



RÉHABILITATION ARCHITECTURALE ET THERMIQUE

RÉHABILITATION ARCHITECTURALE ET THERMIQUE

**VOUS SOUHAITEZ AGRANDIR VOTRE MAISON ?
CHANGER SON ASPECT ? LA RÉNOVER THERMIQUEMENT ?**

Vous trouverez dans cet ouvrage des solutions de réhabilitations énergétiquement efficaces et techniquement durables qui préservent et améliorent la valeur patrimoniale de chaque type d'habitat, grâce à une approche architecturale et thermique globale.

Ce guide a pour objectif de répondre aux questions que vous vous posez, quelles soient d'ordre techniques, esthétiques ou réglementaires, en faisant la distinction entre les interventions sur le bâti dit «traditionnel» construit avant 1948 et le bâti dit «conventionnel» construit après 1948.

SOMMAIRE



LES BASES D'UN PROJET DE RÉHABILITATION

- P.8** > Démarches préalables
- P.12** > Identifier ses besoins
- P.14** > Rénover sans extension
- P.18** > Avoir une approche bioclimatique
- P.20** > Règlementation thermique
- P.22** > Les clés de l'isolation
- P.24** > Moduler avec l'inertie
- P.28** > Se préserver de l'humidité
- P.32** > Assurer l'étanchéité à l'air
- P.34** > Isoler sa toiture
- P.38** > Traiter les parois vitrées

MA MAISON, BÂTI TRADITIONNEL OU CONVENTIONNEL ?

- P.42** > Avant 1914
- P.43** > Entre 1914 et 1959
- P.44** > Entre 1960 et 2000
- P.45** > De 2000 à aujourd'hui
- P.46** > Et demain ?
- P.47** > Performances énergétiques en fonction du type de bâti



LE BÂTI TRADITIONNEL

- P.50 >** Fonctionnement et spécificités
- P.52 >** Isoler les murs
- P.55 >** Isoler les sols
- P.56 >** Choisir l'aspect de sa façade
- P.58 >** Choisir ses finitions intérieures
- P.60 >** Exemples de réhabilitations



LE BÂTI CONVENTIONNEL

- P.74 >** Fonctionnement et spécificités
- P.75 >** Isoler par l'intérieur (ITI)
- P.78 >** Isoler par l'extérieur (ITE)
- P.80 >** Choisir l'aspect de sa façade
- P.82 >** Exemples de réhabilitations



ANNEXES

- P.94 >** Glossaire
- P.96 >** Propriétés des isolants
- P.98 >** Contacts et liens utiles





1. LES BASES D'UN PROJET DE RÉHABILITATION

En fonction de votre projet, des questions se posent :

- Avez-vous besoin d'agrandir ou une simple réorganisation intérieure serait-elle suffisante pour répondre à vos besoins ?
- Quelle demande d'autorisation d'urbanisme devez-vous déposer ?
- Une rénovation thermique est-elle nécessaire ? Si oui, souhaitez-vous changer l'aspect extérieur de votre maison ?
- Avez-vous besoin d'améliorer le confort d'été, le confort d'hiver, les deux ?

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

LES DÉMARCHES PRÉALABLES

Sur le département, des services ressources gratuits sont là pour vous renseigner et vous conseiller.

Avant d'engager vos démarches, munissez-vous de trois éléments facilement récupérables qui aideront vos interlocuteurs à vous renseigner :

L'**extrait cadastral** de votre parcelle, à télécharger sur : www.cadastre.gouv.fr

L'**acte de propriété** qui vous a été transmis par le notaire lors de la vente. Il comprend souvent de précieuses informations, notamment sur des servitudes privées qui peuvent s'appliquer à votre terrain.

Des **photographies** de votre terrain et des bâtiments.

Pour savoir si votre maison se situe dans un secteur protégé, vous pouvez consulter l'Atlas du patrimoine :

www.atlas.patrimoines.culture.fr/atlas/trunk/

➔ LES SERVICES RESSOURCES EN SEINE-MARITIME

Le Conseil d'Architecture, d'Urbanisme et d'Environnement (C.A.U.E)

Quel que soit votre projet (rénovation thermique, réhabilitation, extension), les architectes-conseillers du C.A.U.E 76 peuvent vous accompagner. Qu'il s'agisse de mieux insérer votre projet dans le contexte environnant ou de vous guider dans des choix architecturaux ou techniques, les conseillers vous accompagnent lors d'un rendez-vous personnalisé et gratuit.

Attention, il s'agit de conseils et non de maîtrise d'œuvre ; en aucun cas, ils ne peuvent réaliser vos plans.

Le C.A.U.E 76 dispose également de documents sur la maison individuelle, l'isolation, l'éco-construction, l'architecture locale...

Renseignez-vous : www.caue76.fr

Les Espaces Info Énergie (EIE)

Il est possible de rencontrer gratuitement un conseiller dans l'un des espaces Info-Energie. Ce service informe sur les bonnes pratiques pour isoler, chauffer ainsi que sur les aides financières possibles. Il peut également vous guider sur la qualité technique de mise en oeuvre et la réglementation.

www.normandie.infoenergie.org

Votre mairie ou le pôle d'instruction

Ils vous aident à comprendre les règles d'urbanisme et les servitudes publiques qui s'appliquent à votre terrain. Ils vous informent sur :

- Les différents règlements à prendre en compte,
- Les plans de prévention des risques : Inondation (PPRI), Technologiques (PPRT), Littoraux (PPRL)...,
- Les éléments qui peuvent concerner votre parcelle : présence de marnière, zone de ruissellement, périmètre de monument historique, loi Littoral...,
- La présence d'éléments de patrimoine à préserver.

L'Unité Départementale de l'Architecture et du Patrimoine (UDAP)

Sous l'égide de la DRAC, les architectes des Bâtiments de France ont pour rôle de préserver les sites paysagers et bâtis protégés au titre de leur intérêt patrimonial. Ils conseillent les collectivités locales et les particuliers. Si votre projet se situe dans un secteur protégé, ils seront consultés lors de l'instruction de votre autorisation d'urbanisme.

Le réseau FAIRE

Il a pour objectif de rassembler les acteurs de la rénovation énergétique et des énergies renouvelables et de rendre lisible leur offre.

Renseignez-vous : www.faire.fr

→ LES ÉTAPES ET LE RÔLE DES INTERVENANTS

Étapes Intervenants	Diagnostic initial	Conception	Choix des entreprises	Travaux	Réception	Usage
Maître d'ouvrage (vous)	Détermine ses souhaits, ses besoins.	Arrête le budget. Formule ses préférences.	Soit directement, soit en discussion avec l'architecte.	Peut réaliser toute ou partie des travaux.	Valide la réalisation du projet.	Peut assurer le suivi des consommations.
Architecte	Réalise les études, le diagnostic architectural. Propose des esquisses.	Conçoit le projet Affine le budget, aide à la coordination des études, dépose le permis de construire ou la déclaration de travaux, rédige le cahier des charges.	Reçoit et analyse les devis des entreprises, les choisit.	Coordonne et conduit les travaux.	Assiste le maître d'ouvrage à la réception des travaux.	Peut assurer le suivi des consommations, garantit les travaux par les assurances de parfait achèvement.
Bureau d'étude thermique	Réalise le diagnostic thermique, simulation thermique, calculs réglementaires (si labellisation BBC-effinergie).	Conçoit et dimensionne les équipements de chauffage et de ventilation.	Analyse les équipements techniques posés.	Réalise éventuellement des tests de contrôle.	Réceptionne les équipements techniques, mesure les débits de ventilation.	Garantit les travaux dans leur parfait achèvement. Peut assurer le suivi des consommations.
Entreprises / Artisans			Proposent de solutions, établissent des devis.	Réalisent les travaux dans les règles de l'art.	Assurent la bonne réalisation et rectifient les erreurs.	Garantissent leurs travaux.
C.A.U.E	Conseils indépendants et gratuits. Approche globale croisant architecture, fonctionnalité, confort et évolution du bâti et insertion paysagère. Conseils techniques et préconisations sur l'isolation.		Aide et conseil à la relecture des devis.	Appui technique sur photos si questions au cours du chantier.		
Espace info-energie Réseau FAIRE	Conseils indépendants et gratuits. Analyse du bâtiment au regard de la performance énergétique (travaux prioritaires, recommandations des matériaux, aides financières).		Aide et conseil à la relecture des devis.			Informe sur l'utilisation des équipements, lecture et analyse des factures.

→ POURQUOI FAIRE APPEL À UN ARCHITECTE

Agrandir ou rénover sa maison est une lourde décision. Il est donc important d'être bien accompagné. Si le recours à un architecte n'est pas toujours imposé par la loi, son implication présente une réelle plus-value et permet d'éviter certains écueils. La rénovation d'une construction fait en effet appel à des connaissances et des compétences complexes.

L'intervention d'un architecte favorise la prise en compte du potentiel d'un bâtiment existant et apporte des réponses judicieuses auxquelles on ne pense pas forcément. Choisir un architecte, c'est choisir une compétence

reconnue par la loi.

L'architecte vous guide dans votre démarche de réhabilitation et vous aide à transformer vos idées en réalité. Il ne vend ni modèle, ni plan-type. Son rôle est d'abord de cerner avec vous vos besoins, vos goûts, le mode de vie et l'évolution possible de la famille. Il vous aidera ensuite à définir un programme : disposition des pièces, optimisation des surfaces, organisation des volumes intérieurs, aspect extérieur... Il élabore un projet compatible avec vos moyens financiers et peut se faire 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 votre maison (orientation) et de son aspect architectural. **Techniques de construction, matériaux et type**

de chauffage sont étudiés avec le souci de limiter au maximum la future consommation d'énergie. Des points qui participent à la valorisation du bien et peuvent être source d'économies.

Si vous passez par un architecte, il s'occupera de réaliser toutes les pièces obligatoires à joindre à votre demande d'autorisation.

Pour trouver un architecte adapté :
www.architectes-pour-tous.fr

Que dit la loi ?

L'intervention d'un architecte est obligatoire pour tout projet soumis à une demande de permis de construire. Il existe néanmoins des exceptions : le recours n'est pas obligatoire si vous construisez ou réhabilitez pour vous-même une construction neuve d'une surface de plancher inférieure à 150 m².

→ AUTORISATION D'URBANISME NÉCESSAIRE POUR TOUTES MODIFICATIONS VISIBLES DE L'EXTÉRIEUR.

Vous devez remplir et compléter votre demande via un formulaire Cerfa.

Une fois déposée en mairie, compter :

- 1 mois pour une déclaration préalable
- 2 mois pour un permis de construire
- 3 mois pour un projet situé dans un espace protégé (consultation des ABF)

Une fois votre permis obtenu, vous devez afficher un panneau de chantier, lisible depuis

l'espace public pour une durée minimale de 2 mois et pendant toute la durée des travaux. Pendant les 2 mois toute personne peut faire un recours pour attaquer la validité de l'autorisation. Il est vivement recommandé d'attendre la fin de ce délai pour commencer les travaux.



■ Surfaces à prendre en compte pour le calcul de la surface de plancher

■ Surfaces à ne pas prendre en compte

① Sous-sol accessible, hors garage, et dont la hauteur est supérieure à 1,80 m

② Sous-sol non accessible

③ Surface couverte non close

→ LES RÈGLES D'URBANISME

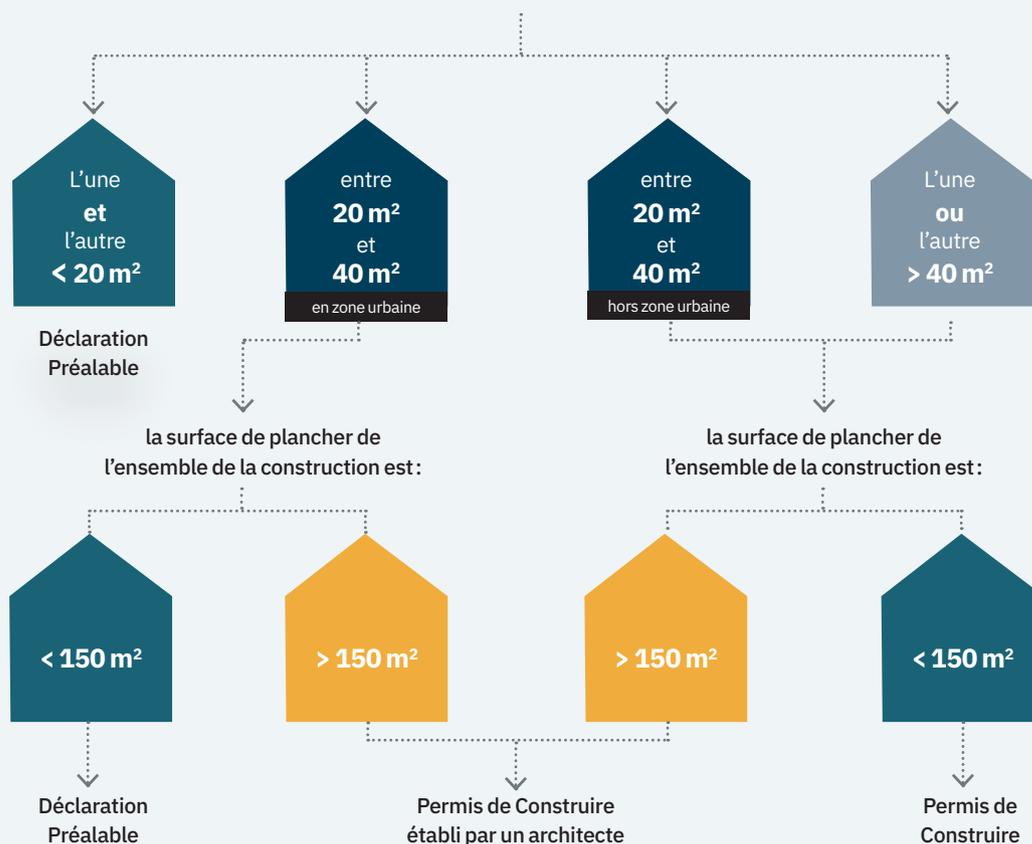
Elles précisent les contraintes auxquelles tout projet de réhabilitation est soumis, notamment sur son aspect extérieur. Elles sont spécifiques et déterminées par : le contexte, l'emprise au sol et la zone d'implantation.

Toute intervention doit respecter le document d'urbanisme (Plan Local d'Urbanisme, Règlement National d'Urbanisme, Carte Communale) qui cadre les règles d'implantation et de volumétrie (hauteur, emprise au sol, densité...). Aujourd'hui, les règles d'urbanisme encouragent le recours à des procédés favorisant une architecture durable et environnementale.

Pour une modification de vos façades seule une Déclaration Préalable est nécessaire.

Pour les extensions, la procédure administrative dépend de l'emprise au sol et de la surface de plancher.

→ L'EMPRISE AU SOL ET LA SURFACE DE PLANCHER DE L'EXTENSION ENVISAGÉE



IDENTIFIER SES BESOINS

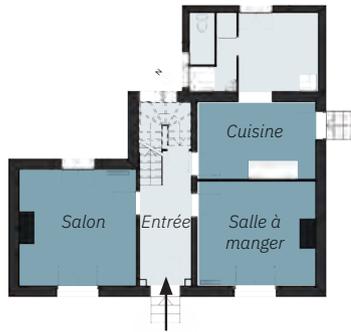
→ REPENSER LE PLAN D'UN POINT DE VUE FONCTIONNEL ET THERMIQUE

Agrandir n'est pas toujours nécessaire pour gagner en qualité de vie, il suffit parfois de réorganiser l'espace existant sans toucher à l'enveloppe extérieure pour le rendre plus

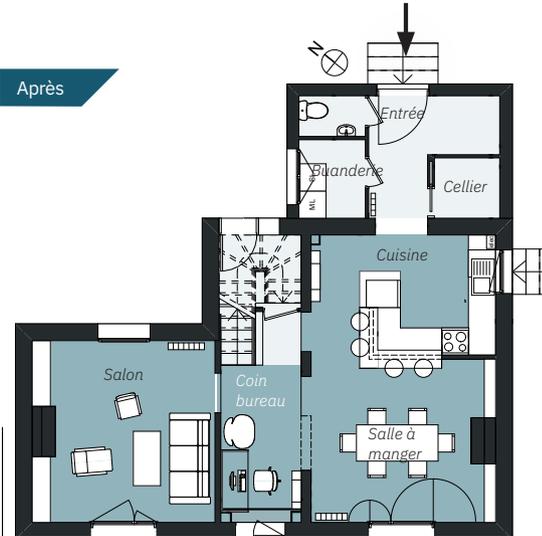
fonctionnel en tenant compte de l'orientation préférentielle. Ainsi, d'un point de vue thermique, les pièces de vie (séjour, chambres) seront disposées au Sud et protégées du froid par

des espaces tampons (garage, cellier, combles non aménagés, salle d'eau...).

Avant



Après

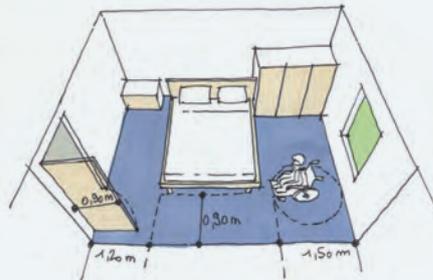


EXEMPLE DE PLAN

Agence L'archivolette - Architecte associé

→ 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 une opportunité. 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.



→ AMÉNAGER DES ESPACES EXISTANTS NON EXPLOITÉS

Pour agrandir sa maison sans faire d'extension, il est également possible d'aménager des espaces jusqu'alors sous-exploités (combles, garage, rez-de-jardin, etc.) pour en faire des pièces à vivre.

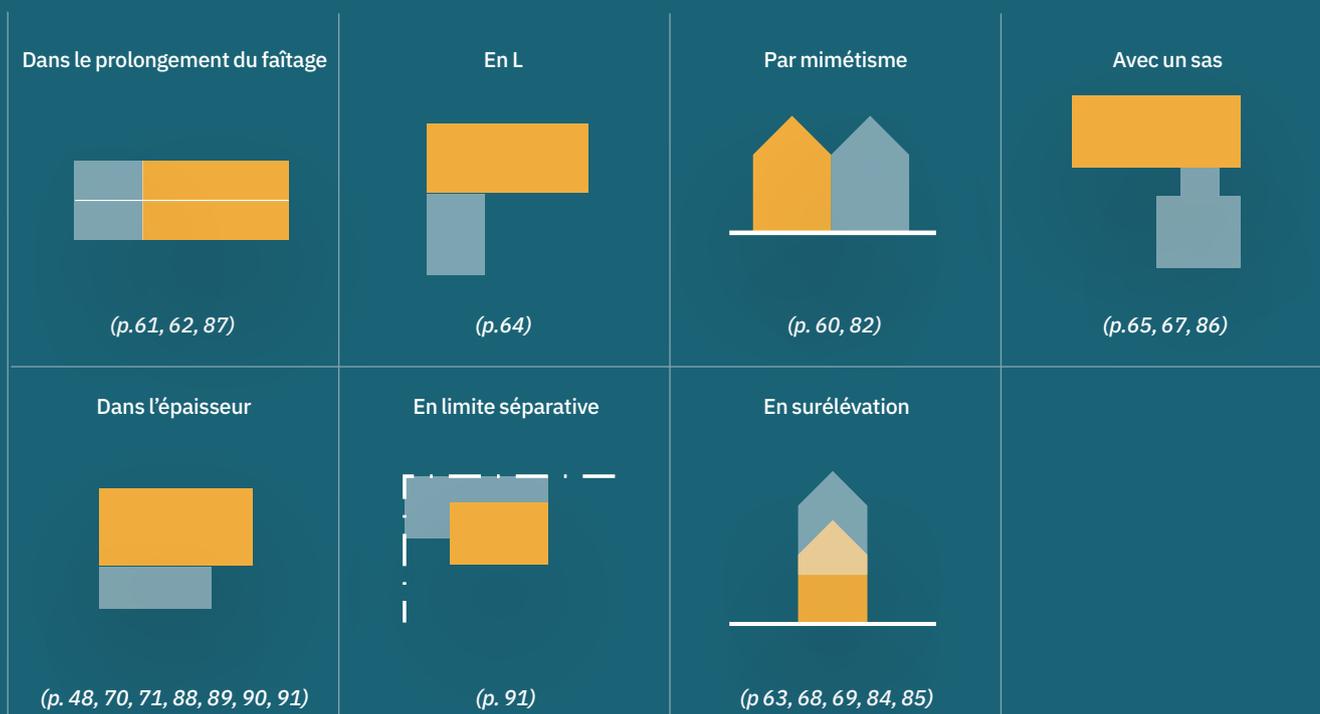
Ces transformations conduisent généralement à la modification ou à la création d'ouvertures

en façades (remplacement d'une porte de garage par une baie vitrée, création de chasis de toit ou de lucarnes, agrandissement d'une fenêtre en porte, etc.). Ces modifications doivent se faire dans le respect des ouvertures existantes et de la composition de la façade, que votre maison soit ancienne ou plus récente.

