



RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE, CONFORT ACOUSTIQUE ET QUALITÉ DE L'AIR EN HABITAT INDIVIDUEL

LES FONDEMENTS D'UNE INTERVENTION ÉQUILBRÉE



— Guide technique et
opérationnel à destination
des conseillers en
rénovation énergétique

ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

Ce document est édité par l'ADEME

ADEME

20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

Coordination technique :

Philippe Strauss (CIDB), Patrice André (ADEME)

Rédacteurs :

Pilotage

Philippe Strauss (CIDB)

Auteurs

Pierre Barles (PBC, bureau d'études en thermique, acoustique et aéraulique), Jacques Daliphard (consultant en acoustique et thermique), Mathilde Paul, Roland Gaven et Raphaël Guilbaud (bureau d'études en acoustique Espace9), Mathias Meisser (consultant en acoustique), Philippe Strauss (CIDB).

Comité de pilotage ADEME

Patrice André, Souad Bouallala, Pierre Deroubaix, Hubert Despretz, Aude Fortain, Emmanuel Thibier.

Remerciements

Le CIDB et le comité de rédaction de cet ouvrage tiennent à remercier le comité d'experts qui ont contribué à enrichir la réflexion des auteurs au début de la démarche de rédaction de cet ouvrage :

Nicolas Balanant (ingénieur acousticien), Pierre Bardou (consultant en aéraulique), Anne-Marie Bernard (bureau d'études Allie'Air), Bernard Sésolis (consultant en études thermiques), Loïc Hamayon (architecte et acousticien).

Toute notre gratitude également à la vingtaine de conseillers du réseau Ademe des Espaces Info Energie qui ont alimenté la phase d'enquête en amont du projet, ainsi que pour leur relecture à mi-chemin du projet. Enfin, un grand merci à Anne-Marie Soulier, chef de projet acoustique et ventilation des bâtiments au ministère en charge du Logement, pour sa relecture attentive.

Suivi éditorial :

Philippe Strauss (CIDB) et Walter Persello (ADEME)

Création graphique et illustration de couverture :

Studio graphique Marc Rosenstiehl /
www.studio-mo.fr

Brochure réf. 8686

ISBN : 9791029703003 – Août 2017

PRÉFACE

Le bâtiment représente en France près de 45 % de la consommation énergétique nationale et plus de 25 % des émissions de gaz à effet de serre.

Aussi, la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, adoptée en août 2015 et anticipant l'accord de Paris signé lors de la COP 21, place le bâtiment au cœur de la stratégie pour réduire les émissions de gaz à effet de serre de façon durable et a pour objectifs ambitieux de rénover l'ensemble du parc existant au niveau BBC (« bâtiment basse consommation ») à l'horizon 2050, et les logements résidentiels privés les plus énergivores dès 2025. La loi permet d'aller encore plus loin, définissant des exigences visant à combiner les performances thermiques avec celles de l'acoustique lors de la rénovation énergétique de bâtiments situés dans des zones de bruits critiques.

Le respect de ces objectifs va de pair avec un travail sur l'amélioration de la qualité d'usage des bâtiments, et notamment du confort acoustique – le bruit est toujours la première nuisance ressentie par les Français à leur domicile – ainsi que de la qualité de l'air intérieur. Ces thématiques ont aujourd'hui des impacts sur la santé et le confort et des conséquences économiques majeures. En effet, selon les estimations d'une étude du Conseil national du bruit et de l'ADEME, le seul coût de l'exposition aux bruits des transports s'élèverait à 11,5 milliards d'euros par an. Par ailleurs, une étude de l'Observatoire de la qualité de l'air intérieur et de l'Agence nationale de sécurité sanitaire a évalué à 19 milliards d'euros par an le coût socio-économique de la pollution de l'air intérieur.

Réduire fortement la consommation d'énergie d'un logement existant, dans des conditions où la qualité de l'air intérieur et le confort acoustique sont aussi

maintenus, voire améliorés, relève d'une approche globale, multicritères et soucieuse des équilibres à l'œuvre dans un bâtiment.

Une approche combinée permet en effet de concilier des objectifs de réduction des consommations énergétiques et une diminution significative des problèmes de santé publique liés à la surexposition aux bruits et à la mauvaise qualité de l'air intérieur, et ceci pour un surcoût qu'on peut considérer négligeable. Ce surcoût est sans commune mesure avec le traitement acoustique seul qu'il serait nécessaire de mettre en œuvre. Ce surcoût doit permettre également d'éviter de nombreux désordres techniques causés par un traitement thermique négligeant ces problématiques et pouvant même induire une dégradation du confort acoustique et de la ventilation des logements.

Il est ainsi nécessaire de promouvoir, en rénovation, une coordination entre les différents intervenants et la définition d'un plan global et cohérent de travaux.

Pour encourager les professionnels de la rénovation des bâtiments à s'investir sur ce terrain de la mutualisation des compétences et de la complémentarité des interventions, l'ADEME a réuni en un seul ouvrage les notions indispensables à connaître pour concilier l'efficacité énergétique, la qualité de l'air intérieur et le confort acoustique lors de travaux de rénovation dans une logique d'optimisation technico-économique des travaux.

Ce guide est à destination de tous les acteurs de la rénovation énergétique – conseillers Info Energie des Points Rénovation Info Service, maîtres d'ouvrage, architectes, courtiers en travaux, entrepreneurs, bureaux d'études, artisans... – qui sont les garants d'une approche équilibrée.

Marie-Christine PRÉMARTIN

Directrice exécutive Programmes
Agence de l'environnement
et de la maîtrise de l'énergie

Emmanuel ACCHIARDI

Sous-directeur de la qualité
et du développement
durable dans la construction
Ministère en charge du Logement



PRÉAMBULE

RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE, CONFORT ACOUSTIQUE ET QUALITÉ DE L'AIR EN HABITAT INDIVIDUEL : LES FONDEMENTS D'UNE INTERVENTION ÉQUILIBRÉE

Guide technique et opérationnel à destination des conseillers en rénovation énergétique

Loi de transition énergétique oblige, à compter de 2017, le secteur du bâtiment doit rénover 500 000 logements par an. Ce vaste chantier constitue une opportunité unique d'améliorer dans le même temps les performances acoustiques et la qualité de l'air intérieur (QAI) de ces habitations. De fait, de nombreux logements en France cumulent de faibles performances thermiques et acoustiques. Quant à la qualité de l'air intérieur, dans une majorité de logements, la présence de polluants, de particules fines ou d'allergènes, des taux d'humidité pouvant être élevés, créent des conditions susceptibles d'avoir un impact sur la santé. En rénovation, le risque de se focaliser sur le seul volet thermique est de voir ces situations préoccupantes s'aggraver encore.

Or, la plupart du temps, les travaux à visée énergétique sont engagés sans prendre en compte les aspects liés à l'acoustique, à la QAI et à la ventilation. Les incompatibilités ou les possibles synergies entre ces objectifs étant mal connues ou mal maîtrisées, ces travaux ont même souvent un impact négatif sur le confort sonore ou sur le renouvellement de l'air.

Pour aider le conseiller en rénovation énergétique à mener une réflexion transversale et multicritères, l'ADEME a souhaité rassembler en un seul ouvrage les notions à connaître pour qui veut concilier ces trois exigences que sont l'efficacité énergétique, la QAI et le confort acoustique.

Il s'agit de mettre le professionnel en capacité d'évaluer, à partir de paramètres d'entrées tels que l'environnement extérieur, le type de construction et la stratégie de rénovation énergétique, l'étendue du « risque » de désordre acoustique, de mauvaise qualité de l'air intérieur et/ou de problème lié à la ventilation.

Mais ce guide ne se limite pas à préciser les précautions qui s'imposent, il explique aussi comment profiter de certaines opérations de rénovation thermique pour améliorer du même coup l'acoustique et la QAI. C'est d'ailleurs l'esprit de la loi sur la transition énergétique et la croissance verte, qui encourage le maintien ou l'amélioration de l'ensemble des qualités d'usage (sécurité, qualité de l'air intérieur, acoustique, lumière naturelle, aspect architectural...) lors des rénovations.

Un document principalement dédié à la maison individuelle

Ce guide est principalement dédié à la maison individuelle, qui représente pas moins de 56,7% du parc de logements en France. Et qui constitue l'essentiel du public des Points Rénovation Info Service. Le cas des maisons individuelles en

bande, maisons jumelées et maisons de ville – avec notamment leur particularisme acoustique –, est couvert par ce guide.

La typologie de l'habitat collectif représente un éventail de situations et un niveau de complexité qui justifieraient volontiers d'y consacrer un ouvrage à lui seul. Par conséquent, le cas du logement collectif n'est pas spécifiquement traité dans ce guide.

Donner toute sa place à la ventilation

Sachant que chaque Français passe environ 80% de son temps dans un espace clos, c'est dire si la qualité de l'air qu'on respire à l'intérieur des constructions a son importance. D'ailleurs, une étude exploratoire de l'OQAI et de l'ANSES publiée en 2014 a estimé à 19 milliards d'euros par an le coût de la pollution de l'air intérieur.

La qualité de l'air intérieur dépend des émissions intérieures (mobilier, matériaux, combustion, activités humaines, pratiques d'aération) et de la qualité de l'air extérieur. Il est donc primordial de jouer à la fois sur la limitation des sources directes de polluants (via la sélection des produits les moins émissifs possibles) et sur leur évacuation (renouvellement de l'air par un système de ventilation efficace). Mais en rénovation, la réflexion sur le système de ventilation impose la nécessité d'une approche globale, systémique, menée à l'échelle du logement ou du bâtiment, et non à l'échelle de la façade. De fait, la solution peut dépendre du mode de chauffage, de l'environnement extérieur (site bruyant, pollué), de la typologie du bâti, du niveau de performance thermique visé.

Or, il faut bien avouer que la profession du bâtiment a bien du mal à s'organiser sur cette question de la complémentarité des interventions. Le corps de métier « ventilation » n'existe pas vraiment. Et le lot ventilation ne représente que 0,1% du coût de la construction. Paradoxe que de faire des économies de bouts de chandelles sur un poste directement lié à la santé des occupants !

C'est la raison pour laquelle ce guide donne une place de choix à cet enjeu du renouvellement de l'air. Avec deux objectifs principaux : tout d'abord, convaincre de la nécessité impérieuse de traiter correctement la ventilation ; puis, d'expliquer comment prendre en compte ce paramètre dans toutes les décisions.

L'acoustique, une discipline peu connue des renovateurs de bâtiments

Une rénovation thermique ratée se mesure au bout d'une saison de chauffe ; la dégradation des performances acoustiques, elle, se révèle dès les premiers jours d'occu-



pation. Comme pour l'enjeu de la qualité de l'air intérieur, cet ouvrage apporte des arguments convaincants sur l'importance de se soucier aussi de l'acoustique.

Dans certaines situations, calories et décibels suivent des logiques antinomiques ; dans d'autres cas heureusement, des décibels gratuits peuvent être gagnés à la faveur d'une intervention à vocation thermique. Ces différentes configurations, favorables et défavorables, sont donc décryptées.

Un document technique dédié aux professionnels du conseil en rénovation énergétique

L'objectif de cet ouvrage est de mettre à disposition des conseillers en rénovation énergétique (conseillers des Points Rénovation Info Service, architectes, bureaux d'études thermiques, courtiers en travaux, entrepreneurs...) un support technique de référence leur permettant de mieux maîtriser les antagonismes et complémentarités entre les trois exigences que sont l'efficacité énergétique, la qualité de l'air intérieur (avec la ventilation) et le confort acoustique dans les logements, dans une prise en compte globale de la performance des projets.

Ce guide s'adresse donc à des spécialistes du bâtiment ayant déjà de solides compétences en rénovation thermique et énergétique mais souhaitant compléter leurs connaissances sur les interactions avec les enjeux liés à l'acoustique, au renouvellement de l'air et à la qualité de l'air intérieur des logements. Les notions exclusivement liées à la thermique et à l'efficacité énergétique, qui sont bien maîtrisées par ces acteurs, ne sont donc pas abordées dans ce document.

Un document à jour des récentes évolutions réglementaires découlant de la LTECV

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV n° 2015-992 du 17 août 2015) rend obligatoire le respect de performances acoustiques minimales à l'occasion de travaux importants de rénovation énergétique, de ravalement de façade, de réfection de toiture, et de travaux d'aménagement de pièces ou de parties de bâtiment annexes en vue de les rendre habitables, lorsque les bâtiments existants concernés sont situés dans une zone de forte exposition au bruit (zone de bruit critique ou zone de bruit d'un plan de gêne sonore).

Cette mesure permet de saisir les opportunités de travaux importants de réhabilitation pour intégrer une préoccupation de protection contre les bruits des transports.

La déclinaison concrète de ces dispositions repose sur deux textes d'application.

Le décret n°2016-798 du 14 juin 2016 relatif aux travaux d'isolation acoustique en cas de travaux de rénovation importants, applicable à compter du 1er juillet 2017, précise les zones de bruits de transports concernées, les types de bâtiments soumis à cette obligation, ainsi que les travaux pour lesquels sont requises des exigences de performances acoustiques minimales (les travaux principalement visés concernent les façades et les toitures).

L'arrêté du 13 avril 2017 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants définit les modalités d'application du décret du 14 juin 2016. Il explicite les niveaux d'exigences visés selon la zone où est situé le bâtiment concerné.

Pour plus de détails sur cette évolution réglementaire qui est au cœur du sujet de la convergence entre rénovation énergétique et confort acoustique, se reporter à la note technique A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit : obligation de performances acoustiques minimales.

SOMMAIRE

MODE D'EMPLOI	7
Organisation du guide	7
Mode d'emploi / Fiches travaux	8
Thermique, acoustique et QAI : exemples de solutions	10
LES FICHES TRAVAUX	15
CH I : ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS VERTICALES	17
Introduction	17
1. Isolation thermique par l'intérieur des parois verticales	21
2. Isolation thermique par l'extérieur des parois verticales	27
CH II : ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS HORIZONTALES	33
Introduction	33
3. Isolation thermique des planchers bas	35
4. Isolation thermique des planchers hauts	41
CH III : AMÉLIORATION DES PERFORMANCES THERMIQUES DES PAROIS VITRÉES, ENTRÉES D'AIR ET OCCULTATIONS	47
Introduction	47
5. Remplacement des menuiseries extérieures	53
6. Mise en place d'entrées d'air	63
7. Remplacement ou mise en place d'occultations	71
CH IV : SYSTÈMES DE VENTILATION	79
Introduction	79
8. Installation d'une ventilation mécanique	81
CH V : SYSTÈMES DE PRODUCTION DE CHAUFFAGE OU D'EAU CHAUDE SANITAIRE	87
Introduction	87
9. Installation ou remplacement d'un appareil de production à eau chaude (hors pompes à chaleur) ou d'eau chaude sanitaire (hors ballon thermodynamiques)	89
10. Installation d'une pompe à chaleur, d'une unité de climatisation ou d'un chauffe-eau thermodynamique	103
11. Installation d'un poêle à bois ou d'un insert	109



LES NOTES TECHNIQUES

115

NOTIONS D'ACOUSTIQUE DES CONSTRUCTIONS	117
Introduction	117
A0. Notions de base simplifiées	119
A1. Le décibel	123
A2. La transmission du bruit	127
A3. Performances acoustiques des parois	129
A4. Performances acoustiques des doublages	133
A5. Zones de bruit et objectifs d'isolement acoustique aux bruits extérieurs	137
A6. Les bruits d'équipements	143
A7. La gêne de voisinage	149
A8. Recommandations relatives aux performances acoustiques dans le bâti existant	151
A9. Aides financières pour les travaux d'amélioration acoustique	155
A10. Performances acoustiques des bâtiments : les indices	157
A11. Travaux de rénovation importants en zones de bruit : obligation de performances acoustiques minimales	161
NOTIONS LIÉES À LA VENTILATION ET À LA QUALITÉ DE L'AIR DES CONSTRUCTIONS	163
V1. Principe d'une ventilation générale et permanente	163
V2. Qualité de l'air intérieur : enjeux et solutions	167
V3. La réglementation relative à la ventilation dans le bâti existant	171
V4. Perméabilité à l'air de l'enveloppe en habitat individuel	175
V5. RT Existant par élément - Exigences relatives aux entrées d'air	179
NOTIONS LIÉES À LA L'HUMIDITÉ DANS LES CONSTRUCTIONS	181
H1. Humidité dans les logements	181
LES MATÉRIAUX	187
MI1. Les matériaux isolants	187
ANNEXE	193
Glossaire technique	193

ORGANISATION DU GUIDE

Onze fiches travaux...

Isolation thermique, étanchéité à l'air, remplacement ou acquisition d'un appareil de chauffage ou de production d'ECS, remplacement ou acquisition d'un système de ventilation plus performant, tels sont les principaux motifs d'intervention pour lesquels les conseillers en rénovation sont consultés. Ces interventions, visant prioritairement l'amélioration thermique des logements, ne doivent pas se faire au détriment de l'acoustique, de la ventilation et de la qualité de l'air intérieur des logements ; c'est l'objectif du guide, que de montrer les principaux points de vigilance sur ces sujets interdépendants.

Compte tenu de l'ampleur des connaissances que ce guide doit couvrir, afin de faciliter le repérage dans le document et de placer d'emblée le lecteur dans une perspective opérationnelle, une organisation en fiches travaux indépendantes a été privilégiée.

Couvrant l'essentiel des situations de rénovation thermique ou énergétique, les onze fiches travaux de ce guide constituent la clé d'entrée dans le document.

Les deux pages suivantes décrivent la logique d'organisation des informations proposées dans les fiches travaux.

... regroupées en cinq chapitres

Les onze fiches travaux de ce guide sont regroupées en cinq chapitres :

- Isolation thermique des parois verticales - 2 fiches ;
- Isolation thermique des parois horizontales - 2 fiches ;
- Amélioration des performances thermiques des parois vitrées - 3 fiches ;
- Pose d'un système de ventilation - 1 fiche ;
- Pose d'un système de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire - 3 fiches.

Introduction des chapitres : réflexion en amont des travaux

L'interaction entre la thermique, la ventilation, la QAI et l'acoustique vaut aussi pour la phase de réflexion en amont de l'intervention. C'est pourquoi chaque chapitre de travaux est introduit par une double page qui donne des éléments de réflexion pour la phase qui précède le choix du type d'intervention. Ainsi invité à mener une réflexion globale, le lecteur évite le risque de solutions types appliquées de manière trop schématique, sans tenir compte du fort degré d'interrelation entre les problématiques.

Glossaire des termes techniques

Pour que le dialogue conseiller-profane soit le plus précis possible, un glossaire « bâtiment » vient expliciter les principaux termes techniques rencontrés dans le document.

