isoler, il est important de remédier aux problèmes d'humidité principalement liés :

- à **une forte capillarité dans l'épaisseur du mur** : réalisation d'un drainage périphérique (fig. 1) ou d'une barrière étanche (injection de résine),
- à **la présence d'un enduit étanche** : piquetage des enduits et joints ciment nécessaire avant l'application d'un enduit à la chaux,
- **au rejaillissement** : débord de toit suffisant et/ou essentage (bois ou ardoise) protègent le mur des intempéries. Pour la protection des bas de mur, trottoir et terrasse drainante ne doivent pas être cimentés,
- à **l'infiltration accidentelle** : l'entretien de la couverture et des chéneaux permet d'éviter des désordres importants,
- à **la condensation due à un pont thermique** : réalisation d'un retour d'isolant (manchonnage) ou application d'un correcteur thermique.



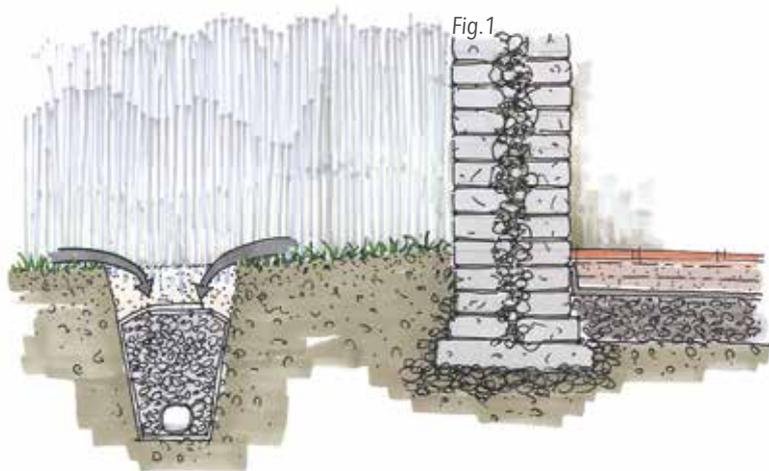
▲ COMPORTEMENT À L'HUMIDITÉ d'un mur ancien

Remontées capillaires. Les fondations ne sont pas étanches à l'eau, le mur se comporte comme un sucre sur une goutte d'eau... il l'absorbe.



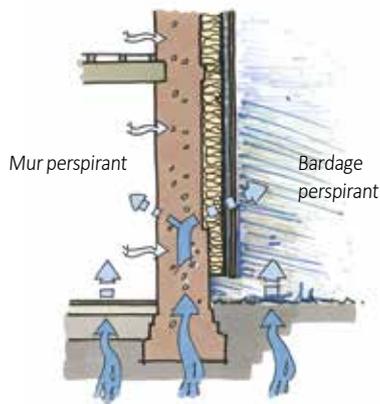
▲ MAUVAIS COMPORTEMENT à l'humidité

Remontées capillaires emprisonnées. Les remontées capillaires ne peuvent plus s'évaporer, elles sont bloquées dans le mur à cause des revêtements imperméables présents au sol et sur chaque face de la paroi. La migration de l'eau doit pouvoir s'opérer sous peine de provoquer certaines pathologies.



▲ MISE EN ŒUVRE D'UN DRAIN réduisant l'excès d'humidité (fig. 1)

Attention au drainage trop radical qui risque de déchausser la base du mur ou assécher le mortier (chaux, terre...) et fragiliser ainsi la structure.



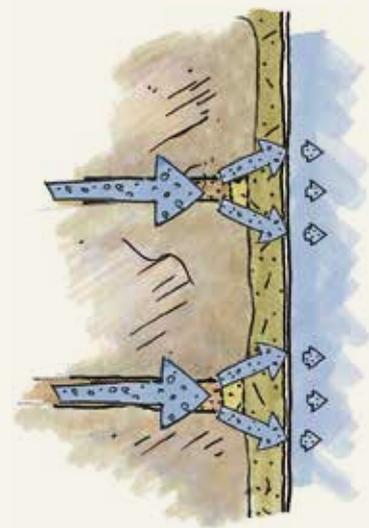
▲ BON COMPORTEMENT avec l'isolation par l'extérieur (ITE)

L'isolant ne doit pas agir comme une barrière étanche, on évite donc les isolants du type polystyrène, les pare-pluie et pare-vapeur fermés (cf. P44) pour assurer l'évacuation de l'humidité (effet de mèche).



L'EFFET DE MÈCHE

Dans les murs anciens, l'évacuation de l'humidité est assurée en grande partie par les joints et les enduits. Il est important de favoriser la traction capillaire en créant une continuité entre les anciens joints s'ils sont creusés et le nouveau revêtement (enduit ou isolant). Dans la plupart des cas, les lames d'air entre le mur et l'isolant, ventilées ou pas, sont déconseillées. Les barrières étanches à la vapeur d'eau (enduit ou joints ciment, ...) sont à proscrire.





CORRECTION THERMIQUE

d'une paroi froide

par la mise en place d'un enduit chaux chanvre sur un mur de maçonnerie. Cette technique permet de gagner en confort et en économie d'énergie. Elle ne peut cependant se comparer à une isolation classique. Les enduits isolants capillaires appliqués à l'extérieur en complément d'une isolation intérieure permettent de réduire les ponts thermiques et de diminuer les risques liés à la condensation.

Quelques exemples :

Diathonite (Diasen) – X:

λ 0,045 w/(m.K)

Unilit X: λ 0,066 w/(m.K)

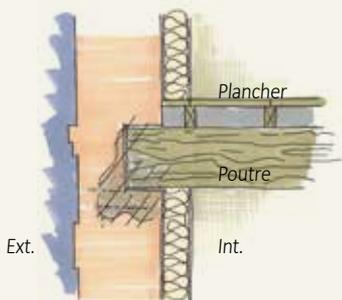
Biotherm (Haga) X: λ 0,07 w/(m.K)

Cette pratique augmente la température de paroi et améliore ainsi la température ressentie. (voir P. 39)



Le cas des GÎTES DE POUTRES

Point sensible dans le bâti ancien, lors de rénovations antérieures utilisant des matériaux inappropriés (pare-vapeur, polyane, enduit au ciment...), une concentration d'humidité peut amener la dégradation des poutres. Pensez à vérifier leur état avant une rénovation.



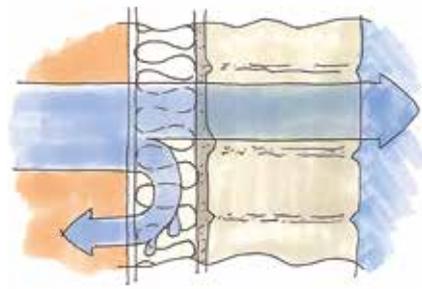
Isoler les murs

► Dans notre région, les murs traditionnels sont la plupart du temps composites (composés de plusieurs matériaux différents). Ils peuvent contenir du bois (putrescible) ou des liants (joints) à base de terre. Assurer une continuité capillaire (de contact) entre mur, isolant et parement est nécessaire pour une bonne mise en œuvre de sa rénovation thermique.

Exception faite, en pied de mur intérieur, lorsque le sol est perméant (tomettes en terre cuite sur terre-plein...) l'isolant devra être imputrescible et non capillaire pour ne pas pomper l'humidité du sol.

Avant d'isoler, on s'assurera du bon état des matériaux, de la capillarité des enduits et joints extérieurs.