Si vous possédez sur votre terrain de vieux bâtiments agricoles, il est également possible de les réhabiliter pour en faire une chambre d'amis, un bureau, un atelier, etc.

→ DIFFÉRENTES POSSIBILITÉS D'EXTENSION

En fonction de votre maison, de son exposition, de la configuration de votre terrain et de vos besoins, certaines formes d'agrandissement seront plus adaptées que d'autres.



RÉNOVER SANS EXTENSION

➔ MODIFIER LA FAÇADE

La recomposition des ouvertures et l'isolation ne sont pas un frein à la conservation et à la mise en valeur d'une maison ancienne. Une nouvelle organisation fonctionnelle dessinée sur le plan nécessite souvent de retravailler les ouvertures. Aujourd'hui, les vitrages, extrêmement performants, permettent une surface plus importante pour une meilleure luminosité tout en réduisant la consommation d'énergie et en améliorant le confort. Les menuiseries bois (matière première renouvelable) ou aluminium sont à privilégier, car les profils sont plus fins que ceux en PVC, elles sont également plus écologiques et plus durables. Les coffres de volets roulants positionnés à l'extérieur sont à éviter.

14



DEMONT, LOUREIRO, ARCHITECTES

La modification de la façade respecte la typologie du bâti.

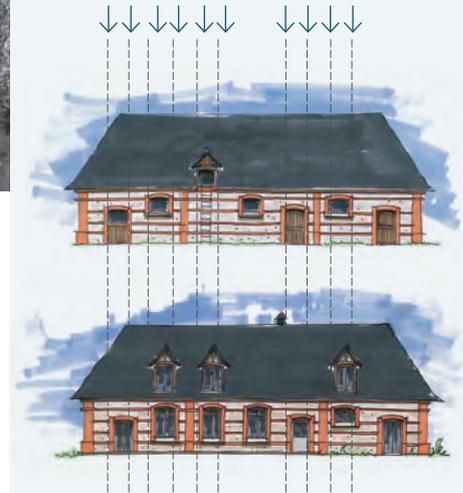




Avant

→ CRÉATION D'OUVERTURES

Le changement des portes et fenêtres nécessite une grande vigilance. Il peut avoir un impact significatif sur l'ensemble du patrimoine. Il faut donc toujours, quand cela est possible, opter pour des menuiseries adaptées aux ouvertures existantes plutôt qu'adapter ces dernières à des huisseries de dimensions standardisées. Pour ne pas perdre la qualité architecturale et conserver l'équilibre de la façade lors de la création de nouvelles ouvertures, il est conseillé d'aligner les nouvelles fenêtres sur les ouvertures existantes du rez-de-chaussée ou de l'étage. Dans l'exemple ci-dessous, ces ouvertures agrandies en hauteur reprennent le langage architectural existant (entourage briques).



15

AUTORÉNOVATION

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

→ PRÉSERVER L'IDENTITÉ PATRIMONIALE

Pour préserver l'identité patrimoniale d'une maison ancienne, il faut conserver la répartition régulière des ouvertures dans le mur, qui crée le rythme de la façade.

Lorsque l'on rebouche une ouverture, il faut en garder la trace en la comblant en retrait du mur existant.

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

Il est judicieux de déterminer si toutes les baies doivent s'ouvrir. Certaines peuvent rester fixes, permettant ainsi de faire des économies et de limiter les déperditions.

Pour les ouvertures de grande hauteur, une imposte fixe allège le poids de l'ouvrant et permet de «dessiner» ses huisseries.



Avant

➔ 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 des pannes :

Technique adaptée lorsque les combles non aménagés sont transformés en surface habitable et que la charpente ne présente pas un intérêt architectural.

Isoler par-dessus la ferme :

Technique adaptée lorsque la toiture est à refaire et que la charpente est souhaitée apparente. L'isolation est dite par l'extérieur.

16

ISOLATION DANS L'ÉPAISSEUR DES PANNES

Ici l'aménagement des combles a magnifié la perception des volumes, des espaces et de la lumière



→ TRANSFORMER UN BÂTIMENT AGRICOLE

La réhabilitation d'anciennes granges et autres bâtiments agricoles permet d'avoir le charme de l'ancien tout en l'adaptant aux modes de vie actuels. C'est un moyen de conserver le patrimoine en lui donnant une deuxième vie. De lourds travaux sont souvent nécessaires mais permettent d'envisager une réelle qualité architecturale couplée à une enveloppe thermique performante.



EAWY-ARCHITECTURE, MANUEL FOURNEAUX (76)

La création d'ouvertures alignées sur le rythme du colombage permet de conserver l'architecture d'origine.

17



Avant

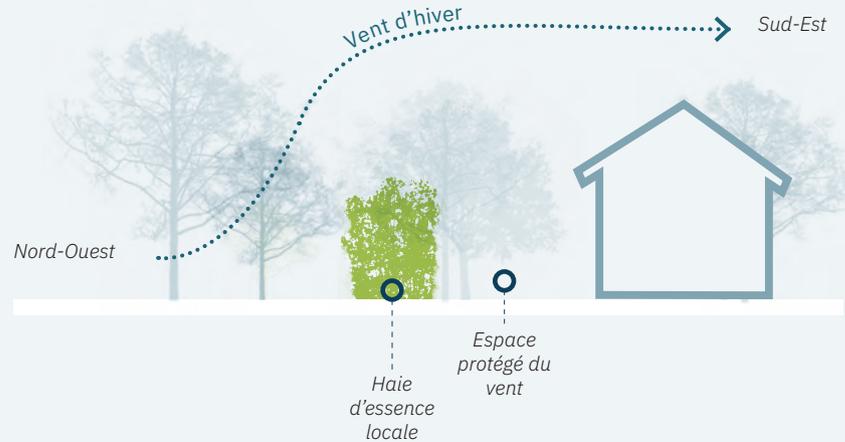
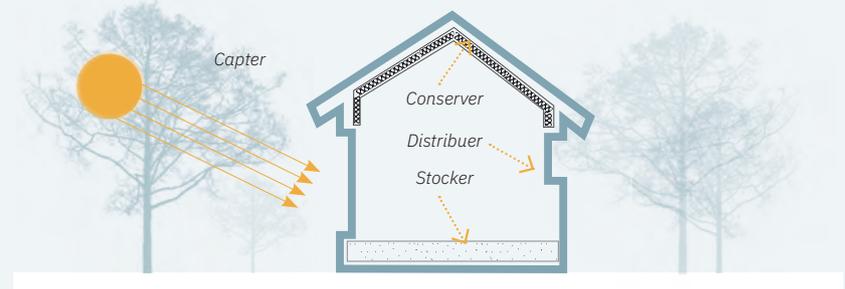
AVOIR UNE APPROCHE BIOCLIMATIQUE

➔ D'UN POINT DE VUE THERMIQUE

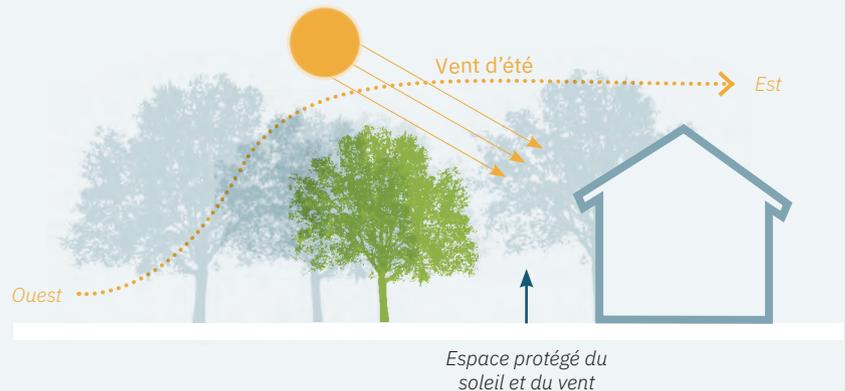
L'architecture bioclimatique s'appuie sur trois principes fondamentaux visant à optimiser les apports solaires en fonction des saisons : capter, stocker et se protéger.

- Pour capter un maximum de calories, les surfaces vitrées doivent être positionnées vers le soleil.
- Pour stocker les calories, il est nécessaire d'avoir des parois à forte inertie. Une isolation performante permet de les conserver.
- 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 à humidifier l'air sec et chaud caractéristique des périodes caniculaires. La végétation peut-être doublée en façade par la mise en place de pare-soleil (en casquette ou verticaux), dimensionnés pour laisser passer les rayons solaires en hiver mais pour les bloquer l'été.

Confort d'hiver



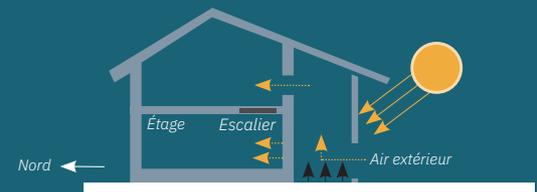
Confort d'été





→ L'INTERÊT DE LA SERRE BIOCLIMATIQUE

Il ne faut pas confondre serre bioclimatique et véranda dont le positionnement sur l'une des façades reste aléatoire. La serre doit être positionnée au Sud et pensée pour recueillir les rayons bas du soleil en hiver.

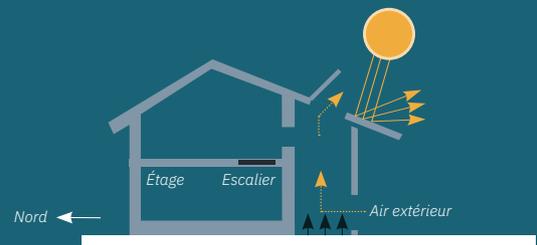
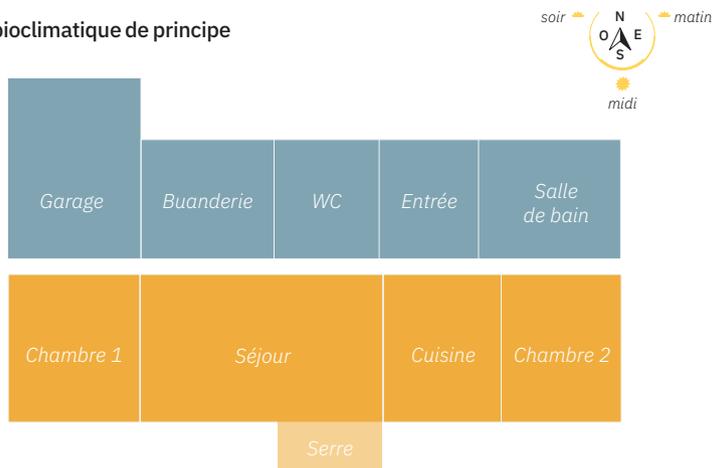


Confort d'hiver

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.

19

Plan bioclimatique de principe



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.

COMPRENDRE LA 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 (RT) dite "élément par élément"

→ LES PAROIS CONCERNÉES PAR LA RT « ÉLÉMENT PAR ÉLÉMENT »

Les interventions sur enveloppe existante n'étant pas considérées comme "partie nouvelle de bâtiment existant", elles sont soumises à la RT « élément par élément ».

Art. 2: Les dispositions du présent chapitre s'appliquent aux parois des locaux chauffés, 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 de:

- Murs composés des matériaux suivants :

briques industrielles, blocs bétons industriels ou assimilés, béton banché et bardages métalliques.

- Planchers bas en terre cuite ou béton.
- Tous types de toitures.

Cette réglementation (arrêté du 3 mai 2007) ne concerne donc pas les murs et les planchers anciens (avant 1948).

→ QUELLE RÉGLEMENTATION LORS D'UNE EXTENSION ?

Suivant le type et la taille du projet d'extension

envisagé, la réglementation thermique ne sera pas la même.

La construction d'une partie nouvelle d'un bâtiment existant, qu'il s'agisse d'une addition ou surélévation est soumis à la RT 2012 :

- Partie de bâtiment construite créant de nouveaux locaux et accolée à un bâtiment existant,
- Étage ajouté à un bâtiment existant,
- Aménagement de combles existants d'une maison conduisant à une surélévation du faitage de la toiture d'au moins 1,80 mètre.

> 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
Règlement thermique applicable	RT existant «élément par élément»	Bbio max Articles 20, 22 et 24 (arrêté du 26 octobre 2010)	RT 2012

→ LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE DÉFINIT SEPT CIBLES DE PERFORMANCES MINIMALES



- 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») doit être approché différemment en raison de ses propriétés thermiques et hygriques particulières. Le Ministère de la transition écologique et solidaire adopte un principe de précaution en écartant ce bâti de certains travaux qui pourraient nuire à sa pérennité.

→ LA RT 2012

Pour les extensions $\geq 100 \text{ m}^2$ concernées par la RT 2012, une 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

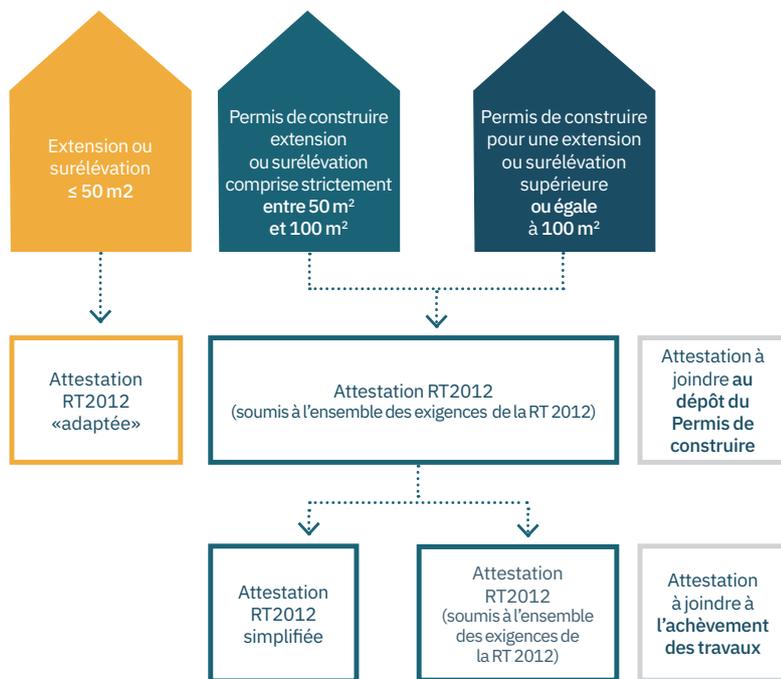
équipées de battants couvrant au moins 95% de la surface de chaque ouverture ; elles ne doivent pas contribuer à la perméabilité à l'air du bâtiment de l'extension.

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

→ LES ATTESTATIONS

Les attestations de prise en compte de la réglementation thermique pour les extensions ne concernent que les constructions nouvelles soumises au Permis de construire.

Plus d'infos : www.rt-batiment.fr/attestations/



DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ENERGETIQUE (DPE)

Ce diagnostic est obligatoire pour la vente ou la location d'un bien. Valable 10 ans, il donne des informations sur l'estimation de la consommation énergétique (en kWhep/m².an) ainsi que son impact en matière d'émissions de gaz à effet de serre. Pour le bâti ancien datant d'avant 1948, le DPE s'établit en s'appuyant sur les factures des trois dernières années (arrêté du 3 mai 2007).

www.ecologique-solidaire.gouv.fr/diagnostic-performance-energetique-dpe

AUDIT ÉNERGÉTIQUE

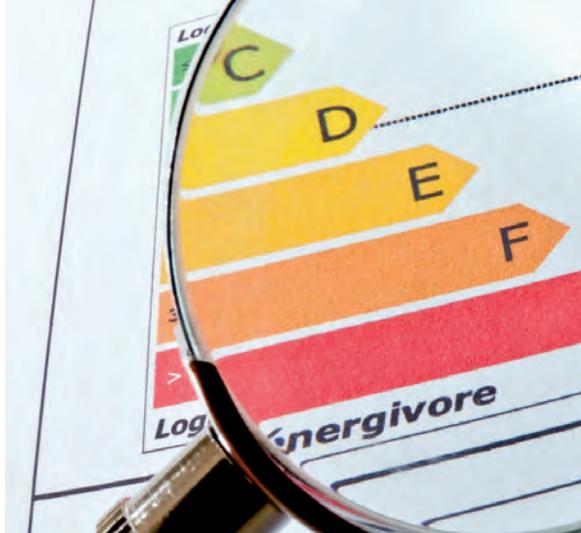
Il permet d'établir et de planifier un programme de travaux ou d'actions pour améliorer la performance énergétique.

LE BBIO^{MAX}

Il représente le coefficient d'efficacité énergétique de votre projet.

PLUS D'INFOS

www.rt-re-batiment.fr
www.ademe.fr



LES CLÉS DE L'ISOLATION

➔ S'ISOLER DU FROID ET DE LA CHALEUR

Avoir une approche globale et cohérente adaptée à chaque typologie architecturale nécessite de prendre en compte 3 points de vigilance qui conditionnent le confort thermique : l'inertie, l'humidité et l'étanchéité à l'air.

L'isolation thermique est une barrière au transfert de chaleur.

Elle vise à conserver la chaleur (ou la fraîcheur) à l'intérieur des espaces de vie : l'hiver, elle empêche la chaleur de s'évacuer ; l'été, selon la nature et la densité de l'isolant, elle l'empêche

de pénétrer. Paradoxalement, plus un isolant est léger, plus il est isolant l'hiver mais moins il l'est l'été.

Le flux thermique se fait toujours du chaud au froid.

En hiver, la chaleur tente de sortir, en été la chaleur tente de rentrer.

Une bonne isolation augmente donc le confort, hiver comme été, et permet de faire des économies de chauffage et de se passer de climatisation.

L'évolution des réglementations thermiques (RT) oblige à isoler de plus en plus fortement, or l'épaisseur de l'isolant n'est pas suffisante pour garantir son efficacité.

Pour une bonne isolation, il est important d'avoir un environnement sans courant d'air et sec, car l'humidité rend le matériau plus conducteur et donc moins efficace.

Pour le confort d'été, là encore, l'épaisseur de l'isolant n'est pas la seule donnée à prendre en compte :

- L'isolant doit avoir une bonne densité et posséder de bonnes qualités de déphasage.
- Lorsque l'isolant est posé en ossature bois (charpente de toit ou mur), une lame d'air de ventilation importante doit être prévue entre la couverture (ou le bardage) et l'isolant.



«Il n'y a pas que la résistance thermique de l'isolant à prendre en compte»

La résistance thermique (R) mesure la capacité d'isolation d'une couche de matériau : plus le R est élevé plus le matériau isole du froid.

La résistance thermique est mesurée en mètres carrés Kelvins par Watt (m².K/W).

$$R = \frac{ép}{\lambda}$$

ép : épaisseur de l'isolant en mètre

λ (lambda) : coefficient de conductivité thermique de l'isolant. (flux de chaleur qui passe par le matériau en une seconde).

Pour un même R, l'épaisseur de l'isolant sera différente en fonction du matériau utilisé.

→ S'ISOLER DU BRUIT

Un son est caractérisé par son intensité (en décibel - dB), sa fréquence (en Hertz - Hz) et sa durée. Ces vibrations sonores sont considérées comme des nuisances qui peuvent devenir dangereuses pour la santé.

Le son est véhiculé de deux façons :

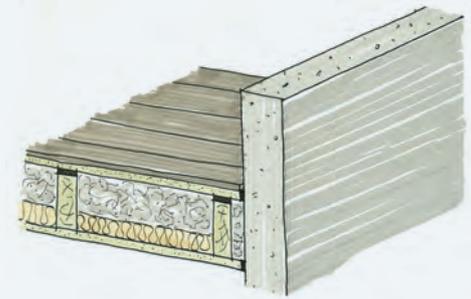
- par l'air, bruit aérien.
« Là où l'air passe, le bruit passe » autrement dit plus l'étanchéité à l'air sera soignée moins il y aura de nuisances sonores.
- par vibration, bruit d'impact.
Le son se transmet de matériau en matériau et se propage dans les murs.

D'une manière générale, avant toute intervention, il est essentiel d'identifier les sources de nuisances et les types de propagation.

Pour les bruits aériens, le traitement de l'étanchéité à l'air reste primordial, notamment autour des ouvertures. Les baies coulissantes et les volets roulants peuvent générer ce type d'inconfort. L'affaiblissement au bruit aérien est noté R_w exprimé en dB.

Exemple : si l'intensité d'un son est de 70 dB à sa source et de 25 dB de l'autre côté de la paroi, cela signifie que l'affaiblissement de cette paroi a une valeur de 45 dB.

