



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 – Juin 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 : SYSTÈME 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.

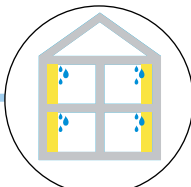
LES POINTS DE VIGILANCE

• 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.

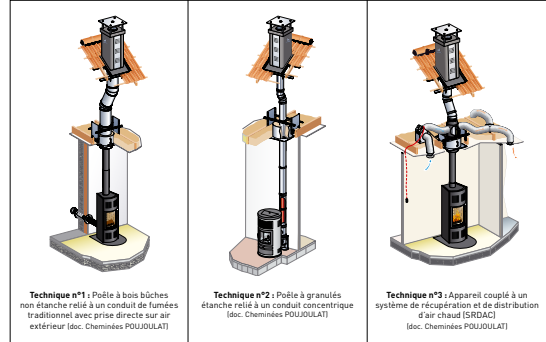


FICHE TRAVAUX 11 /

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. Sont également hors 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)	Doublages à base de mousses rigides telles que : • Polystyrène expansé (PSE), • Polyuréthane (PU) • Polystyrène extrudé (PSX).
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. \Rightarrow Note A4 / Performances acoustiques des doublages.	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	Zones littorales
\Rightarrow Note H1 / Humidité dans les logements	• 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).
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.	Attention à ne pas trop isoler !
Ancien doublage conservé ?	• 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	Condensation au droit des ponts thermiques
\Rightarrow Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente	\Rightarrow Note V5 / RT Existant - Réglement
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.	• Cette technique ne traite ni les ponts thermiques de liaison mur/plancher ni celles des 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

MODE D'EMPLOI / FICHES TRAVAUX

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.

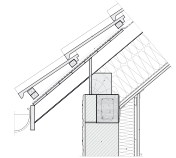
FICHES TRAVAUX 4 - ISOLATION DES PLANCHERS HAUTS

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.

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)



Transmission acoustique en rampant			Support seul		Support + isolant		Gain acoustique
Support	Isolant	Parement	$R_{Ae}=R_{w+C}$ en dB	Résistance thermique en $m^2 \cdot K/W$	$R_{Ae}=R_{w+C}$ en dB	Résistance thermique en $m^2 \cdot K/W$	$\Delta[R_{w+C}]$ 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 (procés-verbaux issus du CSTB).

CH.III - Isolation des parois horizontales | PAGE 43

À RETENIR

- Les combles, piédroits et rampants doivent être ventilés.

• Synthèse des principaux points de vigilance pour l'acoustique et la qualité de l'air intérieur.

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)

• 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 (taillées 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-régulable que dans l'espace chauffé.

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

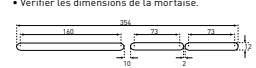
ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

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 : autorégulable / hygro-régulable ;
- les composants de l'entrée d'air : auvent ou capuchon extérieur ? Rallonge, capot acoustique ?
- le $D_{h,ext}(C, C_{ext})$ 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) :



Le module de l'entrée d'air est en général inscrit sur le produit, ce qui permet de vérifier ses caractéristiques après 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-régulable : 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.

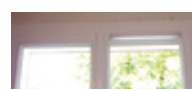


Références aux DTU et normes, points à vérifier


- 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

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)

S AUX DEVIS

Le devis
45 m³/h ;



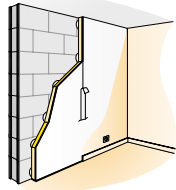


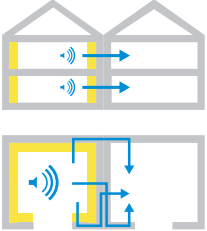













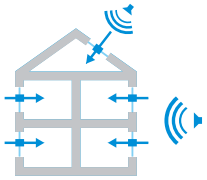
• Aspects relatifs aux devis, aux critères de sélection des produits, à la mise en œuvre et à la réception.

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.











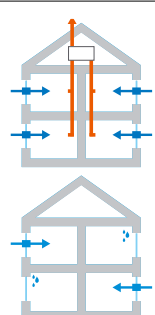









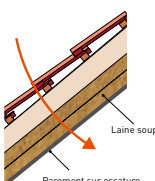



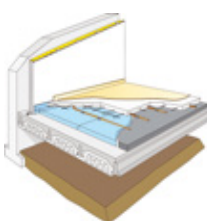







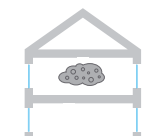
Les tableaux des pages qui suivent ont pour objet de passer en revue quelques exemples de solutions équilibrées, qui prennent en compte à la fois les impératifs liés à la thermique, à l'acoustique et à la ventilation. On le voit, si les situations de contradictions entre les différentes exigences ne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