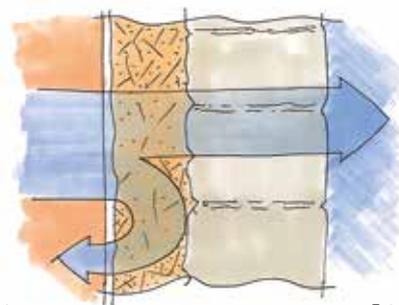
Fig. 1



Int.

Ext.

Fig. 2



Int.

Ext.

▲ A - Exemples d'ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTÉRIEUR (ITI) DES MURS ANCIENS

Fig. 1 Isolant souple avec pare-vapeur à résistance réduite (frein-vapeur) qui laisse passer, à un niveau non critique, une faible quantité de vapeur d'eau mais qui surtout permet une évacuation vers l'intérieur. S'assurer qu'aucune couche n'est étanche à la vapeur d'eau, y compris les enduits. Solution compatible avec le bâti traditionnel si l'isolant est hygroscopique.

Fig. 2 Isolant hygroscopique dur, capillaire et imputrescible de type panneau de silicate de calcium, pierre ponce, panneaux de perlite. Solution particulièrement adaptée au bâti traditionnel avec un bon compromis isolation/inertie et une limitation de l'humidité.

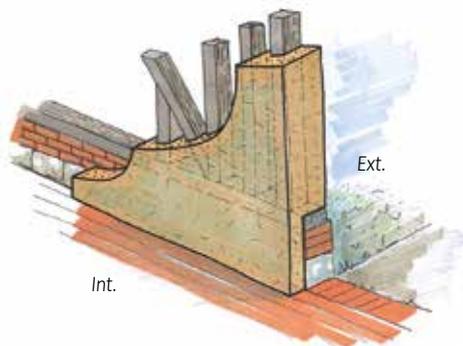


Fig. 1

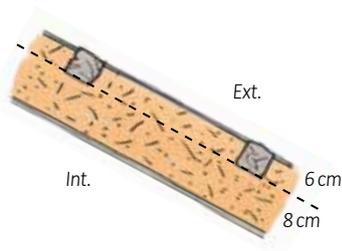


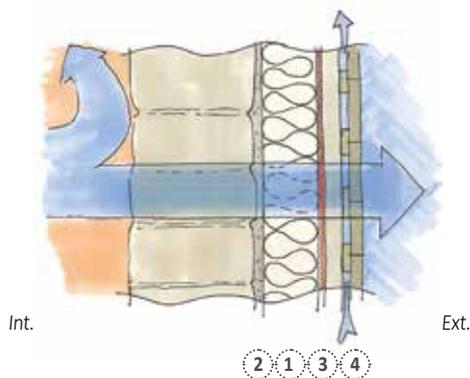
Fig. 2

▲ B - Exemple d'ISOLATION PAR REMPLISSAGE D'UN MORTIER COMPOSITE, pour une isolation répartie

Cette technique d'isolation par remplissage donne un mur ayant une bonne inertie thermique et perméant à la vapeur d'eau. Les enduits de finition (chaux ou terre) le rendent étanche à l'air.

Fig. 1. Colombage apparent à l'extérieur, épaisseur de mortier chaux/chanvre : 25 cm

Fig. 2 Recouvrement : 5 cm pour les colombes jusqu'à 6 cm (8 cm pour les colombes de plus de 6 cm)



▲ C - Exemple d'ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR (ITE)

le mur d'origine freine la pénétration de la vapeur d'eau vers l'extérieur. Cet exemple montre un isolant en laine de bois **1** posé sur un enduit capillaire **2** permettant un contact continu entre le mur et l'isolant. Un pare-pluie rigide en fibre de bois **3**, une lame d'air et le bardage **4**.



HYGROSCOPIE

Capacité d'un matériau à absorber et restituer l'humidité. Les parois des maisons anciennes ont une aptitude à faire transpirer la vapeur d'eau. Lors d'une rénovation, il est nécessaire de choisir des matériaux hygroscopiques et maintenir la paroi perméable. Ainsi, l'humidité pourra être évacuée majoritairement vers l'extérieur. Il faut donc éviter les ruptures de capillarité qui bloqueraient l'eau entre l'isolant et le mur (condensation interne + remontées capillaires). La mise en œuvre d'un isolant hygroscopique limite l'apparition de problèmes (voir tableau des isolants en annexe) et assure une durée de vie de l'isolant plus longue.

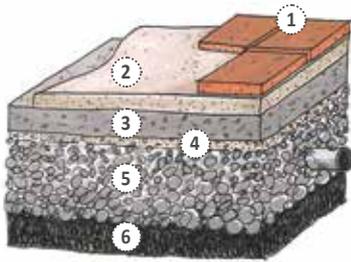
Exemple de quelques matériaux hygroscopiques :

- Pierre calcaire tendre,
- Brique de Saint-Jean,
- Isolant en fibre de bois,
- En fibre de chanvre,
- En fibre de lin,
- Ouate de cellulose,
- Plâtre...

Isoler les sols

- Le sol est une des parois les plus complexes d'approche, car c'est elle qui est au plus près des phénomènes d'humidité. Les remontées capillaires et les ponts thermiques doivent être minutieusement gérés. La résistance thermique recherchée est d'au moins 2,5 à 4 m².K/W. (voir lexique)

Le choix d'intervention dépend du type de sol initial, de l'inertie recherchée et du type de revêtement final.

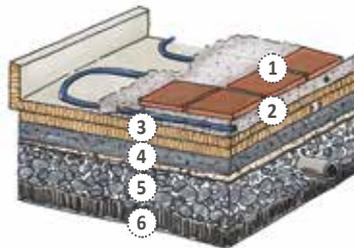


▲ Sol à forte inertie

- 1 Terre cuite
- 2 Chape de pose (4 cm)
- 3 Dalle (12 cm)
- 4 Lit de sable
- 5 Isolant : hérisson en mousse de verre (20cm), enveloppé d'un géotextile
- 6 Sol d'origine

A - Isoler UN SOL À FORTE REMONTÉES CAPILLAIRES ET FORTE INERTIE

Si le choix est de déposer les sols existants, la stratégie est de créer une rupture capillaire sans "transférer" l'humidité à la base du mur. Il est nécessaire de décaisser sur une hauteur de 45 cm pour un hérisson en caillou lavé qui doit être ventilé par un drain traversant. Un hérisson à base de granulats de mousse de verre est également envisageable. Il a l'avantage, outre la protection contre les remontées capillaires, d'être isolant.

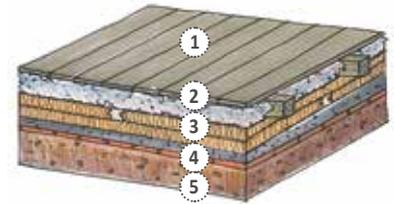


▲ Sol à inertie moyenne

- 1 Carrelage
- 2 Plancher chauffant
- 3 Isolant : panneau rigide
- 4 Dalle (12 cm)
- 5 Hérisson : Cailloux lavés
- 6 Sol d'origine

B - Complément SUR SOLS EXISTANTS

Lorsque la suppression d'un sol existant (avec peu de remontées capillaires) s'avère trop lourde financièrement et structurellement et que l'on peut surélever le niveau du seuil, il est possible d'isoler directement sur le sol existant.