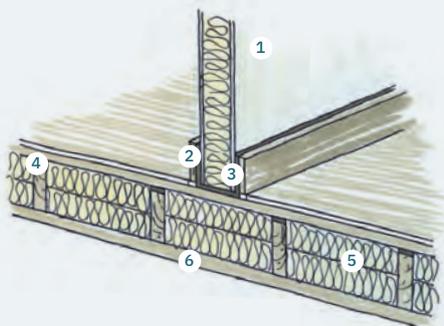
Pour limiter les bruits d'impact, il faut éviter tout contact rigide. L'astuce consiste à poser un isolant ou un matériau résilient (souple) qui absorbe bruit et résonnance. Ces bruits se propagent en effet par l'intermédiaire de la structure du bâtiment ou des réseaux (plomberie) et sont beaucoup plus difficiles à traiter. C'est pourquoi il est préférable d'installer par exemple des revêtements de sol « flottants », qui ne sont pas reliés aux murs et qui reposent sur une couche « élastique » permettant d'absorber les chocs.



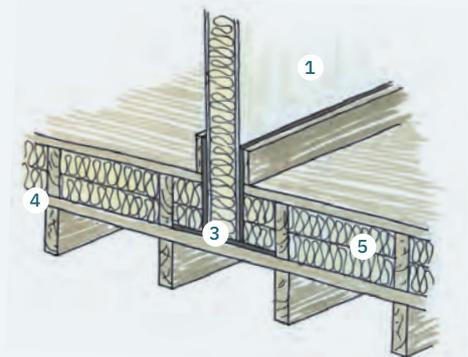
« Plus c'est lourd, plus ça isole du bruit aérien » autrement dit un bâti à forte inertie possède un bon confort acoustique.

En acoustique, on fait souvent appel au principe masse-ressort-masse. Il consiste à utiliser des parois doubles, comme des plaques de plâtre ou des cloisons en briques désolidarisées, séparées par de l'air rempli par une matière isolante, qui absorbe et dissipe l'énergie sonore.

23



Isoler en dessous des solives



Isoler au dessus des solives

MODULER AVEC L'INERTIE

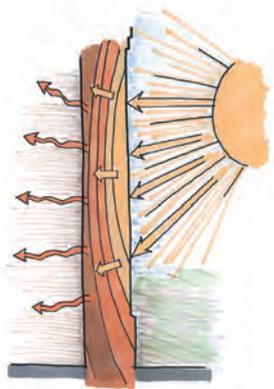
→ COMPRENDRE L'INERTIE

L'inertie est la capacité d'une paroi 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 du déphasage.

24

→ COMPOSER AVEC L'INERTIE

Un mur masse exposé plein Sud ne nécessite pas toujours d'isolation car les déperditions sont compensées par les calories apportées par le soleil ; c'est une question d'équilibre.



Accumulation et restitution d'un mur masse



→ JOUER AVEC LE DÉPHASAGE

Pour que la chaleur extérieure du milieu de journée atteigne l'intérieur de la maison durant la nuit, le déphasage doit être d'environ 10 heures.

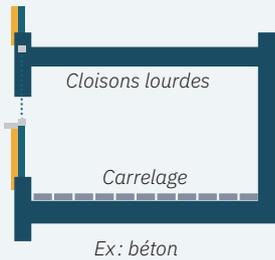
Lorsque l'isolant est posé en ossature bois (charpente de toit ou mur) la lame d'air de ventilation entre la couverture et l'isolant ou entre le bardage et l'isolant en paroi doit être adaptée.

Une lame d'air de 2 cm peut monter à plus de 70° sous ardoise en été !

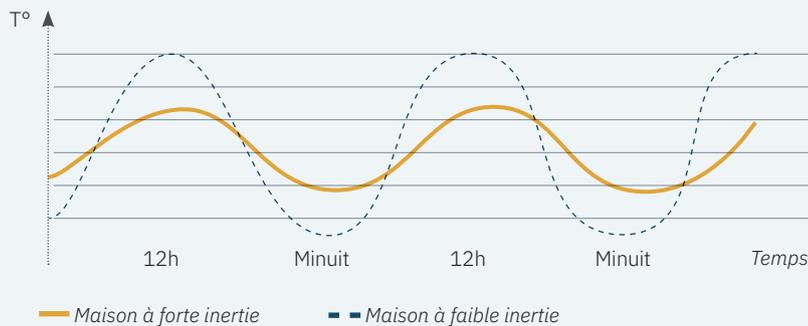
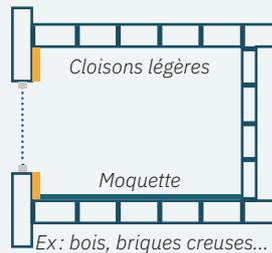
Selon la structure, des lames de ventilation de 4 à 8 cm sont conseillées.

Déphasage des matériaux	
Type de matériaux	Déphasage moyen
Granit (épaisseur 50 cm)	7 h
Pan de bois et torchis (épaisseur 20 cm)	7 h
Grès (épaisseur 50 cm)	8 h
Brique (épaisseur 35 cm)	11 h
Calcaire (épaisseur 40 cm)	13 h
Parpaing de ciment (épaisseur 20 cm)	5 h
Brique de terre cuite (épaisseur 20 cm)	6 h
Béton terre et paille (épaisseur 20 cm)	7 h

Local avec forte inertie isolé par l'extérieur



Local avec peu d'inertie isolé par l'intérieur



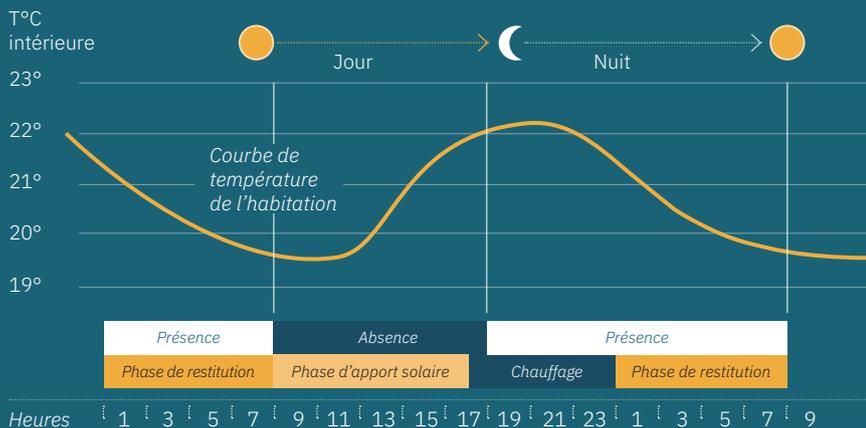
Un déphasage de 10 à 12 heures permet de lisser les différences de température entre la nuit et le jour.

➔ TROUVER L'ÉQUILIBRE ENTRE ISOLATION ET INERTIE

Si l'inertie peut être 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 l'on isole par l'intérieur, on se coupe de cet effet de paroi froide mais on perd aussi l'inertie des murs. Chaque maison doit être étudiée individuellement en fonction de sa structure et de la répartition de ses espaces, afin de trouver le juste équilibre entre isolation et inertie.

Le positionnement et la nature de l'isolant sont donc des choix stratégiques !

➔ APPORTS THERMIQUES DE L'INERTIE EN PÉRIODE DE CHAUFFAGE HIVERNAL (SOURCE ATHEBA)



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 (plancher chauffant, radiateur fonte...), qui privilégient le chauffage des masses plutôt que de l'air sont donc très adaptés au bâti à forte 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) $\frac{18^{\circ} + 20^{\circ}}{2} = 19^{\circ}$

26

→ LES MODES DE TRANSFERT DE LA CHALEUR

La gestion et le mode de distribution de chauffage doivent être étudiés en composant avec l'inertie pour réaliser des économies d'énergie. Pour une occupation quotidienne, on favorisera le rayonnement, notamment lorsque le bâtiment présente une forte inertie. Dans le cas d'une occupation 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

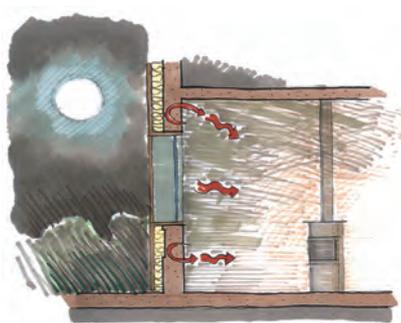
La chaleur se transmet par ondes depuis des corps chauffés (plancher chauffant, poêle de masse)

→ TRAITER LES PAROIS FROIDES EN CONSERVANT UNE CERTAINE INERTIE

Isolation par l'extérieur (ITE)

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.
- Préservation de la surface habitable.

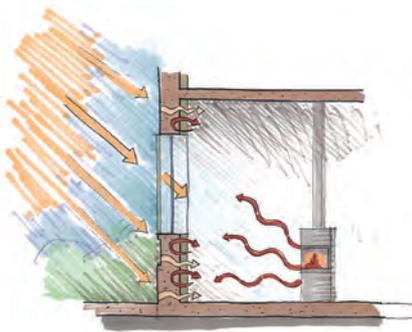


Mur à forte inertie (isolé par l'extérieur).

Le jour, le mur accumule les calories émises par le chauffage pour les restituer 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.

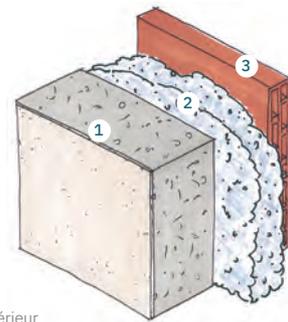


Mur à inertie moyenne (enduit intérieur).

Le mur absorbe la chaleur du soleil qui transite par l'enduit intérieur.

Isolation par l'intérieur (ITI)

L'ajout d'un parement intérieur lourd 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 8 cm de parement bois).



☉ Extérieur

☉ Intérieur

Mur à inertie moyenne (parement épais)

① Mur masse existant, ② Isolant, ③ Parement lourd



SE PRÉSERVER 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 intervention notamment d'isolation.

➔ LES SOURCES D'HUMIDITÉ

Les causes d'humidité sont multiples et peuvent se combiner, rendant le diagnostic souvent difficile à établir.

Les causes possibles :

- Capillarité dans l'épaisseur du mur,
- Capillarité du mortier par l'enduit,
- Suppression des éléments de modénature (bandeaux, corniches, ...) qui éloignent l'eau de la façade,
- Réhaussement du niveau du sol extérieur qui entraîne un enfouissement de la base du mur,

- Rejaillissement de l'eau de pluie sur la base du mur,
- Vétusté du matériau de couverture, des chéneaux, des descentes d'eau pluviale,
- Émanations de vapeur d'eau des chauffages d'appoint par combustion dans l'air ambiant (les cheminées à éthanol, les poêles à pétrole non tubés),
- Mauvaise ventilation.



28

➔ L'HUMIDITÉ GÉNÉRÉE PAR L'HOMME

L'humidité dans l'air est nécessaire au confort de vie : 45 à 65 % d'humidité relative est considéré comme confortable. Un air trop sec donne une impression de sécheresse pour la gorge et le nez, les bois se fissurent. Un air trop humide est également désagréable pour l'organisme (écoulement nasal, toux, allergies). Dans l'air ambiant, la respiration d'une personne ajoute environ 3 litres d'eau par jour.

Plus il y a de personnes dans un espace restreint, plus la production de vapeur d'eau sera importante.

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

L'air extérieur est plus sec que l'air intérieur même si l'hygromètre placé à l'extérieur indique le contraire car il mesure l'hygrométrie relative. Un air froid extérieur peut avoir une hygrométrie relative proche de 100 % (Condensation sur les vitres extérieures) mais une fois entré dans la pièce et réchauffé, son hygrométrie relative peut descendre à 40 % car l'air chaud absorbe plus d'eau sous forme de vapeur que l'air froid.

→ LA CONDENSATION

La condensation est la transformation de l'eau de l'état de vapeur à l'état liquide par refroidissement, elle peut être :

Superficielle :

Elle s'observe souvent sur des points froids (vitrages, ponts thermiques). L'air intérieur est naturellement chargé en vapeur d'eau qui se transforme en eau lorsqu'elle se refroidit au contact d'une zone où la température de surface est plus faible.

Interne :

En hiver, les différences de pression entre l'intérieur et l'extérieur 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.

Prévenir la condensation

Le pare-vapeur a été inventé pour prévenir le phénomène de condensation. C'est une feuille ou membrane qui est censée empêcher le cheminement de la vapeur d'eau dans les parois donnant vers l'extérieur et préserver ainsi l'isolant. Il est toujours disposé à l'intérieur, côté chauffé, entre l'isolant et le parement de finition. Mais il est difficile de poser le pare-vapeur de façon complètement étanche à l'air. La vapeur d'eau se concentre alors sur les défauts d'étanchéité à l'air (défauts de raccords) entre les lès, au niveau des passages électriques en tête et pieds de mur, autour des ouvrants.

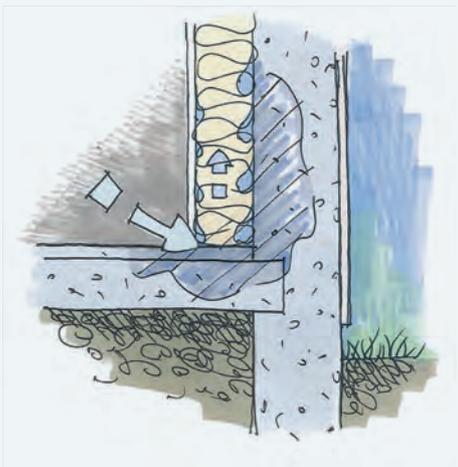
Il perturbe également le séchage du mur face intérieure en été et au printemps et peut causer une accumulation néfaste d'humidité dans les matériaux, plus encore lorsqu'il est mal posé. Optez pour des pare-vapeur "variables" ou frein-vapeur qui ne bloquent pas l'humidité au sein de l'isolant.

Point de vigilance :

Mal posé, le pare-vapeur perturbe le séchage du mur et cause une accumulation néfaste d'humidité dans les matériaux.

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 générer des pathologies.



→ LES RISQUES

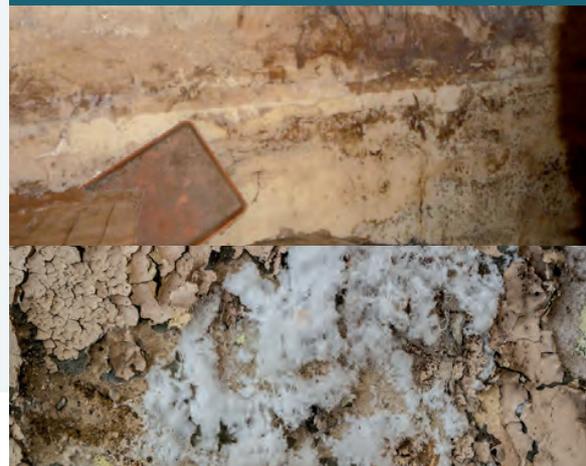
La mûre

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.

Le salpêtre

Le salpêtre est une efflorescence (un dépôt cristallin que l'on trouve à la surface des murs) blanchâtre, issue du développement de bactéries qui se nourrissent de sels minéraux contenus dans les sols et les murs (ammoniac souvent dû à la présence ancienne d'animaux, carbonate de potassium). La transformation s'opère au contact du dioxygène de l'air pour former le nitrate de potassium ou salpêtre. Il peut entre autre tacher les enduits de finition, accentuer la dégradation des joints....

La pose d'un corps d'enduit chargé en pouzzolane permet de bloquer ces sels dans le mur tout en restant perméant.



→ LES PAROIS PERSPIRANTES

Le principe de la perspiration est de favoriser la migration de la vapeur d'eau, de l'intérieur vers l'extérieur. Ainsi, l'humidité ne s'accumule pas et la paroi est en capacité de séchage. C'est ainsi que fonctionnent la plupart des parois anciennes et il est important que le rajout de matériaux ne perturbe pas ce procédé. Certaines parois nouvelles comme les struc-

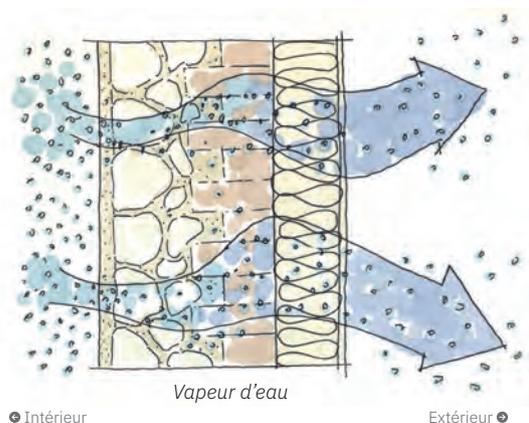
tures bois ont adopté ce principe. L'objectif est de choisir des matériaux en fonction de leur perméabilité à la vapeur d'eau (isolants, contreventement, pare-pluie, pare ou frein vapeur).

Tous les matériaux qui constituent une paroi perspirante doivent avoir un niveau de perméance croissant de l'intérieur vers l'extérieur,

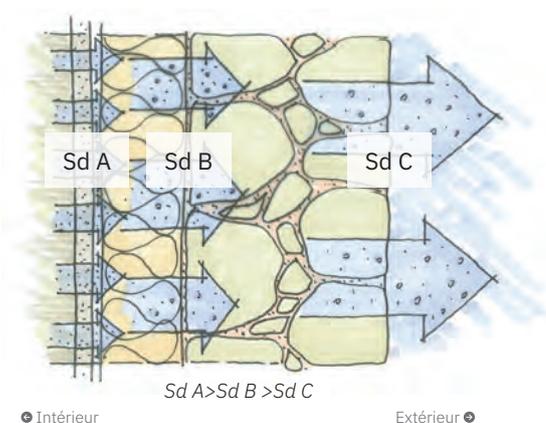
ce qui veut dire que les matériaux qui composent la paroi perspirante doivent avoir un Sd de plus en plus faible, de l'intérieur vers l'extérieur (voir ci-dessous).

Pour permettre à l'humidité présente à l'intérieur d'une paroi de s'évacuer, il faut que la paroi extérieure soit 5 fois plus perméable à la vapeur d'eau que la paroi intérieure.

Principe hygrothermique d'une paroi perspirante



Perméance croissante de l'intérieur vers l'extérieur



30

Définition du μ

Le coefficient μ indique dans quelle mesure un matériau (pris sous son aspect «matière»: la terre cuite, le plâtre...) s'oppose à la migration de vapeur d'eau.

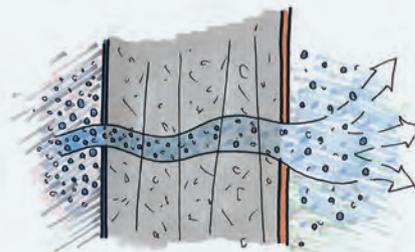
Définition du Sd

Selon leurs caractéristiques physiques et leurs épaisseurs, les matériaux opposent plus ou moins une résistance à la diffusion de vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur. Cette résistance est appelée Sd. Plus le Sd est faible, plus le matériau laisse passer la vapeur d'eau. Le Sd se mesure en mètre: $Sd = \mu \times \text{épaisseur en mètre}$

Membranes

- Un pare-vapeur a une résistance à la vapeur d'eau > 18 m
- Un frein-vapeur laisse entrer la vapeur d'eau dans la paroi de façon limitée mais répartie. Il a une résistance à la vapeur d'eau comprise entre 1 et 5 m ($1 < Sd < 5$)
- Une membrane régulatrice (pare-vapeur hygrovariable) 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 étanche à la vapeur d'eau.

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.





➔ LES SYSTÈMES DE VENTILATION

VMC simple flux (ventilation mécanique contrôlée)

C'est une aération forcée mécanique qui permet le renouvellement de l'air.

Principe : Un ventilateur centralisé aspire l'air vicié et le rejette à l'extérieur. Les entrées d'air aménagées dans les pièces «sèches» assurent l'apport d'air neuf.

VMC simple flux hygroréglable

Cette technique adapte le débit en fonction de l'humidité intérieure.

La limite de la VMC hygroréglable est qu'elle ne traite pas les polluants de type COV (composés organiques volatiles) lorsqu'il y a un faible taux d'humidité.

VMC double flux

Ce système comprend deux circuits. Le premier apporte de l'air neuf dans les pièces principales (chambre, séjour...) et le second extrait l'air vicié des pièces humides.

Le principe : l'échangeur récupère une partie de la chaleur de l'air sortant pour réchauffer l'air entrant. Cela permet d'économiser de l'énergie.

Ce système n'est efficace que dans une maison parfaitement étanche à l'air.