THERMIQUE, ACOUSTIQUE ET QAI : EXEMPLES DE SOLUTIONS






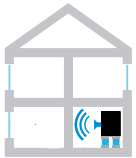










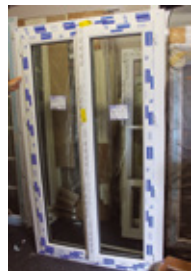



Type d'habitat	Type de travaux	Solution uniquement thermique	Solution équilibrée thermique/acoustique/QAI	Fiches et notes
	Isolation thermique par l'intérieur (ITI)	 <p>Complexe de doublage associant une mousse rigide et une plaque de plâtre</p> 	  <p>Complexe de doublage à base de matériau souple ou 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




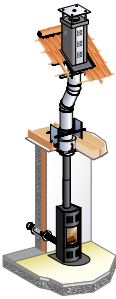






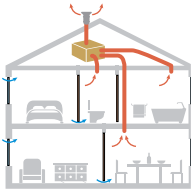










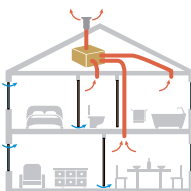








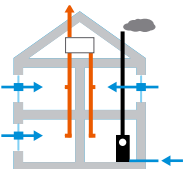
Type d'habitat	Type de travaux	Solution uniquement thermique	Solution équilibrée thermique/acoustique/QAI	Fiches et notes
 	Remplacement des menuiseries extérieures	 Remplacement de menuiseries peu isolantes (simple vitrage ou double vitrage 4/6/4) par des menuiseries très performantes (vitrage 4/16/4) 	  Remplacement des menuiseries et mise en œuvre d'un système de ventilation (naturelle ou mécanique). Le point de vigilance principal est le dimensionnement des modules des entrées d'air.	 FT 5 / Menuiseries extérieures  FT 8 / VMC  NT V1 / Ventilation  NT V5 / RT Existant par élément
		<p style="text-align: center;">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	 Comblés aménageables isolés par des panneaux d'isolant souple et d'un parement rigide 	  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 (DnTA, 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).	 FT 4 / Planchers hauts  NT A5 / Bruits extérieurs  NT A11 / Travaux importants en zones de bruit
		<p style="text-align: center;">Risque encouru</p>  <p>Protection contre les bruits extérieurs insuffisante En zone fortement exposée au bruit (DnTA, 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	 Matériaux de construction en contact avec l'air intérieur de classe d'émission en COV inconnue ou inférieure à A+ 	  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 ».	 FT 1 / ITI  FT 3 / Planchers bas  FT 4 / Planchers hauts  FT 5 / Menuiseries extérieures  NT V2 / QAI
		<p style="text-align: center;">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	  <p>Installation d'un poêle à bois sans amenée d'air directe en présence d'une VMC</p>	  <p>Choisir un poêle dont l'air comburant est pris directement sur l'extérieur</p>	 FT 11 / Poêle à bois
		<p>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	  <p>Installation d'une VMC simple flux</p>	  <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>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	  <p>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</p>	  <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>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

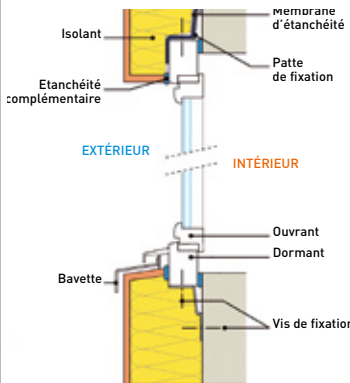
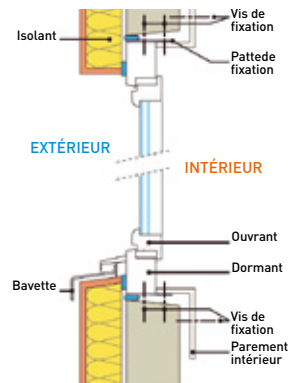
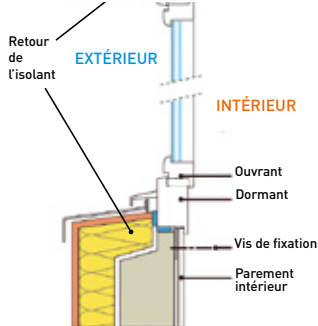
- Repérer les éventuelles zones des murs pouvant constituer un point faible vis-à-vis de la protection contre les bruits extérieurs. Pour une bonne isolation acoustique, la masse volumique de la partie opaque des murs doit être supérieure à 200 kg/m², condition satisfaite par la plupart des constructions 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