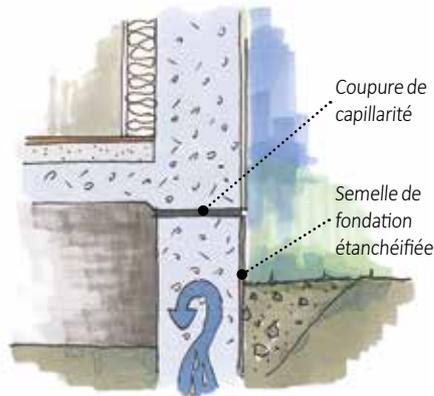


▲ Sol à faible inertie

- 1 Parquet bois
- 2 Lambourdes avec isolant
- 3 Isolant : panneau rigide
- 4 Chape
- 5 Sol existant

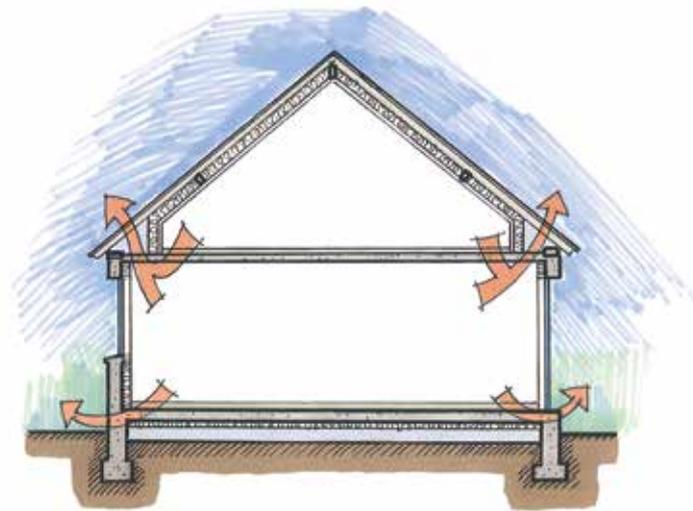


Comprendre la stratégie de la **paroi étanche**



▲ Coupe verticale d'une paroi étanche

► Le bâti conventionnel est conçu avec des fondations et murs étanches à l'eau de pluie et aux remontées capillaires (schéma ci-contre). Les matériaux mis en œuvre sont davantage imperméables à la vapeur d'eau. Ces murs sont composés en majorité de blocs creux (parpaing, briques, etc...) ne sont pas suffisamment étanches à l'air, sont faiblement isolés par l'intérieur et concentrent de nombreux points faibles comme les ponts thermiques qui constituent des ruptures dans l'isolation. Ces points froids sont à l'origine de nombreuses déperditions de chaleur et concentrent la vapeur d'eau sous forme de condensation. Pour éviter toute dégradation, l'air intérieur et l'humidité ambiante sont désormais évacués artificiellement par une Ventilation Mécanique Contrôlée (à partir de 1974).



▲ Ponts thermiques LIÉS À L'ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR

L'isolation des murs doit prendre en compte les ponts thermiques et les risques de condensation. L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) est bien souvent le seul moyen de les réduire efficacement.



THERMOGRAPHIE DE 3 LOGEMENTS ACCOLÉS EN PÉRIODE DE CHAUFFAGE

Trois logements mitoyens de même facture constructive. La lecture du pont thermique des dalles intermédiaires est significative, seule la façade isolée par l'extérieur l'annule. Toutefois le pont thermique en jonction toiture/ mur ne peut pas toujours se traiter intégralement.



© institut de la thermographie

- ① Isolation intérieure partielle
- ② Absence d'isolation
- ③ Isolation par l'extérieur



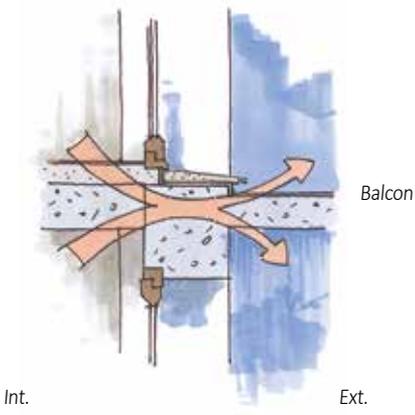
▲ Déperdition de chaleur, T° ext : 2°C

- Faible
- Modérée
- Forte
- Excessive

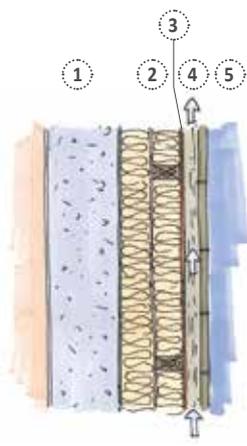
Une solution optimale L'isolation par l'extérieur (ITE)

► Au-delà des autorisations réglementaires et des considérations esthétiques, cette technique nécessite une attention particulière sur les points suivants:

- Bien connaître le support (structure des murs, capacité de la façade à recevoir la fixation d'un bardage),
- Vérifier que l'enduit extérieur peut recevoir une isolation sans risque de condensation (enduit vinylique, etc...),
- Traiter des points stratégiques au niveau de l'enveloppe : (débord de toiture, départ de sol, appuis et tableaux de fenêtre, etc.),
- S'assurer que la ventilation existante est suffisante, sinon la renforcer.

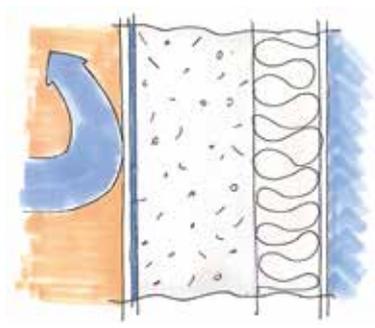


▲ Pont thermique SUPPORT DE BALCON



▲ ITE avec bardage bois

- ① Mur d'origine
- ② Isolant R = 3,7 m².K/w
- ③ Pare-pluie HPV (cf. P44)
- ④ Lamé d'air
- ⑤ Bardage



▲ ITE avec enduit de finition

Un enduit intérieur, appliqué directement sur la maçonnerie est conseillé pour la rendre étanche à l'air.

L'isolation par l'extérieur réduit efficacement les ponts thermiques majeurs dus à la dalle de plancher et aux jonctions de murs de refends. Pour qu'elle soit réellement efficace, il est impératif qu'elle soit continue (sans fuite) afin de limiter les déperditions/condensations possibles sur les bords de dalles, les jonctions murs/toiture, les tableaux (encadrements) et appuis de fenêtres.



▲ **ITE** attention aux enduits non appropriés au support, optez pour des procédés industriels (pour éviter l'effet léopard des visseries par exemple)

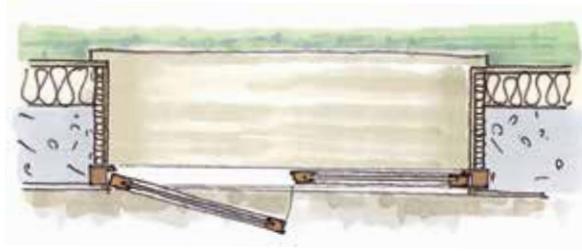


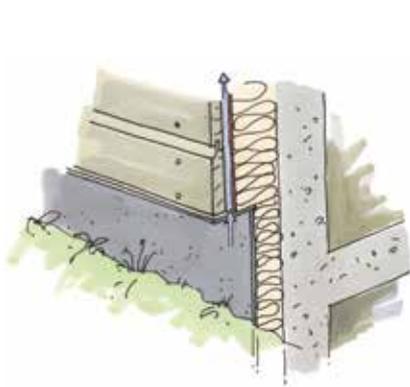
Fig.1



Fig.2

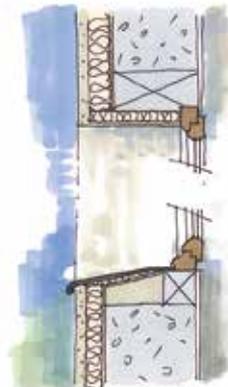
▲ **ITE sur L'EMBRASURE DES FENÊTRES**

Pose d'un isolant de faible épaisseur en retour dans l'embrasure (fig.1).
Placer les huisseries dans la continuité de l'isolant extérieur (fig.2).