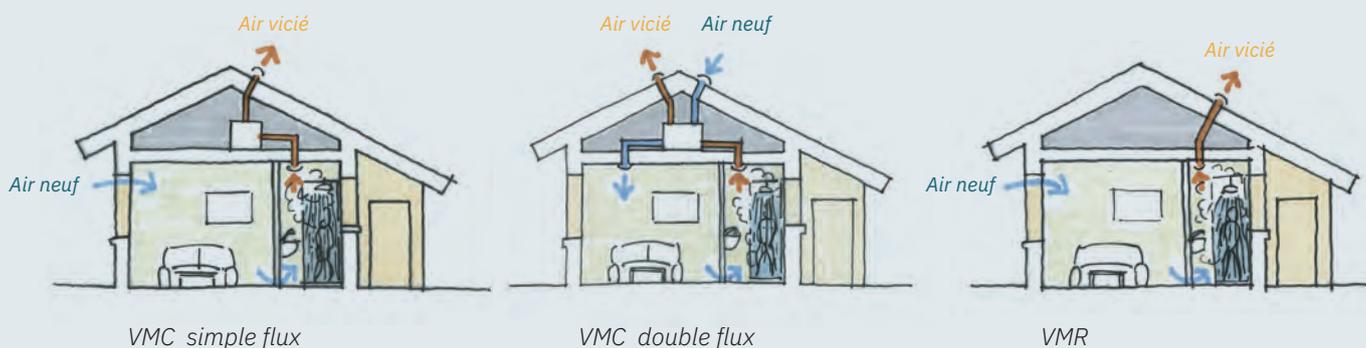
Il peut présenter une gêne sonore, si les bouches de soufflage sont mal installées.

Ce système prend plus de place et est plus coûteux. Il est indispensable de prévoir une maintenance (changement de filtres...).

Ventilation mécanique répartie (VMR) ou VMC répartie

Solution alternative aux VMC lorsque le passage des gaines s'avère trop complexe. La VMR est constituée d'aérateurs (extracteurs) individuels installés dans les pièces humides. Les entrées d'air aménagées dans les pièces «sèches» assurent l'apport d'air neuf.

Quelque soit le système de ventilation installé, la réglementation impose une lame d'air d'1 à 2 cm sous les portes (détalonnage). Le respect de cet aménagement contribue au bon fonctionnement de la ventilation.



ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

➔ LA MISE EN ŒUVRE

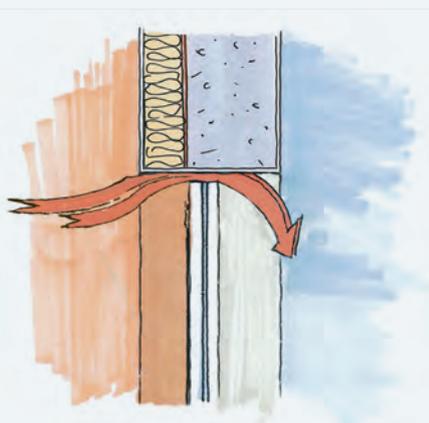
L'étanchéité à l'air est une des conditions de l'efficacité d'une isolation. Cette étanchéité doit être réalisée grâce à l'emploi de membranes pare air, soit par l'intérieur (pare vapeur, frein vapeur ou film hygrovariable), soit par l'extérieur (pare-pluie, sous-toiture ou enduit). Ces deux niveaux 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.

Cette barrière étanche à l'air augmente la durée de vie de l'isolant ainsi que sa performance thermique. Elle participe également à diminuer les surchauffes en cas de fortes chaleurs. 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 un « pont à la vapeur » entraînant la présence d'humidité dans la paroi. De plus, les fuites d'air dues à une mauvaise étanchéité perturbent le système de ventilation en place.

➔ EXEMPLES DE MAUVAISES MISE EN ŒUVRE CAUSANT DES FUITES D'AIR



● Intérieur

● Extérieur

Fuite d'air par les huisseries

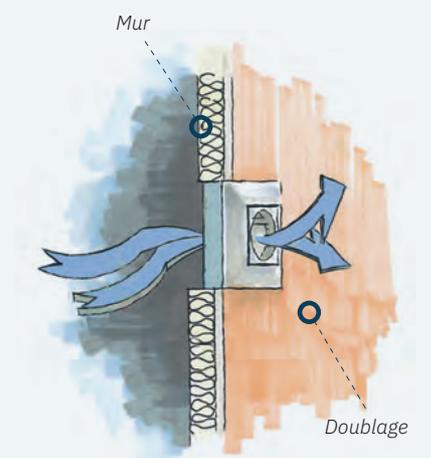


● Intérieur

● Extérieur

Fuite d'air par le complexe 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 un point de rosée.



● Intérieur

● Extérieur

Fuite d'air par les prises électrique

Les réseaux électriques peuvent générer des fuites d'air importantes. Lorsque cela est envisageable, placer le compteur électrique dans l'espace chauffé. Veillez à ne pas endommager votre isolation lors de l'installation du réseau. Soignez l'étanchéité à l'air des réseaux électriques traversant les parois vers l'extérieur.

→ RAPPEL

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.



ISOLER SA TOITURE

Quelque soit le bâti, les déperditions thermiques en toiture peuvent être importantes.

Il est donc nécessaire de ne pas négliger l'isolation des combles, habités ou non pour

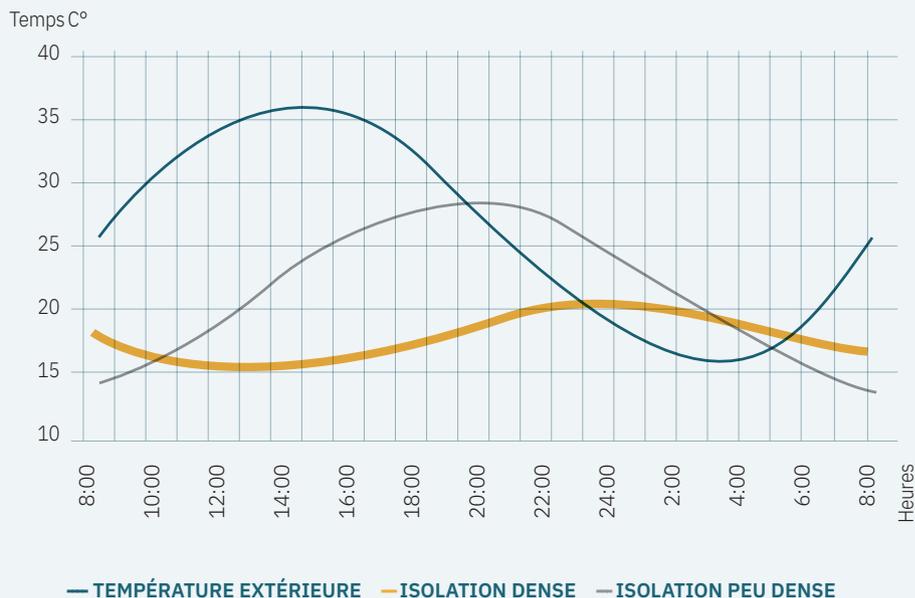
bénéficier d'un bon confort été comme hiver. L'isolation de la toiture peut se faire par l'intérieur ou par l'extérieur. Il est indispensable de veiller à laisser une lame d'air suffisante entre la couverture et la sous-toiture et de choisir un isolant dense au moins sur les premiers centi-

mètres côté couverture pour se prémunir des surchauffes.

Il faut également être vigilant à l'étanchéité à l'air indispensable pour que l'isolation soit réellement efficace.



➔ EXEMPLE DE DÉPHASAGE THERMIQUE D'UNE TOITURE

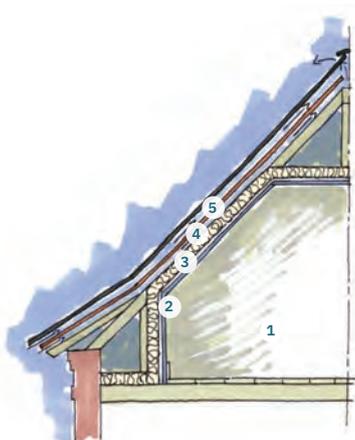


Sur ce graphique, à 20 heures, pour une température extérieure de 27°C, la température intérieure est de 27°C avec un isolant peu dense (18 kg/m³), alors qu'elle est de 18°C avec un isolant dense (50 kg/m³) .

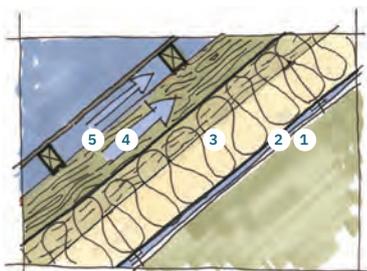
➔ ISOLER PAR L'INTÉRIEUR (ITI)

Isolation avec sous-toiture ancienne (bitumeuse)

Lorsque c'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). Une lame d'air de ventilation, comprise entre 2 et 4 cm, en sous-face de la sous-toiture (si celle-ci n'est pas perméante) doit être ménagée avant de poser l'isolant. L'étanchéité à l'air sera assurée par une membrane pare-vapeur hygrovariable côté intérieur.

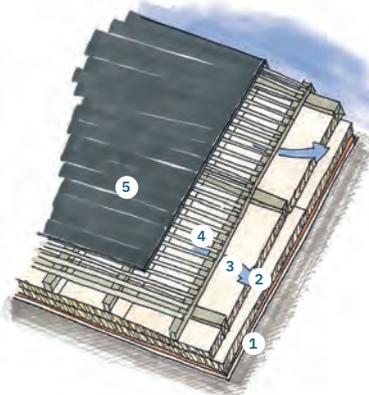


- ① Comble aménagé
- ② Pare-vapeur hygrovariable
- ③ Isolant
- ④ Lame d'air
- ⑤ Ecran de sous-toiture (pare-pluie)

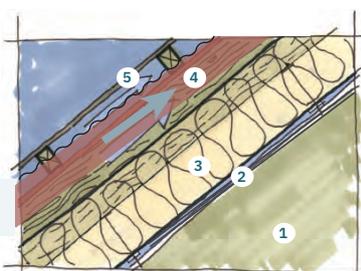


Isolation en l'absence de sous-toiture

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) chose rarissime et difficilement réalisable. 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 hygrovariable parfaitement continu (côté intérieur). Il est conseillé de vérifier tous les ans l'étanchéité de la toiture.



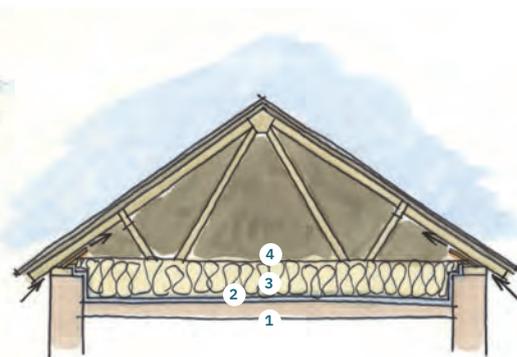
- ① Comble aménagé
- ② Pare-vapeur hygrovariable
- ③ Isolant hygroscopique (type laine de bois)
- ④ Lame d'air
- ⑤ Couverture



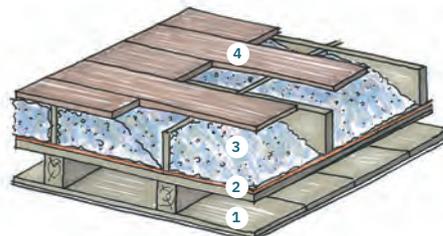
Isolation d'une toiture froide (non isolée)

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.

Il est judicieux de prévoir l'aménagement d'un chemin de vie pour accéder aux éléments techniques.



- ① Plancher existant
- ② Pare-vapeur hygrovariable
- ③ Isolant en vrac (type ouate de cellulose)
- ④ Plancher des combles aménagés en grenier (si besoin)





➔ ISOLER PAR L'EXTÉRIEUR (ITE)

En surélevant la toiture

Lorsque la couverture est à refaire et/ou que les combles ne possèdent pas l'espace nécessaire pour la pose d'isolant, il est possible d'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'altérera pas la qualité architecturale et que la charpente existante est en capacité de porter ce poids supplémentaire.

Entre les chevrons

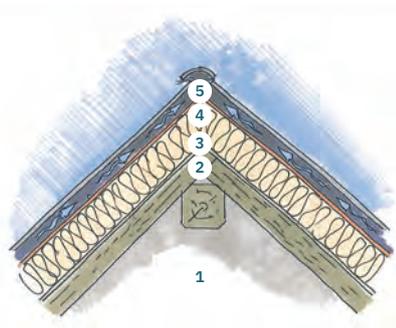
Un isolant peut également être posé en complément entre chevron pour diminuer l'impact esthétique de la surélévation.

Dans ce cas, le frein vapeur pourra se mettre en place au dessus des chevrons à condition que la résistance thermique de cet isolant fasse le double de la résistance thermique de l'isolant posé entre chevron (règle du 1/3-2/3).

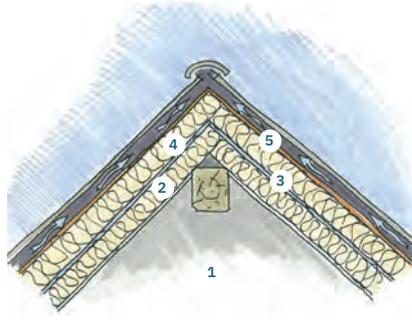
En passant par l'extérieur sans modifier la volumétrie

Quand la couverture est à changer, que les combles sont déjà aménagés, et que l'on dispose de la place suffisante, il faut profiter de la découverture pour mettre en place une isolation performante pour les saisons d'été comme d'hiver et un écran de sous-toiture hautement perméant à la vapeur d'eau (HPV) pour assurer l'étanchéité à l'air.

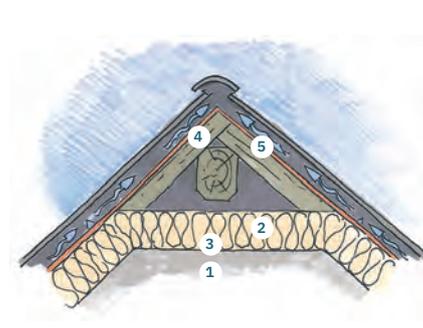
36



- ① Comble aménagé
- ② Chevron de charpente
- ③ Isolant
- ④ Ecran de sous-toiture HPV
- ⑤ Lame d'air



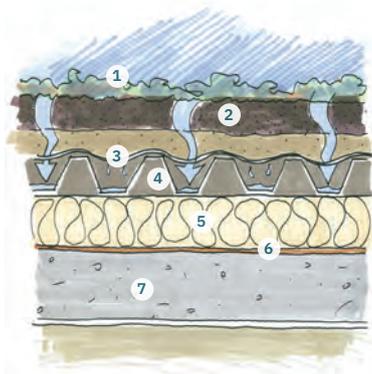
- ① Comble aménagé
- ② Isolant dans l'épaisseur du chevron (R2)
- ③ Ecran pare-vapeur
- ④ Isolant par-dessus le chevron (R4)
- ⑤ Ecran de sous-toiture HPV



- ① Comble aménagé
- ② Épaisseur d'isolant importante
- ③ Ecran pare-vapeur
- ④ Sous-toiture HPV
- ⑤ Lame d'air

Une toiture terrasse doit être isolée au-dessus de l'élément porteur (surtout s'il s'agit d'une dalle béton).

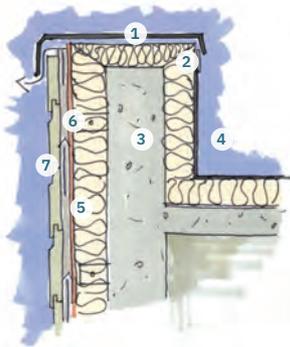
Cette technique est beaucoup plus fiable et performante qu'une isolation en sous-face de l'élément porteur, qui à moins d'une lame de ventilation importante, engendre facilement des soucis d'humidité et des risques structurels. Il est également possible de végétaliser ce type de toiture à condition qu'elle puisse supporter la surcharge.



- ① Plantations
- ② Substrat filtrant puis drainant (pouzzolane)
- ③ Film géotextile
- ④ Bac acier (étanchéité)
- ⑤ Isolant
- ⑥ Ecran pare-vapeur
- ⑦ Structure du toit (dalle)

Isoler un acrotère en continuité avec l'ITE

Lorsque l'étanchéité est à refaire et que l'acrotère est assez haut, ce procédé consiste à isoler sous le revêtement d'étanchéité et au dessus de l'élément porteur. Pour ne pas créer de pont thermique en tête d'acrotère, l'isolant est posé en continu.



- ① Couvertine
- ② Isolant
- ③ Acrotère
- ④ Complexe d'étanchéité
- ⑤ Ecran pare-pluie
- ⑥ Lame d'air
- ⑦ Bardage bois

→ RAPPEL

L'étanchéité à l'air doit être assurée au niveau des fenêtres de toit (et de toute autre interface, sortie de ventilation...). Il est important de vérifier la pose correcte des collerettes d'écran de sous-toiture. Le rôle de l'écran de sous-toiture est multiple. Il assure 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 faîtage. Ces spécificités permettent de poser l'isolant directement contre la sous-toiture car leur Sd est inférieure à 0,1 mètre.



37

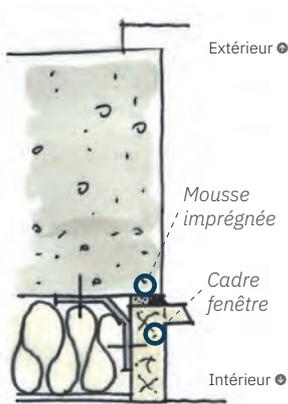


TRAITER LES PAROIS VITRÉES

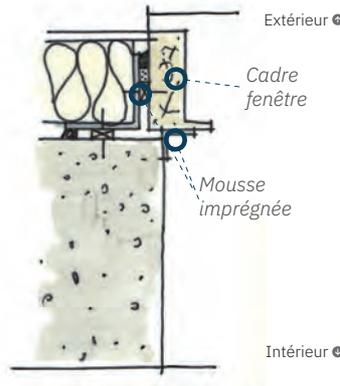
Aujourd'hui, les menuiseries et les vitrages étant performants, la vigilance est à porter sur la pose.

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 (mousse im-

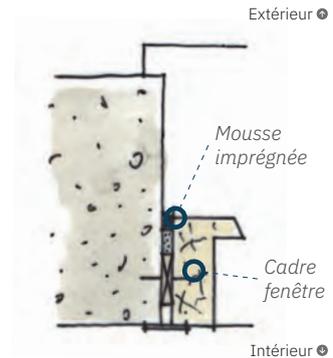
prégnée dit Compriband) protégé d'un mastic silicone et banissent l'application de mousse polyuréthane. C'est pourquoi, la technique de la dépose totale est à privilégier aux autres options.



Dépose totale, fenêtre située en tableau sans ébrasement ni feuillure dans le mur



Nouvelle fenêtre posée en prolongement de l'ITE en précadre



Dépose totale, fenêtre avec feuillure dans le mur

38



➔ COEFFICIENT DE PERFORMANCE

Uw : 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 $W/m^2.K$.

Sw : Capacité d'un vitrage à laisser pénétrer la chaleur du soleil à l'intérieur (entre 0 et 1). Plus le Sw est haut, plus on bénéficie d'apports gratuits du soleil l'hiver.

dB : performance acoustique d'une fenêtre. A titre d'exemple, une fenêtre double vitrage est d'environ 28 dB, et monte à plus de 33 dB avec un vitrage asymétrique (8/12/4).

➔ RÉGLEMENTATION

Dans des locaux à usage d'habitation, les nouvelles fenêtres et porte-fenêtres (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.

→ POSE D'UNE FENÊTRE SUPPLÉMENTAIRE

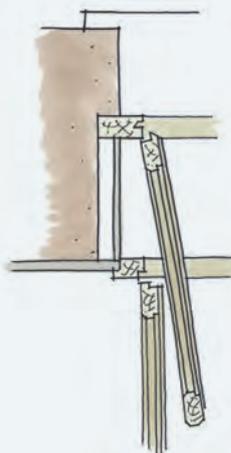
La pose d'une fenêtre supplémentaire est une solution qui peut renforcer considérablement le confort thermique et acoustique.

Elle peut être mise œuvre soit coté intérieur pour préserver l'aspect patrimonial de la façade, soit coté extérieur sur du bâti conven-

tionnel, notamment en prolongement d'une isolation par l'extérieur.

Pour un simple vitrage bois, doublé d'une nouvelle fenêtre en double vitrage bois, le U_w passe de 4,8 à 1,3 et la performance acoustique de 21 dB jusqu'à 40 dB.

Schémas de mise en oeuvre d'une double fenêtre coté intérieur



À savoir :

- Plus l'écartement entre les deux fenêtres est grand, plus la performance acoustique sera bonne.
- Les deux menuiseries devront être pourvues d'entrées d'air.
- L'espace entre les deux fenêtres accumule la chaleur, elle peut être récupérée pour le préchauffage de l'air. Dans ce cas, placer la première entrée d'air en partie basse et la deuxième en partie haute de la fenêtre intérieure.
- La simple réfection des joints d'une ancienne fenêtre bois à simple vitrage augmente la performance acoustique de 6 dB

Schémas d'une double fenêtre posée en continuité de l'ITE



→ PROTECTIONS SOLAIRES

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







2. MA MAISON, BÂTI TRADITIONNEL OU CONVENTIONNEL ?

En fonction de la période de construction de sa maison les matériaux et leur mise en œuvre ne sont pas les mêmes.

En effet, la plus part des maisons construites avant 1948, environ 1/3 des maisons normandes n'ont pas de fondations étanches et ont été construites avec des matériaux locaux (pierres, bois, torchis/paille, brique, chaume, tuiles, etc.). Ces spécificités ont un impact sur la façon dont nous devons faire les travaux et sur les matériaux à utiliser.