Des notes techniques...pour approfondir

Chaque fiche travaux renvoie vers des notes techniques regroupées en quatre thématiques, identifiées par un code couleur différent :

Acoustique

Ventilation et qualité de l'air

Humidité

Matériaux

Les problématiques techniques et les principes physiques évoqués dans les fiches travaux y sont explicités de manière plus approfondie.

Les notions essentielles à la compréhension des problématiques sont présentées, mais quasiment sans faire appel à des formules. Il s'agit avant tout de donner des éléments de culture commune au conseiller en rénovation énergétique, au thermicien ou à l'architecte.

• Présentation des techniques représentatives de la pratique des professionnels.

LES TECHNIQUES

• Explications liées au contexte de l'intervention, aux équipements ou ouvrages connexes, dont il faut tenir compte.

Poêle à granulé en sortie murale ?

• Icônes signalant la possibilité d'améliorer à la fois l'efficacité énergétique et le confort acoustique (ou le renouvellement de l'air ou la QAI).

LES DOUBLAGES

• Type d'habitat concerné par la problématique.

LES POINTS DE VIGILANCE

• Explication des possibles conséquences acoustiques ou aérauliques de l'intervention.

• Renvoi vers les notes techniques permettant d'approfondir la compréhension des phénomènes en jeu.

Condensation thermique

• Signalétique claire permettant d'identifier la problématique d'un coup d'œil.

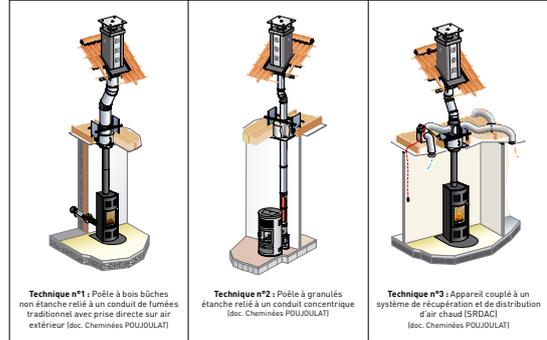


FICHE TRAVAUX 11 /

INSTALLATION D'UN POÊLE À BOIS OU D'UN INSERT

Cette fiche traite des appareils de « chauffage d'appoint à combustion », tels que insert, poêle à bois ou cuisinière à bois, associés à un système d'évacuation des gaz brûlés vers l'extérieur. Il n'est pas question ici des cheminées à foyer ouvert, polluantes pour le logement et peu efficaces, qu'on ne peut considérer comme un moyen pertinent de chauffage. Sortent également du champ de cette fiche les poêles à pétrole ou cheminées au bioéthanol qu'il est déconseillé de faire fonctionner de manière prolongée et qui nécessitent de ventiler impérativement les locaux.

LES PRINCIPALES TECHNIQUES



LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

Présence d'une VMC ?	• Lorsqu'un appareil de chauffage à combustion est installé dans un logement équipé d'une ventilation mécanique contrôlée (VMC), les entrées d'air autorégulées peuvent servir d'apport d'air primaire. Mais les grilles de ventilation ayant été dimensionnées par le constructeur de la maison uniquement pour la ventilation des locaux, il peut être nécessaire d'augmenter le débit d'air (par installation d'arrivées d'air de plus grande section). Autre solution : prendre directement l'air de combustion sur l'air extérieur.
Poêle à granulé en sortie murale ?	• Dans le cas des poêles à granulés, si le choix est fait d'évacuer les fumées par un conduit concentrique horizontal (sortie ventouse au niveau d'un mur), choisir de préférence un mur non exposé aux vents dominants. Ceci afin de réduire le risque que les fumées soient rabat-

LES DOUBLAGES NE SONT PAS TOUS ACOUSTIQUES

Les doublages à la fois thermiques et acoustiques :	Les doublages uniquement thermiques :
Doublages à base de matériau souple ou semi-rigide et à structure poreuse, tels que : • Laine (minérale, végétale ou d'origine animale) • Polystyrène expansé élastifié (PSEE) Définition : un doublage est dit à la fois thermique et acoustique dès lors qu'il présente une amélioration acoustique $\Delta(Rw+C)$ positive (sur béton de 16 cm, sur blocs béton creux ou sur briques creuses de 20 cm), mesurée en laboratoire selon la norme NF EN ISO 148-3. Note A4 / Performances acoustiques des doublages	Doublages à base de mousses rigides telles que : • Polystyrène expansé (PSE), • Polyuréthane (PU) • Polystyrène extrudé (PSX). Ces doublages se caractérisent par un gain acoustique $\Delta(Rw+C)$ négatif. Sur bloc béton creux de 20 cm non enduit côté doublé, le PSE présente un $\Delta(Rw+C)$ légèrement positif. Ils dégradent les performances acoustiques de la paroi support, parfois de façon très importante, et ce d'autant plus s'ils sont traversés deux fois.

LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Condensation dans la masse Note H1 / Humidité dans les logements En hiver, dans un bâtiment chauffé, l'air intérieur chargé de vapeur d'eau cherche à migrer vers l'extérieur. Cette vapeur d'eau peut condenser au cœur du mur, quand le point de rosée est atteint, ou lorsqu'elle rencontre un matériau imperméable (comme le béton). En ITI, un pare-vapeur ou, mieux, un freine-vapeur hygro-variable (posé du côté de la face chaude de l'isolant) permet de diminuer ce risque de condensation. Ancien doublage conservé ? • Si l'ancien doublage est conservé, attention au risque de condensation si le voile faisant obstacle à la vapeur est emprisonné entre deux épaisseurs d'isolant : le percer par endroits. Quand l'isolant existant est de faible épaisseur, il est préférable de le supprimer plutôt que de le conserver.	Zones littorales • En zone de front de mer, ménager une lame d'air de 2 cm entre l'isolant et le mur extérieur ou mettre en place un revêtement étanche à la pluie sur la face extérieure du mur (mur de type IV du DTU 20.1). Attention à ne pas trop isoler ! • En cas de mise en œuvre défectueuse (discontinuités ou défauts), l'humidité risque d'être enfermée derrière la membrane. Une dégradation des performances de l'isolant et une augmentation des risques de condensation (et donc d'apparition de moisissures), sont à prévoir.
--	--

Condensation au droit des ponts thermiques Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente La technique de l'ITI n'a pas d'incidence directe sur le renouvellement de l'air (attention toutefois à ne pas masquer les éventuelles grilles d'aération en maçonnerie). Cependant, lorsque le logement ne comporte pas de ventilation, et surtout si (on remplace d'anciennes fenêtres peu étanches à l'air (qui assuraient ainsi la ventilation), il faut systématiquement mettre en œuvre un nouveau système de ventilation afin de limiter l'humidité ambiante, prévenir le phénomène de condensation et assurer ainsi une bonne qualité de l'air intérieur.	Condensation au droit des ponts thermiques Note V5 / RT Existant - Réglement • Cette technique ne traite ni les ponts thermiques de refends, une hygrométrie moyenne (cf. DTU 20.1) pourra entraîner de la condensation au droit des ponts thermiques. La mise en œuvre d'un système de ventilation s'impose la pose d'une membrane par
---	--

Emissions des matériaux de construction

↳ Note V2 / Qualité de l'air intérieur : enjeux et solutions

Certains matériaux de construction et produits de décoration sur les parements sont des sources non négligeables d'émission de composés organiques volatils (COV).

On privilégiera les matériaux et produits considérés comme « faiblement émissifs » en se reportant à l'étiquetage « Émissions dans l'air intérieur » qui précise leur niveau d'émission en polluants volatils.

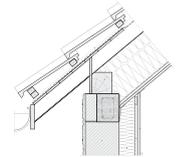
À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE QUALITÉ DE L'AIR

- Les combles, piédroits et rampants doivent être ventilés car il existe des risques de condensation dans la masse ou des condensations superficielles sur les parois froides.
- Un pare-vapeur, situé du côté de la face chaude de l'isolant, est imposé par DTU.
- Il est essentiel d'assurer un renouvellement de l'air permanent et efficace des volumes sous toiture ou sous planchers hauts, par la mise en œuvre d'un système de ventilation mécanique contrôlée, afin de limiter l'humidité ambiante et d'assurer une bonne qualité sanitaire de l'air intérieur.

FICHES TRAVAUX 4 - ISOLATION DES PLANCHERS HAUTS

EXEMPLES DE SOLUTIONS

Isolation thermique sous rampant par un plafond suspendu à la charpente par des rails métalliques et isolation thermique des piédroits par un complexe avec ossature (ou éventuellement collé)



(Doc. CSTBat CSTB/MA)

Transmission acoustique en rampant			Support seul		Support + isolant		Gain acoustique
Support	Isolant	Parement	$R_A=R_{w+C}$ en dB	Résistance thermique en $m^2.K/W$	$R_A=R_{w+C}$ en dB	Résistance thermique en $m^2.K/W$	$\Delta[R_{w+C}]$ en dB
			$R_{AII}=R_{w+CII}$ en dB		$R_{AII}=R_{w+CII}$ en dB		$\Delta[R_{w+CII}]$ en dB
Toiture légère en comble, rampant ou piédroit	laine de verre $\lambda 0,032$ épaisseur 120 mm	Plaque de plâtre, médium, contreplaqué	= 35	= 0,40	= 45	4,15	= 10
			= 30		= 40		= 10
	laine de verre $\lambda 0,032$ épaisseur 160 mm	Plaque de plâtre, médium, contreplaqué	= 35	= 0,40	= 45	5,40	= 10
			= 30		= 40		= 10

Les performances acoustiques obtenues pour le plancher support seul et le plancher renforcé d'un isolant fixé mécaniquement sont issues du Guide CATED sur l'Amélioration Acoustique des Logements Existants 05/1995 (procès-verbaux issus du CSTB).

CH.III - Isolation des parois horizontales | PAGE 43

À RETENIR

- Les combles, piédroits et rampants doivent être ventilés car il existe des risques de condensation dans la masse ou des condensations superficielles sur les parois froides.

SOLUTIONS

- Exemples de solutions avec quantitatifs et détail des performances thermiques et acoustiques

À RETENIR ! QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

- Le dimensionnement des modules : respecter la réglementation en fonction du système de ventilation du logement et des éventuels appareils à combustion présents.
- La mise en œuvre : respecter les règles de l'art pour que l'air circule correctement et suffisamment (taillages des modules et des éventuels appareils à combustion présents).
- L'entretien de l'entrée d'air : nettoyer régulièrement les entrées d'air pour que l'air la traversant reste sain.
- En cas de véranda, loggia, balcon fermé ou double fenêtre, ne placer d'entrée d'air hygro-réglable que dans l'espace chauffé.

FICHES TRAVAUX 4 - MISE EN PLACE D'ENTRÉES D'AIR

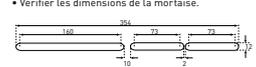
ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

Le minimum devant figurer sur le devis

- le module de l'entrée d'air (15, 22, 30, 45 m³/h) ;
- le type d'entrée d'air : autoréglable / hygro-réglable ;
- les composants de l'entrée d'air : auvent ou capuchon extérieur ? Rallonge, capot acoustique ?
- le $D_{h,ext}(C, C_{II})$ en dB
- L'engagement de l'entrepreneur à travailler selon les règles de l'art et à respecter les Documents Techniques Unifiés (DTU).

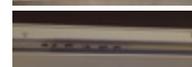
Points à vérifier

- Vérifier les dimensions de la mortaise.



Dimension des mortaises classiques d'entrées d'air (doc. Cahier du CSTB 3376)

Vérifier que le perçage de la mortaise a été réalisé en usine, et non pas sur place (à la perceuse, par exemple) :

A proscrire : mortaise réalisée sur le chantier, à la perceuse

Dans le cas d'une mortaise dans l'ouvrant et le dormant, vérifier que les mortaises sont bien face à face. Vérifier également que la mortaise est en face du capot d'entrée d'air.




Mortaise sur le vantail droit de l'ouvrant (doc. ESPACE9)

Mortaise centrée sur le dormant (doc. ESPACE9)

Le module de l'entrée d'air est en général inscrit sur le produit, ce qui permet de vérifier ses caractéristiques auprès du fabricant. Le module est également indiqué sur l'entrée d'air. Module : IsoAir, Module : 45 m³/h (doc. ESPACE9)

Les certifications

- Certificat NF Ventilation Mécanique Contrôlée : Ce certificat garantit les performances aérodynamiques et l'isolation acoustique des entrées d'air selon les normes européennes applicables.
- Marque CSTBat Ventilation hygro-réglable : Cette marque certifie les performances aérodynamiques et l'isolation acoustique des entrées d'air, ainsi que la conformité de ces entrées d'air à l'Avis technique de référence.



Références aux DTU et normes, points à vérifier

- Dimensions des mortaises d'entrées d'air : respecter le Cahier 3376 du CSTB « Dispositions d'usage des entailles destinées à recevoir les entrées d'air des profilés de fenêtres ».
- Respect du DTU 68.3

PAGE 44 | CH.III - Parois vitrées, entrées d'air et occultations

S AUX DEVIS

- Aspects relatifs aux devis, aux critères de sélection des produits, à la mise en œuvre et à la réception.

Le devis

- 45 m³/h ;

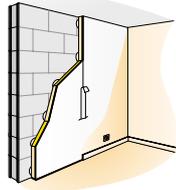
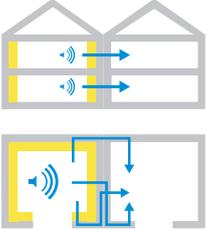
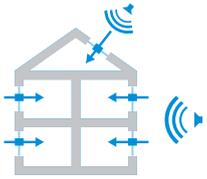
Mode d'emploi | PAGE 9

THERMIQUE, ACOUSTIQUE ET QAI : EXEMPLES DE SOLUTIONS

Quand on réalise une intervention à vocation d'amélioration thermique ou énergétique, mais c'est aussi le cas chaque fois qu'on met l'accent sur une exigence sans se préoccuper des autres enjeux, le risque, c'est de déséquilibrer le système constructif. Notamment, les solutions thermiques consistant en des solutions d'étanchéité à l'air, il est indispensable de prendre en compte les aspects liés au renouvellement de l'air et d'anticiper les possibles interactions avec un appareil à combustion. On ne peut non plus faire des choix thermiques sans avoir en tête les conséquences possibles sur les performances acoustiques.

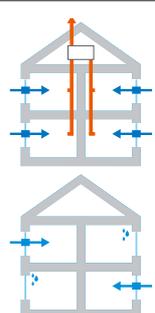
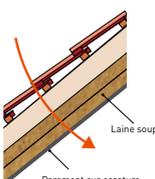
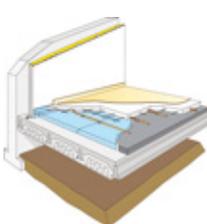
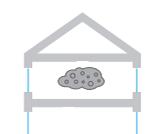
Les tableaux des pages qui suivent ont pour objet de passer en revue quelques exemples de solutions équilibrées, qui prennent en compte à la fois les impératifs liés à la thermique, à l'acoustique et à la ventilation. On le voit, si les situations de contradictions entre les différentes exigences ne sont pas rares, les points de convergence existent, pourvu qu'une démarche de réflexion globale soit menée.

THERMIQUE, ACOUSTIQUE ET QAI : EXEMPLES DE SOLUTIONS

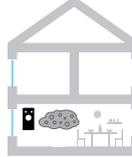
Type d'habitat	Type de travaux	Solution uniquement thermique	Solution équilibrée thermique/acoustique/QAI	Fiches et notes
	Isolation thermique par l'intérieur (ITI)	 <p>Complexe de doublage associant une mousse rigide et une plaque de plâtre</p> 	  <p>Complexe de doublage à base de matériau souple ou semi-rigide et à structure poreuse, tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Laine (minérale, végétale ou d'origine animale) • Polystyrène expansé élastifié (PSEE) 	<p>⇒ FT1 / ITI</p> <p>⇒ NT A2 / Transmission du bruit</p> <p>⇒ NT A4 / Doublages acoustiques</p>
		<p>Risque encouru</p>  <p>Augmentation des transmissions acoustiques latérales → diminution de l'isolement acoustique entre locaux mitoyens</p>		
 	Isolation thermique par l'extérieur (ITE).	 <p>Isolant extérieur en polystyrène expansé, finition par enduit minéral mince</p> 	  <p>Complexe de doublage à base de matériau souple ou semi-rigide et à structure poreuse, tels que :</p> <ul style="list-style-type: none"> • laine (minérale, végétale ou d'origine animale) • Polystyrène expansé élastifié (PSEE) 	<p>⇒ FT 2 / ITE</p> <p>⇒ NT A2 / Transmission du bruit</p> <p>⇒ NT A4 / Doublages acoustiques</p> <p>⇒ NT A11 / Travaux importants en zones de bruit</p>
		<p>Risque encouru</p>  <p>Diminution de l'isolement acoustique aux bruits extérieurs</p>		
 	Remplacement des menuiseries extérieures	 <p>Pose d'une fenêtre équipée d'un vitrage 4/16/4</p> 	  <p>1. Evaluer l'isolement acoustique adapté au type d'environnement sonore.</p> <p>En zone exposée au bruit routier, ne pas trop isoler du bruit extérieur, sous peine de percevoir davantage les bruits intérieurs au bâtiment et de trop se couper de l'extérieur !</p> <p>2. Choisir la technique de rénovation :</p> <ul style="list-style-type: none"> - menuiseries : changer le vitrage seul, remplacer la fenêtre, poser une deuxième fenêtre; - coffre de volet roulant : renforcer son isolation ou le remplacer ; - entrées d'air (en fonction du système de ventilation) : pas d'EA, EA sur menuiseries, sur coffres, maçonnées. <p>3. Evaluer les performances acoustiques des différents constituants de la façade, pour choisir des produits aux performances adaptées au type d'environnement sonore.</p>	<p>⇒ Introduction au chapitre III</p> <p>⇒ NT A5 / Bruits extérieurs</p> <p>⇒ NT A7 / Gêne de voisinage</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>⇒ FT 5 / Menuiseries extérieures</p> <p>⇒ FT 6 / Entrées d'air</p> <p>⇒ FT 7 / Occultations</p> <p>⇒ NT A11 / Travaux importants en zones de bruit</p>
		<p>Risques encourus</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Protection contre les bruits extérieurs insuffisante : En zone exposée au bruit, (DnTA, tr requis > 30 dB), un double vitrage exclusivement thermique n'est parfois pas suffisant. • Dégradation des performances acoustiques vis-à-vis des bruits extérieurs : Si les menuiseries existantes sont dotées d'un simple vitrage assez épais (8 ou 10 mm), il se peut que le choix d'une composition verrière 4/16/4 ne se traduise que par une faible amélioration acoustique, voire une dégradation si l'étanchéité de la fenêtre existante avait été améliorée. 		