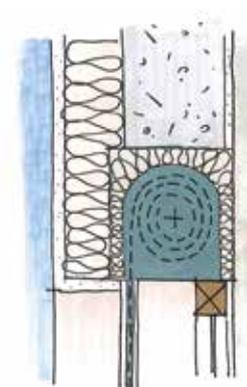
▲ **ITE en PIED DE MUR**

Isolant spécifique en pied de mur pour gérer le pont thermique de la dalle.



▲ **ITE du LINTEAU ET APPUI DE FENÊTRE**

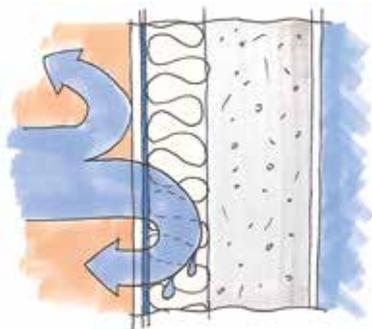
L'appui est coupé pour permettre une pose en continu de l'isolant.



▲ **ITE des VOILETS ROULANTS**

L'isolant englobe le coffret du volet, lui-même isolé

L'isolation par l'intérieur (ITI)



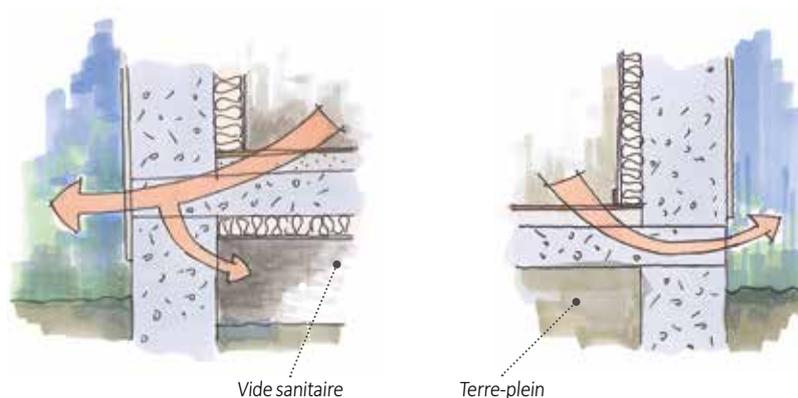
▲ Mur isolé ÉTANCHE À LA VAPEUR D'EAU

Ici le mur est enduit d'un revêtement étanche à la vapeur d'eau : l'isolant devra recevoir un pare-vapeur régulateur (Voir P. 44)

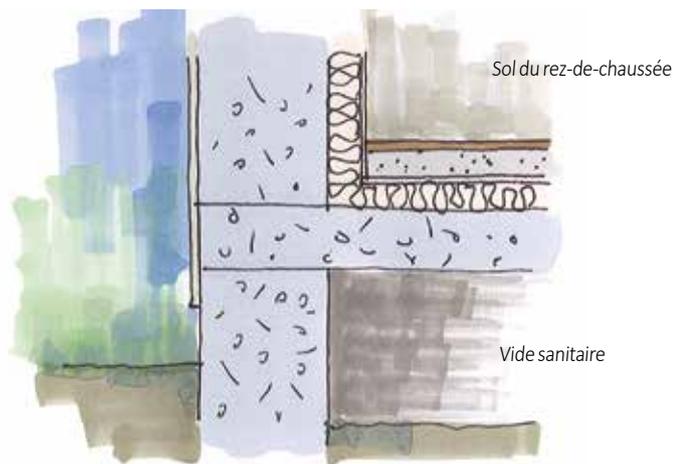
Outre la perte de l'inertie, l'isolation par l'intérieur accentue les risques de condensation. L'isolant n'est réellement efficace que lorsque les ponts thermiques sont traités et que l'étanchéité à l'air des membranes pare-vapeur est parfaite.

A. CORRECTION D'UN PONT THERMIQUE AU NIVEAU DU SOL

Une dalle de béton pleine génère d'importantes pertes calorifiques.



▲ Déperditions thermiques PAR LA DALLE DE REZ-DE-CHAUSSÉE

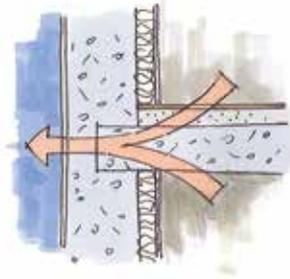


▲ Solution envisageable

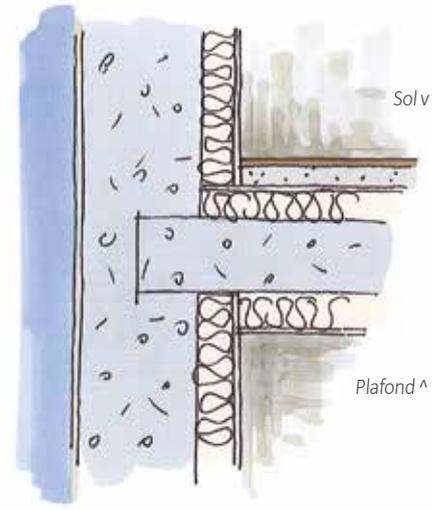
B. CORRECTION D'UN PONT THERMIQUE DU MUR DE REFEND OU DU PLANCHER INTERMÉDIAIRE

- ▶ Si on réalise l'isolation de la dalle en sous-sol (par exemple un garage), pensez également à protéger les arrivées d'eau quelles qu'elles soient. Le risque de gel sera plus important qu'avant. Pensez aussi à poser une porte isolante et étanche à l'air, au niveau de l'accès au volume chauffé.

Attention : on ne laisse jamais un réseau d'eau (chauffage central) entre le mur et l'isolant, car le risque d'éclatement des tuyaux par le gel est important.



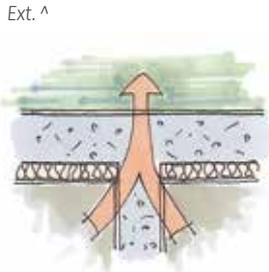
Ext. Coupe verticale Int.



Coupe verticale

▲ Déperdition par la DALLE INTERMÉDIAIRE

▲ **Solution envisageable :** Assurer la continuité de l'isolant avec le sol et le plafond (ITI)



Ext. ^ Int. v Coupe horizontale

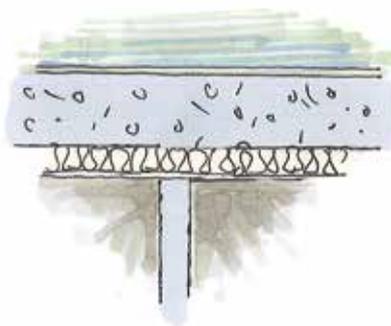


Fig.1



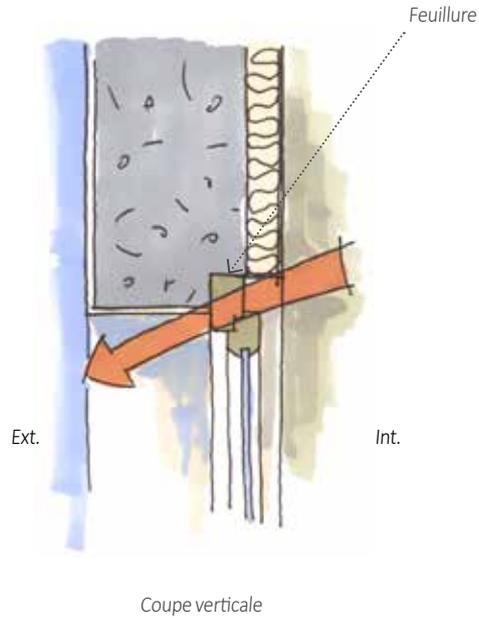
Coupe horizontale Fig.2

▲ Déperdition par le MUR DE REFEND

▲ **Solution envisageable :** Isolation radicale en continu avec rupture de la cloison (étude de structure obligatoire), (fig.1) ou retour d'isolant sur le mur de refend d'environ 50 cm (manchon), atténuant largement le pont thermique (fig.2)