À l'inverse, la majorité des maisons construites après 1948 ont des fondations étanches et sont construites avec des matériaux conventionnels issus de l'industrie du BTP faisant une large place au ciment, parpaing, et isolants issus de la pétrochimie (polystyrène, laines minérales, isolants minces...). Sur ces bâtiments, les travaux peuvent être réalisés avec l'ensemble des matériaux disponibles dans le commerce.

Avant d'engager des travaux il est donc indispensable de savoir dans quelle catégorie se classe votre maison.

AVANT 1914

Qu'il soit édifié en ville ou à la campagne, le bâti ancien offre des qualités esthétiques qui participent à la richesse de notre cadre de vie et à l'identité de notre région.

→ LE BÂTI RURAL

Construit avec des techniques et des matériaux artisanaux issus des ressources locales, il s'est implanté en fonction du contexte environnemental, prenant en compte le site, son relief et sa géologie, l'orientation par rapport au soleil, aux vents et à la pluie.



Longère "Pan de bois"



Manoir "Brique de Saint-Jean"



Maison de maître



Maison "Brique et silex"

42

→ LE BÂTI URBAIN

Qu'il s'agisse de maisons de maître, de maisons mitoyennes ou de maisons jumelées, ces constructions singulières constituent un ensemble homogène. On distingue, selon l'époque d'édification, deux démarches constructives :

- Le bâti très ancien en pierre, bauge, à colom-

bage ou en brique et/ou silex conçu par transmission de savoir-faire.

- Le bâti édifié à partir du XVIII^e siècle. 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.



Maison "Pan de bois"



Maison "Néo-classique"



Maison "Ouvrière brique manufacturée"



Maison "Bourgeoise brique manufacturée"

ENTRE 1914 & 1959

Période charnière de la construction avec la disparition progressive des matériaux et techniques traditionnels au profit des procédés industriels et du béton de ciment, permettant la réalisation de fondations étanches.

→ ENTRE 1914 & 1948

Marquée par 2 guerres mondiales, cette période accuse la perte d'une main d'œuvre qualifiée et la disparition des techniques constructives. L'emploi du bois dans la construction décline au profit du fer et de la brique manufacturée.



Maison style "Néo-normand"

Maison style "Art Nouveau"

Maison style "Art Déco"

Maison style "Transatlantique"

43

→ ENTRE 1949 & 1959

La Reconstruction concerne la réédification des bâtiments bombardés pendant la seconde guerre mondiale. Le béton s'industrialise pro-

gressivement (poutre, plancher, escalier) mais les matériaux de façade restent de références locales (brique, silex, moellon). Ces différentes

maçonneries sont souvent doublées d'une lame d'air et d'un mur de brique creuse recouverte de plâtre.



Maison "Galet"

Maison "Reconstruction traditionnelle"

Maison "Reconstruction conventionnelle"

Maison "Reconstruction générique"

ENTRE 1960 & 2000

→ 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. 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.



Maison "Monopente"



Maison "Porte-à-faux"



Maison "Quatre pans"



Maison "Balcon filant"

44

→ DE 1975 AUX ANNÉES 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. Cette forme d'habitat pavillonnaire, en rupture avec la ville

traditionnelle, s'implante indifféremment en périphérie des villes ou à la campagne. 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.



Pavillon "Années 1970"



Pavillon "Années 1980"



Pavillon "Rustique"



Pavillon "Île-de-france"

DE 2000 À AUJOURD'HUI

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, des énergies fossiles 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 $65 \text{ kWh}^{\text{EP}}/\text{m}^2/\text{an}$, 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 en Normandie, réussir son projet, c'est tendre vers une rénovation BBC ($104 \text{ kWh}^{\text{EP}}/\text{m}^2/\text{an}$).



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



Maison "Passive" Nubuqnu architecture en collaboration avec Les Airelles

ET DEMAIN?

→ LABELISATION

Le label E+ C- préfigure la prochaine réglementation environnementale (RE 2020). Il prend en compte la performance énergétique du bâti, ainsi que l'énergie nécessaire à l'extraction, la fabrication et le transport de l'ensemble des

éléments constituant le bâtiment tout au long de son cycle de vie.

En effet, un bâtiment performant sur le plan énergétique peut s'avérer énergivore en fonction des matériaux utilisés. L'objectif de cette

nouvelle réglementation est d'abaisser cet impact carbone de 30%.

Un objectif à ne pas négliger : le confort d'été, qui avec la qualité de l'air sont les sujets majeurs de demain dans le domaine de la construction.

Agence En'Act, Bruno Ridel, architecte



PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES EN FONCTION DU TYPE DE BÂTI ?

En fonction de leur période constructive, les habitations ne présentent pas toutes les mêmes performances énergétiques.

A partir de 1948, on observe une hausse significative de la consommation d'énergie. 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 forcément le plus énergivore.

LA MAISON INDIVIDUELLE
REPRÉSENTE AUJOURD'HUI

63%

DES HABITATIONS
EN NORMANDIE

ET CONSOMME
EN MOYENNE

358

kWh_{EP}/m²/an

L'amélioration des performances énergétiques de l'habitat existant doit tendre vers une rénovation type BBC (Bâtiments Basse Consommation) Rénovation. **EN NORMANDIE, LE LABEL BBC RÉNOVATION IMPOSE UNE CONSOMMATION D'ÉNERGIE**

< 104

kWh_{EP}/m²/an

EP: ÉNERGIE
PRIMAIRE

47

→ CONSOMMATIONS MOYENNES DES BÂTIMENTS EN FONCTION DE LEUR ANNÉE DE CONSTRUCTION







3. LE BÂTI TRADITIONNEL AVANT 1948

On ne réhabilite pas de la même manière une maison ancienne et un pavillon standardisé. Sur le bâti “traditionnel”, construit avant 1948, il faut éviter les bardages inopinés, les extensions uniquement fonctionnelles ou les travaux qui génèrent des pathologies. En effet, pour préserver la valeur patrimoniale de votre bâtisse ancienne et en faire une maison confortable et saine, quelques principes fondamentaux sont à connaître.

Pour réussir une rénovation, y compris thermique, et assurer la pérennité du bâti, il faut respecter sa logique constructive et ne pas la dénaturer sur le plan architectural.

FONCTIONNEMENT ET SPÉCIFICITÉS

→ 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. En effet, ces constructions, bâties sans fondations étanches, sont édifiées avec des matériaux poreux et capillaires, qui régulent naturellement le taux d'humidité de la maison.

L'eau et la vapeur d'eau transitent du sol et de l'intérieur de l'habitation vers les murs. Les parois composites (constitués de matériaux différents) présentant beaucoup de liants (joints terre/chaux) sont des murs plus sensibles aux actions de l'eau. Un manque d'entretien de la toiture ou une erreur de mise en œuvre (enduits / joints étanches) peuvent engendrer des pathologies conséquentes.

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

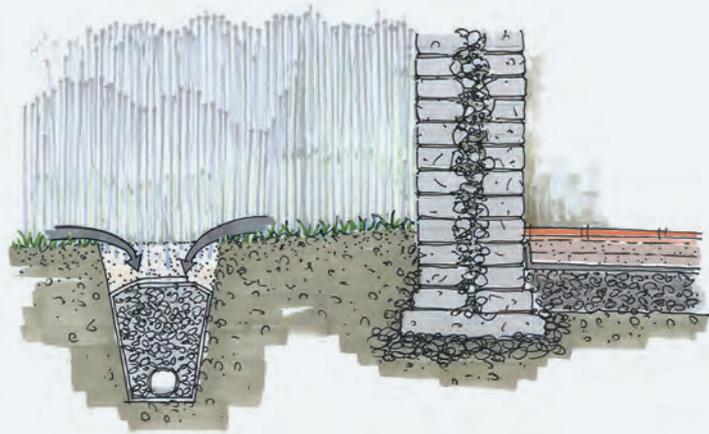
- **Forte capillarité dans l'épaisseur du mur**
Réalisation d'un drainage périphérique ou d'une barrière étanche (injection de résine),
- **Présence d'un enduit étanche**
Piquetage des enduits et joints ciment nécessaire avant l'application d'un nouvel enduit ou de joints à la chaux après séchage,
- **Rejaillissement**
Débord de toit suffisant et/ou essentage (bois ou ardoise) protègent le mur des intempéries. Trottoir et terrasse doivent être drainants et non cimentés,
- **Infiltration accidentelle**
L'entretien de la toiture et des chéneaux permet d'éviter des désordres importants,
- **Condensation due à un pont thermique**
réalisation d'un retour d'isolant (manchonage) ou application d'un correcteur thermique.

50

→ LE DRAINAGE

Pour réduire l'excès d'humidité le drain peut être une solution.

Attention la réalisation d'un drainage nécessite un diagnostic du sol et de la morphologie du terrain. En effet, réalisé trop près du mur, le drainage risque de déchausser la base du mur ou d'assécher le mortier (chaux, terre...) et de fragiliser la structure.

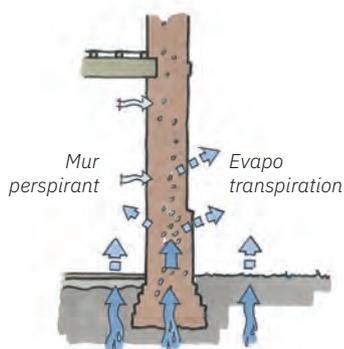


→ COMPORTEMENT À L'HUMIDITÉ D'UN MUR ANCIEN

Fonctionnement initial

Les fondations ne sont pas étanches à l'eau et à la vapeur d'eau, le mur se comporte comme un sucre sur une goutte d'eau...

Il absorbe l'eau : ce sont des remontées capillaires. Ce fonctionnement est normal et ne cause pas de désordres tant que le mur reste en capacité de séchage.

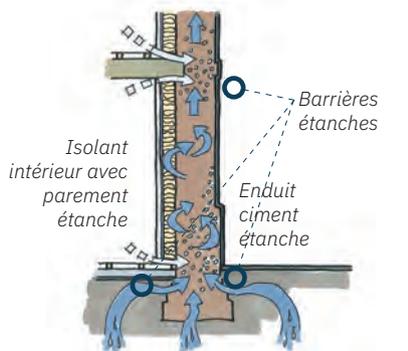


☉ Intérieur

☉ Extérieur

Fonctionnement après travaux inadaptés

La migration de l'eau doit pouvoir s'opérer sous peine de provoquer des pathologies. La réalisation de certains travaux peut empêcher cette migration. En effet, si les remontées capillaires ne peuvent plus s'évaporer, elles restent bloquées dans le mur à cause des revêtements imperméables.



☉ Intérieur

☉ Extérieur

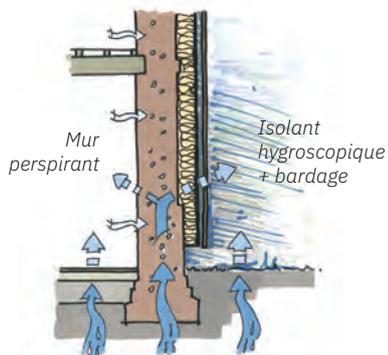
→ FACILITER LE SÉCHAGE DU MUR

Fonctionnement après travaux adaptés

Il faut privilégier les matériaux hygroscopiques et capillaires qui limitent la concentration et la stagnation de l'eau en lui permettant de rejoindre les parements facilitant ainsi l'évapo-

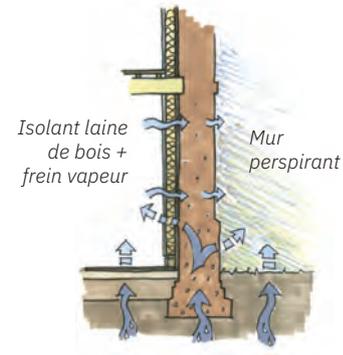
ration de l'eau contenue dans les parois.

L'isolant et les enduits ne doivent pas agir comme une barrière étanche, il convient donc d'éviter les isolants du type polystyrène, les pare-pluie et pare-vapeur fermés.



☉ Intérieur

☉ Extérieur



☉ Intérieur

☉ Extérieur



Isolation en mortier chaux chanvre

→ HYGROSCOPIE

Capacité d'un matériau à absorber et restituer l'humidité. Les parois des maisons anciennes ont une aptitude à faire transiter la vapeur d'eau. Lors d'une rénovation, il est nécessaire de choisir des matériaux hygroscopiques et de maintenir la paroi perméable. La mise en oeuvre d'un isolant hygroscopique limite l'apparition de problèmes et assure une durée de vie de l'isolant plus longue.

51

Exemple de matériaux hygroscopiques :

- Pierre calcaire tendre
- Brique de Saint-Jean
- Plâtre
- Isolants : Laine de bois, Fibre de chanvre, Fibre de lin, Ouate de cellulose...

→ REMARQUE

Un mur ancien qu'il soit isolé par l'intérieur ou pas, condense à coeur de mur selon les températures. Il doit donc gérer, en plus des remontées capillaires, la condensation interne. Si la paroi est perspirante sur sa totalité, l'addition de ces phénomènes avantage l'évacuation d'humidité par un effet d'entraînement.

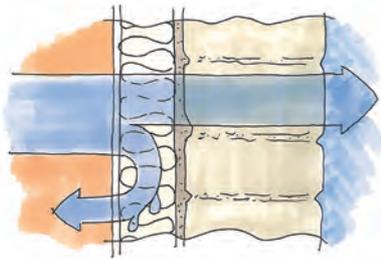
ISOLER LES MURS

Ils peuvent être en structure bois (colombage) en maçonnerie traditionnelle (brique de Saint-Jean, moellon silex et calcaire) ou plus tardivement en maçonnerie de mâchefer* (mortier à base de houille). Ces éléments sont maçonnés avec des liants (joints) à base de terre et/ou de chaux naturelles.

→ ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTÉRIEUR (ITI)

Isolant hygroscopique 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 permet surtout un séchage vers l'intérieur. S'assurer qu'aucune couche n'est étanche à la vapeur d'eau, y compris les enduits.

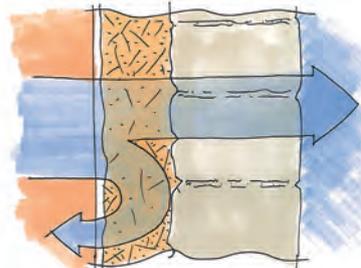


● Intérieur

Extérieur ●

Isolant hygroscopique dur

capillaire et imputrescible de type : panneau de silicate de calcium, pierre ponce, panneaux de perlite. Solution offrant un bon compromis isolation/inertie et une limitation de l'humidité.

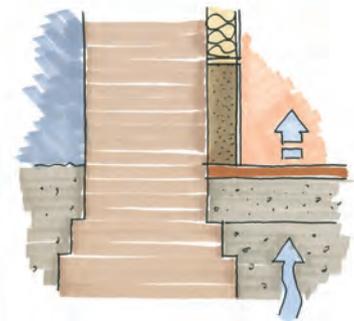


● Intérieur

Extérieur ●

Astuce

Pour éviter que l'humidité d'un sol de type tomettes sur terre-plein remonte dans l'isolant hygroscopique, il est nécessaire de poser un isolant imputrescible et non capillaire (type liège) en pied de mur.



52

→ CORRECTION THERMIQUE D'UNE PAROI FROIDE

Lorsque la pose d'un isolant n'est pas souhaitée, la mise en place d'un enduit isolant permet d'augmenter la température de surface de la paroi et ainsi d'annuler l'effet de paroi froide. Cette technique permet de gagner en confort et en économie d'énergie. Elle ne peut cependant se comparer à une isolation classique.

Quelques exemples :

Mortier de chanvre :

Lambda λ 0,048 w/(m.K)

Argilus perlite :

Lambda : λ 0,06 w/(m.K) - Mu 6

Les enduits isolants capillaires appliqués à l'extérieur en complément d'une isolation ou d'un enduit isolant intérieur permettent de réduire les ponts thermiques, de diminuer les risques liés à la condensation, tout en conservant l'intérêt patrimonial des parois. De plus, cette solution augmente la température

du mur intérieur et améliore ainsi la température ressentie.

Quelques exemples :

Unilit :

lambda λ 0,066 w/(m.K) - Mu 10

Diathonite (Diasen) :

lambda λ 0,045 w/(m.K) - Mu : 4

Biotherm (Haga) :

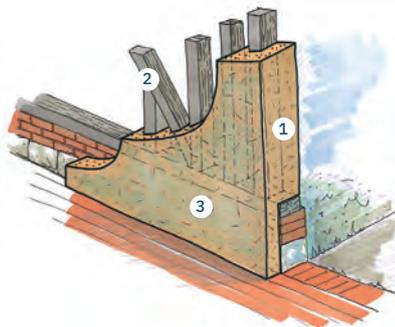
lambda λ 0,07 w/(m.K) - Mu 5 à 8

Fixit 222 :

Lambda λ 0,028 w/(m.K) - Mu 4 à 5

→ ISOLATION THERMIQUE REPARTIE

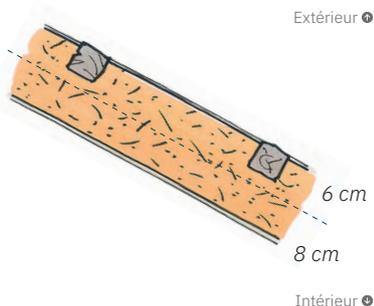
Cette technique d'isolation par remplissage de type béton de chanvre (chaux+ chènevotte) donne un mur ayant une bonne inertie thermique et perméant à la vapeur d'eau. Les enduits de finition (chaux ou terre) le rende étanche à l'air.



Colombage apparent à l'extérieur

épaisseur de mortier chaux/chanvre : 25 cm

- ① Corps d'isolant en béton de chanvre projeté
- ② Ossature en pan de bois
- ③ Enduit de finition à la chaux



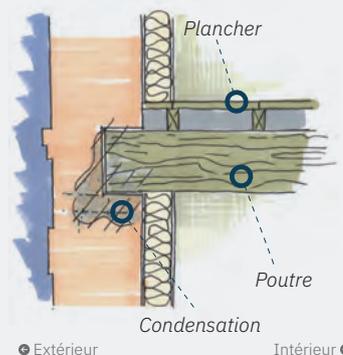
Recouvrement minimum

Si colombages de 5 cm ou moins :
6 cm de béton de chanvre minimum

Si colombage de 6 cm ou plus :
8 cm de béton de chanvre, minimum

→ POINT DE VIGILANCE : LES GÎTES DE POUTRES

Point sensible dans le bâti ancien, les gîtes de poutres peuvent être victimes d'une concentration d'humidité amenant à la dégradation des poutres en cas d'isolation par l'intérieur. Pensez à vérifier leur état avant toutes interventions.



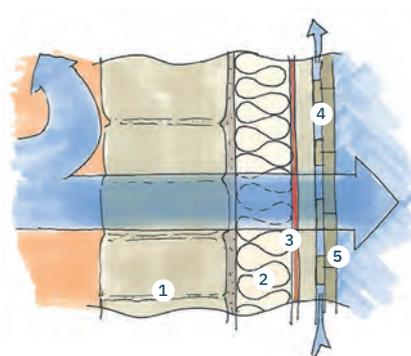
Préconisations

- Avoir (ou retrouver) une surface perméante sur la façade extérieure (décapage des enduits, joints ciments et revêtements plastique...)
- Veiller à ce que l'isolant suive la membrane dans l'épaisseur du plancher.
- Scier le plancher à l'endroit où passera la membrane (frein-vapeur ou hygrovariable) et la raccorder minutieusement aux poutres avec des produits souples (colle, résine, adhésifs spécifiques).



→ ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTERIEUR (ITE)

Cette technique d'isolation permet de limiter la condensation à coeur de mur. De plus, le mur ancien est ainsi protégé du froid et des éléments climatiques ce qui améliore le confort intérieur.



● Intérieur

Extérieur ●

- ① Mur existant
- ② Laine de bois posé sur un enduit capillaire pour assurer un contact continu entre le mur et l'isolant
- ③ Pare-pluie rigide en fibre de bois
- ④ Lame d'air
- ⑤ Bardage

➔ **EXEMPLE D'ITE**
D'UNE MAISON TRADITIONNELLE

L'extension en façade Nord met en oeuvre une isolation par l'extérieur. Cette réhabilitation permet de redonner au bâti une qualité patrimoniale. Le cachet de la façade Sud est conservé et seules les menuiseries extérieures sont remplacées. Le projet permet ainsi de préserver le charme de l'ancien tout en améliorant la performance thermique du bâtiment.



ATELIER D'ARCHITECTURE PASCAL SÉJOURNÉ, ARCHITECTE (27)

L'extension en bardage bois de type Douglas ne nécessite ni traitement ni entretien. Il recouvre ici une isolation en laine de bois.