THERMIQUE, ACOUSTIQUE ET QAI : EXEMPLES DE SOLUTIONS

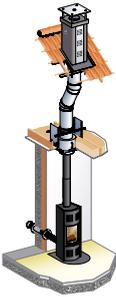
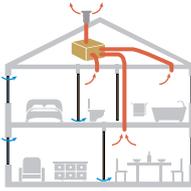
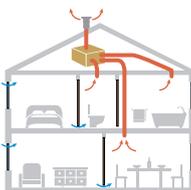
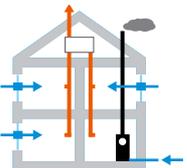
Type d'habitat	Type de travaux	Solution uniquement thermique	Solution équilibrée thermique/acoustique/QAI	Fiches et notes
 	Remplacement des menuiseries extérieures	 <p>Remplacement de menuiseries peu isolantes (simple vitrage ou double vitrage 4/6/4) par des menuiseries très performantes (vitrage 4/16/4)</p> 	  <p>Remplacement des menuiseries et mise en œuvre d'un système de ventilation (naturelle ou mécanique).</p> <p>Le point de vigilance principal est le dimensionnement des modules des entrées d'air.</p>	<p>⇒ FT 5 / Menuiseries extérieures</p> <p>⇒ FT 8 / VMC</p> <p>⇒ NT V1 / Ventilation</p> <p>⇒ NT V5 / RT Existant par élément</p>
		<p>Risque encouru</p>  <ul style="list-style-type: none"> • Renouvellement de l'air insuffisant en raison de la meilleure étanchéité à l'air des menuiseries • Condensation aux droits des ponts thermiques, mauvaise QAI 		
 	Isolation thermique par l'intérieur des planchers hauts	 <p>Combles aménageables isolés par des panneaux d'isolant souple et d'un parement rigide</p> 	  <p>Pourvu que la pose soit parfaitement exécutée, la pose sous charpente d'un isolant souple (laine, polystyrène élastifié) et d'une plaque de parement suffit à assurer une isolation acoustique moyenne. Toutefois, en zone fortement exposée au bruit ($D_{nTA, tr}$ requis > 35 dB), un renforcement acoustique par un deuxième parement rigide peut s'imposer (et à condition que les fenêtres de toit et les entrées d'air soient performantes).</p>	<p>⇒ FT 4 / Planchers hauts</p> <p>⇒ NT A5 / Bruits extérieurs</p> <p>⇒ NT A11 / Travaux importants en zones de bruit</p>
		<p>Risque encouru</p>  <p>Protection contre les bruits extérieurs insuffisante En zone fortement exposée au bruit ($D_{nTA, tr}$ requis > 35 dB), un renforcement acoustique par un deuxième parement rigide peut s'imposer.</p>		
 	Isolation thermique par l'intérieur (parois verticales et parois horizontales) Remplacement des menuiseries extérieures	 <p>Matériaux de construction en contact avec l'air intérieur de classe d'émission en COV inconnue ou inférieure à A+</p> 	  <p>L'émission en COV devra être connue et à minima respecter les exigences de la classe A+ de l'étiquetage « émissions dans l'air intérieur ».</p>	<p>⇒ FT 1 / ITI</p> <p>⇒ FT 3 / Planchers bas</p> <p>⇒ FT 4 / Planchers hauts</p> <p>⇒ FT 5 / Menuiseries extérieures</p> <p>⇒ NT V2 / QAI</p>
		<p>Risque encouru</p>  <p>Pollution de l'air intérieur par les émissions des matériaux de construction</p>		

THERMIQUE, ACOUSTIQUE ET QAI : EXEMPLES DE SOLUTIONS

Type d'habitat	Type de travaux	Solution uniquement thermique	Solution équilibrée thermique/acoustique/QAI	Fiches et notes	
	Installation d'un chauffe-eau thermodynamique (CET)	 <p>Installation dans le volume chauffé d'un chauffe-eau thermodynamique monobloc (prise d'air extérieur ou raccordement sur la VMC).</p> 	  <ul style="list-style-type: none"> Choisir un modèle le plus silencieux possible. Il est conseillé de viser une performance acoustique LnAT d'au moins 35 dB(A) vis-à-vis des pièces principales (performances exigibles en logement neuf pour les bruits d'équipements intérieurs au logement) Eloigner si possible le CET des pièces de vie. Désolidariser le CET des structures du local dans lequel il est placé. 	<p>⇒ FT 10 / PAC</p> <p>⇒ NT A6 / Bruits d'équipements</p> <p>⇒ NT A8 / Performances acoustiques dans l'existant</p>	
		Risque encouru			
		 <p>Bruit et vibrations émis par le groupe moto-ventilateur</p>			
 	Installation d'une chaudière individuelle	 <p>Installation dans le volume chauffé d'un système de chauffage à eau chaude</p> 	  <ul style="list-style-type: none"> Choisir un modèle le moins bruyant possible : 50 dB(A) au maximum, 37 dB(A) Lw pour les cuisines ouvertes sur le séjour (installation alors de la chaudière dans un placard). Fixer de préférence les chaudières murales sur des parois lourdes (ou alors utiliser des suspentes antivibratiles). Installer des manchons souples de liaison entre la chaudière et le réseau. 	<p>⇒ FT 9 / Chauffage à eau chaude</p> <p>⇒ NT A6 / Bruits d'équipements</p> <p>⇒ NT A8 / Performances acoustiques dans l'existant</p>	
		Risque encouru			
		 <p>Bruit et vibrations émis par la chaudière, le brûleur et/ou la pompe du système de chauffage à eau chaude</p>			
 	Mise en étanchéité d'un logement où se situe un appareil à combustion	 <p>Remplacement des menuiseries extérieures dans un logement dont le volume chauffé inclut un appareil à combustion</p> 	  <p>Quand une réhabilitation augmente l'étanchéité à l'air des logements (remplacement des menuiseries par exemple), une attention particulière doit être portée aux appareils à combustion, afin de ne pas diminuer le niveau de sécurité antérieur.</p> <p>Important ! : En présence dans le volume chauffé d'un appareil à combustion, la vigilance vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur est d'une priorité totale par rapport aux problématiques acoustiques. Des solutions intégrant correctement les deux exigences existent, mais il sera parfois nécessaire d'imposer des choix au détriment de l'acoustique.</p>	<p>⇒ FT 9 / Chauffage à eau chaude</p>	
		Risque encouru			
		 <p>Non conformité des conditions de fonctionnement d'un appareil à combustion si amenée d'air neuf insuffisante</p>			



THERMIQUE, ACOUSTIQUE ET QAI : EXEMPLES DE SOLUTIONS

Type d'habitat	Type de travaux	Solution uniquement thermique	Solution équilibrée thermique/acoustique/QAI	Fiches et notes
 	Installation d'un poêle à bois	 Installation d'un poêle à bois sans amenée d'air directe en présence d'une VMC 	  Choisir un poêle dont l'air comburant est pris directement sur l'extérieur	 FT 11 / Poêle à bois
		<p style="text-align: center;">Risques encourus</p> <p>Non conformité avec les avis techniques (cas de la VMC hygro) Dégradation de la QAI (tous types de VMC)</p>		
 	Installation d'une VMC	 Installation d'une VMC simple flux 	  <ul style="list-style-type: none"> Eloigner le plus possible le groupe d'extraction des pièces de repos et le suspendre à la charpente au moyen de suspensions élastiques. Relier les conduits au ventilateur par l'intermédiaire de manchettes souples. Dimensionner les entrées d'air en façade au regard de l'isolement acoustique de façade recherché. 	 FT 8 / VMC  NT A6 / Bruits d'équipements  NT V1 / Ventilation  NT V3 / Réglementation et ventilation  NT A5 / Bruits extérieurs
		<p style="text-align: center;">Risque encouru</p> <ul style="list-style-type: none"> Gêne due au bruit du groupe moto-ventilateur Dégradation de l'isolement aux bruits extérieurs 		
 	Installation d'une VMC	 Installation d'une VMC et présence dans le volume chauffé d'un appareil à combustion (ex. poêle à bois ou chaudière gaz située dans le volume chauffé) exempt d'amenée d'air spécifique 	  <ul style="list-style-type: none"> Par la dépression qu'elle engendre dans le logement, la VMC simple flux (ou la hotte de cuisine) peut contrarier le tirage d'un appareil à combustion. Une amenée d'air spécifique, proche de l'appareil, est donc à créer. Autre solution : augmenter la section des entrées d'air existantes. Si le choix est fait d'une VMC hygro, l'appareil à combustion présent dans le volume desservi par la VMC doit impérativement être raccordé directement sur l'air extérieur. En cas de VMC double flux, afin de garantir la performance attendue du système, il est conseillé que tout appareil à combustion situé dans une pièce desservie par la VMC soit à circuit de combustion étanche. A minima, il faut s'assurer qu'une entrée d'air située à proximité de l'appareil garantisse une bonne combustion. 	 FT 8 / VMC  FT 9 / Chauffage à eau chaude  FT 11 / Poêle à bois  NT V1 / Ventilation  NT V3 / Réglementation et ventilation  FT 6 / Entrées d'air
		<p style="text-align: center;">Risque encouru</p>  <p>Conflit entre VMC et appareil à combustion (ci-contre, VMC simple flux)</p> <p>Problème de sécurité gaz (cf. arrêté du 2 août 1977) et risque d'intoxication au monoxyde de carbone</p>		

LES FICHES TRAVAUX

CH I : ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS VERTICALES	15
Introduction	15
1. Isolation thermique par l'intérieur des parois verticales	19
2. Isolation thermique par l'extérieur des parois verticales	25
CH II : ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS HORIZONTALES	31
Introduction	31
3. Isolation thermique des planchers bas	33
4. Isolation thermique des planchers hauts	39
CH III : AMÉLIORATION DES PERFORMANCES THERMIQUES DES PAROIS VITRÉES, ENTRÉES D'AIR ET OCCULTATIONS	45
Introduction	45
5. Remplacement des menuiseries extérieures	51
6. Mise en place d'entrées d'air	61
7. Remplacement ou mise en place d'occultations	69
CH IV : SYSTÈME DE VENTILATION	77
Introduction	77
8. Installation d'une ventilation mécanique	79
CH V : SYSTÈMES DE PRODUCTION DE CHAUFFAGE OU D'EAU CHAUDE SANITAIRE	85
Introduction	85
9. Installation ou remplacement d'un appareil de production à eau chaude (hors pompes à chaleur) ou d'eau chaude sanitaire (hors ballon thermodynamiques)	87
10. Installation d'une pompe à chaleur, d'une unité de climatisation ou d'un chauffe-eau thermodynamique	101
11. Installation d'un poêle à bois ou d'un insert	107



ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS VERTICALES PAR L'INTÉRIEUR ET PAR L'EXTÉRIEUR

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT EXISTANT : POINTS PARTICULIERS À SURVEILLER

État du support

- Déterminer la présence éventuelle d'un isolant
- Si une isolation par l'extérieur (ITE) est envisagée, évaluer la planéité de la façade et sa résistance. Réaliser des carottages ou prélèvements pour s'assurer de la cohésion du support. Dans le cas d'une fixation mécanique, des essais d'arrachement permettront de déterminer le type de fixation et la charge admissible pour le support.
- Les éventuelles traces d'humidité, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur, peuvent avoir des causes multiples : remontées d'humidité par capillarité, infiltrations par la toiture, dégâts des eaux, fissuration, condensation superficielle excessive, problème de perméance, etc.
- Déterminer la composition du mur et, en particulier la nature du revêtement extérieur, afin d'estimer les risques de condensation après isolation.
- Recenser les dispositifs de ventilation existants : les ouvertures nécessaires au fonctionnement des appareils de combustion doivent impérativement être maintenues ; un système de ventilation performant est indispensable après des travaux d'isolation.

Acoustique

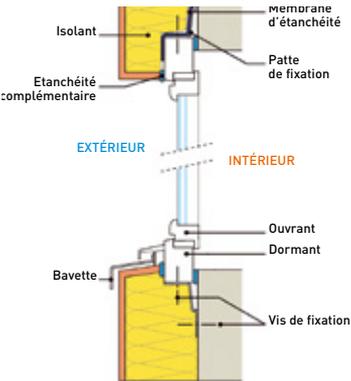
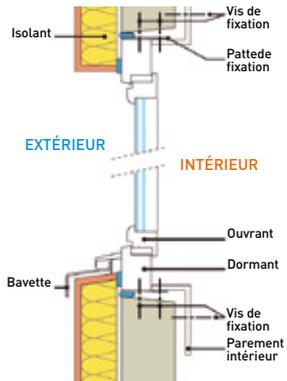
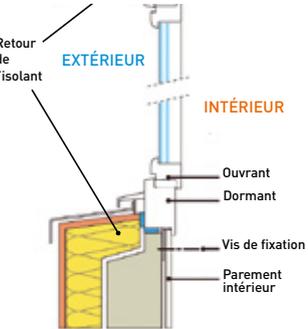
- Repérer les éventuelles zones des murs pouvant constituer un point faible vis-à-vis de la protection contre les bruits extérieurs. Pour une bonne isolation acoustique, la masse volumique de la partie opaque des murs doit être supérieure à 200 kg/m², condition satisfaite par la plupart des constructions anciennes en pierres de taille, en moellons ou en blocs de béton (parpaings). Dans les constructions plus récentes, un examen plus avancé est nécessaire pour les façades de faible épaisseur, du type pan de bois ou panneau industrialisé. Les allèges de faible épaisseur, sous les fenêtres, doivent être impérativement renforcées.
- La brique creuse, tout comme le béton cellulaire et la terre cuite monomur, offrent de moindres performances acoustiques.
- L'étanchéité à l'air de la façade doit aussi être évaluée (là où passe l'air, passe le bruit !) : vérifier le colmatage des fissures, le regarnissage des joints de maçonnerie très dégradés (moellons et briques), la présence de grilles et de bouches de ventilation, de trappes, les liaisons entre les ouvrages de nature différente.

CHOIX DE LA TECHNIQUE EN RÉNOVATION

Isolation par l'intérieur ou par l'extérieur ?	<ul style="list-style-type: none">• La place de l'isolant thermique – à l'extérieur (ITE) ou à l'intérieur (ITI) de la façade – n'a pas d'incidence sur la performance acoustique de l'ensemble « façade + isolant ». En revanche, suivant sa nature, l'isolant peut dégrader (matériau rigide) ou améliorer (matériau souple) la performance acoustique du support. Ainsi, une ITI réalisée avec un isolant exclusivement thermique (rigide) peut modifier l'isolement acoustique entre locaux mitoyens (habitat jumelé, maisons en bande, logements collectifs), en raison des transmissions latérales du bruit s'effectuant par la façade. En ITI comme en ITE, l'influence des doublages thermiques rigides sur l'isolement aux bruits extérieurs n'est préjudiciable que si des performances très élevées sont recherchées. En zone calme, le ΔRA négatif du matériau rigide n'aura pas d'impact sur l'isolement acoustique de façade final ; en zone bruyante, en revanche – typiquement, quand on recherche un isolement de façade $D_{n,T,A,Tr}$ supérieur à 35 dB –, l'usage d'un isolant uniquement thermique peut poser problème. En choisissant un isolant à la fois thermique et acoustique, on prévient alors toute diminution de l'isolement aux bruits extérieurs.
Associer ITI et ITE ?	<ul style="list-style-type: none">• En isolation par l'extérieur, la recherche de performances thermiques élevées se heurte assez vite à la faisabilité technique et au coût de mise en œuvre. C'est la raison pour laquelle la solution consistant à associer ITE et ITI a tout son intérêt. Typiquement, l'isolation par un doublage intérieur est complétée par un isolant extérieur lui aussi peu onéreux (doublage de 8 cm en une passe). L'ITI complémentaire, pour peu qu'elle soit réalisée au moyen d'une solution à la fois thermique et acoustique (contre-cloison sur ossature ou doublage collé en PSE élastifié ou en laine souple), permet de solutionner le problème des transmissions acoustiques latérales. Concernant les résistances thermiques, il est conseillé de respecter la répartition suivante : 1/3 ITI (au maximum) et 2/3 ITE (au minimum). Dans ces conditions, cette solution ITI + ITE combine des avantages techniques (traitement des ponts thermiques, possibilité de passage des fourreaux) et économiques (200-250 €/m²).



Les questions à se poser avant le choix du type d'isolation

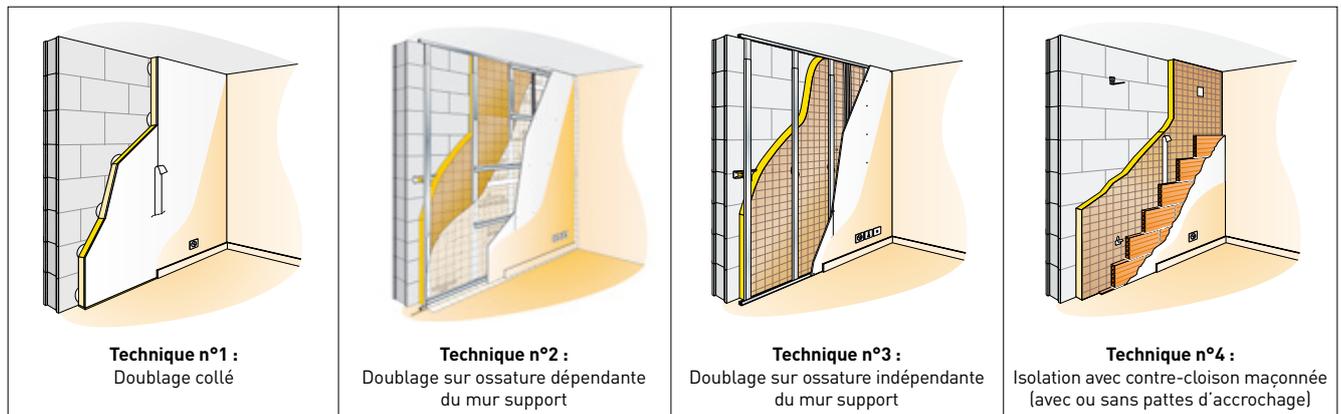
	ITI	ITE	
Site occupé ?	Même en site occupé, l'ITI reste une solution pertinente : les entreprises savent rénover une à deux pièces par jour de 8h00 à 17h00, en laissant place nette pour les occupants chaque soir.	Lorsque les travaux se font en site occupé, l'ITE présente un avantage évident sur l'ITI.	
Menuiseries à changer ?	Le remplacement des fenêtres nécessitant un parfait jointoiement avec l'isolation, il est préférable de prévoir les travaux d'ITI au moment ou après le changement des menuiseries.	La solution la plus efficace est de coupler l'ITE et le changement des menuiseries. Ces dernières pourront alors être déplacées vers l'extérieur : soit dans le plan de l'isolant (la meilleure option), soit dans le plan du gros œuvre :	
		 <p>Fenêtre en applique extérieure (doc. UFME)</p>	 <p>Fenêtre au nu extérieur du gros œuvre (doc. UFME)</p>
		Si les fenêtres, bien qu'elles soient changées, ne peuvent être déplacées dans le plan de l'isolation (raisons techniques ou financières), il convient de prévoir des tapées d'épaisseur suffisante pour recevoir un isolant en retour extérieur des tableaux.	 <p>Fenêtre au nu intérieur (doc. UFME)</p>
Menuiseries existantes au nu intérieur ?		Prévoir un retour de l'isolant pour le traitement du pont thermique de pourtour de tableau (voir schéma ci-dessus, « Fenêtre au nu intérieur »).	
Zone bruyante ?	En zone bruyante, pas d'impact négatif de l'ITI sur l'isolement acoustique de façade dès lors qu'un isolant à la fois thermique et acoustique est utilisé.	En zone bruyante, pas d'impact négatif de l'ITE sur l'isolement acoustique de façade dès lors qu'un isolant à la fois thermique et acoustique est utilisé. En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), en cas de ravalement affectant plus de 50 % de la façade et consistant, soit à enlever et refaire à neuf l'enduit existant, soit à ajouter ou remplacer un parement sur la façade, ces travaux ne doivent pas avoir pour effet de réduire l'isolement acoustique aux bruits extérieurs de ces pièces (⇒ Note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit).	