C. CORRECTION DES PONTS THERMIQUES DES HUISSERIES

- **Deuxième cause de fuite d'air après le réseau électrique dans ce type de construction**, les huisseries doivent désormais être en continuité avec l'isolant de la paroi opaque et assurer l'étanchéité à l'air. L'idéal est de changer les menuiseries en même temps que la réalisation de l'isolation thermique par l'intérieur (fig. 1) : la feuillure est comblée et les menuiseries sont posées en applique. Lorsque les huisseries ont déjà été changées (fig. 2), l'isolant doit couvrir le dormant afin d'assurer la continuité de l'isolation. Dans les deux cas, le raccordement et le collage de la membrane pare-vapeur sur la menuiserie doivent également être soignés.



▲ Déperdition par le LINTEAU DE FENÊTRE (pose en feuillure : dans l'épaisseur)

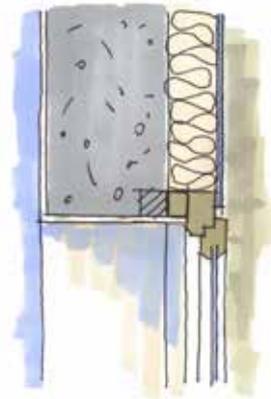


Fig.1

Coupe verticale

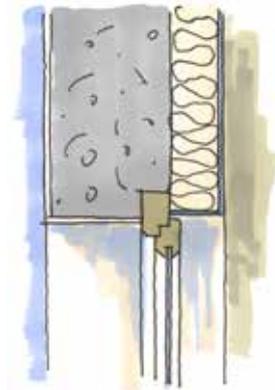


Fig.2

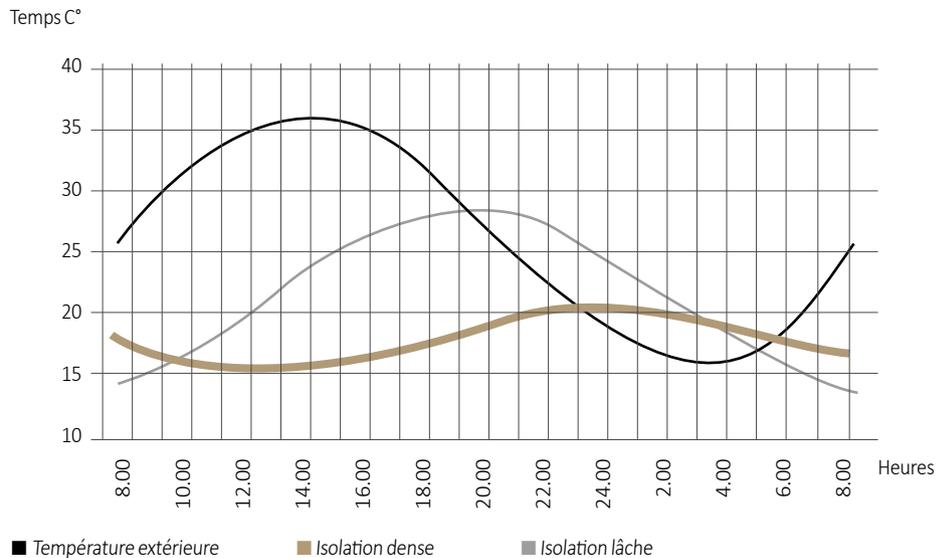
▲ **Solution envisageable** : changement des huisseries en même temps que l'ITI

▲ **Solution envisageable** : recouvrement du dormant par le matériau isolant

ISOLER LA TOITURE



- **Les déperditions thermiques en toiture étant les plus importantes**, il est nécessaire de ne pas minimiser l'isolation des combles, habités ou non, et d'assurer un bon confort d'été. Il faut donc choisir un isolant dense sur les premiers centimètres côté couverture et laisser une lame d'air suffisamment dimensionnée entre la couverture et la sous-toiture.



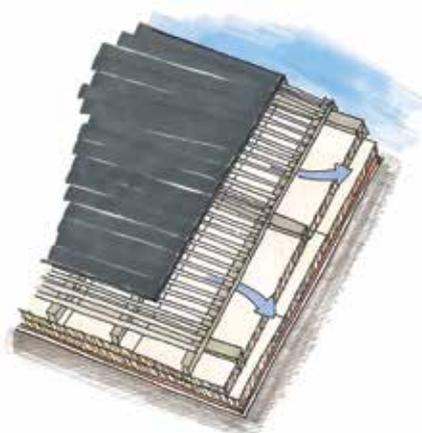
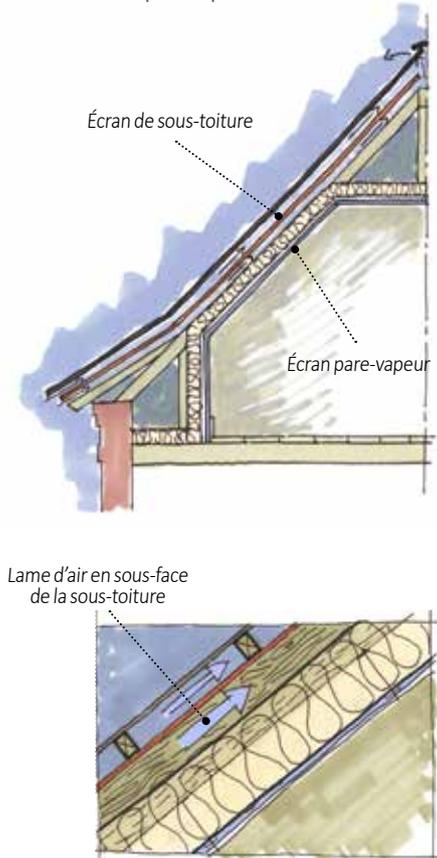
▲ **Exemple de déphasages thermiques d'une toiture avec 2 isolants différents**

Sur ce graphique, à 20 heures, pour une température extérieure de 27°C, la température intérieure est de 27°C avec un isolant peu dense (18 kg/m³), alors qu'elle est de 18°C avec un isolant dense (50 kg/m³).

Isolation par l'intérieur

► A. ISOLATION AVEC SOUS-TOITURE ANCIENNE

Lorsque cela est possible, on doit essayer de "réparer" la sous-toiture à l'aide d'adhésifs appropriés. Il faut vérifier également la présence de châtières de ventilation (sorties visibles en toiture). Il doit être ménagé une lame d'air de ventilation, comprise entre 2 et 4 cm, en sous-face de la sous-toiture avant de poser l'isolant. L'étanchéité à l'air sera assurée par une membrane pare-vapeur côté intérieur.