Façade Sud préservée



Façade Nord avant travaux



ISOLER LES SOLS

Le sol est une des parois les plus complexes à appréhender car il est au plus près des phénomènes d'humidité. Les remontées capillaires et les ponts thermiques doivent être minutieusement gérés. Lors de travaux d'isolation, la résistance thermique recherchée doit être d'au moins $2,5 \text{ à } 4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$. Le choix d'intervention dépend du type de sol initial, de l'inertie recherchée et du type de revêtement final.

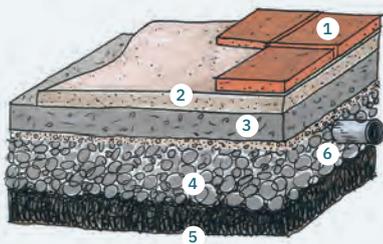
→ DÉPOSE TOTALE DU SOL

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 donc nécessaire de décaisser ce sol sur une hauteur de 45 cm pour mettre en place 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 et nécessite moins de manutention.

→ AJOUT SUR SOLS EXISTANTS

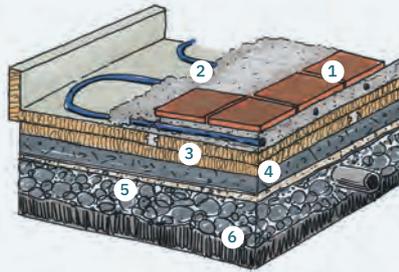
Lorsque la suppression d'un sol existant (avec peu de remontées capillaires) s'avère trop lourde financièrement et structurellement et que l'on peut surélever le niveau du seuil, il est possible d'isoler directement sur le sol existant.

→ EXEMPLES DE TECHNIQUES DE MISE EN OEUVRE



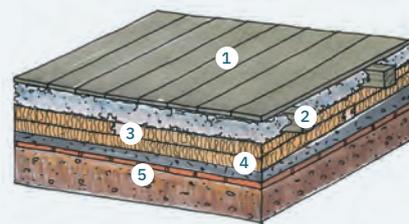
SOL À FORTE INERTIE

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



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



SOL À FAIBLE INERTIE

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

CHOISIR L'ASPECT DE SA FAÇADE

Les enduits terre ou à la chaux (enduit minéral) protègent les murs des intempéries tout en restant perméants.

Ils ont un rôle esthétique et masquent les irrégularités. Leur souplesse participe à absorber les tassements et déformations. Souvent additionné à des agrégats (sable, pigment..) les en-

duits et joints à la chaux permettent de rechercher une mise en couleur dans la gamme de coloration des matériaux naturels. Les enduits et joints ciment sont à l'inverse trop rigides et peu perméants (types : crépis, peintures, enduits synthétiques et vernis étanches à la migration de vapeur d'eau : acryliques, vinyliques, à base de silicone, glycérophthalique) ne doivent pas être utilisés sur le bâti ancien.

→ NETTOYAGE

Le type de nettoyage dépend des matériaux :

- Matériaux tendres et modénatures ciselées : ruissellement d'eau et brossage doux.
- Matériaux plus durs sans modénatures fragiles : projection d'eau sous pression.

Pour débarrasser la brique d'une ancienne peinture : projection de sable fin à condition

que les briques soient en bon état, à éviter sur de la Saint-Jean.

Remplacer si nécessaire les briques ou pierre défectueuses par des blocs de même origine ou même teinte.

Laver les briques à la fin du chantier ou après un rejointoiement, avec de l'eau acidulée pour enlever les salissures.

→ À NE PAS FAIRE

- Utiliser des briques «léopard» aux teintes mélangées allant du jaune au brun violet, étrangères aux tonalités locales.
- Recouvrir la brique d'un lait de chaux, d'un

badigeon ou d'un produit similaire (ex. peinture à phase aqueuse), pour des motifs décoratifs.

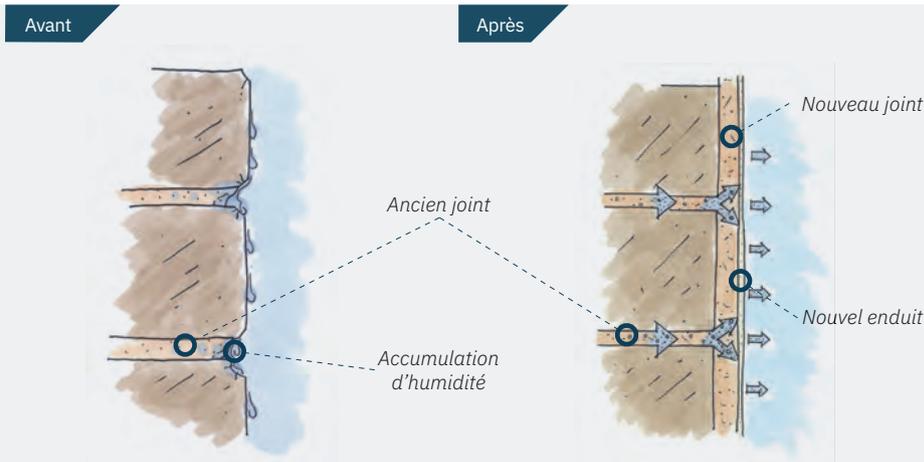
- Appliquer une peinture pliolite.



→ ATTENTION À L'EFFET DE MÈCHE 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 créer une continuité entre l'ancien et le nouveau joint et/ou le nouvel enduit. Cela permet de favoriser la traction capillaire.

L'effet de mèche est également à assurer dans le cas d'une isolation rapportée



→ RÉNOVATION DES JOINTS

Techniques de mise en oeuvre :

La réalisation des joints doit se faire hors période de gel, de grandes températures (entre 5 et 30 degrés) ou de vent important.

Les joints existants doivent être dégarnis sur 1 à 3 cm afin de permettre un bon ancrage et d'offrir une consistance suffisante aux nouveaux joints. Ils doivent ensuite être brossés et dépoussiérés.

Ils doivent être réalisés au nu des maçonneries.

Composition :

- 1 volume de chaux aérienne (Type CL 90) ou de chaux hydraulique naturelle (type NHL2 ou 3, 5)
- 3 volumes d'agrégats secs si besoin (sable sédimentaire de rivière ou de gravière, de granulométrie grossière 0,5 mm, lavé, de préférence d'origine locale).
- Eau (potable de préférence)
- Pigments naturels (terre naturelle, ocre...) ou colorants à base d'oxydes.
- Adjuvants (type TEEPOL) permettant d'améliorer la plasticité du mortier.
- Attention, certains adjuvants ou colorants (au pH acide) ne sont pas compatibles avec la chaux et sont donc à proscrire.

Astuce

Pour se rapprocher de la couleur de joints existants, faire le mélange à sec avec le pigment naturel choisi. Celui-ci se rapprochera de la couleur finale, une fois mis en oeuvre.

→ EXEMPLES DE REVÊTEMENTS TRADITIONNELS



ENDUIT TERRE-PAILLE



ENDUIT CHAUX-CHANVRE



ENDUIT CHAUX-SABLE



BARDAGE TRADITIONNEL *pose horizontale.*
Recouvrement en Mélèze



TAVAILLON (BARDEAU)
traditionnel en bois



ESSENTAGE ARDOISE
traditionnel

CHOISIR SES FINITIONS INTÉRIEURES

Le rôle des enduits en finition intérieurs sont multiples :

- Atténuer l'effet de paroi froide et assurer une protection thermique.
- Permettre à la vapeur d'eau de s'évacuer plus facilement vers l'extérieur, et donc d'augmenter le confort hygrométrique.
- Embellir les murs en masquant les irrégularités .
- Améliorer le confort olfactif.
- Améliorer le confort acoustique en absorbant les phénomènes vibratoires.

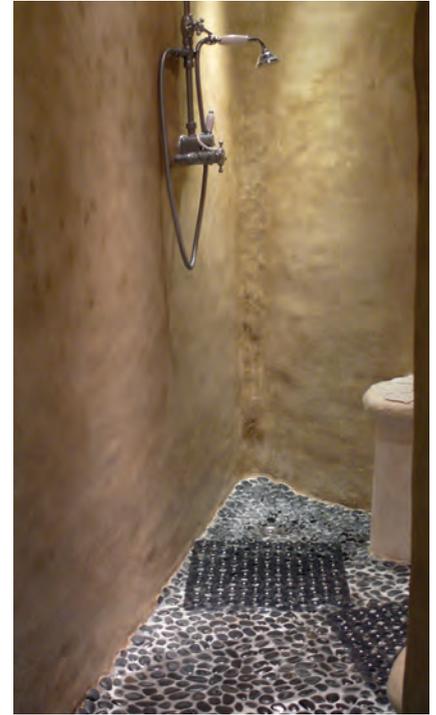
→ LES DIFFÉRENTS TYPES D'ENDUITS



LA CHAUX est assainissante et désinfectante. Elle offre une bonne durée de vie.



L'ARGILE OU ENDUIT TERRE, crée un climat intérieur optimal par la régulation de l'humidité atmosphérique en absorbant la vapeur d'eau et en la recédant lentement lorsque l'air est trop sec. Il capte les mauvaises odeurs.



L'ENDUIT TADELAKT est un enduit terre saturé à la chaux. Le ferrage de cet enduit permet de le rendre imperméable pour les pièces d'eau.



LE LAIT DE CHAUX est utilisé en finition pour donner un aspect lisse ou coloré au mur.



L'ENDUIT PLÂTRE, réalisé en trois couches, il peut être recouvert d'un badigeon au lait de chaux.



ENDUIT À LA CHAUX - PAILLE DE LIN

EN RÉSUMÉ

→ CHOIX DE MATÉRIAUX

ou membranes limitant l'entrée de vapeur d'eau dans la paroi, mais permettant son évacuation lorsque les conditions le permettent : isolants hygroscopiques et freins vapeur ou membranes hygro-variables.



→ UNE VIGILANCE PARTICULIÈRE SERA PORTÉE SUR LES GÎTES DE POUTRES,

en évitant une concentration d'humidité par la réalisation d'une étanchéité à l'air.

→ RÉALISATION D'UNE ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

par les membranes, panneaux ou enduits coté intérieur. Réflexion sur la ventilation.



→ CHOIX DE PAREMENTS EXTÉRIEURS

étanches à la pluie et laissant le mur en capacité de séchage.

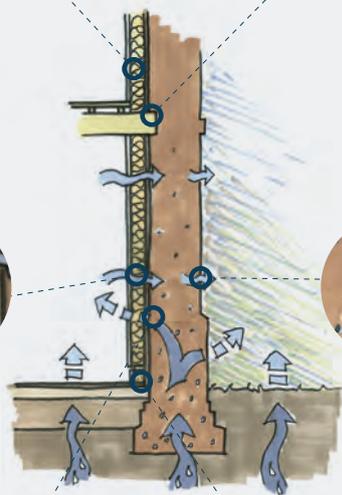
→ MURS HÉTÉROGÈNES ET SENSIBLES À L'HUMIDITÉ,

il est conseillé de retrouver ou de conserver une paroi perspirante.



→ SOL OUVERT À LA MIGRATION DE VAPEUR D'EAU

(sol extérieur, tomettes sur chape de chaux...) pose d'un isolant non vulnérable à l'humidité et non capillaire.



EXEMPLES DE RÉHABILITATIONS

Lorsque votre maison présente une certaine qualité architecturale, le principal enjeu est de conserver son identité tout en améliorant sa performance énergétique. S'il y a extension, elle doit venir compléter l'existant, en respectant la typologie et les dimensions du bâtiment traditionnel.



60

➔ RÉHABILITATION D'UN MOULIN

Les bâtiments agricoles anciens participent à la qualité architecturale de nos paysages ruraux et offrent de belles opportunités de rénovations authentiques avec le confort moderne. Le bâtiment, une fois réhabilité, offre une grande performance thermique (20,3 kWh/m² / an).

Dans cet exemple, les matériaux utilisés pour la réhabilitation et l'isolation sont des matériaux biosourcés : laine de bois, ouate de cellulose, laine de coton, bardage bois et réemploi des pierres existantes.

QUINZE ARCHITECTURE (35)

Photographies : Joan CASANELLES

Réhabilitation d'un moulin en maison individuelle Passivhaus.

Avant





chéneau en zinc

61

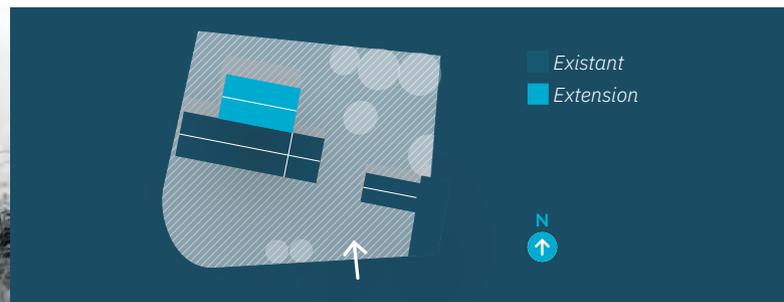
➔ EXTENSION PAR MIMÉTISME

L'extension par mimétisme consiste à reprendre la volumétrie du corps existant, proposant ainsi une symétrie quasi parfaite et offrant une façade à double pignon se raccordant par un chéneau en zinc.

**AGENCE AO-ARCHITECTURE,
OLIVIER AUDY ARCHITECTE (76)**

*L'extension reprend le matériau bois d'origine,
traité de manière contemporaine.*

Avant



Existant

Extension





62

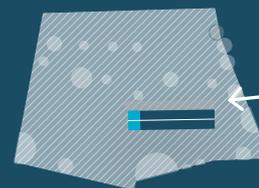
➔ RECOMPOSITION D'UN PIGNON

La recomposition d'une façade peut reprendre les matériaux du bâti initial tout en lui apportant une touche résolument contemporaine. Cet exemple illustre les possibilités de concilier nouveau caractère architectural et respect du patrimoine d'origine. Une réhabilitation sobre, saine et confortable apporte lumière et fluidité. Quant aux enduits chaux-chanvre, ils assurent le confort hygrothermique et présentent des garanties en termes de préservation du bâti !

ÉDOUARD GRISEL - ARCHITECTE (76)

Le pignon en ossature bois vêtu d'un bardage vertical a remplacé la maçonnerie en ruine.

Avant



■ Existant
■ Extension

N

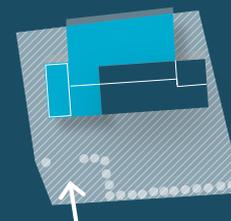


➔ EXTENSION ET SURÉLÉVATION PARTIELLE

La surélévation présente également une possibilité d'extension qui permet d'isoler en toiture et de gagner en habitabilité. Ce projet, en créant des surfaces supplémentaires, a permis de redonner une esthétique d'ensemble à la façade et de réaliser une isolation partielle par l'extérieur.

MICHEL DEMONT - ARCHITECTE (76)
L'extension intègre le garage, une entrée inscrite en creux et une surélévation.

Avant



Existant
Extension





64

➔ EXTENSION EN L

Une extension en L peut-être l'occasion d'apporter plus de lumière et d'offrir une grande pièce à vivre ouverte sur le jardin.

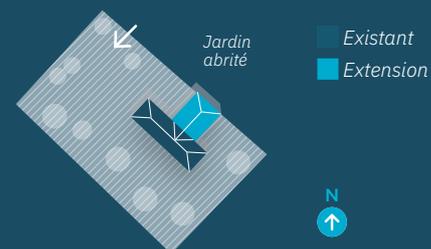
Afin de conserver l'identité des volumétries existantes, la pente de la nouvelle toiture doit être identique à la couverture principale.

RÉMI CELLIER - ARCHITECTE (76)

L'extension perpendiculaire au bâti d'origine (en L) permet de créer un espace jardin plus intime et protégé du vent. Le raccordement des toitures doit être un point de vigilance.



Avant



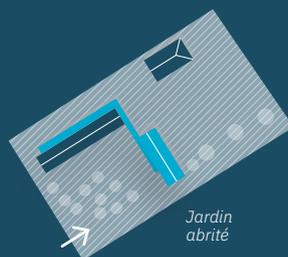


➔ EXTENSION BIOCLIMATIQUE

Implanter son extension en tenant compte de son environnement présente de nombreux avantages. Ici le projet délimite de nouveaux espaces extérieurs tout en préservant la vue sur le jardin arrière, grâce à la transparence du sas et du niveau bas. La cour carrée ainsi créée et idéalement orientée est coupée des vents dominants et plantée de pommiers. Les grandes parois vitrées laissent entrer la chaleur du soleil en hiver, tandis que les lourdes parois de brique apportent l'inertie nécessaire à la régulation des températures.

BENOÎT STEHELIN - ARCHITECTE (76)

L'extension «couloir» offre une solution intéressante pour distribuer les pièces de la longère sans empiéter sur leur faible largeur. Implantée au Nord, elle assure également l'isolation.



■ Existant
■ Extension





66



Pendant

➔ EXTENSION EN LIMITE SÉPARATIVE

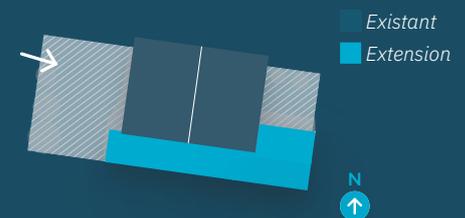
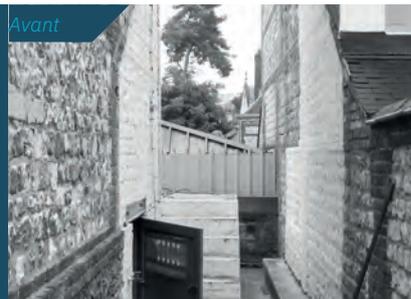
Les espaces en ville sont parfois très étroits et il n'est pas toujours facile de tirer parti de toutes les contraintes.

Dans cet exemple, un lieu de passage est transformé en lieu d'habitation. Il offre ainsi de nouveaux usages.

VMAO - VICTOR MARÉCHAL ARCHITECTE (75)

L'extension offre un espace utile et lumineux dans ce qui n'était qu'un espace résiduel.

Avant





➔ EXTENSION CONTEMPORAINE AVEC SAS

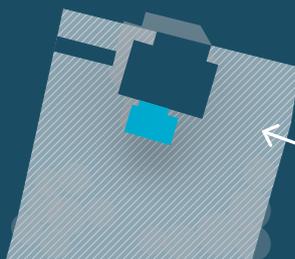
L'extension peut être composée d'un volume principal et d'un volume de transition. L'aménagement d'un sas permet de «décoller» l'extension du bâti principal afin de respecter la façade existante.

Ce projet se veut résolument contemporain dans sa volumétrie, tout en s'harmonisant à l'architecture traditionnelle.

Ici, l'extension est construite en ossature bois à claire-voie, les brises soleil en bois viennent animer la façade et protègent de l'apport solaire très important sur ces façades Sud et Ouest. Les matériaux utilisés ont été choisis pour être en harmonie avec l'existant.

DAVID DUMONT - ARCHITECTE (76)

L'extension contemporaine offre de nouveaux espaces et une nouvelle relation au jardin



■ Existant
■ Extension





➔ SURÉLÉVATION ENTRE DEUX IMMEUBLES

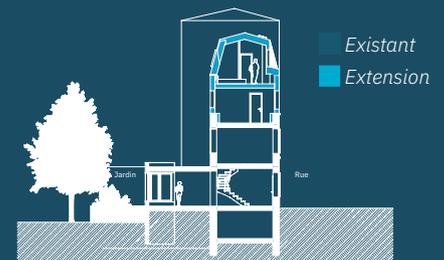
Une surélévation entre deux immeubles peut permettre de gagner plusieurs niveaux sur une petite maison et d'améliorer son isolation.

Ici, le choix constructif s'est porté sur une ossature bois permettant un chantier sec et une rapidité de mise en oeuvre. La vêtture en zinc s'inscrit dans la continuité de l'immeuble mitoyen. Les lucarnes offrent une bonne intégration au projet en respectant l'alignement des ouvertures existantes. Les proportions, plus hautes que larges des ouvertures sont conservées.

ARCHIVIOLETTE - ARCHITECTE (14)

L'extension contemporaine en zinc se démarque de l'enduit traditionnel. Le rythme de la façade est prolongé dans les étages.

Avant





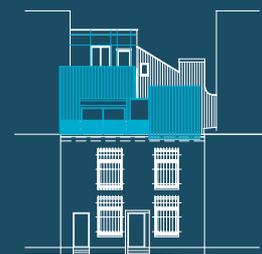
➔ EXTENSION URBAINE SUR LES TOITS

Le savoir-faire d'un architecte permet de répondre à la demande d'une extension en coeur d'îlot, tout en composant avec les contraintes architecturales et réglementaires fortes.

Parti pris architectural de cet exemple : le choix se porte sur une forme cubique résolument contemporaine, que l'architecte fait pivoter, pour obtenir un toit deux pentes. Les deux volumes créés accueillent les fonctions d'entrée et de salon. Ce jeu de pleins et vides génère des espaces extérieurs divers, protégeant des vis à l'Est.