	ITI	ITE
Maison individuelle de plain pied ou R+1 ?		Dans le cas d'une maison individuelle sans étages (ou d'une maison R+1, voire R+2), le gain énergétique de l'ITE risque d'être modeste. De fait, à moins de faire l'objet d'un soin particulier, les ponts thermiques de jonction mur-toiture et mur-plancher bas ne sont pas traités ; si de surcroît, le pont thermique d'encadrement des fenêtres n'est pas traité (pas de retour en tableau), l'apport de l'ITE sera modéré.
Ventilation à améliorer ?	L'isolation des parois et/ou le changement des fenêtres renforce l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il est donc nécessaire d'installer un système de ventilation qui assure un renouvellement de l'air suffisant.	
Habitation secondaire ?	Avec la faible inertie des murs inhérente à cette technique, l'ITI est plus particulièrement adaptée aux habitations à forte intermittence de chauffage.	L'ITE permet de mobiliser la capacité thermique de la paroi et de limiter les risques de surchauffe en été. En revanche, en hiver, dans le cas d'un chauffage intermittent, le réchauffement du bâtiment prend plus de temps.
Ravalement nécessaire ?		L'ITE permet de réaliser deux opérations en même temps : embellissement et isolation.
Faible inertie des planchers ?	L'ITI masquant l'inertie thermique des murs, des problèmes de surchauffe en été peuvent se produire en cas de planchers à faible inertie (planchers bois par exemple).	Contrairement à l'ITI, l'ITE évite de masquer l'inertie thermique des murs, et améliore donc le confort d'été du bâtiment.
Murs anciens ?	L'ITI reste une bonne solution, mais il faut impérativement compléter l'isolation par la pose d'une membrane pare-vapeur, freine-vapeur ou hygro-régulante (à résistance variable pour la diffusion de la vapeur d'eau).	Lorsqu'elle est possible, l'ITE constitue un plus pour prévenir la condensation d'eau à l'intérieur des parois. Placée du côté où la température est la plus élevée, la maçonnerie est une paroi « chaude » où les flux de vapeur d'eau transitant de l'intérieur vers l'extérieur n'atteignent pas le point de rosée.



ISOLATION THERMIQUE PAR L'INTÉRIEUR (ITI) DES PAROIS VERTICALES

LES PRINCIPALES TECHNIQUES



LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

Présence d'un isolant ?*	<ul style="list-style-type: none"> Si c'est un isolant rigide, il vaut mieux le déposer et ne pas isoler par-dessus. (Voir ci-dessous : Les points de vigilance relatifs à l'acoustique). Si c'est un isolant souple, on peut le conserver. 	Attention alors à la présence éventuelle d'une voile pare-vapeur sur l'isolant existant (risque de condensation si voile emprisonné entre deux épaisseurs d'isolant) : le percer par endroits.
Présence d'entrées d'air en maçonnerie ?*	<ul style="list-style-type: none"> Si le bâti existant comporte des entrées d'air ou des grilles de ventilation en traversée de murs, on prendra soin de ne pas condamner ces sources de 	renouvellement d'air lors des travaux de rénovation, et ce tant qu'il n'y a pas un nouveau système de ventilation installé.
Attention au confort d'été !	<ul style="list-style-type: none"> L'isolation thermique par l'intérieur masque l'inertie du mur support, surtout si l'on adopte des épaisseurs importantes, ce qui peut occasionner des problématiques de surchauffe en été. Or, en zone de bruit notamment, la solution de la surventilation par ouverture des fenêtres n'est pas possible. Quand on fait le choix de 	l'ITI, l'inertie thermique des autres parois (planchers et refends) devra donc faire l'objet d'une réflexion (comme par ex. la décision de réaliser une chape humide). Cette problématique est moins prégnante en logement collectif, où l'essentiel de l'inertie est en général apportée par des planchers lourds horizontaux.
Et si l'on change aussi les fenêtres ?	<ul style="list-style-type: none"> S'il est également prévu de remplacer les fenêtres, il est conseillé une dépose totale de la menuiserie (y compris le cadre dormant), suivie de la pose en applique au nu intérieur de la façade, en prévoyant une réserve correspondant à l'épaisseur de l'isolant. Ce positionnement de la fenêtre dans la continuité de l'isolant évite le pont thermique d'encadrement 	de baie et donc réduit le risque de condensation superficielle. <ul style="list-style-type: none"> Le changement du cadre complet assure un traitement optimal de la perméabilité à l'air. C'est la raison pour laquelle, en zone très bruyante (40 dB d'isolement acoustique recherché), on privilégiera la dépose totale.
Mur support en mauvais état ?*	<ul style="list-style-type: none"> La pose par collage nécessite une bonne planéité du mur support. Cette technique est par ailleurs souvent incompatible avec les supports ayant connu de l'humidité car des sels peuvent s'être déposés en surface. La solution de la pose sur ossature 	métallique présente l'intérêt économique de ne pas nécessiter de reprise des murs existants comme cela est requis pour les doublages collés. Cette technique est en revanche plus compliquée à mettre en œuvre.
Cas de la contre-cloison maçonnée	<ul style="list-style-type: none"> Si la cloison en briques est d'épaisseur inférieure à 6 cm et si sa hauteur excède 2,70 m (DTU NF DTU 20.13 P1-1), il faudra la maintenir au moyen de pattes d'accrochage métalliques, éléments dont il faudra 	tenir compte dans les calculs de déperdition thermique. Ces éléments constituent aussi de possibles chemins de transmission acoustique.
Bâti très ancien ?	<ul style="list-style-type: none"> Avec l'isolation par l'intérieur, un phénomène de condensation dans le mur ou dans l'isolant peut se produire, ce qui est extrêmement problématique 	dans le bâti très ancien. ➔ Voir note H1 / Humidité dans les logements

* Voir aussi « Diagnostic de l'état existant : les points particuliers à surveiller » en introduction de ce chapitre



LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE



Augmentation des transmissions acoustiques latérales

➔ [Note A2 / La transmission du bruit](#)

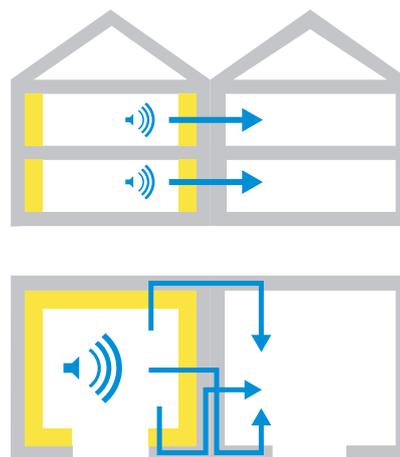
Dans les maisons en bandes et en immeuble collectif, toute solution d'isolation par l'intérieur (ITI) reposant sur une mousse rigide et une plaque de plâtre est à proscrire, sous peine de diminuer l'isolement acoustique entre locaux mitoyens (qu'ils soient superposés ou adjacents). Le choix d'un doublage à la fois thermique et acoustique (voir page suivante) permet d'éviter cet inconvénient, et ce pour un faible impact financier (surcoût du PSEE par rapport au PSE : 5%) ➔ [Note M11 / Les matériaux isolants](#)

Problème aggravé si fenêtres changées

- Lorsqu'on associe à l'ITI (si celle-ci est réalisée avec un doublage rigide) le remplacement des menuiseries extérieures, on cumule alors deux effets défavorables : une plus grande transmission des bruits entre logements et un moindre effet de masquage des bruits intérieurs (ascenseur, voisinage...) par les bruits provenant de l'extérieur (si exposition au bruit routier).

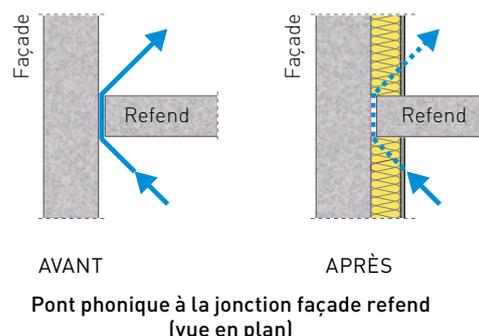
Contre cloison maçonnée

- Dans les logements en bande, si l'on opte pour la solution d'une contre cloison maçonnée (brique, carreau de plâtre ou béton cellulaire, cf. technique 4), son comportement acoustique peut être amélioré vis-à-vis des transmissions latérales, en interposant une bande résiliente (par exemple, liège, fibres de bois imprégnés d'asphalte Matisol) sur tout ou partie du pourtour de la cloison (nota : la plinthe repose sur le matériau résilient).



Pont acoustique façade-refend

- L'usage d'un isolant à la fois thermique et acoustique présente également l'avantage de traiter dans de nombreux cas les ponts phoniques dus aux mauvaises liaisons (défaut d'encastrement) entre les refends et les façades :



Diminution de l'isolement acoustique aux bruits extérieurs

➔ [Voir Note A4 / Performances acoustiques des doublages](#)

L'usage d'un isolant thermique à base de mousse rigide en isolation par l'intérieur peut dégrader l'indice d'affaiblissement acoustique de la paroi. En zone bruyante – quand on recherche un isolement de façade $D_{nT,A,tr}$ d'au moins 35 dB –, le choix d'un doublage à la fois thermique et acoustique (cf. page suivante) permet alors d'éviter cet inconvénient pour un impact financier quasiment nul (surcoût du PSEE par rapport au PSE : 5%).

➔ [Note M11 / Les matériaux isolants](#)

Précisions complémentaires

- Ceci est d'autant plus vrai que la surface de façade correspondant à la pièce considérée est importante, par exemple pour une pièce située en angle (pignon + façade).
- Dans les zones non exposées au bruit, cette diminution



de l'isolement acoustique aux bruits extérieurs est sans conséquence. ➔ [Note A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement acoustique aux bruits extérieurs](#)

Attention à la mise en œuvre !

- Dans les logements collectifs et les maisons en bande, en cas d'exposition au bruit routier, lors du changement des menuiseries extérieures, il ne faut pas rechercher un isolement acoustique aux bruits extérieurs trop élevé. Ceci afin de ne pas faire prédominer les bruits intérieurs se transmettant entre logements, qui sont généralement moins bien acceptés que les bruits extérieurs. ➔ [Note A7 / La gêne de voisinage](#)

LES DOUBLAGES NE SONT PAS TOUS ACOUSTIQUES



Les doublages à la fois thermiques et acoustiques :

Doublages à base de matériau souple ou semi-rigide et à structure poreuse, tels que :

- Laine (minérale, végétale ou d'origine animale)
- Polystyrène expansé élastifié (PSEE)

Définition : un doublage est dit à la fois thermique et acoustique dès lors qu'il présente une amélioration acoustique $\Delta(Rw+C)$ positive (sur béton de 16 cm, sur blocs béton creux ou sur briques creuses de 20 cm), mesurée en laboratoire selon la norme NF EN ISO 140-3. ➔ Note A4 / Performances acoustiques des doublages

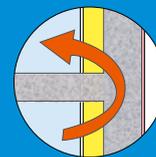


Les doublages uniquement thermiques :

Doublages à base de mousses rigides telles que :

- Polystyrène expansé (PSE),
- Polyuréthane (PU)
- Polystyrène extrudé (PSX).

Ces doublages se caractérisent par un gain acoustique $\Delta(Rw+C)$ négatif. (Sur bloc béton creux de 20 cm non enduit côté doublé, le PSE présente un $\Delta(Rw+C)$ légèrement positif.) Ils dégradent les performances acoustiques de la paroi support, parfois de façon très importante, et ce d'autant plus s'ils sont traversés deux fois.



LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR



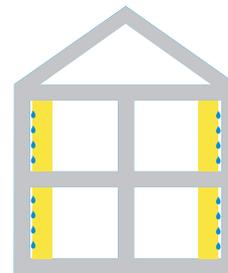
Condensation dans la masse

➔ Note H1 / Humidité dans les logements

En hiver, dans un bâtiment chauffé, l'air intérieur chargé de vapeur d'eau cherche à migrer vers l'extérieur. Cette vapeur d'eau peut condenser au cœur du mur, quand le point de rosée est atteint, ou lorsqu'elle rencontre un matériau imperméable (comme le béton). En ITI, un pare-vapeur ou, mieux, un freine vapeur hygro-variable (posé du côté de la face chaude de l'isolant) permet de diminuer ce risque de condensation.

Ancien doublage conservé ?

• Si l'ancien doublage est conservé, attention au risque de condensation si le voile faisant obstacle à la vapeur est emprisonné entre deux épaisseurs d'isolant : le percer par endroits. Quand l'isolant existant est de faible épaisseur, il est préférable de le supprimer plutôt que de le conserver.



Zones littorales

• En zone de front de mer, ménager une lame d'air de 2 cm entre l'isolant et le mur extérieur ou mettre en place un revêtement étanche à la pluie sur la face extérieure du mur (mur de type IV du DTU 20.1).

Attention à ne pas trop isoler !

• En cas de mise en œuvre défectueuse (discontinuités ou défauts), l'humidité risque d'être enfermée derrière la membrane. Une dégradation des performances de l'isolant et une augmentation des risques de condensation (et donc d'apparition de moisissures), sont à prévoir.



Condensation au droit des ponts thermiques

➔ Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente

La technique de l'ITI n'a pas d'incidence directe sur le renouvellement de l'air (attention toutefois à ne pas masquer les éventuelles grilles d'aération en maçonnerie). Cependant, lorsque le logement ne comporte pas de ventilation, et surtout si l'on remplace d'anciennes fenêtres peu étanches à l'air (qui assuraient ainsi la ventilation), il faut systématiquement mettre en œuvre un nouveau système de ventilation afin de limiter l'humidité ambiante, prévenir le phénomène de condensation et assurer ainsi une bonne qualité de l'air intérieur.



➔ Note V5 / RT Existant par élément

• Cette technique ne traitant ni les ponts thermiques de liaison mur/plancher ni celles de refends, une hygrométrie moyenne (cf. DTU 20.1) pourrait entraîner de la condensation au droit des ponts thermiques. La mise en œuvre d'un système de ventilation s'impose alors. Peut aussi s'envisager la pose d'une membrane pare-vapeur ou freine-vapeur.





Emissions des matériaux de construction

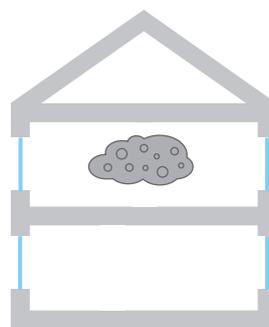
➔ Note V2 / Qualité de l'air intérieur : enjeux et solutions

Certains matériaux de construction et produits de décoration utilisés sur les parements sont des sources non négligeables d'émission de composés organiques volatils (COV). Pour les matériaux en contact avec l'air intérieur, l'émission en COV devra être connue et à minima respecter les exigences de la classe A+ de l'étiquetage « Émissions dans l'air intérieur ».

Dégagement de formaldéhydes par hydrolyse des colles

• Les colles et adhésifs à base d'urée-formol, utilisés pour les revêtements de sol et les murs, émettent du formaldéhyde, et ce d'autant plus lorsque l'air est chargé en humidité. Pour la mise en œuvre des doublages, dans

la mesure du possible, il est donc recommandé de privilégier la pose vissée à la pose collée, ou de choisir des mortiers colles écolabellisés (classification EC1 selon EMICODE, ou certification équivalente).



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

- Certains matériaux, notamment ceux à base de mousse rigide, ont pour conséquence de détériorer la performance acoustique de la paroi (affaiblissement acoustique négatif).
- Dans l'habitat jumelé ou en bandes, ainsi qu'en immeuble collectif, toute

solution d'isolation par l'intérieur reposant sur une mousse rigide et une plaque de plâtre est à proscrire, sous peine de diminuer l'isolement acoustique entre locaux mitoyens. Le choix d'un doublage à la fois thermique et acoustique permet d'éviter cet inconvénient.

- Concernant l'isolation vis-à-vis des bruits extérieur, le choix d'un isolant rigide (exclusivement thermique) ne présente d'inconvénient qu'en en zone de bruit élevé (objectif de DnT,A,tr supérieur à 35 dB).



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE QUALITÉ DE L'AIR

- En ITI, un pare-vapeur ou, mieux, un freine-vapeur hygro-variable (posé du côté de la face chaude de l'isolant) permet de diminuer le risque de condensation au cœur de la paroi.
- Attention à ne pas condamner les éventuelles entrées d'air ou grilles de ventilation existantes en traversée de murs, et ce tant qu'il n'y a pas un nouveau système de ventilation installé.

• Si le renouvellement de l'air n'est pas suffisant, cette technique ne traitant pas les ponts thermiques, une hygrométrie moyenne pourrait entraîner de la condensation au droit des ponts thermiques. La mise en œuvre d'un système de ventilation s'impose alors.