B. ISOLATION EN L'ABSENCE D'ÉCRAN DE SOUS-TOITURE

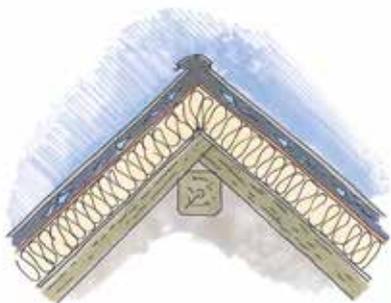
- L'idéal est de mettre en place une sous-toiture en ôtant la couverture. La solution qui consiste à placer un écran de sous-toiture entre ou sous le chevronnage par l'intérieur n'est possible que si la membrane est raccordable à l'extérieur (gouttière ou chéneau). La pose d'un isolant sans écran de sous-toiture est peu fiable. Dans ce cas, il faut utiliser un isolant hygroscopique et mettre en place un pare-vapeur hydrovariable parfaitement continu (côté intérieur). Il est conseillé de vérifier tous les ans l'étanchéité de la toiture.

► C. ISOLATION D'UNE TOITURE FROIDE (NON ISOLÉE)

Lorsque les combles ne sont pas aménagés, mieux vaut isoler directement sur le plancher. L'isolant doit être posé avec un pare-vapeur côté chaud, si le plancher n'est pas étanche à l'air. De même que l'isolation doit recouvrir la panne sablière (pont thermique), des déflecteurs d'air périphériques peuvent éviter le dispersement partiel de la matière isolante posée en vrac.

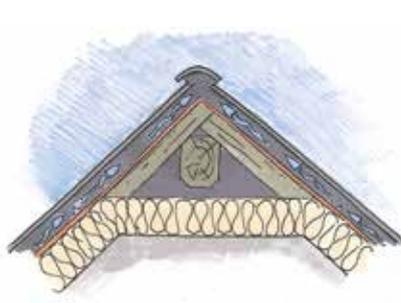


Isolation par l'extérieur



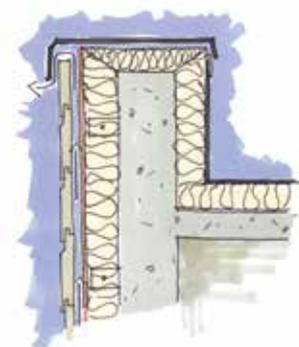
▲ A. EN SURÉLEVANT LA TOITURE

Lorsque des combles déjà aménagés ne possèdent pas l'espace nécessaire pour la pose d'isolant en charpente, on peut isoler au dessus du chevronage. Cette technique appelée "sarking" est efficace mais entraîne une surélévation de la toiture ainsi qu'une augmentation de la masse. Il faut donc s'assurer que le changement volumétrique de la toiture n'altère pas la qualité architecturale.



▲ B. SANS MODIFIER LA POSITION DE LA TOITURE

Quand la couverture est à changer et que les combles sont déjà aménagés, il faut profiter de la découverte pour mettre en place une isolation performante étée comme hiver et un écran de sous-toiture HPV pour assurer l'étanchéité à l'air.



▲ C. ISOLER UN ACROTÈRE EN TOIT-TERRASSE

Pour ne pas créer de pont thermique en tête d'acrotère, l'isolant est posé en continu. Dans le cas d'une isolation par l'intérieur, il est impératif de laisser un vide d'air entre l'isolant et la toiture terrasse.

Rappel sur l'étanchéité à l'air

- ▶ **L'étanchéité à l'air doit être assurée au niveau des fenêtres de toit** (et de toute autre interface, sortie de ventilation...). Les collerettes d'écran de sous-toiture ou de pare-vapeur facilitent la jonction entre ces écarts et les fenêtres de toit.



◀ Écran de sous-toiture

Son rôle est multiple : assurer l'étanchéité à l'eau, à l'air et la perméance à la vapeur d'eau. Ces écrans de sous-toiture Hautement Perméants à la Vapeur (HPV) sont posés sans lame d'air en sous-face, de façon continue sur le faitage. Ces spécificités permettent de poser l'isolant directement contre la sous-toiture car leur S_d est inférieure à 0,1 mètre (cf. P 44).

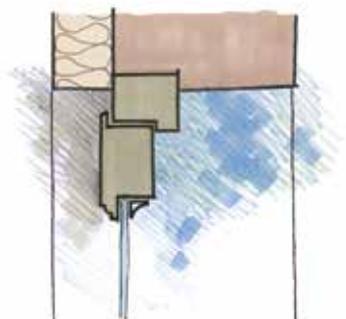


ISOLER LES BAIES VITRÉES



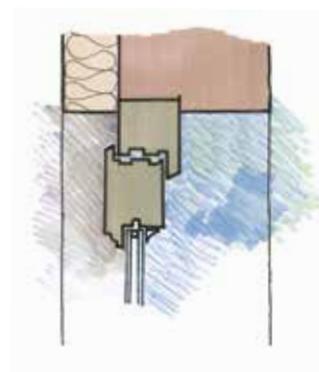
Renforcer les vitrages

- Aujourd'hui, les menuiseries et les vitrages étant performants, la vigilance est à porter sur la pose. En effet, c'est en assurant l'étanchéité à l'air et à l'eau que l'on garantit la performance effective de l'ensemble vitré. Les procédés actuels utilisent des produits qualitatifs et durables, tels que les joints à mémoire de forme (compréhensibles) et banissent l'application de mousse polyuréthane. C'est pourquoi, la technique de la dépose totale est à privilégier aux autres options.



Int. Coupe verticale Ext.

▲ Simple vitrage



Int. Coupe verticale Ext.

Coupe verticale

▲ Double vitrage



RÉGLEMENTATION

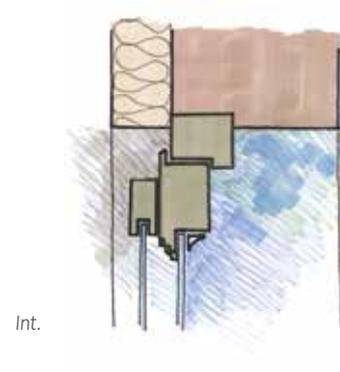
Dans des locaux à usage d'habitation, les nouvelles fenêtres et porte-fenêtres des pièces (hors cuisine, salle de bains, wc) doivent être équipées d'entrées d'air, sauf si le logement est muni d'entrées d'air dans les parois opaques en contact avec l'extérieur ou muni d'une ventilation double-flux.

COEFFICIENT DE PERFORMANCE

DES PAROIS VITRÉES

U_w – Coefficient de transmission thermique de la fenêtre (menuiserie + vitrage). Plus il est faible, meilleure sera l'isolation de la paroi vitrée. L'unité est le $W/m^2.K$.

S_w – Capacité d'un vitrage à laisser pénétrer la chaleur du soleil à l'intérieur. Compris entre 0 et 1, plus le S_w est haut, plus on bénéficie d'apports gratuits du soleil l'hiver.



Int. Coupe verticale Ext.

Coupe verticale

▲ Survitrage

Les différents usages de la fenêtre traditionnelle

► En plus de l'inertie thermique à maintenir dans la maison, le confort d'été est étroitement lié aux protections solaires extérieures (volets...), à la qualité des vitrages et à la surventilation nocturne.



▲ Protection solaire l'été



▲ Soleil d'hiver



▲ Protection nocturne



DOUBLE FENÊTRE INTÉRIEURE: pose d'une fenêtre supplémentaire en applique

Solution particulière visant à conserver en l'état les menuiseries existantes sans pour autant négliger le confort thermique et acoustique.



RAPPEL

Isolation, étanchéité à l'air et ventilation sont indissociables dans un projet de rénovation (approche concertée des différents intervenants).