O2 ARCHITECTURE - ARCHITECTE (76) Extension en milieu contraint sur les toits

Avant



Existant

Extension



➔ EXTENSION ACCOLÉE

Lorsque l'on décide d'accoler l'extension directement à la maison, il faut idéalement le faire dans le respect de l'architecture de cette dernière.

Dans cet exemple, le volume de l'extension vient se caler sous le débord de toit existant dans le prolongement de l'aile Est de la maison.

**EAWY ARCHITECTURE, MANUEL
FOURNEAUX - ARCHITECTE (76)**
*L'extension mélange matériaux contemporains
et traditionnels*

Avant





➔ EXTENSION CÔTÉ COUR

Une des seules possibilités d'extension des maisons de ville se situe en intérieur d'îlot. La difficulté est d'agrandir sans assombrir les pièces du rez-de-chaussée.

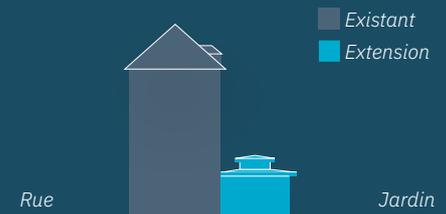
Ici, la solution consiste à capter la lumière des 4 points cardinaux grâce une lanterne centrale.

Ainsi, cette extension largement vitrée permet de profiter des apports thermiques du soleil et d'amener de la lumière. Elle offre également un nouveau rapport au jardin et une pièce de vie supplémentaire.

LAURE GUÉROULT - ARCHITECTE (76)

L'extension vient s'aligner en limite séparative, de part et d'autre de la parcelle afin de répondre aux contraintes du PLU.

Avant







4. LE BÂTI CONVENTIONNEL

Avec l'évolution de la société, des transports, des modes constructifs et l'arrivée des matériaux issus de l'industrie, la construction locale s'est peu à peu uniformisée jusqu'à se déconnecter du contexte paysager.

Les procédés industrialisés mis au point après la seconde Guerre Mondiale ont permis la généralisation du pavillon.

Depuis, la maison individuelle est trop souvent devenue un produit standardisé que l'on peut choisir sur catalogue.

L'isolation des pavillons d'après 1950 est aujourd'hui indispensable tant pour améliorer le confort de vie que pour réduire sa facture énergétique.

Les travaux d'isolation par l'extérieur offrent l'opportunité de requalifier son bien et d'augmenter sa valeur immobilière.

Les bonnes mises en oeuvre sont un facteur clé d'une isolation réussie .

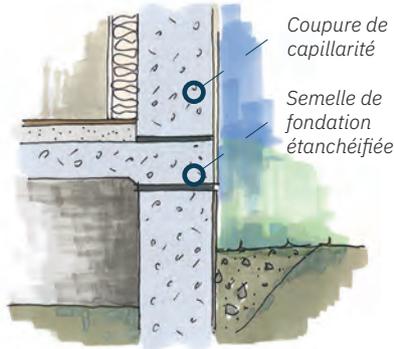
FONCTIONNEMENT ET SPÉCIFICITÉS

→ COMPRENDRE LA STRATÉGIE DE LA PAROI ÉTANCHE

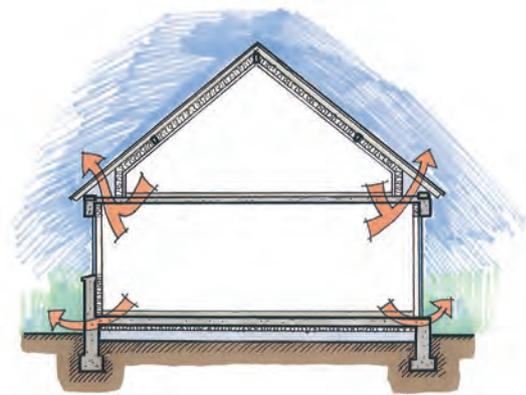
Le bâti conventionnel est conçu avec des fondations et des murs étanches à l'eau de pluie et aux remontées capillaires. Les matériaux mis en œuvre sont imperméables à la vapeur d'eau. En revanche, ces murs étant composés en majorité de blocs creux (parpaing, brique,

etc...), ils ne sont pas suffisamment étanches à l'air. À l'origine, ils 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 déperditions

de chaleur et concentrent la vapeur d'eau sous forme de condensation. Pour limiter les dégradations, depuis 1974, l'air intérieur et l'humidité ambiante doivent être évacués artificiellement par une Ventilation Mécanique Contrôlée.



COUPE VERTICALE D'UNE PAROI ÉTANCHE AU NIVEAU DU PLANCHER BAS



PONTS THERMIQUES LIÉS À L'ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR

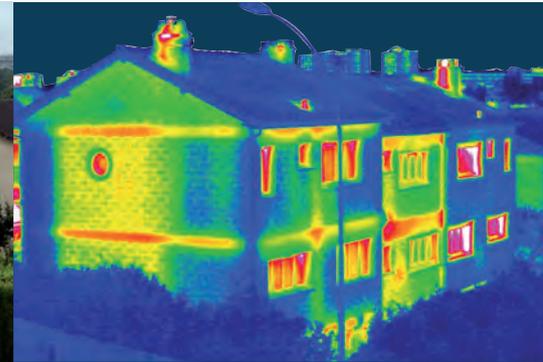
L'isolation des murs doit prendre en compte les ponts thermiques et les risques de condensation. L'isolation thermique par l'extérieur (ITE) est bien souvent le seul moyen de les réduire efficacement.

74

THERMOGRAPHIE DE LOGEMENTS ACCOLÉS EN PÉRIODE DE CHAUFFAGE

Sur ces 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.

© 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

ISOLER PAR L'INTÉRIEUR (ITI)

➔ CORRECTION D'UN PONT THERMIQUE AU NIVEAU DU SOL

Les constructions bâties sur un vide sanitaire (fig. 1) ou un terre-plein (fig. 2) présentent de fortes déperditions thermiques. Il est recommandé d'assurer une continuité de l'isolation Mur/Sol (fig.3).

FIG.1

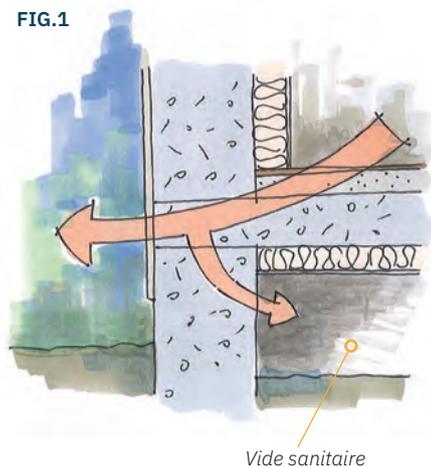


FIG.2

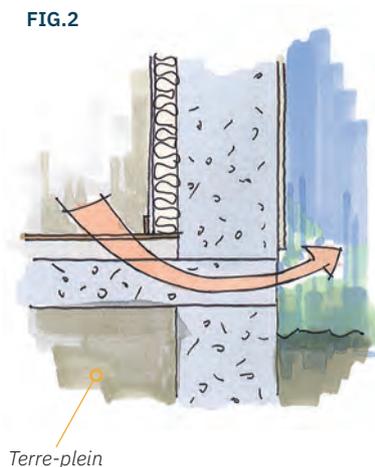
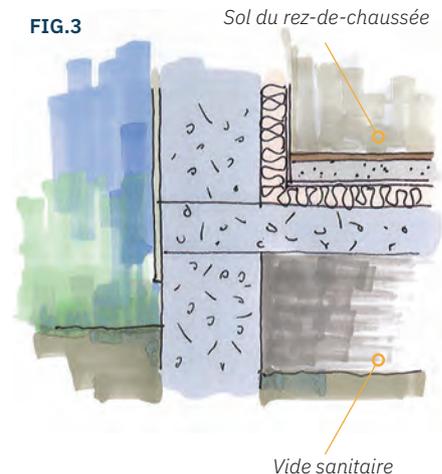
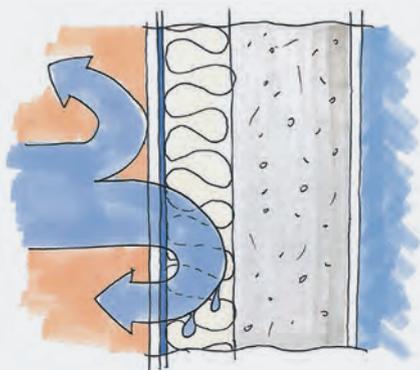


FIG.3



75



MUR ISOLÉ ÉTANCHE À LA VAPEUR D'EAU

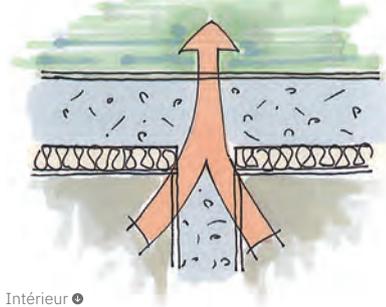
Ici le mur est enduit d'un revêtement étanche à la vapeur d'eau : l'isolant fibreux devra recevoir un pare-vapeur régulateur.

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 la pose des membranes pare-vapeur est parfaitement étanche à l'air. Sinon le pare-vapeur ne fait que concentrer le problème d'humidité.

→ CORRECTION DES PONTS THERMIQUES D'UN MUR DE REFEND

Déperdition par le mur de refend

Extérieur



Intérieur

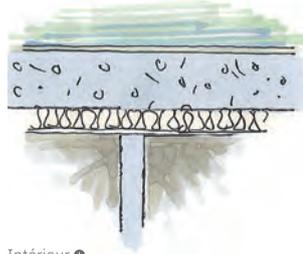
VUE EN PLAN

Solutions envisageables

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)

FIG.1

Extérieur



Intérieur

FIG.2

Extérieur

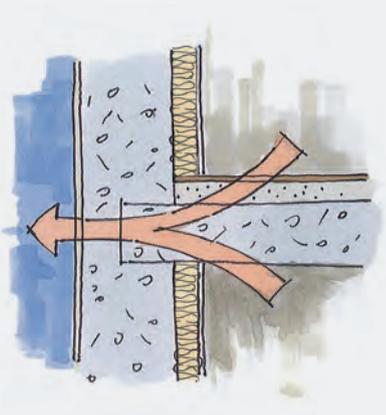


Intérieur

76

→ CORRECTION DES PONTS THERMIQUES D'UNE DALLE INTERMÉDIAIRE

Déperdition par la dalle intermédiaire



Extérieur

Intérieur

VUE EN COUPE

Solution envisageable

Assurer la continuité de l'isolant avec le sol et le plafond (ITI)



Sol

Plafond

VUE EN COUPE

La réalisation d'une isolation de la dalle en sous-sol (ex : garage), nécessite de penser à :

- Protéger les arrivées d'eau car le risque de gel sera plus important qu'avant.
- Poser une porte isolante et étanche à l'air, au niveau de l'accès au volume chauffé.
- Ne pas laisser le réseau d'eau (chauffage central) entre le mur et l'isolant, car le risque d'éclatement des tuyaux par le gel est important.

→ CORRECTION DES PONTS THERMIQUES DES HUISSERIES

La présence de ponts thermiques au niveau des huisseries est la deuxième cause de fuite d'air après le réseau électrique.

Pour assurer une bonne étanchéité à l'air, les huisseries doivent être posées en continu de l'isolant.

L'idéal est de changer les menuiseries en même temps que la réalisation de l'isolation thermique par l'intérieur : la feuilure est comblée et les menuiseries sont posées en applique.

Lorsque les huisseries ont déjà été changées, l'isolant doit couvrir le dormant afin d'assurer la continuité de l'isolation.

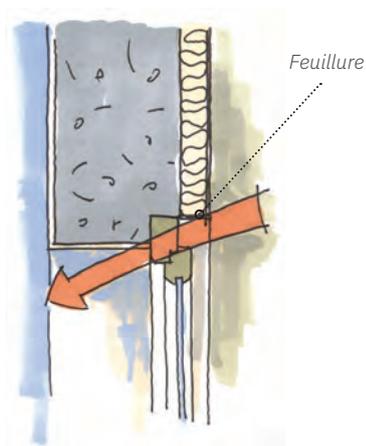
Dans les deux cas, le raccordement et le collage de la membrane pare-vapeur sur la menuiserie doivent également être soignés.



© Guillaume Jouet - architecte

Déperdition par le linteau de fenêtre

Pose en feuilure dans l'épaisseur du mur



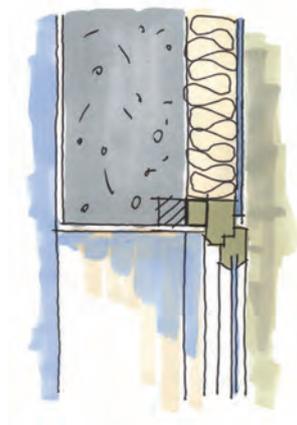
COUPE VERTICALE

● Extérieur

Intérieur ●

Solution envisageable :

Changement des huisseries en prolongement de l'ITI



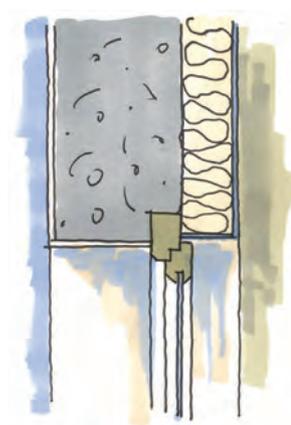
COUPE VERTICALE

● Extérieur

Intérieur ●

Solution envisageable :

Recouvrement du dormant par le matériau isolant



COUPE VERTICALE

● Extérieur

Intérieur ●

ISOLER PAR L'EXTÉRIEUR (ITE)

L'ITE est souvent présentée, à juste titre, comme une solution optimale. Elle permet de réduire 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.

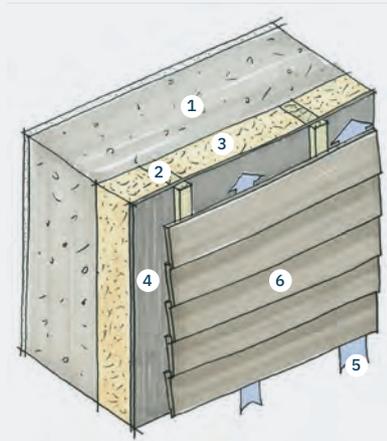
Au-delà des autorisations réglementaires et des considérations esthétiques, cette technique nécessite une attention particulière sur les points suivants:

- 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...),
- Intervenir sur les désordres avant toute isolation (fissures, décollement, humidité...)
- Traiter les points stratégiques au niveau de

l'enveloppe: débord de toiture, jonction de sol, appuis et tableaux de fenêtres volets, cables/réseaux etc,

- Si le bâti dispose d'un isolant intérieur, il est nécessaire que l'isolant extérieur ait une résistance thermique 2 fois plus élevée afin de ne pas générer de condensation interne,
- Penser à l'aspect final, type de finition (enduit, bardage, essentage), couleur et proportions des volumes de façades vis à vis des toits,
- S'assurer que la ventilation existante est suffisante.

78

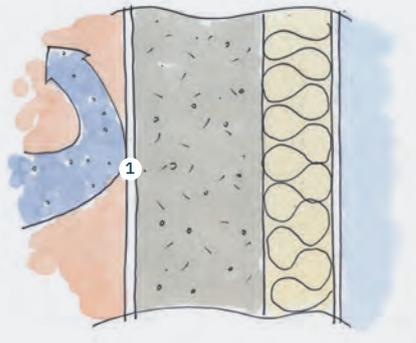


● Intérieur

Extérieur ●

ITE AVEC BARDAGE BOIS

- ① Structure primaire
- ② Ossature secondaire
- ③ Isolant $R = 3,7 \text{ m}^2 \text{ K/w}$
- ④ Pare-pluie HPV
- ⑤ Lamelle d'air ventilant le bardage
- ⑥ Bardage



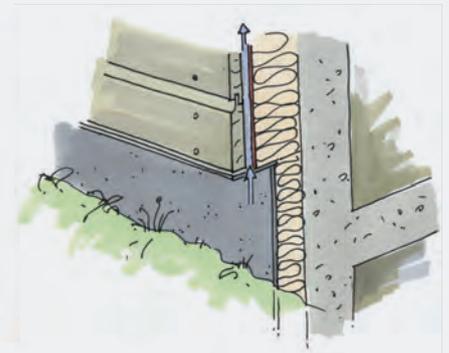
● Intérieur

Extérieur ●

ITE AVEC ENDUIT DE FINITION

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

- ① Enduit



ITE EN PIED DE MUR

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

➔ LE TRAITEMENT DES HUISSERIES ET DES ÉLÉMENTS ATTENANTS

Il est impératif d'intégrer la question des huisseries dans un projet d'isolation. En effet, les retours de tableaux de fenêtres ne sont souvent pas isolés, causant des pathologies et limitant la durée de vie des huisseries.

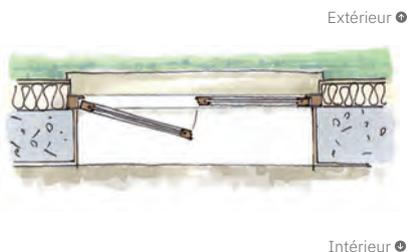
Si les huisseries sont conservées

Pose d'un isolant de faible épaisseur en retour dans l'embrasure, les linteaux et les appuis de fenêtres. Dans le cas d'un appui en béton très débordant, l'appui doit être coupé pour permettre une pose en continu de l'isolant. Cette solution réduit la luminosité et est compliquée à mettre en oeuvre.



Si les huisseries sont remplacées

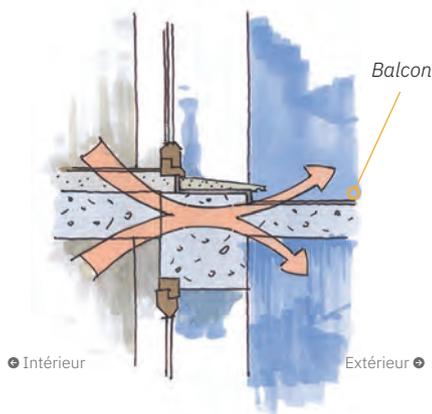
Il est judicieux de faire le choix d'une dépose totale afin d'assurer une pose des huisseries dans la continuité de l'isolant extérieur. Cette solution permet de gagner en luminosité.



79

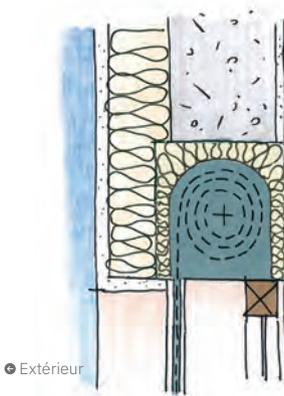
DÉPERDITION PAR LE BALCON

Pour éviter de créer un pont thermique au niveau de la chape du balcon, l'ITE doit prévoir le traitement des balcons.



COFFRES DE VOLETS ROULANTS

L'ITE doit également traiter les coffres de volets roulants.



CHOIX DES ENDUITS EXTÉRIEURS

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



CHOISIR L'ASPECT DE SA FAÇADE

Un bardage ou un essentage est un revêtement extérieur qui vient habiller une paroi isolée par l'extérieur ou non. Une véture est un panneau isolant revêtu d'un matériau de finition extérieur.

→ LEURS RÔLES :

- Requalification architecturale
- Protection contre les intempéries
- Protection contre les chocs
- Fonctionnel (intégration des gaines techniques)
- Isolant

Il existe de nombreux habillages modernes comme le bois, le zinc, la tôle, les panneaux stratifiés, les carreaux de terre cuite, ou traditionnels comme l'ardoise, le bois...

→ LE BOIS :

Le bardage bois classique est constitué de lames horizontales à gorges (appelés clins), encastrables les unes dans les autres (rainures et languettes). Ce type de bardage requalifie difficilement une façade car l'ensemble, une fois assemblé, forme une paroi homogène et continue.

Le dessin du calepinage est décisif, il assemble les différentes lames pour composer une façade esthétique. Les bardages à lames verticales, ajourées (à claire-voie) ou à couvre joints permettent plus de liberté et de recherche architecturale. Ils vieillissent également de manière plus homogène.



POSE VERTICALE À FAUX CLAIRE-VOIE



POSE VERTICALE

Essence : Chataîgner



POSE À COUVRE JOINTS

Essence : Mélèze



POSE À CLAIRE-VOIE VERTICALE

Essence : Pin sylvestre lasuré



POSE VERTICALE

Essence : Douglas-Traitement : bois brûlé



ESSENTAGE

Ardoise



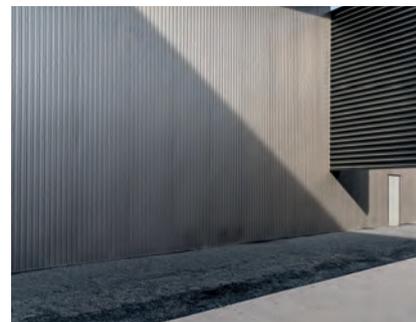
POSE À COUVRE-JOINTS

Esence : Douglas



BARDAGE A JOINTS DEBOUTS

Zinc



BARDAGE MÉTALLIQUE



POSE À CLAIRE-VOIE HORIZONTALE



TERRE CUITE

Terreal



VOLETS COULISSANTS



BARDEAUX DE BOIS



PANNEAUX EN BOIS COMPOSITE

Trespa

➔ À NOTER

Il est fortement recommandé de choisir des essences d'arbres naturellement durables, répondant aux exigences des bois de «Classe de risque 3 » (Norme NF EN 350 - Juillet 94) et de respecter les règles de mise en oeuvre. Les bardages en bois Français ou Européens comme le Douglas et le Mélèze sont naturellement imputrescibles et ne demandent aucun entretien.