- Pour les matériaux en contact avec l'air intérieur, l'émission en COV doit être connue et à minima respecter les exigences de la classe A+ de l'étiquetage « Émission de polluants volatils dans l'air intérieur ».

EXEMPLES DE SOLUTIONS

Mur en parpaings creux de 200 mm avec un enduit ciment à l'extérieur et un enduit plâtre à l'intérieur, équipé d'un doublage collé à base de polystyrène expansé élastifié (PSEE), doté d'un λ de 0,032 W/mK

DOC. SAINT-GOBAIN PLACO



Isolant	Parement	Support seul			Support + isolant			Gain acoustique Rw+C en dB	
		RA en dB	RA,tr en dB	Résistance thermique en m ² .K/W	RA en dB (1)	RA,tr en dB (1)	Résistance thermique en m ² .K/W	Δ RA en dB	Δ RA,tr en dB
PSEE épaisseur 60 mm	plaque de plâtre BA10	52	49	0,23	58	53	2,4	+5	+3
PSEE épaisseur 100 mm	plaque de plâtre BA10	52	49	0,23	64	58	3,7	+14	+9

(1) Evaluation d'après la formule empirique $R_{\text{après doublage}} = (R_{\text{avant doublage}})/2 + \text{constante}$

Remarque : Dans une construction neuve, le parpaing creux en façade est enduit coté extérieur et non enduit coté intérieur doublé. Le parpaing non enduit, très poreux, permet de bénéficier d'une lame d'air fictive supplémentaire. Il en résulte un « gain acoustique » nettement supérieur à celui du tableau ci-dessus : avec une épaisseur d'isolant

PSEE de 100 mm sur un parpaing creux de 200 mm, enduit coté extérieur et non enduit coté doublé, le Δ RA est voisin de 20 dB pour un bruit rose à l'émission et le Δ RA,tr voisin de 15 dB pour un bruit de trafic à l'émission.

➔ **Note A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement acoustique aux bruits extérieurs**

ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

Mise en œuvre

- Le choix de la pose d'un pare-vapeur ou d'un frein-vapeur coté intérieur dépend de la résistance à la diffusion de vapeur d'eau du matériau isolant. La mise en œuvre d'une membrane hygro-régulante, de Sd variable, a fait l'objet d'un avis technique du CSTB. Ce type de membrane empêche la pénétration de vapeur d'eau dans les parois en hiver et favorise son évacuation en été.
- Pour les pièces humides, prévoir la version hydrofugée (marine) des plaques de plâtre et de l'enduit.
- Raccord mur/plafond : Pour garantir une bonne étanchéité à l'air, le joint périphérique entre mur porteur et plafond sera traité conformément au DTU 25.41.
- Le rail inférieur (lisse basse) est désolidarisé du sol par une bande résiliente (étanchéité à l'air, découplage acoustique).
- L'étanchéité périphérique de l'ouvrage est réalisée au moyen d'un joint acrylique.
- Concernant la solution de la contre cloison maçonnée (technique n°4), lorsqu'une exigence particulière est imposée à la

cloison en terme d'isolation acoustique, son comportement peut être amélioré vis-à-vis des transmissions latérales, en interposant entre leurs bords et la structure, sur tout ou partie de leurs pourtours, une bande de matériau résilient.

- Mise en œuvre selon DTU 25.41 ou 25.42, ou avis technique.
- Isolant certifié ACERMI, CSTBat ou équivalent.

Travaux induits

- Prévoir de préférence ces travaux avant le remplacement du système de chauffage, dont la puissance pourra être abaissée. Si le système de chauffage existant est conservé, lorsque la réduction des besoins thermiques est conséquente, on adaptera les paramètres du système aux nouvelles conditions (réglage de la loi d'eau, diminution de la puissance, etc.).
- Prévoir une adaptation éventuelle du système de ventilation. ➔ **Fiche 8 / Installation d'une ventilation mécanique**
- Prévoir le déplacement des prises électriques, points lumineux, radiateurs, canalisations...

POUR EN SAVOIR PLUS...

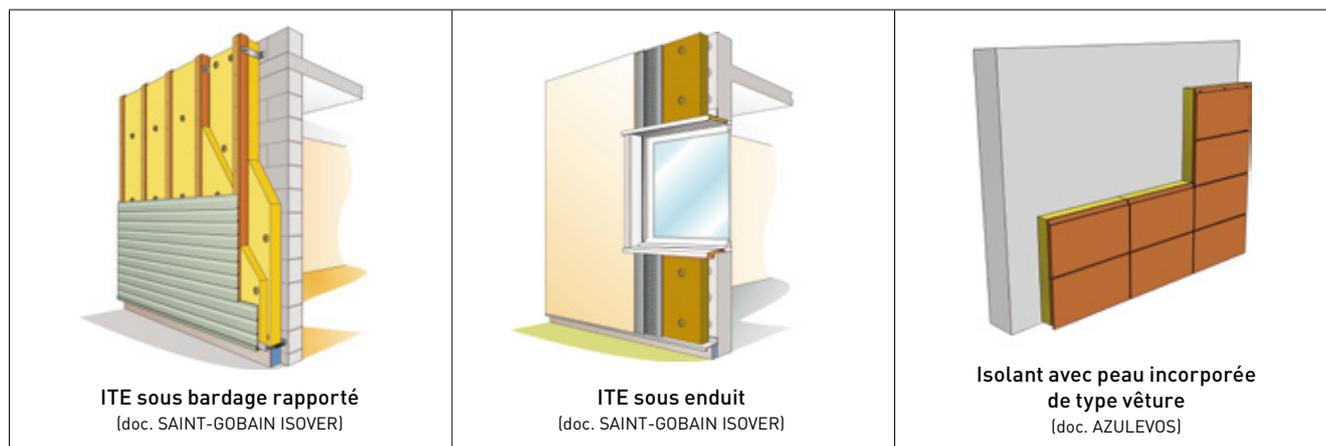
- Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE) - Stratégies de rénovation Fiches Solutions techniques - Fiche 1 Solutions techniques d'isolation par l'intérieur - Parois verticales anciennes, Fiche 3 - Solutions techniques d'isolation par l'intérieur - Parois verticales récentes.
- Réhabilitation thermique et confort acoustique des bâtiments d'habitation - Loïc Hamayon - Cahier pratique Le Moniteur n°5623 - 2 septembre 2011.

- Concilier efficacité énergétique et acoustique dans le bâtiment - CSTB - 2010.
- NF DTU 25.41 Travaux de bâtiments - Ouvrages en plaques de plâtre.
- NF DTU 25.42 Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwiches - Plaques de parement en plâtre et isolant.



ISOLATION THERMIQUE PAR L'EXTÉRIEUR

LES PRINCIPALES TECHNIQUES



LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

<p>Présence d'entrées d'air en maçonnerie ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si le bâti existant comporte des entrées d'air ou des grilles de ventilation en traversée de murs, on prendra soin de ne pas condamner 	<p>ces sources de renouvellement d'air lors des travaux de rénovation, et ce tant qu'il n'y a pas un nouveau système de ventilation installé.</p>
<p>Attention aux sources d'humidité !</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les sources éventuelles d'humidité peuvent endommager l'isolation par l'extérieur (remontées d'humidité par capillarité, infiltrations par la toiture, dégâts des eaux, fissuration, condensation superficielle excessive, problème de perméance à la vapeur d'eau, gouttière percée, longueur de l'avant toit insuffisante...). 	<p>Le cas échéant, il faudra corriger ces défauts avant d'opter pour l'ITE.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En cas de mur exposé à la pluie, le classement du mur par rapport à sa résistance à la pluie (type IV selon le DTU 20.1) détermine les exigences de protection à l'eau de la paroi (isolant non hydrophile, lame d'air, etc.).
<p>Et si l'on change aussi les fenêtres ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le changement du cadre complet assure un traitement optimal de la perméabilité à l'air. C'est la raison pour laquelle, en zone très bruyante (35 à 40 dB d'isolement acoustique recherché), on privilégiera la dépose totale. • Si, en plus d'isoler les murs, il est prévu de remplacer les fenêtres, il est conseillé d'opter 	<p>pour une dépose totale de la menuiserie, suivie de la pose en applique extérieure. Ce positionnement de la fenêtre dans la continuité de l'isolant évite le pont thermique d'encadrement de baie et donc réduit le risque de condensation superficielle (voir aussi Introduction au chapitre I / Les questions à se poser avant le choix du type d'isolation).</p>
<p>Zone de bruit ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • L'ITE peut impacter l'isolement acoustique entre l'intérieur et l'extérieur. En cas de besoin d'isolement acoustique élevé, il faut préférer l'ITE sous bardage plutôt qu'une finition par enduit. Éviter par ailleurs les vêtements, à cause des faiblesses 	<p>acoustiques au niveau des joints entre panneaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), une ITE ne doit pas dégrader les performances acoustiques initiales. ➔ Note A11 / Travaux importants en zones de bruit
<p>Bâti très ancien ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Les parois anciennes possèdent un équilibre hygrothermique qui doit être préservé. Il ne faut pas mettre en place de produit étanche (enduit, revêtement, isolant) susceptible de 	<p>bloquer l'humidité à l'intérieur du mur support. Privilégier les matériaux respirants.</p> <p>➔ Note H1 / Humidité dans les logements</p>
<p>Présence de remontées capillaires ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si des remontées capillaires sont observées, un traitement préventif s'impose avant toute intervention. La technique de l'électro-osmose-phorèse peut constituer une solution. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne pas utiliser de matériau pouvant bloquer le drainage ou la traversée de la vapeur d'eau depuis l'intérieur vers l'extérieur. <p>➔ Note H1 / Humidité dans les logements</p>



LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE



Diminution de l'isolement acoustique aux bruits extérieurs

En zone de bruit important (objectif d'atténuation $D_{nT,A,tr}$ supérieur à 35 dB en rénovation), le choix d'un isolant rigide (exclusivement thermique) peut avoir un impact négatif sur l'isolement acoustique de façade. En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), une ITE ne doit pas dégrader les performances acoustiques initiales, voir [Note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit](#)

➔ [Fiche 1 ITI / § Les doublages ne sont pas tous acoustiques](#)

Mais cela ne pose de problème que dans les cas où le mur support offre une performance acoustique moyenne, comme avec les parois extérieures menuisées ou les murs creux de faible épaisseur (blocs de béton creux, briques creuses).

Exemple

• Pour déterminer si l'isolement acoustique $D_{nT,A,tr}$ recherché sera atteint une fois l'ITE réalisée, en première approximation, on peut appliquer une règle simple. L'indice d'affaiblissement acoustique au bruit de trafic de la partie opaque de façade (y compris le complexe de doublage thermique), devra être de 10 dB plus élevé que l'objectif d'isolement acoustique recherché :

RA_{tr} façade opaque (ou hors fenêtre) > $D_{nT,A,tr} + 10$ (dB)

Le tableau suivant donne une estimation de l'épaisseur de mur requise pour obtenir des isolements acoustiques aux bruits de trafic de 30, 35 ou 40 dB, afin que la condition sur l'indice de la façade opaque soit satisfaite :

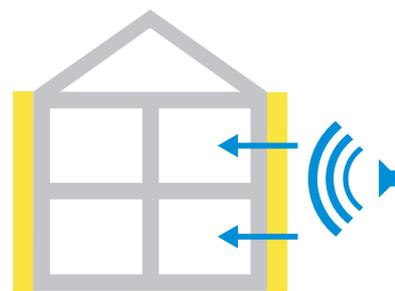
Objectif d'isolement $D_{nT,A,tr}$	30 dB	35 dB	40 dB
Béton	10 cm (>220 kg/m ²)	13 cm (300 kg/m ²)	16 cm (375 kg/m ²)
Blocs pleins en béton	10 cm (240 kg/m ²)	12,5 cm (280 kg/m ²)	17,5 cm (375 kg/m ²)
Blocs creux en béton	10 cm (>150 kg/m ²)	12,5 cm (185 kg/m ²)	17,5 cm (250 kg/m ²)

Par exemple, pour atteindre un objectif d'isolement aux bruits extérieurs de 40 dB, il faudra au minimum une épaisseur de béton de 16 cm (375 kg/m²).

En considérant une isolation thermique par l'extérieur constituée par un enduit sur polystyrène de forte épaisseur, **la perte de performance due au complexe sur une façade lourde et étanche (béton ou blocs pleins de béton enduits) peut être estimée à -1 dB (voir l'exemple de solution à la fin de cette fiche).**

Bien évidemment, les fenêtres, les entrées d'air et les coffres de volets roulants éventuels interviennent aussi dans la détermination de l'isolement acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs. Pour une approche considérant l'ensemble des éléments constitutifs de la façade, voir

➔ [Note A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement acoustique aux bruits extérieurs](#)

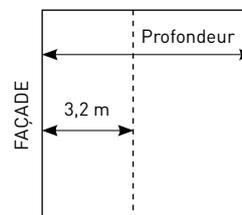


Influence du parement sur les performances acoustiques

Si un isolement acoustique élevé est recherché, plutôt qu'une finition par enduit, il faut préférer l'ITE sous bardage (la lame d'air entre le bardage et l'isolant renforce les performances acoustiques, voir EXEMPLES DE SOLUTIONS en dernière page de cette fiche). Eviter par ailleurs les vêtures, à cause des faiblesses acoustiques au niveau des jonctions entre panneaux.

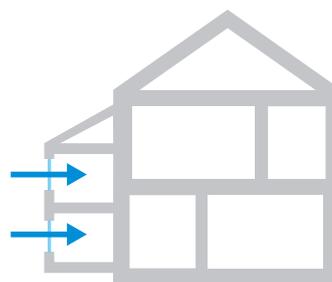
Pour approfondir

• Si la profondeur « d » du local de réception est supérieure à 3,2 m, les contraintes sur les façades et sur les fenêtres pourront être diminuées de $10 \log(d/3,2)$. Cette valeur de 3,2 mètres correspond à la profondeur de référence pour annuler le terme de dimension du local $10 \log(0,32 \times d)$. De même, si le volume V de ce local est supérieur à 30 m³, l'isolement normalisé de l'ensemble des entrées d'air et coffres de volets pourra être diminué de $10 \log(V/32)$.



A partir de 3,2 mètres, la profondeur du local diminue la performance acoustique de façade nécessaire (par ex., pour une profondeur de 5 m, l'indice à rechercher est diminué de 2 dB)

• Le risque de dégradation (par l'ITE) des performances vis-à-vis des bruits extérieurs est d'autant plus critique dans les situations où la surface de façade isolée par l'extérieur est importante, comparativement au volume de la pièce de réception. Les pièces de petit volume, comportant de petites fenêtres (pièce en pignon), sont donc particulièrement sensibles.



Plus grande vulnérabilité des pièces de petit volume en pignon



Pas d'amélioration vis-à-vis des transmissions acoustiques latérales

⇒ Note A2 / La transmission du bruit

En ITE, l'isolant thermique de la façade n'est pas traversé par les transmissions acoustiques latérales : le caractère favorable ou défavorable à l'acoustique de cet isolant n'influe donc en rien sur l'isolement acoustique entre locaux contigus. Cette solution ne permet donc pas d'améliorer la situation existante, mais elle ne la dégrade pas non plus – à moins de supprimer l'éventuel doublage intérieur existant, si celui-ci est à la fois thermique et acoustique (matériau souple).



Attention ! En présence d'un isolant thermique et acoustique intérieur (matériau souple), le fait de supprimer cet isolant et de lui substituer un isolant extérieur (ITE) peut se traduire par une augmentation de la transmission des bruits entre locaux contigus (préjudiciable en maison en bande ou en immeuble collectif).



Complément de doublage par l'intérieur

⇒ Note A2 / La transmission du bruit

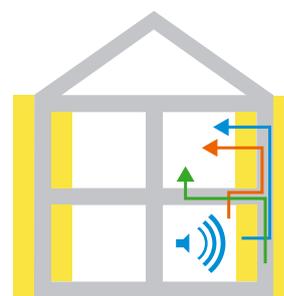
Si un complément de doublage par l'intérieur est envisagé (ITE + ITI), un matériau thermique et acoustique (souple) s'impose, faute de quoi les transmissions acoustiques latérales pourraient être renforcées et donner lieu, en fonction de la nature et de l'épaisseur de la façade et du refend, à la propagation de bruits entre locaux contigus (préjudiciables en maison en bande ou en immeuble collectif).

- La combinaison ITI + ITE peut donc constituer un bon compromis, tant du point de vue acoustique que thermique, mais à la condition de choisir une solution thermique et acoustique pour le doublage intérieur : soit une contre-cloison sur ossature, soit un complexe de doublage collé dont l'isolant est souple (laine ou PSE élastifié).

- Au niveau des résistances thermiques, il est conseillé de respecter la proportion 1/3 à l'intérieur et 2/3 à l'extérieur.

⇒ Fiche 1 / Isolation par l'intérieur des parois verticales

⇒ Note M11 / Les matériaux isolants



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

- Certains matériaux, notamment ceux à base de mousse rigide, ont pour conséquence de détériorer la performance acoustique de la paroi (affaiblissement acoustique négatif).

- Concernant l'isolation vis-à-vis des bruits extérieurs, on retrouve les mêmes conclusions que pour l'isolation par l'intérieur : en zone calme, le choix d'un

isolant rigide (exclusivement thermique) ne présente pas d'inconvénient ; en zone de bruit élevé (objectif de $D_{nT,A,tr}$ supérieur à 35 dB), le choix d'un isolant rigide peut se traduire par une dégradation préjudiciable des performances acoustiques existantes.

- L'isolant thermique de la façade n'est pas traversé par les transmissions laté-

rales : son caractère favorable ou défavorable à l'acoustique n'influe donc en rien sur l'isolement acoustique entre locaux contigus.

- En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), une ITE ne doit pas dégrader les performances acoustiques initiales

⇒ Note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit



LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR



Mauvais renouvellement de l'air

➔ **Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente**

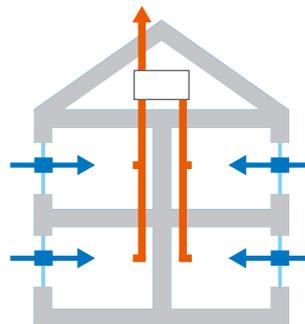
Une réhabilitation avec isolation des parois et/ou changement des fenêtres renforce l'étanchéité à l'air du bâtiment. Cela impose de reconsidérer le système de ventilation du logement.

Attention aux entrées d'air existantes

Si l'isolation extérieure vient obstruer les éventuelles entrées d'air existantes en traversée de mur, l'intervention se traduira par une situation d'inconfort (air intérieur chargé en CO₂ et en vapeur d'eau), voire des conditions dangereuses pour la santé (concentration élevée en monoxyde carbone si présence d'un appareil à combustion pour le chauffage ou la cuisson des aliments, condensation sur les murs entraînant le développement de moisissures, risque d'augmentation de tous les polluants).