TABLEAU DES PROPRIÉTÉS DES ISOLANTS

Propriété des isolants	Capillaire	Hygroscopique et résilient	Lambda λ	Imputrescible	Compatibilité isolation mur ancien
Panneau isolant minéral (ex : Multipor)	Oui	Oui	0,045	Oui	😊😊😊
Fibre de bois	Oui	Oui	0,038	Non	😊😊
Chanvre	Oui	Oui	0,04 / 0,06	Non	😊😊
Béton de chanvre	Très capillaire	Oui	0,04	Non	😊😊😊
Paille / terre	Oui	Oui, dans le sens de la fibre	0,05 / 0,065	Non	😊😊
Roseau tige	Non	Non	0,07	Oui	😊
Ouate de cellulose	Oui	Oui	0,04	Non	😊😊
Fibre textile recyclé	Oui	Oui	0,04	NR	😊😊
Laine de mouton	Oui	Oui	0,035 / 0,045	Non	😊😊
Liège expansé	Peu capillaire	NR	0,035 / 0,05	Oui	😞
Laine minérale	Non	Non	0,032 / 0,044	Oui	😞
Isolant mince	Non	Non	NR	NR	😞
Aerogel	Non	Non	0,012	Oui	😞
Sous vide PIV	Non	Non	0,005	Oui	😞
Polystyrène expansé	Non	Non	0,032 / 0,038	Oui	😞
Polystyrène extrudé	Non	Non	0,029 / 0,035	Oui	😞
Mousse de polyuréthane	Non	Non	0,024 / 0,03	Oui	😞
Verre cellulaire / blocs	Non	Non	0,04 / 0,06	Oui	Rupteur capillaire
Mousse de verre / granulats	Non	Non	0,07 / 0,09	Oui	Rupteur capillaire
Verre expansé / granulats	Non	NR	0,6 / 0,09	Oui	Rupteur capillaire
Perlite	NR	Hydrophile	0,06 / 0	Oui	Plancher
Vermiculite expansée	NR	Hydrophile	0,04 / 0,08	Oui	Plancher
Argile expansée	Oui	Hydrophile	0,08 / 0,15	Oui	Plancher

NR : Non Renseigné

↑ Isolants parois opaques

↓ Isolants Sols/Planchers

Capillaire : Capacité d'un matériau à absorber de l'eau liquide par capillarité. La capillarité caractérise la quantité de flux entrant et la quantité de flux sortant et donc le volume d'eau mobilisé lorsque le matériau est placé à son contact.

Hygroscopie : Volume disponible d'un matériau pour stocker de l'eau liquide.

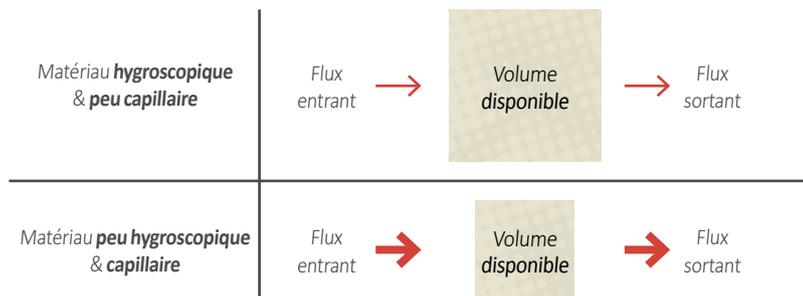
Hydrophile : Matériau ayant la capacité d'absorber de l'eau en se déformant.

Lambda : Conductivité thermique (W/m.K) Caractéristique la capacité d'un matériau à se laisser traverser par la chaleur. Plus un matériau est isolant, plus son lambda est faible.

Résilient : Phase d'élasticité, capacité d'un matériau à retrouver sa forme d'origine après déformation.

Remarque : Un matériau peut être à la fois très capillaire et hygroscopique ou peu capillaire et très hygroscopique.

D'un point de vue macroscopique, l'hygroscopicité caractérise en effet le volume disponible pour stocker de l'eau liquide, tandis que la capillarité caractérise la quantité de flux entrant et la quantité de flux sortant et donc le volume d'eau mobilisé lorsque le matériau est placé à son contact.



> Rappelons, que les matériaux isolants possèdent bien d'autres propriétés (densité, mu...)

> La plupart ont des avis techniques disponibles sur Internet (Cstb...)

► Capacité thermique d'un matériau

C'est l'aptitude d'un matériau à stocker de l'énergie calorifique. Plus celui-ci est dense, donc apte à stocker de l'énergie, moins ses variations de température seront importantes.

► Coefficient de résistance à la vapeur d'eau (μ , prononcé [mu])

Il indique la capacité d'un matériau à freiner le passage de la vapeur d'eau, par rapport à un air immobile (il est établi par convention que μ air = 1). Un béton plein ayant un μ égale à 105 oppose une résistance 105 fois plus importante à la progression de la vapeur d'eau que l'air.

► Coefficient de transmission thermique (U) ou déperdition thermique

C'est la perte de chaleur que subit un bâtiment par ses parois et ses échanges de fluide avec l'extérieur. Inverse de la résistance thermique (R), le coefficient exprime le flux de chaleur traversant 1 m² de paroi pour une différence de 1°C de part et d'autre de celle-ci. Plus (U) est faible, plus la paroi résiste au passage de flux de chaleur, meilleur est son pouvoir isolant.

► Condensation

L'air contient naturellement de la vapeur d'eau. Cette quantité de minuscules gouttelles contenues dans l'air dépend de la température : plus celle-ci est élevée, plus il y aura de vapeur d'eau. Lorsque ce taux atteint 100% d'humidité relative, l'air est saturé et la vapeur d'eau condense (point de rosée). La condensation est soit superficielle (gouttes d'eau), soit interne, à l'intérieur de la paroi.

► Déphasage

Lorsque les rayons du soleil atteignent une paroi par temps chaud, la pénétration de la chaleur à travers un mur épais vers l'intérieur de l'habitation est lente. Cette aptitude à laisser passer plus ou moins rapidement la chaleur s'appelle le déphasage. Plus l'épaisseur et la densité du mur est importante, plus long sera le temps de diffusion de la chaleur.

► Diffusivité thermique (a)

Elle exprime la capacité (vitesse) d'un matériau à transmettre par conduction une variation de température. Elle s'exprime en m²/heure. Plus la valeur est faible, plus le front de chaleur sera freiné vers l'autre face de la paroi. On parle également de déphasage. C'est ce phénomène qui permet aux vieilles bâtisses de rester fraîches pendant les chaudes journées d'été.

► Effusivité thermique (E)

L'effusivité thermique des matériaux, parfois dénommée "chaleur subjective", représente la rapidité avec laquelle la température superficielle d'un matériau se réchauffe. Plus le coefficient (E) est bas, plus le matériau se réchauffe vite. Les matériaux isolants ont un coefficient (E) faible et ont une bonne "chaleur subjective", les matériaux dotés d'une inertie forte ont généralement un coefficient E élevé. Dans certains cas, on pourra disposer un matériau à faible coefficient E devant une paroi à forte inertie (E élevé). Cette solution permet parfois de supprimer l'effet de paroi froide, mais en diminuant fortement la capacité de stockage des calories et donc l'effet de régulation des températures. En hiver, dans une salle de bains où le temps d'occupation varie, un revêtement à faible effusivité thermique comme le bois augmentera le confort de la pièce puisqu'elle se réchauffera rapidement. À l'inverse l'utilisation d'un matériau à forte effusivité comme le carrelage permet de conserver une fraîcheur malgré l'utilisation de la pièce.

► Hérissou

Lit composé de cailloux et parfois de sable formé sous un dallage pour limiter les remontées d'eau provenant du sol.