EXEMPLES DE RÉHABILITATIONS



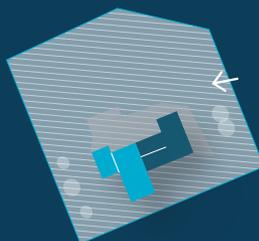
82

➔ ISOLATION ET EXTENSION D'UNE MAISON DE 1930

Les constructions de l'entre-deux-guerres mélangent les modes constructifs et les matériaux. Leurs réhabilitations nécessitent donc un diagnostic affûté. Dans cet exemple, l'enduit ciment qui recouvrait les moellons a été piqueté et revêtu d'une laine de bois et d'un enduit chaux, les nouvelles huisseries sont posées en continuité de l'isolant. Une isolation par l'extérieure en toiture prolonge celle des murs sans nuire à la volumétrie générale et permet de raccrocher l'extension.

VÉRALIGNE ARCHITECTURE (76) VALÉRIE PARRINGTON, ARCHITECTE

L'extension en bois crée un nouveau rapport en jardin et laisse pleinement entrer la lumière.



■ Existant
■ Extension





➔ EXTENSION D'UNE MAISON BALNÉAIRE

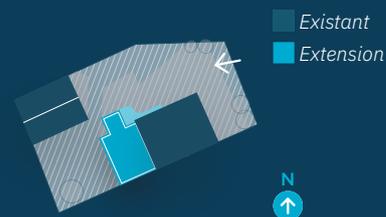
L'architecture Néo-Normande, dont fait partie cette petite villa balnéaire, joue de volumétries en saillies, en décrochées ou en creux.

La proposition d'extension de l'architecte s'inscrit dans cette continuité tout en proposant une extension résolument moderne, sans fioritures pour laisser la place au jeu des pleins et des vides.

ATELIER 970 ARCHITECTE (76)

L'extension en ossature bois est revêtue de panneaux composites et de bois de mélèze.

Avant





84

➔ Agrandir une maison de ville

L'extension de cette maison traditionnelle en brique est implantée en limite sur la rue et contre la façade d'origine, par le biais d'un volume plus bas. Son implantation détermine trois espaces : la cour donnant sur la rue, le passage entre la rue et la nouvelle construction et le jardin.

Les matériaux utilisés, notamment le bois et le zinc, permettent de donner une touche contemporaine qui reprend les codes de l'architecture traditionnelle par sa volumétrie

**MWAH AGENCE D'ARCHITECTURE,
ÉTIENNE LEMOINE
ARCHITECTE (27)**

Photographe : Paul Kozlowski

Le volume d'entrée, en liaison avec la maison d'origine relie et distribue l'extension.



■ Existant
■ Extension





➔ Transformer le garage en pièce de vie

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 sa maison. Le linteau de garage généralement plus bas doit être modifié pour être mis à la même hauteur que ceux des fenêtres.

AGENCE AO, OLIVIER AUDY ARCHITECTE (76)

Amélioration de la qualité architecturale du bâti grâce à la transformation du garage en pièce de vie supplémentaire.





86

➔ MÉTAMORPHOSER UN PAVILLON

Le prétexte énergétique est souvent l'opportunité de métamorphoser son pavillon. L'isolation par l'extérieur permet de lisser les ponts thermiques et d'améliorer le confort d'été. Les nouvelles ouvertures sont agrandies et posées en continuité de l'isolant.

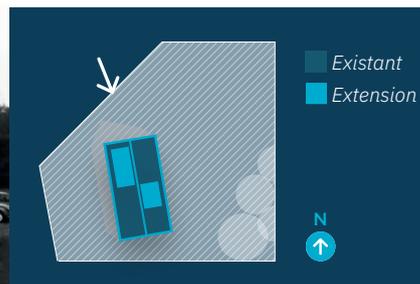
Sur ce projet, deux lucarnes permettent de gagner en espace et en luminosité. Elles offrent ainsi une nouvelle visibilité sur le paysage.

Démarche de rénovation BBC (Bâtiment Basse Consommation) qui permet de diviser la facture énergétique de la maison par 13 !

ATELIER PROSPECTIF (50) ROMAIN TRAVERT, ARCHITECTE

L'isolation par l'extérieur habillée de bois et métal et de teinte cuivre offre une bonne intégration dans l'environnement.

Avant





➔ MODIFIER LA TOITURE

Les pavillons à 4 pentes dont les combles sont non exploitables sont difficiles à agrandir de plain pied.

La transformation de la toiture en 2 pentes amène du volume et de l'espace habitable à l'étage ainsi que de la luminosité grâce aux nouvelles ouvertures.

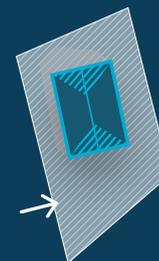
La rénovation thermique présentée passe par une isolation extérieure et un gain de lumière grâce au remplacement des fenêtres traditionnelles à deux vantaux par un seul.

**AGENCE D'ARCHITECTURE
EVE RICHARD THINON (50)**

Photographe : Guillaume Jouet

L'extension améliore le rapport au jardin grâce à la création d'une terrasse.

Avant



■ Existant
■ Extension





88



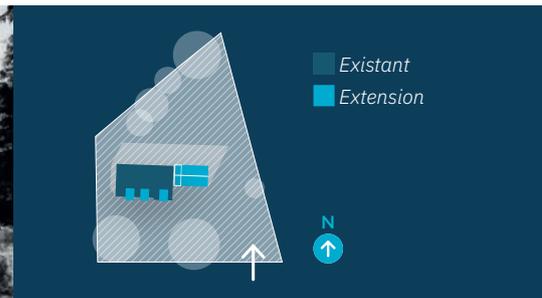
➔ CHANGER D'IDENTITÉ

L'isolation par l'extérieur des façades et du toit abouti à une modification radicale sur le plan architecturale et énergétique. Le sas verrière permet de faire la jonction entre la maison existante et l'extension créée. La modification des lucarnes transforme les proportions du pavillon. Ce projet est labellisé « passif », ce qui permet de réduire les besoins de chauffage à 23,6 kWh^{ep}/m²/an (soit 3 fois moins qu'une maison neuve actuelle !).

QUINZE ARCHITECTURE (35)

Photographe : Michel Ogier

L'extension est en ossature bois, l'isolation en ouate de cellulose et fibres de bois.





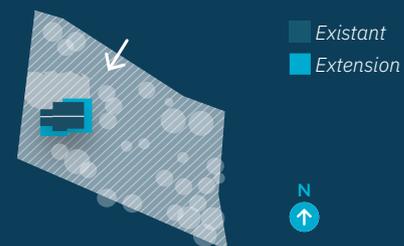
→ SURÉLEVER UN PAVILLON

Surélever un pavillon, c'est l'occasion de gagner de la surface, de réinterroger le plan existant et d'améliorer le niveau de confort (apport de lumière et de calories, amélioration acoustique, thermique...). La surélévation permet d'isoler par l'extérieur et d'offrir des surfaces habitables supplémentaires en toiture. Tandis que l'extension sur l'arrière offre une chambre parentale à l'accessibilité facilitée.

**ELAB ARCHITECTE (76),
AURÉLIE BARDIN, ARCHITECTE**

L'extension est revêtue d'un bardage bois à claire-voie, la pointe de pignon et l'habillage façade sud sont en zinc

Avant



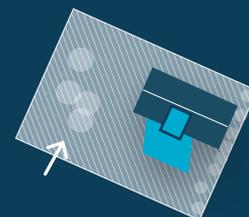


➔ AJOUTER DES VOLUMES SIMPLES

Même pour la création d'une extension simple, une réflexion globale est souvent vertueuse. L'ajout de volumes contemporains permet de moderniser un pavillon. Cette extension en profondeur et sur deux niveaux requalifie complètement l'espace intérieur et l'apport de luminosité. Par ailleurs, le volume à toiture plate permet d'éviter les sous-pentes à l'étage. L'isolation thermique par l'extérieur harmonise l'existant à l'extension.

AMB ARCHITECTURE
AGENCE MORLAY BALLIERE (76)

L'extension est composée de volumes superposés jouant de couleurs et matières qui dynamisent l'ensemble.



■ Existant
 ■ Extension





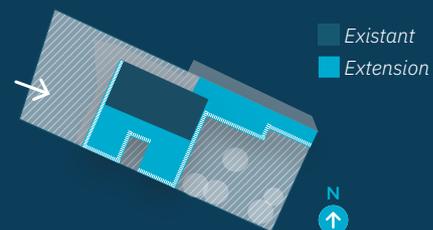
➔ MODIFIER LE PIGNON SUR RUE

Un projet d'agrandissement peut être l'occasion d'améliorer la qualité architecturale du pignon sur rue. Un volume contemporain peut également venir dynamiser une volumétrie classique.

Dans l'exemple ci-dessous, la place de l'entrée et du garage ne sont pas modifiées mais sont désormais plus discrets grâce à une peinture sombre et un traitement homogène du rez-de-chaussée et du garage.

ANTOINE LAINÉ, ARCHITECTE (76)

L'extension est revêtue d'un bardage à claire-voie horizontale et agrémentée d'un brise soleil pour harmoniser l'ensemble.





92

5. ANNEXES



GLOSSAIRE

→ C

• Capacité thermique d'un matériau

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 1m² 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 gouttelettes 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.

→ D

• Déclaration Préalable (DP)

Certains travaux sont seulement soumis à déclaration :

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

• 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 en été.

→ E

• Effusivité thermique (E)

L'effusivité thermique des matériaux représente la rapidité avec laquelle la température superficielle d'un matériau se réchauffe, et donc la sensation de chaud ou de froid qui s'en dégage. Plus le coefficient (Ef) est élevé, plus le matériau absorbe rapidement l'énergie sans se réchauf-

fer notablement en surface (métal, pierre, faïence...). À contrario les matériaux isolants ont un coefficient Ef faible en absorbant peu de chaleur. Les matériaux dotés d'une inertie forte ont généralement un coefficient Ef élevé. Dans certains cas, on pourra disposer un matériau à faible coefficient Ef comme le bois devant une paroi à forte inertie. Cette solution permet de supprimer l'effet de paroi froide.

• Emprise au sol :

L'emprise au sol correspond à la projection verticale du volume au sol. Les balcons et les loggias y sont comptabilisés.

→ H

• Hérisson

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.

→ I

• 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.

→ **M**

- **Mâchefer**

Le mâchefer est un «béton pauvre» composé à partir de substance provenant du recyclage des scories de houilles (résidus de haut fourneau) et d'un liant (chaux et/ou ciment). Sa composition est très variable selon l'origine des déchets utilisés. Le béton de mâchefer s'est répandu à partir de 1880 jusqu'à la période de reconstruction après la seconde guerre mondiale. Les murs en béton de mâchefer étaient mis en œuvre par banchage mais ils pouvaient également être réalisés à l'aide de blocs agglomérés de mâchefer.

C'est un matériau relativement friable et très poreux qui est sensible à l'humidité. Il est à approcher avec les mêmes soins qu'un mur en terre (pisé, bauge).

- **Modénature**

Ensemble des éléments de décors (moultures, corniches, bandeaux, etc.) qui caractérisent une façade et qui en sont solidaires.

→ **P**

- **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.

- **Permis de Construire (PC)**

Il est exigé pour tout changement de destination de locaux qui modifie la façade ou la structure porteuse. Il est également exigé pour certains agrandissements de surfaces. Si la surface totale de plancher dépasse 150 m², le recours à un architecte est obligatoire.

Le permis peut être modifié lorsqu'une consultation avec un Architecte des Bâtiments de France s'avère nécessaire. La demande de permis de construire doit être transmise à la mairie.

- **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.

- **Porosité**

Le matériau contient des pores ou cavités. Si les cavités ne sont pas reliées, c'est un matériau fermé comme le verre cellulaire. Si les pores sont reliés et forment des canaux, c'est un matériau ouvert.

→ **R**

- **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 1,50 m, malgré le phénomène de pesanteur.

- **Résistance à la diffusion de vapeur d'eau (Sd)**

Notée Sd, elle exprime la capacité d'un matériau 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 m².K/W. Elle est indiquée sur les emballages des matériaux et dépend d'une certification officielle. (K = Kelvin-W=Watt).

La résistance thermique s'obtient en faisant le rapport épaisseur de l'isolant (en mètre) sur la conductivité thermique (en Watt par mètre-Kelvin).

→ **S**

- **Surface de Plancher (SP)**

La surface de plancher est égale à la somme de toutes les surfaces de tous les niveaux, à la fois closes et ouvertes à une hauteur sous plafond supérieure à 1,80 m et calculée à partir du nu intérieur des façades. On déduit de cette surface : les vides et trémis, les combles non aménageables de moins de 1,80 m de hauteur et les garages et caves.

- **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, balcons, loggias, vérandas non chauffées et toutes surfaces non-closes).

PROPRIÉTÉS DES ISOLANTS

Matériaux	Capillaire	Hygroscopique et résilient	Imputrescible	Compatible mur ancien
Panneau isolant minéral (ex : Multipor)	Oui	Oui	Oui	●●●
Fibre de bois souple	Oui	Oui	Non	●●
Fibre de bois panneau rigide	Oui	Oui	Non	●●
Chanvre	Oui	Oui	Non	●●
Béton de chanvre	Très capillaire	Oui	Non	●●
Paille / terre	Oui	Oui, dans le sens de la fibre	Non	●●
Roseau tige	Non	Non	Oui	●
Ouate de cellulose (vrac)	Oui	Oui	Non	●●
Fibre textile recyclé	Oui	Oui	NR	●●
Laine de mouton	Oui	Oui	Non	●●
Liège expansé	Peu capillaire	NR	Oui	●
Laine minérale	Non	Non	Oui	●
Isolant mince	Non	Non	NR	●
Aerogel	Non	Non	Oui	●
Sous vide PIV	Non	Non	Oui	●
Polystyrène expansé	Non	Non	Oui	●
Polystyrène extrudé	Non	Non	Oui	●
Mousse de polyuréthane	Non	Non	Oui	●
Verre cellulaire / blocs	Non	Non	Oui	Rupteur capillaire
Mousse de verre / granulats	Non	Non	Oui	Rupteur capillaire
Verre expansé / granulats	Non	NR	Oui	Rupteur capillaire
Perlite	NR	Hydrophile	Oui	Plancher
Vermiculite expansée	NR	Hydrophile	Oui	Plancher
Argile expansée	Oui	Hydrophile	Oui	Plancher
Pierre ponce - Pouzzolane	Oui	NR	Oui	Plancher

↑ ISOLANTS MURS ET TOITURES

↑ ISOLANTS SOLS/PLANCHERS

Temps de déphasage pour 20 cm	densité ou masse volumique (kg/m3)	coût	Lambda λ
4h		€€	0,045
7h30	50	€€	0,038
15h	190	€€	0,037/0,046
7h	40	€€	0,04 / 0,06
7h	420	€€	0,04
8h	100	€	0,05 / 0,065
8h	200	€€	0,07
10h	50	€€	0,04
4h à 6h	25	€	0,04
5h	16	€€	0,035 / 0,045
9h	125	€ €€	0,035 / 0,05
6h	27 à 150	€	0,032 / 0,044
nr	nr	€	NR
nr	70	€ €€	0,012
nr	nr	nr	0,005
4h	20	€€	0,032 / 0,038
6h	30	€ €€	0,029 / 0,035
6h	35	€ €€	0,024 / 0,03
nr ou 7h	nr	€ €€	0,04 / 0,06
nr	nr	nr	0,07 / 0,09
nr	nr	nr	0,6 / 0,09
NR	70	€€	0,06 / 0
NR ou 6h	90	€€	0,04 / 0,08
9h	nr	€€	0,08 / 0,15
Oui		0,08 / 0,2	0,08 / 0,2

→ CAPILLAIRE

Capacité d'un matériau à absorber (transporter) de l'eau liquide par capillarité.

Les trois grandeurs qui permettent d'exprimer la capillarité d'un matériau :

- Coefficient d'absorption d'eau (A ou Aw) en kg/m².s^{1/2} ;
- Coefficient de transport d'eau liquide par succion (Dws,) en m²/s ;
- Coefficient de transport d'eau liquide par redistribution (Dww) en m²/s.

→ HYGROSCOPIE

Capacité d'un matériau à absorber et restituer l'humidité. Elle correspond au volume disponible d'un matériau pour stocker de l'eau liquide (pores ouverts). Remarque : un matériau peut être à la fois très capillaire et hygroscopique ou peu capillaire et très hygroscopique.

97

→ LAMBDA

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

→ RÉSILIENT

Capacité d'un matériau à retrouver sa forme d'origine après déformation.

→ DÉPHASAGE

Aptitude à laisser passer plus ou moins rapidement la chaleur. Dans la région Normandie on cherche à freiner d'environ 7 à 12h la restitution de la chaleur en été.

→ MATIÈRE BIOSOURCÉE

Matière issue de la biomasse végétale ou animale pouvant être utilisée comme matériau de construction.

CONTACTS ET LIENS UTILES

➔ RÉSEAU FAIRE

Conseillers EIE
www.faire.gouv.fr

➔ SERVICES TERRITORIAUX DE L'ARCHITECTURE ET DU PATRIMOINE

UDAP

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

➔ PARC NATUREL RÉGIONAL DES BOUCLES DE LA SEINE NORMANDE

Maison du Parc
www.pnr-seine-normande.com
contact@pnr-seine-normande.com

➔ FONDATION DU PATRIMOINE

Bureau de Rouen
02.32.19.52.51
normandie@fondation-patrimoine.org

➔ MAISON PAYSANNE DE FRANCE

<http://haute-normandie.maisons-paysannes.org/dpt/seine-maritime/la-delegation-contacts-du-bureau-76/>

➔ ARPE NORMANDIE

Association régionale pour la promotion de l'éco-construction
www.arpenormandie.org

➔ CREBA

Centre de ressources et de documentation
www.rehabilitation-bati-ancien.fr

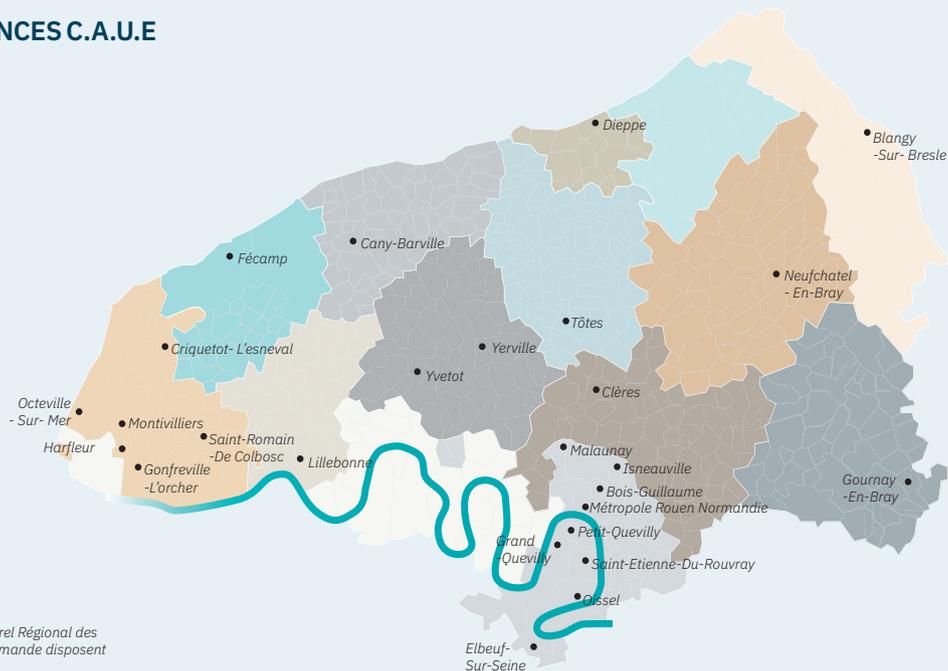
➔ EFFINERGIE

Label BBC, Label Patrimoine
www.effinergie.org

➔ ORDRE DES ARCHITECTES

www.architectes.org

➔ PERMANENCES C.A.U.E



Le Havre & le Parc Naturel Régional des Boucles de la Seine Normande disposent d'architectes conseils.

76
Seine-Maritime
caue

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

C.A.U.E 76

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

ISBN 978-2-9578334-0-5



9 782957 833405