Installer ou rénover (et par la suite, entretenir) un système de ventilation

- Lorsque le logement ne comporte pas de ventilation, et surtout quand les fenêtres sont remplacées en même temps que l'ITE réalisée, si le renouvellement de l'air



n'est pas suffisant, une hygrométrie moyenne (cf. DTU 20.1) pourrait entraîner de la condensation au droit des points froids du logement. La mise en œuvre d'un système de ventilation s'impose alors afin de limiter l'humidité ambiante et ainsi assurer une bonne qualité de l'air intérieur. On interviendra soit uniquement au niveau des pièces humides (entrées d'air et grilles d'extraction uniquement dans les pièces humides), soit par balayage intégral du logement (solution à privilégier, entrées d'air en pièces principales, bouches d'extraction en pièces humides et détalonnage des portes pour permettre la circulation de l'air).



Condensation au droit des ponts thermiques

➔ **Note V1 / Principe de la ventilation générale et permanente d'un logement**

Dans les bâtiments isolés thermiquement, les ponts thermiques deviennent les seuls points froids. Ils concentrent tous les risques de condensation, et les pathologies potentielles qui y sont associées. Pour éviter l'apparition, au droit des points froids, de moisissures néfastes pour la santé humaine, l'isolation extérieure doit être la plus complète et continue possible. A surveiller tout particulièrement la jonction avec les menuiseries ou coffres de volets existants.





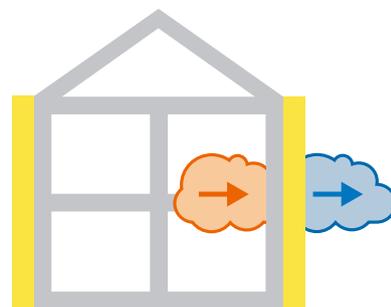
Gestion des transferts d'humidité

➔ Note H1 / Humidité dans les logements

En ITE, la paroi étant « chaude » (c'est-à-dire presque à la température intérieure), les risques de condensation dans la masse sont faibles. La vapeur d'eau ne pouvant condenser qu'au niveau du parement extérieur, il faut éviter les revêtements imperméables à la vapeur d'eau.

Présence d'humidité ?

- En présence d'humidité (par exemple due à des remontées capillaires) ou si le mur est constitué de matériaux sensibles (maçonnerie en terre crue notamment), il faut impérativement conserver une continuité capillaire sur toute l'épaisseur du mur : choisir un isolant perméable à la vapeur d'eau, un enduit perméable à la vapeur d'eau ou un bardage ventilé, ceci afin de conserver le caractère « respirant » du mur.



Qualité de l'air

➔ Note V2 / Qualité de l'air intérieur : enjeux et solutions

- On choisira les produits les moins émissifs en COV possibles pour l'entretien ou la décoration du bardage ou de l'enduit.



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE QUALITÉ DE L'AIR

- L'isolation extérieure peut entraîner un confinement du bâtiment si elle obstrue les entrées d'air : attention à bien conserver les éventuelles entrées d'air existantes en traversée de mur.
- Ne pas négliger la question des ponts thermiques, pour éviter le développement de moisissures (l'isolation extérieure doit être complète et continue).

EXEMPLES DE SOLUTIONS

Mur support en parpaings creux de 20 cm avec un enduit plâtre à l'intérieur et enduit hydraulique extérieur (base ciment en général), isolant extérieur en polystyrène expansé (PSE ; λ 0,031 W/mK, pose collée ou chevillée), finition par un enduit mince.									
Isolant	Finition	Support seul			Support + isolant			Gains acoustiques ΔR_A et $\Delta R_{A,tr}$ en dB	
		R_A en dB	$R_{A,tr}$ en dB	Résistance thermique en $m^2.K/W$	R_A en dB ⁽¹⁾	$R_{A,tr}$ en dB ⁽¹⁾	Résistance thermique en $m^2.K/W$	ΔR_A en dB	$\Delta R_{A,tr}$ en dB
PSE (polystyrène expansé) épaisseur de 50 à 100 mm	Enduit	52	49	0,55	49 à 52	45 à 48	2,15 à 3,75	- 3 à 0	-4 à -1
PSE (polystyrène expansé) épaisseur de 100 à 150 mm	Enduit	52	49	0,55	53	52	3,75 à 5,4	0 à +1	-1 à +1

(doc. WEBER ST-GOBAIN)



[1] Les valeurs des performances acoustiques sont évaluées par le calcul



EXEMPLES DE SOLUTIONS

Paroi simple en béton ou en maçonnerie enduite une face au moins avec isolation laine minérale + lame d'air + bardage		
Nature du bardage	Exemples de systèmes	Correction de $R_{A,tr}$ en dB ⁽¹⁾
bardage léger	enduits armés, petits éléments de couverture, plaques ou clins métalliques ou plastiques, plaques fibro-ciment, etc.	+4
bardage lourd	bardage en maçonnerie ou éléments de pierre reconstituée	+7



[doc. ISOVER]

(1) Source : Qualitel et Habitat & Environnement millésime 2012

⇒ [Note technique A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement acoustique aux bruits extérieurs](#)

⇒ [Note technique A11 / Travaux de rénovation en zones de bruit : obligation de performances acoustiques minimales](#)

ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

Mise en œuvre

• **Ponts thermiques** : la technique de l'ITE nécessite le traitement des ponts thermiques au droit des points singuliers (balcons, loggias, menuiseries, ouvertures et toitures-terrace). Des études préalables peuvent s'avérer nécessaires pour valider les stratégies de traitement (pour les balcons notamment, qui ne sont pas faciles à traiter). Pour ne pas créer de ponts thermiques ou de passages d'air et d'humidité, la jonction avec les menuiseries ou les coffres de volets roulants existants doit faire l'objet d'une attention particulière.

• **Pont acoustique** : attention au pont acoustique au droit du joint de menuiserie (nécessité d'une continuité entre la menuiserie et le gros œuvre).

• **Cas de la pose d'un bardage** : ménager une lame d'air de 2 cm minimum entre le bardage et l'isolant, avec une grille de ventilation antirongeur en partie basse et un ou plusieurs débouchés en partie haute sous un égout ou sous un acrotère, voire en partie haute de chaque niveau en maison individuelle.

POUR EN SAVOIR PLUS

• Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE) - Stratégies de rénovation Fiches Solutions techniques - Fiche 2 Solutions techniques d'isolation par l'extérieur - Parois verticales anciennes, Fiche 4 - Solutions techniques d'isolation par l'extérieur - Parois verticales récentes.

• Réhabilitation thermique et confort acoustique des bâtiments d'habitation - Loïc Hamayon - Cahier pratique Le Moniteur n°5623 - 2 septembre 2011.

• Fiches UFME : ITE / Pose de fenêtres FT11, FT12 et FT13 - www.ufme.fr

• Concilier efficacité énergétique et confort acoustique dans le bâtiment - CSTB - 2010

• Mémento pour construire en mur manteau - Avril 2000 - www.mur-manteau.fr

• CPT 3709 : Systèmes d'isolation thermique par enduit sur polystyrène expansé : principe de mise en oeuvre autour des baies - liaisons avec les fenêtres

• Guide de suivi de la mise en oeuvre en acoustique dans le logement collectif neuf (CSTB, 2016)

ISOLATION THERMIQUE DES PAROIS HORIZONTALES (PLANCHERS HAUTS ET PLANCHERS BAS)

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT EXISTANT : POINTS PARTICULIERS À SURVEILLER

Date de construction

- Il est important de rechercher une période ou une date de construction, même approximative et tout document écrit :
 - une notice descriptive d'un permis de construire ou d'un marché de construction,
 - des plans d'architecte ou des plans d'exécution d'une entreprise de construction.

Épaisseur

- La mesure de l'épaisseur totale de la paroi offre des informations précieuses : en fonction de la nature présumée ou révélée du gros œuvre, cette donnée permet d'en déduire la présence d'une chape flottante et/ou d'une couche isolante.

Liaison paroi/parement

- Il peut être utile de « sonder les parements » en tapant sur le revêtement intérieur ou extérieur avec l'index ou un maillet en bois : si la réponse est sourde (basse fréquence) c'est le signe d'une liaison intime d'un enduit avec le plancher de gros œuvre (complexe massif) ; si elle est très audible (médium ou aiguë), elle indique la présence d'une plaque mince désolidarisée (telle qu'une plaque de plâtre collée par points qui peut réagir comme une peau de tambour).

Typologie des planchers bas : les principaux systèmes constructifs

- Les planchers bas dont l'ossature est constituée de poutrelles (en bois jusqu'au 19^{ème} siècle, en métal dès le début du 20^{ème} siècle ou en béton armé de 1960 à aujourd'hui), apportent d'assez mauvaises propriétés d'isolation acoustique aux bruits de choc lorsqu'ils sont associés à un revêtement courant tel qu'un parquet sur lambourdes ou un sol dur sur chape béton de 4 à 5 cm d'épaisseur. Entre les poutrelles, le plancher est généralement composé de plâtras,

de hourdis creux en terre cuite ou en béton. Ces complexes sont moyens en isolation acoustique aux bruits aériens et mauvais en transmission aux bruits de choc.

- Les planchers bas ou hauts des maisons à ossature bois peuvent également être constitués de poutrelles porteuses en bois avec en face inférieure une peau de contreventement revêtue d'un enduit ou d'une peinture. Ils comportent un remplissage par un matelas de laine minérale entre les poutrelles et un parement intérieur constitué d'une plaque de contreplaqué ou d'aggloméré de bois de type médium.
- Les planchers en béton sont généralement d'épaisseur comprise entre 10 et 20 cm avec ou sans isolation thermique en sous-face.

Typologie des planchers hauts : les principaux systèmes constructifs

- Ils peuvent être réalisés comme les planchers bas (voir toutes les solutions du paragraphe précédent).
- Ils peuvent être composés d'une structure légère porteuse en bois ou en métal indépendante de la charpente et de la couverture pour réaliser des piédroits, des rampants et des plafonds suspendus.
- Ils sont le plus souvent accrochés ou suspendus à la charpente en bois pour réaliser des piédroits, des rampants et des plafonds suspendus.
- Les toitures terrasses sont isolées par une mousse de polyuréthane (PU) sous étanchéité ou, en toiture terrasse inversée, isolés au moyen de polystyrène extrudé (PSX, le seul produit à avoir obtenu un avis technique favorable).
- Isolations légères : remplacement de la couverture et des linteaux, soit par des éléments autoporteurs avec une âme en mousse de polyuréthane ou en laine de roche à haute densité, soit par des caissons chevrons en bois avec un remplissage en laine minérale.

CHOIX DE LA TECHNIQUE EN RÉNOVATION

Acoustique

- En plancher haut, il faut penser à l'isolation vis-à-vis des bruits extérieurs, les solutions incorporant un isolant souple (laine ou autre matériau souple à cellules ouvertes) sont à privilégier, surtout au voisinage des aéroports.

⇒ Voir note A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement acoustique aux bruits extérieurs

- Dans les maisons accolées ou jumelées qui ne comportent qu'un seul mur séparatif (maisons en bande, maisons de ville ou de village), il faut se préoccuper de l'isolation aux bruits de chocs des planchers, afin de prévenir la transmission par les structures de bruits solidiens d'un logement à l'autre. On privilégiera si possible la réalisation d'une chape flottante sur sous-couche acoustique mince (SCAM).



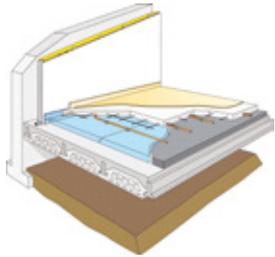
Etat du plancher bas et du plafond	<ul style="list-style-type: none"> • Le plancher bas peut rester en l'état s'il est bien conservé surtout s'il est possible de réaliser une isolation thermique en sous-face. Si le choix porte sur une chape flottante sur isolant thermique épais, s'assurer que le plancher existant supporte la surcharge due à la chape (environ 150 kg/m²). Pour réduire la surcharge finale et la hauteur du complexe (6 à 8 cm d'isolant thermique, généralement du type mousse PU + 6 cm de chape), on peut envisager de déposer le revêtement de sol et la chape ciment sous carrelage si elle existe. • En toiture inclinée, il est envisageable de conserver l'existant et d'ajouter un rampant ou un plafond suspendu, et éventuellement des piédroits (parement sur ossature métallique + isolant thermique). On peut aussi isoler par l'extérieur en démontant la couverture (sarking ou caisson chevronné). • En toiture terrasse, si l'étanchéité est bonne, on réalisera une toiture inversée (polystyrène extrudé au-dessus de l'étanchéité conservée), puis une protection. Si l'étanchéité est défectueuse, il faut la déposer et réaliser un complexe comportant un pare-vapeur, une isolation thermique en mousse PU support d'une étanchéité protégée. Dans ce cas, il faut étudier les relevés d'étanchéité sur la périphérie de la terrasse, avec le support technique de l'étancheur.
---	--

Les questions à se poser avant le choix du type d'isolation

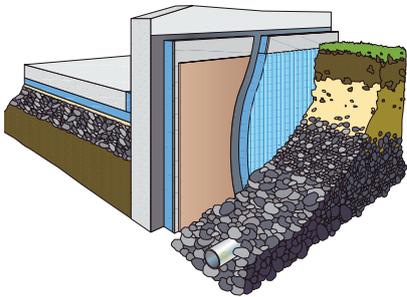
	Plancher haut	Plancher bas
Zone de bruit ?	En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux portant sur la toiture doivent respecter des performances acoustiques minimum. ➔ Note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit	
Travaux en site occupé ?	Même en site occupé, il faut se poser la question d'un plafond suspendu avec plaque de plâtre et laine souple : les entreprises savent rénover une à deux pièces par jour de 8h00 à 17h00, en laissant place nette pour les occupants chaque soir.	En site occupé, il sera impossible de réaliser une chape flottante au mortier de ciment rapportée sur un isolant thermique épais. La solution de la « chape sèche » (plaques de plâtre ou d'aggloméré bois de type médium sur un isolant peu compressible) peut s'envisager.
Fenêtres à changer ?	Le remplacement des fenêtres de toit nécessite un parfait jointoiement avec l'isolation de toiture, il est préférable de changer ces menuiseries en respectant tant les documents techniques DTU que les cahiers des charges et les notices de pose des fabricants.	
Traitement des ponts thermiques ?	<ul style="list-style-type: none"> • Quand les murs sont isolés par l'intérieur, la continuité de l'isolation avec un piédroit, un rampant ou un plafond suspendu est facilement obtenue en faisant appel à un isolant souple (laine ou autre matériau fibreux et souple). Le pont thermique est alors négligeable. • Quand les murs sont isolés par l'extérieur, il faut essayer de s'orienter vers une solution d'isolation extérieure en toiture par caissons chevrons et remplissage par un isolant souple. 	<ul style="list-style-type: none"> • Quand les murs sont isolés par l'intérieur, la seule façon de traiter le pont thermique de nez de dalle est de réaliser une chape flottante sur isolation thermique épaisse. Cette solution réduit aussi assez fortement le pont thermique en isolation thermique verticale par l'extérieur. • Les autres solutions d'isolation en plancher bas ne traitent pas le pont thermique de jonction avec une façade maçonnée (brique, parpaing, moellon, etc.).
Maison individuelle de plain pied ou R+1 ?	En isolation de planchers hauts par l'intérieur, les meilleures performances sont atteintes avec des plafonds et des rampants suspendus.	La chape flottante sur isolation thermique épaisse est la seule technique qui traite le pont thermique périmétrique.
Condensation ?	Un pare-vapeur est nécessaire et situé du côté de la face chaude de l'isolant. En bâtiment neuf, le NF DTU impose un pare-vapeur afin d'éviter que les condensations dans la masse descendent par gravité sur le parement (apparition d'auréoles).	Un pare-vapeur est nécessaire et situé du côté de la face chaude de l'isolant. En bâtiment neuf, le NF DTU impose un pare-vapeur afin d'éviter que les condensations dans la masse descendent par gravité sur le plancher ou perlent en sous-face de l'isolant sous plancher.
Ventilation à améliorer ?	L'isolation des parois et/ou le changement des fenêtres de toiture renforce l'étanchéité à l'air du bâtiment. Il peut être nécessaire d'installer un système de ventilation générale et permanente de type VMC qui assure un renouvellement de l'air suffisant en toute saison.	
Habitation secondaire ?	Une isolation par mise en œuvre d'un plafond suspendu constitue une solution optimale, mais il faut maintenir le système de ventilation en marche toute l'année, afin de réduire les risques de condensation en hiver et surtout en moyenne saison (mars-avril et octobre-novembre).	L'isolation d'un plancher bas n'est pas toujours envisageable d'autant qu'il est difficile de traiter les ponts thermiques. Quoiqu'il en soit, il faut maintenir le système de ventilation en marche toute l'année, afin de réduire les risques de condensation en hiver et surtout en moyenne saison (mars-avril et octobre-novembre).

ISOLATION THERMIQUE DES PLANCHERS BAS

LES PRINCIPALES TECHNIQUES

Isolation par le dessous			Isolation par le dessus
 <p>Technique n°1. Plafond suspendu sur ossature métallique avec parement bois ou plâtre et isolant souple (doc. SAINT-GOBAIN ISOVER)</p>	 <p>Technique n°2. Panneaux en laine de roche ou fibrastyrène avec fixation mécanique en sous-face (doc. KNAUF)</p>	 <p>Technique n°3. Flocage en sous-face de plancher à base de laine de roche ou de laine de laitier (doc. ISOLSUDEST)</p>	 <p>Technique n°4. Chape flottante au mortier de ciment de 6 cm sur isolation thermique épaisse en mousse de polyuréthane de 6 à 8 cm (doc. SAINT-GOBAIN ISOVER)</p>

LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

<p>Accès sous le plancher ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> En présence d'un vide sanitaire accessible ou d'un sous-sol non chauffé (cave, garage ou local technique), les trois techniques (flocage, panneaux en sous-face, plafond suspendu) sont envisageables. Ces techniques s'appliquent également au cas d'une extension sur sous-sol ou sur l'extérieur (garage fermé ou ouvert par exemple). Les locaux fermés situés sous le plancher devront être ventilés par deux orifices situés sur deux façades opposées, afin de réaliser un balayage, car la température de ces locaux va baisser, tant en hiver qu'en été et surtout en moyenne saison (autour des mois de mars et d'octobre) avec des risques de condensation.
<p>Dallage sur terre-plein ? Plancher bas technique non accessible ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> En présence d'un dallage sur terre-plein ou d'un plancher bas technique non accessible, et lorsqu'il n'est pas envisageable de mettre en place une chape flottante sur un isolant thermique épais, le plancher bas ne pourra pas être isolé. Il est alors possible d'envisager une isolation verticale par l'extérieur, en polystyrène extrudé rainuré PSX, et d'essayer de la descendre le plus bas dans le sol (50 cm au minimum). Cette solution permet de réaliser un drainage périmétrique. 
<p>Extension sur un sous-sol ou sur l'extérieur (garage non fermé) ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lors d'un agrandissement sur un sous-sol ou sur l'extérieur, comme un garage non fermé par exemple, les panneaux d'isolation peuvent être mis en œuvre en fond de coffrage avant le coulage d'un plancher en béton. La solution du plafond suspendu avec parement de qualité extérieure est aussi possible dans ce cas d'une extension sur sous-sol ou sur l'extérieur.