► Hydrophile/hydrophobe

Une molécule d'eau est polarisée : elle fonctionne comme un aimant. Les matériaux dits hydrophiles l'attirent, c'est le cas par exemple du bois ou d'isolant tel que la laine de mouton ou la ouate de cellulose. D'autres la repoussent, comme l'huile ou la cire mais aussi comme des laines minérales ou du liège, ils sont dit hydrophobes.

► Hygroscopie (cf. P. 67)

► Inertie

L'inertie d'un matériau est son aptitude à stocker la chaleur. Plus un matériau est dense, plus il pourra stocker la chaleur et plus forte sera son inertie.

► Isolant mince

L'isolant mince ne peut se substituer à un isolant classique. Il est utilisé en renfort d'isolation notamment en confort d'été. Dans le meilleur des cas, 2 cm d'isolant mince mis en œuvre parfaitement (avec 2 cm de lame d'air fixe, non ventilée sur chaque face) équivaut à 6 cm d'isolant classique. L'isolant mince ne peut faire office d'écran de sous-toiture, sauf s'il est étanche à l'eau et perméant à la vapeur d'eau.

► ITE

Isolation Thermique par l'Extérieur

► ITI

Isolation Thermique par l'Intérieur

► Lambda (λ) (cf. P.66)

► Performance d'un isolant

L'isolant joue un rôle fondamental dans la réduction de la consommation d'énergie et crée également un espace de vie sain et confortable. En hiver, l'isolant permet de conserver la chaleur à l'intérieur, de limiter les déperditions thermiques. En été, il permet de limiter le flux de chaleur de l'extérieur vers l'intérieur du bâtiment. Aujourd'hui, il existe dans le commerce un grand nombre d'isolants, le choix n'est pas évident. Caractérisé par son épaisseur et son lambda (λ), la performance de l'isolant ne se résume pas seulement à ces 2 critères car sa mise en œuvre est déterminante. D'autres propriétés comme sa densité sont à prendre en compte pour le confort d'été. Nous pouvons dissocier deux types de propriétés :

- Les caractéristiques statiques comme la conductivité thermique (λ), la résistance thermique (R), le coefficient de transmission surfacique (U), la capacité thermique (C), et la perméabilité à la vapeur d'eau (μ).
- Les caractéristiques dynamiques comme la diffusivité thermique (a) et l'effusivité thermique (E) qui caractérisent le comportement d'un matériau en fonction de son temps de réaction.

► Perméabilité

Un matériau perméant est capable de laisser diffuser en lui de la vapeur d'eau sans que cela n'affecte ses qualités.

► Perméance

Aptitude d'une membrane ou d'une surface à laisser passer la vapeur d'eau.

► Pont thermique

C'est une zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une variation de résistance thermique. Il s'agit d'un point de la construction où la barrière isolante est rompue.

► Rejaillissement

Ce sont des infiltrations d'eau de pluie survenant en présence d'un sol imperméable à la base du mur.

► Remontées capillaires

Elles proviennent de l'humidité du sol et remontent dans les murs enterrés perméables ou poreux jusqu'à une hauteur d'environ 1,50m, malgré le phénomène de pesanteur.

► Résistance à la diffusion de vapeur d'eau

Noté Sd, exprime la capacité d'un matériau pris en tant que produit à s'opposer à la diffusion de la vapeur d'eau.
 $Sd = \mu \times \text{épaisseur du produit en mètre.}$
Plus le Sd est grand, plus le produit s'oppose au passage de la vapeur d'eau.

► Résistance thermique (R)

La résistance thermique d'une paroi est sa capacité à freiner la transmission d'un flux de chaleur. Plus R est grand, plus la résistance est élevée et plus son pouvoir isolant est fort. Sa valeur est donnée en $m^2.K/W$. Elle est indiquée sur les emballages des matériaux et dépend d'une certification officielle. ($K = \text{Kelvin-W} = \text{Watt}$).

Le rapport épaisseur de l'isolant (e en mètre) sur la conductivité thermique (λ en Watt par mètre-Kelvin) donne la résistance thermique : $R = \frac{e}{\lambda}$

► SHON RT

Somme des surfaces de plancher de chaque niveau du logement après déduction des surfaces de locaux sans équipements de chauffage (combles et sous-sols aménagés, loggias, vérandas non chauffées et toutes surfaces non-closes).

ESPACES INFO > ÉNERGIE

► Espace Info Energie de Seine-Maritime

C.A.U.E 76 - 27, rue François Mitterrand
76140 PETIT QUEVILLY
Tél : 02 35 72 05 10
eie@caue76.org

► Espace Info Energie de la CODAH

Communauté de l'agglomération havraise
19, rue Georges Braque - 76600 LE HAVRE
Tél : 02 35 22 25 20
eie@codah.fr

► Espace Info Energie des Hautes Falaises

3, rue Saint Nicolas
76400 FECAMP
Tél : 02 35 27 39 03
infoenergie.hautesfalaises@orange.fr

► Espace Info Energie Caux Vallée de Seine

Maison de l'intercommunalité
Allée du Catillon - 76170 LILLEBONNE
Tél. 02 32 84 40 13
info-energie@cauxseine.fr

► Espace Info Energie de la Métropole Rouen Normandie

7, rue Jeanne d'Arc - 76000 ROUEN
Tél : 0800 021 021
eie@metropole-rouen-normandie.fr

► Espace Info Energie Dieppe Maritime

Espace Ventabren
76200 DIEPPE
Tél : 02 32 14 40 69
eie@agglodieppe-maritime.com

► Espace Info Energie HD 27

Habitat et Développement 27
12, boulevard Georges Chauvin
27000 EVREUX
Tél : 02 32 39 89 99 - eie@hd27.com

► Espace Info Energie ALEC 27

Agence locale de l'Energie et du Climat
20, rue du Maréchal Foch
27400 LOUVIERS
Tél : 02 32 59 25 70
eie@alec27.fr

► Conseils d'Architecture d'Urbanisme et d'Environnement

- C.A.U.E 27

51, rue Joséphine - 27 000 Evreux
Tél : 02 32 33 15 78
contact@caue27.fr - www.caue27.fr

- C.A.U.E 76

27, rue François Mitterrand
76140 Petit-quevilly
Tél : 02 35 72 94 50
caue@caue76.org - www.caue76.org

► Services Territoriaux de l'Architecture et du Patrimoine

- STAP 76

7, place de la Madeleine, Hôtel Dieu
76000 Rouen
Tél : 02 32 10 70 70
stap-76.hnormand@culture.gouv.fr

- STAP 27

Préfecture de l'Eure, Boulevard G. Chauvin
27000 EVREUX
Tél : 02.32.78.26.27
stap-27.hnormand@culture.gouv.fr

► Parc naturel régional des Boucles de la Seine Normande

Maison du Parc
76940 Notre-Dame-de-Bliquetuit
Tél : 02 35 37 23 16
www.pnr-seine-normande.com
contact@pnr-seine-normande.com

REMERCIEMENTS

Aux acteurs professionnels et à l'ensemble des membres du comité de pilotage ayant contribué à cet ouvrage : ADEME Haute-Normandie, Capeb Haute-Normandie, Alec 27.

LIENS UTILES

Réglementation thermique dans l'existant : www.rt-batiment.fr

J'éco-rénove, j'économise : www.renovation-info-service.gouv.fr

Les espaces Info > Énergie en Haute-Normandie : www.haute-normandie.infoenergie.org



UNE PUBLICATION DU C.A.U.E
DE LA SEINE-MARITIME

AVEC LE SOUTIEN FINANCIER
DE L'ADEME



CONSEIL D'ARCHITECTURE D'URBANISME ET D'ENVIRONNEMENT
DE LA SEINE-MARITIME

02 35 72 94 50 - caue@caue76.org - www.caue76.org