(doc. SAINT-GOBAIN ISOVER)



Aménagement qui ne servirait que hors saison de chauffe ?	<ul style="list-style-type: none"> • La technique du plafond suspendu avec un parement de qualité extérieur et isolant souple convient tout particulièrement au cas des locaux 	utilisés uniquement en saison ne nécessitant pas de chauffer.
Complément d'une isolation thermique par l'intérieur des parois verticales ? Rénovation lourde ?	<ul style="list-style-type: none"> • Quand une ITI des parois verticales est réalisée (mais aussi dans le cas d'une ITE), la technique de la chape flottante sur isolant thermique épais et peu compressible (mousse PU ou PSE) est très performante (traitement du pont thermique de nez de dalle). Cette solution doit être privilégiée lors d'une réno- 	vation lourde ou l'on casse toutes les cloisons intérieures. La chape flottante peut être réalisée avant l'ITI verticale, avec un retour d'isolant en périphérie. Les cloisons légères à âme alvéolaire ou à ossatures métalliques peuvent être portées par la chape.
Plancher support en mauvais état ?	<ul style="list-style-type: none"> • Le projet s'oriente alors vers une rénovation lourde et il faut envisager de démonter le plancher et de réaliser un plancher neuf avec une chape flottante sur un isolant thermique épais. 	Il faut se rapprocher d'un spécialiste structure, d'un architecte averti ou d'un bureau d'étude indépendant qui réalisera des sondages destructifs ponctuels et définira la méthode de destruction puis de reconstruction.

LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE

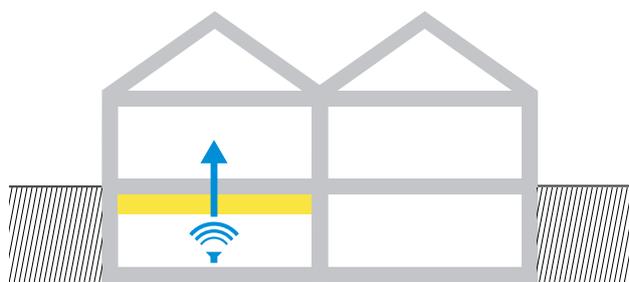


Transmissions acoustiques directes (en vertical)

➔ Note A2 / La transmission du bruit

Doublage placé sous le plancher

- Le volume inférieur non chauffé n'est pas habité. Le problème de la transmission verticale des bruits aériens ne se pose pas, à moins que ce volume contienne un équipement bruyant.
- Le doublage par plafond suspendu (tech. n°1) peut soit améliorer, soit dégrader la qualité acoustique du plancher (transmission directe), suivant qu'on utilise pour remplir le plénum un isolant purement thermique (matériau rigide) ou un isolant à la fois thermique et acoustique (matériau souple).



- Les panneaux de fibrastyrène ou de laine de roche fixés mécaniquement (tech. n°2) sont neutres sur le plan des transmissions acoustiques directes (voir plus loin le cas du plancher en débord).
- L'isolation par flocage (tech. n°3) dégrade généralement de 2 à 3 dB la qualité acoustique de la paroi en transmission directe.



Transmissions acoustiques horizontales

➔ Note A2 / La transmission du bruit

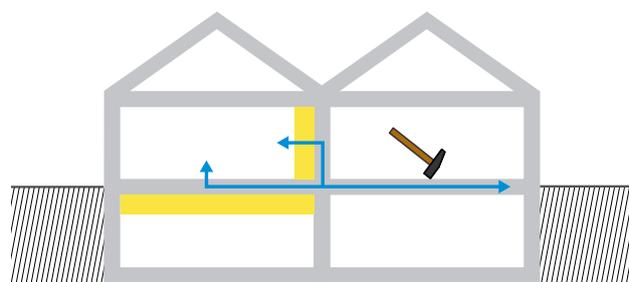
Intervention par dessous le plancher

- Dans l'habitat mitoyen (maisons de ville, maisons en bande, maisons jumelées), un isolant en sous face du plancher n'apporte rien en isolement acoustique horizontal. Seule solution : intervenir par le dessus (voir page suivante).

Attention !

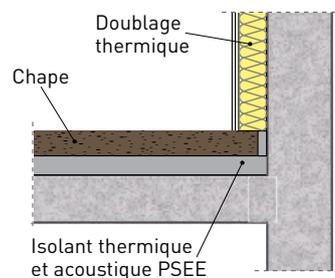
- Lorsque le séparatif entre deux maisons adjacentes est un simple mur mitoyen, le risque de transmission des bruits d'impact est important : il est conseillé d'isoler ce mur par un doublage acoustique vertical.

➔ Fiche 1 / Isolation par l'intérieur des parois verticales



Intervention par dessus le plancher

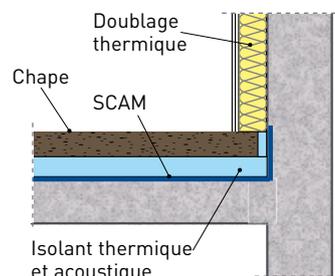
On peut profiter du traitement thermique du plancher pour diminuer la transmission des bruits de chocs vers le voisin : utiliser un isolant en polystyrène expansé élastifié PSEE (matériau assoupli qui a de bonnes performances à la fois thermiques et acoustiques), ou utiliser un isolant thermique rigide (polystyrène expansé PSE, polyuréthane PU) posé au dessus (ou éventuellement au-dessous) d'une sous-couche acoustique mince.



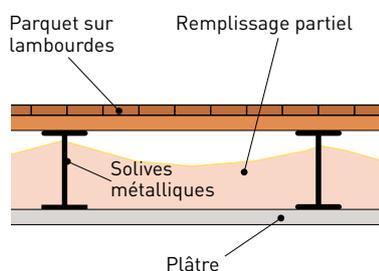
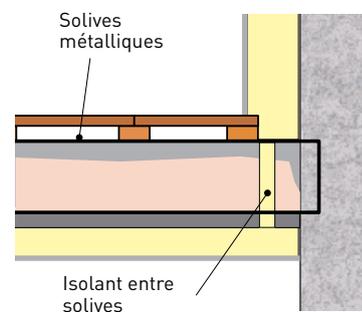
Principe de la chape flottante sur isolant à la fois thermique et acoustique de type PSEE

Pont phonique entre une façade ou un refend et un plancher

• Ce pont phonique existe d'origine lorsque le plancher comporte des poutrelles qui reposent sur le mur mitoyen de deux maisons. Dans un tel cas, il peut être envisageable de désolidariser les hourdis en terre cuite ou en béton, ainsi que la dalle de compression, en intercalant le long du mur des éléments en laine minérale (après avoir réalisé une découpe de 5 cm d'épaisseur entre les solives, à environ 5 cm du mur), ce qui réduirait tant le pont thermique que le pont phonique, en transmission horizontale.



Chape flottante sur isolant thermique rigide et sous-couche acoustique mince (SCAM)



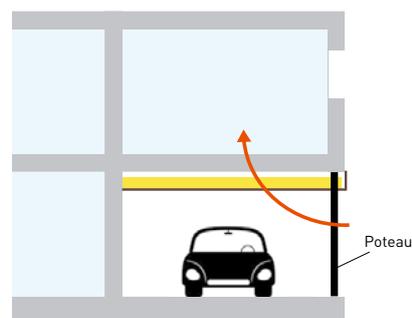
Traitement (partiel) du pont thermique et acoustique en façade



Isolation acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs d'un plancher bas en débord

➡ Note A3 / Performances acoustiques des parois

En plancher bas, seuls les cas de maisons sur pilotis, de porte-à-faux ou de passages traversants méritent de réaliser un plafond suspendu avec un parement pour usage en extérieur et remplissage du plénum par un isolant souple. Cette solution peut s'imposer aussi, lors d'un agrandissement sur un porche, un passage ouvert ou un garage non fermé.



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

Isolation par le dessous :

- Un plafond suspendu peut soit améliorer, soit dégrader la qualité acoustique du plancher (transmission directe), suivant qu'on utilise un isolant purement thermique (matériau rigide) ou un isolant à la fois thermique et acoustique (matériau souple).

- Dans les logements juxtaposés (maisons jumelées avec plancher filant), un isolant en sous face du plancher n'empêchera pas la transmission horizontale des bruits aériens et des bruits de choc. Il faut isoler le mur mitoyen par un doublage acoustique vertical et réaliser une isolation par le dessus dans chacun des logements.

Isolation par le dessus :

- Dans l'habitat jumelé ou en bande, on peut profiter du traitement thermique du plancher pour diminuer la transmission des bruits de chocs vers le voisin : soit un isolant semi rigide en PSEE, soit un isolant thermique rigide en mousse PU ou PSX posé au-dessus (ou au-dessous) d'une sous-couche acoustique mince.



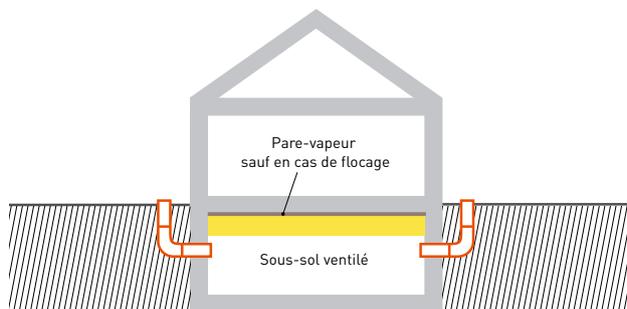
LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR



Condensation dans la masse

➔ Note H1 / Humidité dans les logements

La vapeur d'eau intérieure migre au travers des planchers bas isolés, en hiver surtout mais aussi en mi-saison, voire en été dans les sous-sols mal ventilés. Il existe des risques de condensation dans la masse ou de condensation superficielle sur les parois froides de ces locaux. Ces condensations ne sont pas préjudiciables en habitat non sur-occupé, correctement chauffé et équipé d'un système de ventilation mécanique contrôlée. Un pare vapeur, situé du côté de la face chaude de l'isolant est imposé par tous les DTU (sauf en cas de flocage). Cependant, il est nécessaire d'assurer une ventilation par balayage de ces espaces non chauffés : en vide sanitaire, en sous-sol ou tout autre local non chauffé, prévoir des orifices de ventilation, sur deux façades opposées.



Ancien isolant conservé ? Supprimé ?

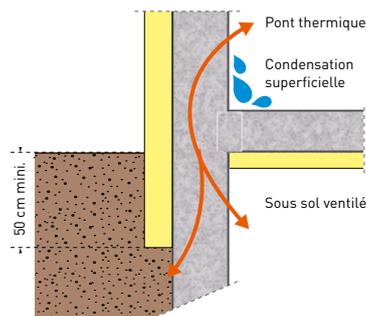
- Si l'ancienne isolation est conservée, attention au risque de condensation si le plancher définitif comporte deux pare-vapeurs ou un pare-vapeur et une couche étanche existante.
- Si l'isolant existant est de faible épaisseur, il est préférable de le supprimer plutôt que de le conserver.



Condensation au droit des ponts thermiques

➔ Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente

Les techniques d'isolation en sous-face ou sous chape flottante d'un plancher bas peuvent apporter des risques de condensation au droit des ponts thermiques, d'où la nécessité d'un renouvellement de l'air permanent et efficace. Si le logement ne comporte pas de ventilation, et surtout si les menuiseries extérieures sont remplacées, une hygrométrie moyenne (cf. DTU 20.1) pourrait entraîner de la condensation au droit des ponts thermiques.



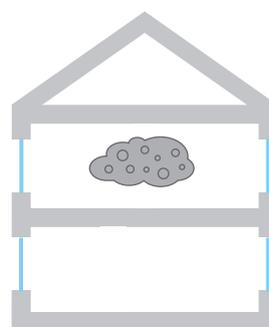
Il sera impératif de mettre en œuvre un système de ventilation (mécanique ou naturelle) afin de limiter l'humidité ambiante et d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur.



Emissions des matériaux de construction

➔ Note V2 / Qualité de l'air intérieur : enjeux et solutions

Certains matériaux de construction et produits de décoration sur les parements sont des sources non négligeables d'émission de composés organiques volatils (COV). On privilégiera les matériaux et produits considérés comme « faiblement émissifs » en se reportant à l'étiquetage « Émissions dans l'air intérieur » qui précise leur niveau d'émission en polluants volatils (préférer la classe A+).





À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE QUALITÉ DE L'AIR

- Les techniques d'isolation en sous-face ou sous chape flottante d'un plancher bas peuvent apporter des risques de condensation au droit des ponts thermiques. Pour assurer un renouvellement de l'air permanent et efficace, la réfection ou

la création d'un système de ventilation s'impose.

- En sous-face de plancher, un pare-vapeur, situé du côté de la face chaude de l'isolant, est imposé par DTU.

- Il est nécessaire d'assurer une ventilation par balayage des espaces non chauffés (vide sanitaire, sous-sol...).

EXEMPLES DE SOLUTIONS

Isolation fixée mécaniquement en sous-face d'un plancher, sur un sous-sol, un vide sanitaire ou un local situé en rez-de-chaussée

Le plancher existant n'est pas isolé, une faible isolation sera démontée ; si des poutrelles s'appuient sur le mur séparatif, il sera nécessaire de prévoir une sous-couche isolante aux bruits de choc sous un sol dur ou une sous-couche acoustique mince (SCAM) sous une chape flottante.



Transmission acoustique verticale (bruits aériens)			Support seul		Support + isolant		Gain acoustique
Support	Isolant	Parement	$D_{nT,w+C}$ en dB ⁽¹⁾	Résistance thermique en $m^2.K/W$	$D_{nT,w+C}$ en dB ⁽¹⁾	Résistance thermique en $m^2.K/W$	$\Delta[D_{nT,w+C}]$ en dB
Plancher bas existant ou plancher neuf sur une extension	laine de roche λ 0,034 épaisseur 120 mm	Laine de roche bi-densité	40 à 50	\approx 0,57	40 à 53	4,1	0 à 3
	fibrastyrène λ 0,032 épaisseur 125 mm	Laine de bois agglomérée de ciment + PSE	40 à 50	\approx 0,57	42	4,2	0 à 2

Les performances acoustiques obtenues pour le plancher support seul et le plancher revêtu d'un isolant fixé mécaniquement sont issues du Guide CATED sur l'Amélioration Acoustique des Logements Existants 05/1995 (avec des procès-verbaux issus du CSTB).

(1) $D_{nT,w+C}$: performance d'isolement acoustique aux bruits aériens - Dans le neuf, la réglementation exige une valeur de 55 dB entre un garage et une pièce principale du logement



ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

Mise en œuvre

- La pose d'un pare-vapeur ou d'un frein-vapeur en sous-face de plancher est demandée dans tous les documents techniques DTU, les cahiers des charges et les notices de mise en œuvre des fabricants.
- Pour les locaux inférieurs non chauffés et faiblement ventilés, il faut prévoir la version hydrofugée (marine) des plaques de plâtre et de l'enduit.
- Raccord mur/plancher bas : Pour garantir une bonne étanchéité à l'air, le joint périphérique entre un mur porteur et le plancher bas sera traité conformément au DTU ou au cahier des charges.
- L'étanchéité périphérique de l'ouvrage est réalisée au moyen d'un joint acrylique.
- Les isolants ont un PV ACERMI, CSTBat ou équivalent.

Travaux induits

- Prévoir de préférence ces travaux avant le remplacement du système de chauffage, dont la puissance pourra être abaissée. Si le système de chauffage existant est conservé, lorsque la réduction des besoins thermiques est conséquente, on adaptera les paramètres du système aux nouvelles conditions (réglage de la loi d'eau, diminution de la puissance, etc.).
- Prévoir une adaptation éventuelle du système de ventilation du local non chauffé.

⇒ Fiche 8 / Installation d'une ventilation mécanique

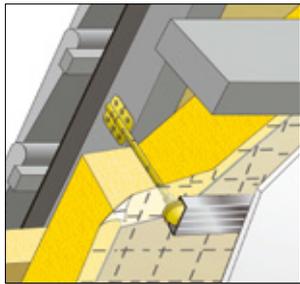
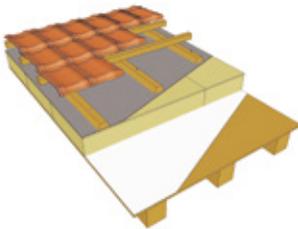
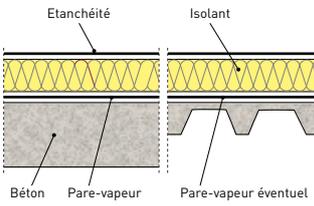
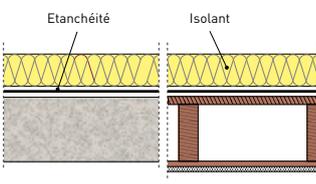
- Prévoir le déplacement des prises électriques et des points lumineux incorporés dans le plancher pour les locaux non chauffés situés sous le plancher.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE) - Stratégies de rénovation Fiches Solutions techniques - Fiche 5 Solutions techniques d'isolation des planchers bas.
- Réhabilitation thermique et confort acoustique des bâtiments d'habitation - Loïc Hamayon - Cahier pratique Le Moniteur n°5623 - 2 septembre 2011
- NF DTU 25.41 Travaux de bâtiments - Ouvrages en plaques de plâtre.
- NF DTU 25.42 Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwiches - Plaques de parement en plâtre et isolant.
- Guide de suivi de la mise en œuvre en acoustique dans le logement collectif neuf (CSTB, 2016)

ISOLATION THERMIQUE DES PLANCHERS HAUTS

LES PRINCIPALES TECHNIQUES

Isolation par l'intérieur			
 <p>Technique n°1. Comble isolé par des panneaux ou rouleaux d'isolant souple posés sur un parement en plâtre, aggloméré ou contreplaqué bois (doc SAINT-GOBAIN ISOVER)</p>	 <p>Technique n°2. Comble isolé par soufflage d'un isolant en vrac sur un parement en plaque de plâtre, aggloméré ou contreplaqué bois (doc SAINT-GOBAIN ISOVER)</p>	 <p>Technique n°3. Rampant de toiture isolé par des panneaux d'isolant souple (doc SAINT-GOBAIN ISOVER)</p>	 <p>Technique n°3. Isolation d'un rampant : détail du traitement du piedroit</p>
Isolation par l'extérieur			
 <p>Technique n°4. Toiture à isolation intégrée : caissons chevonnés (doc. KNAUF)</p>	 <p>Technique n°5. Toiture à isolation intégrée : panneaux préfabriqués de type « sarking » (doc. ISONAT)</p>	 <p>Technique n°6. Toiture plate isolée par la technique de la « toiture chaude » (isolant PU placé sur un pare-vapeur et sous une membrane d'étanchéité revêtue d'une protection)</p>	 <p>Technique n°7. Toiture terrasse isolée par la technique de la « toiture inversée » (isolant PSX protégé et placé au-dessus de l'étanchéité).</p>

LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

<p>Technique n°1 - Comble isolé par des panneaux ou rouleaux d'isolant posés sur le parement existant</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Différents types d'isolant (en rouleaux ou en panneaux) peuvent être envisagés (laine de verre, laine de roche, laine de chanvre, ouate de cellulose, etc.). 	<ul style="list-style-type: none"> • Solution envisageable quand le comble (existant ou à créer) est accessible par une trappe isolée et étanche à l'air (produit équipé d'un joint en feuillure et comportant un système de fermeture qui comprime le joint). 	<ul style="list-style-type: none"> • La ventilation par balayage du volume du comble doit être obtenue par au moins quatre orifices situés sur deux façades opposées (deux au niveau des gouttières et deux près du faîtage). En évitant ainsi les risques de condensations prolongées, on assure la conservation des éléments en bois, tant en hiver qu'en moyenne saison.
<p>Technique n°2 - Comble isolé par soufflage d'un isolant en vrac sur le parement existant</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le soufflage (flocons, nodules) est réalisé depuis la trappe d'accès. Matériaux isolants possibles : laine minérale, ouate de cellulose, laine de chanvre, fibre de bois, etc.). 		

LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

Technique n°3 - Rampant ou piédroit de toiture isolé par des panneaux d'isolant sur un parement (existant ou à créer)	<ul style="list-style-type: none"> Ces deux solutions techniques sont possibles par une intervention depuis l'intérieur, que la couverture soit en bon état ou qu'elle soit changée. Matériaux isolants possibles : laine minérale, ouate de cellulose, laine de bois, laine de chanvre, etc. 	<ul style="list-style-type: none"> En rampant comme en piédroit, un espace de 3 cm d'épaisseur entre la toiture et l'isolant, associé à des orifices de toiture situés au niveau des gouttières et près du faitage, permettent la ventilation par balayage de la sous-toiture. En évitant ainsi les risques de condensations prolongées, on assure la conservation des éléments en bois, tant en hiver qu'en moyenne saison. 	
Technique n°4 - Rampant de toiture isolé depuis l'extérieur par des caissons chevrons	<ul style="list-style-type: none"> Une isolation en laine de roche assez dense (ou éventuellement en laine de verre ou en ouate de cellulose) est placée entre les chevrons. Après fixation de liteaux en bois, la couverture est remontée. 		<ul style="list-style-type: none"> Solution très performante en association avec une isolation thermique verticale par l'extérieur.
Technique n°5 - Rampant de toiture isolé depuis l'extérieur par des éléments préfabriqués de type « sarking » après la dépose des liteaux et de la couverture	<ul style="list-style-type: none"> Une isolation en laine de roche très dense est placée entre les deux parements en tôle. Après fixation de liteaux en bois, la toiture est remontée. Les éléments de « sarking » avec remplissage par de la mousse de polyuréthane offrent de mauvaises performances en isolation acoustique aux bruits aériens extérieurs. 		<ul style="list-style-type: none"> La couverture est déposée ainsi que les liteaux, seule la charpente est conservée. Les caissons chevrons autoportants, tout comme les panneaux de sarking, couvrent le rampant depuis la gouttière (mur ou panne) jusqu'à la panne faitière.
Technique n°6 - Toiture plate isolée par couche PU placée sur un pare-vapeur et sous une membrane d'étanchéité revêtue d'une protection	<ul style="list-style-type: none"> L'étanchéité est en mauvais état ? La recherche de fuites peut consister en une mise en eau de la terrasse, en occultant provisoirement les évacuations d'eau pluviale. Si c'est le cas, il faut détruire la membrane d'étanchéité, mettre en œuvre un pare-vapeur, poser des panneaux de mousse de polyuréthane de 8 cm d'épaisseur et réaliser une étanchéité et une protection neuves. Attention aux relevés de cette étanchéité. 	<ul style="list-style-type: none"> Il est nécessaire de se rapprocher d'une entreprise d'étanchéité, tant pour sonder l'état de l'existant que pour réaliser les tests d'étanchéité puis de choisir la solution : isolation sous étanchéité ou isolation sur étanchéité. Le professionnel doit regarder la meilleure façon de réaliser les relevés d'étanchéité et les chutes d'eaux pluviales en respectant les DTU de la série 43. 	
Technique n°7 - Toiture terrasse inversée (polystyrène extrudé placé au-dessus de l'étanchéité conservée)	<ul style="list-style-type: none"> L'étanchéité est en bon état ? Il est possible de la conserver, mais il faut néanmoins sonder l'état, la nature et l'épaisseur de l'isolation existante et prévoir une « toiture terrasse inversée ». Celle-ci consistant à retirer la protection de l'étanchéité, à mettre en place un polystyrène extrudé avec sa protection. Vérifier que les relevés d'étanchéité restent conformes à la réglementation. 		

LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE

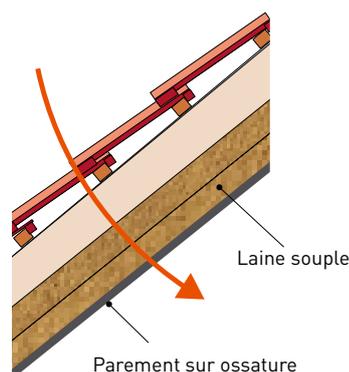


Protection contre les bruits extérieurs

➔ **Note A3 / Performances acoustiques des parois**

Combles aménagés

En cas de combles aménagés, au voisinage des aéroports ou à proximité d'un axe de transport terrestre bruyant, en toiture inclinée, la meilleure solution consiste à réaliser un plafond suspendu constitué d'un isolant souple



pour le remplissage du plénum et d'un parement rigide sur ossature. Les épaisseurs d'isolant dictées par la thermique (20 cm au moins) excèdent généralement les épaisseurs requises pour l'acoustique (à condition d'une exécution soignée apportant une bonne étanchéité).

Pour augmenter les performances acoustiques, le recours à une deuxième plaque de parement ou le choix d'une plaque de plâtre acoustique peut s'imposer (faire appel à un acousticien quand des performances élevées sont visées). En revanche, l'emploi d'isolants rigides (PU, PSE) ou d'isolants minces multicouches est à éviter si une amélioration acoustique est recherchée.

Combles perdus

En combles perdus, la pose d'un isolant souple d'épaisseur 30 cm (en vrac ou en rouleaux) sur le plafond du dernier étage procure en général une isolation acoustique suffisante.

Isolation par l'extérieur

En zone bruyante, les solutions d'isolation par l'extérieur de type « sarking » incorporant une mousse de polyuréthane sont à proscrire ; les caissons bois chevonnés avec remplissage laine de roche devront être étudiés au cas par cas.

Attention ! La protection contre les bruits extérieurs d'une pièce sous toiture dépend aussi des transmissions par les éventuelles fenêtres de toit (et leurs entrées d'air), les ventilations de chute, les ventilations de toiture ou les conduits de cheminées.



Transmissions acoustiques latérales

⇒ Note A2 / La transmission du bruit

Dans les maisons de ville, les maisons jumelées et les maisons en bande, un plafond suspendu dont le plénum est rempli d'un matériau isolant souple améliore l'isolement acoustique horizontal aux bruits aériens.

Certaines situations de mitoyenneté peuvent nécessiter la mise en œuvre d'une deuxième plaque de plâtre en plénum (effet masse-ressort-masse).

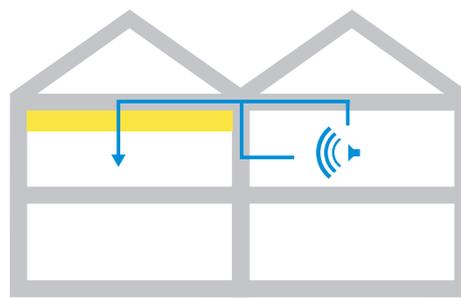
Mur mitoyen ne montant pas jusqu'en toiture

Entre deux maisons accolées, lorsque le mur mitoyen est un simple mur qui ne monte pas jusqu'en toiture, il y a un risque majoré de transmission des bruits aériens. La mise en place dans le comble perdu d'un isolant souple entre solives permet de limiter, par absorption, la transmission parasite entre maisons.

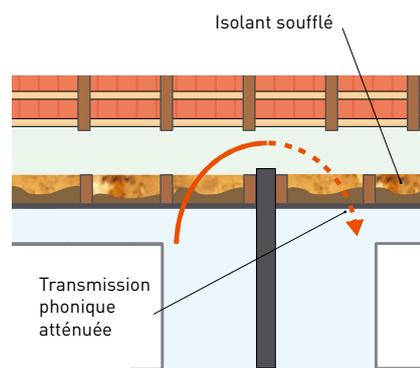
⇒ Fiche travaux 1 / Isolation par l'intérieur des parois verticales

Toitures terrasse et mitoyenneté

Dans le cas de maisons accolées (maisons de ville, maisons jumelées, maisons en bande) comportant une toiture terrasse, la technique d'isolation par l'extérieur n'a que peu d'influence sur l'isolement aux bruits aériens, qui est apporté par le gros œuvre. L'usage d'un isolant rigide de type mousse de polyuréthane (sous étanchéité) ou polystyrène extrudé (posé sur l'étanchéité) n'est pas préjudiciable à l'acoustique.



Un plafond suspendu dont le plénum est rempli d'un matériau isolant souple améliore l'isolement acoustique horizontal aux bruits aériens.



Coupe sur combles perdus :
Traitement des transmissions acoustiques horizontales par mise en œuvre d'un isolant souple entre solives du comble perdu





À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

- En maison individuelle, l'isolation thermique d'un comble perdu ou d'un rampant par un matériau isolant souple ne pose pas de problème acoustique (et renforce même la protection contre les bruits extérieurs).
- Pour les combles aménageables, à proximité des aéroports ou en site urbain bruyant, attention à la qualité de la mise en œuvre.
- Avec les maisons accolées, il faut étudier des solutions masse-ressort-
masse dans certains cas particuliers de mitoyenneté.
- En toiture terrasse, c'est le gros œuvre qui apporte le plus souvent l'isolation acoustique. L'usage d'un isolant thermique rigide (mousse PU, PSE ou polystyrène PSX) situé côté extérieur n'influe pratiquement pas sur l'isolement acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs.
- Avec les panneaux préfabriqués de type sarking mis en œuvre par l'extérieur, attention aux rénovations au voisinage des aéroports : leur dimensionnement et leur composition (mousse PU ou laine de roche) influent sur l'isolement acoustique aux bruits extérieurs.
- En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux de réfection de toiture doivent respecter des performances acoustiques minimales.

⇒ Note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit

LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR



Condensation dans la masse

⇒ Note H1 / Humidité dans les logements

La vapeur d'eau intérieure migre en hiver au travers des toitures légères et des planchers lourds en terrasse. Les combles, piédroits et rampants doivent être ventilés car il existe des risques de condensation dans la masse ou des condensations superficielles sur les parois froides. Ces condensations ne sont pas préjudiciables en habitat non sur-occupé, correctement chauffé et équipé d'un système de ventilation mécanique contrôlée.

Un pare-vapeur, situé du côté de la face chaude de l'isolant, est imposé par tous les documents techniques (DTU). Mais il est également nécessaire de prévoir une ventila-

tion par balayage des combles non chauffés (orifices de ventilation, sur deux façades, au niveau des gouttières et sous faitage).

Ancien isolant conservé ? Supprimé ?

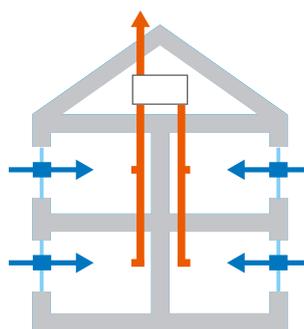
- Si l'ancienne isolation est conservée, attention au risque de condensation si le plancher définitif comporte deux pare-vapeurs ou un pare-vapeur et une couche d'étanchéité existante. En outre, les solutions de type sarking ou caissons chevrons ne sont généralement pas perméables à la vapeur d'eau (isolant de type alvéolaire ou pare-vapeur présent sur le platelage en sarking).
- En comble, si l'isolant existant est de faible épaisseur mais surtout tassé et vieux, il est préférable de le supprimer plutôt que de le conserver.



Condensation au droit des ponts thermiques

⇒ Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente

Les techniques d'isolation en toiture légère ou en toiture terrasse peuvent engendrer un risque de condensation au droit des ponts thermiques (entre un mur de façade ou un refend et un plafond, un rampant ou un piédroit). Si le logement ne comporte pas de ventilation, et surtout si les menuiseries extérieures sont remplacées, une hygrométrie moyenne (cf. DTU 20.1) pourrait entraîner de la condensation au droit des ponts thermiques. Il est donc essentiel d'assurer un renouvellement de l'air permanent et efficace des volumes sous toiture ou sous



planchers hauts, par exemple par la mise en œuvre d'un système de ventilation mécanique contrôlée afin de limiter l'humidité ambiante et d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur.



Emissions des matériaux de construction

➔ **Note V2 / Qualité de l'air intérieur : enjeux et solutions**

Certains matériaux de construction et produits de décoration sur les parements sont des sources non négligeables d'émission de composés organiques volatils (COV).

On privilégiera les matériaux et produits considérés comme « faiblement émissifs » en se reportant à l'étiquetage « Émissions dans l'air intérieur » qui précise leur niveau d'émission en polluants volatils (préférer la classe A+).



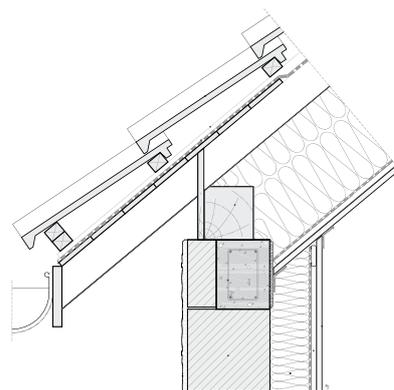
À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE QUALITÉ DE L'AIR

- Les combles, piédroits et rampants doivent être ventilés car il existe des risques de condensation dans la masse ou des condensations superficielles sur les parois froides.
- Un pare-vapeur, situé du côté de la face chaude de l'isolant, est imposé par DTU.
- Il est essentiel d'assurer un renouvellement de l'air permanent et efficace des volumes sous toiture ou sous planchers hauts, par la mise en œuvre d'un système de ventilation mécanique contrôlée, afin de limiter l'humidité ambiante et d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur.

EXEMPLES DE SOLUTIONS

Transmission acoustique en rampant			Support seul		Support + isolant		Gain acoustique
Support	Isolant	Parement	$R_A=R_W+C$ en dB	Résistance thermique en $m^2.K/W$	$R_A=R_W+C$ en dB	Résistance thermique en $m^2.K/W$	$\Delta[R_W+C]$ en dB
			$R_{Atr}=R_W+C_{tr}$ en dB		$R_{Atr}=R_W+C_{tr}$ en dB		$\Delta[R_W+C_{tr}]$ en dB
Toiture légère en comble, rampant ou piédroit	laine de verre λ 0,032 épaisseur 120 mm	Plaque de plâtre, médium, contreplaqué	≈ 35	≈ 0,40	≈ 45	4,15	≈ 10
			≈ 30		≈ 40		≈ 10
	laine de verre λ 0,032 épaisseur 160 mm	Plaque de plâtre, médium, contreplaqué	≈ 35	≈ 0,40	≈ 45	5,40	≈ 10
			≈ 30		≈ 40		≈ 10

(doc. d'après CEREMA)



Les performances acoustiques obtenues pour le plancher support seul et le plancher revêtu d'un isolant fixé mécaniquement sont issues du Guide CATED sur l'Amélioration Acoustique des Logements Existants 05/1995 (procès-verbaux issus du CSTB).



ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

Mise en œuvre

- La pose d'un pare-vapeur ou d'un frein-vapeur au-dessus du parement intérieur, coté face chaude de l'isolant, est requise dans tous les DTU, cahiers des charges et notices de mise en œuvre des fabricants.
- Pour les locaux humides inférieurs (cuisine, salle de bains ou WC), il faut prévoir la version hydrofugée (marine) des plaques de plâtre ou de l'enduit.
- Raccord mur/plafond : Pour garantir une bonne étanchéité à l'air, le joint périphérique entre un mur porteur et le plafond sera traité conformément au DTU ou au cahier des charges.
- L'étanchéité périphérique de l'ouvrage est réalisée au moyen d'un joint acrylique.
- Les isolants ont un PV ACERMI, CSTBat ou équivalent.

Travaux induits

- Prévoir de préférence ces travaux avant le remplacement du système de chauffage, dont la puissance pourra être abaissée. Si le système de chauffage existant est conservé, lorsque la réduction des besoins thermiques est conséquente, on adaptera les paramètres du système aux nouvelles conditions (réglage de la loi d'eau, diminution de la puissance, etc.).
- Prévoir une aération des volumes des combles des rampants et des pignons légers.

⇒ Fiche n°8 / Installation d'une ventilation mécanique

- Prévoir le déplacement des prises électriques, des points lumineux et des fileries électriques incorporés dans le plafond pour les locaux chauffés situés en-dessous.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE) - Stratégies de rénovation Fiches Solutions techniques - Fiche 6 Solutions techniques d'isolation des planchers hauts.
- NF DTU 25.41 Travaux de bâtiments - Ouvrages en plaques de plâtre.
- NF DTU 25.42 Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs - Plaques de parement en plâtre et isolant.
- Guide de suivi de la mise en œuvre en acoustique dans le logement collectif neuf (CSTB, 2016).