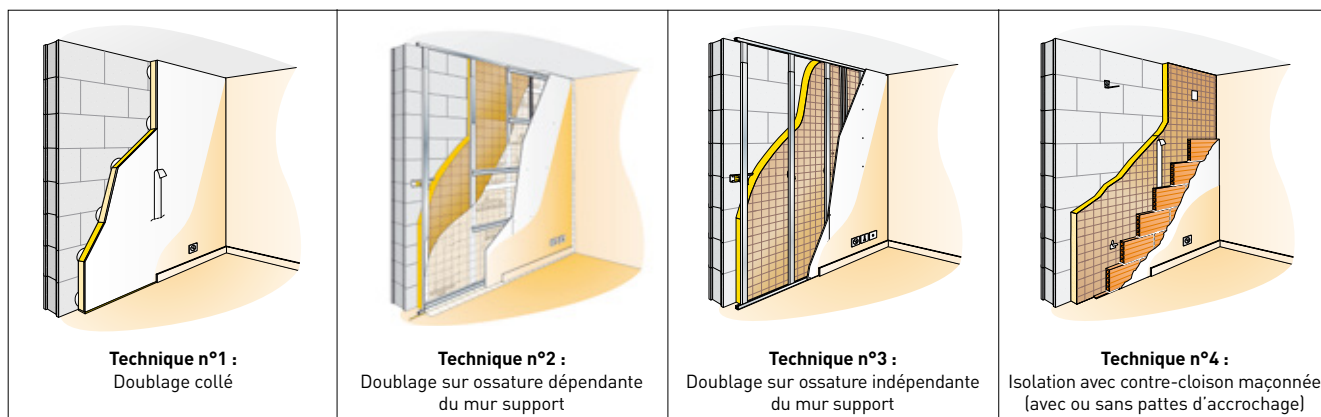
	ITI	ITE	
Site occupé ?	Même en site occupé, l'ITI reste une solution pertinente : les entreprises savent rénover une à deux pièces par jour de 8h00 à 17h00, en laissant place nette pour les occupants chaque soir.	Lorsque les travaux se font en site occupé, l'ITE présente un avantage évident sur l'ITI.	
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'un 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](#)

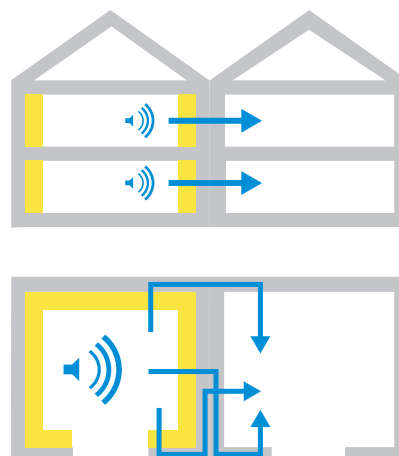
Dans les maisons en bandes et en immeuble collectif, toute solution d'isolation par l'intérieur (ITI) reposant sur une mousse rigide et une plaque de plâtre est à proscrire, sous peine de diminuer l'isolement acoustique entre locaux mitoyens (qu'ils soient superposés ou adjacents). Le choix d'un doublage 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).

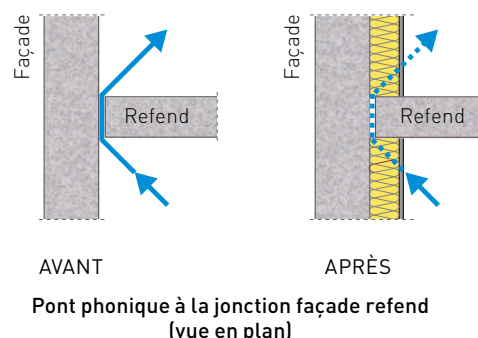
Contre cloison maçonnée

- 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

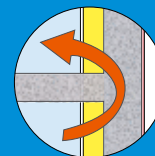


Les doublages uniquement thermiques :

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



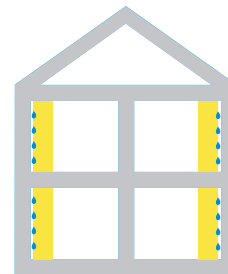
Condensation dans la masse

➔ 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 hydro-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 !

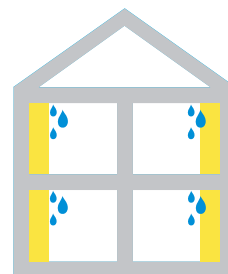
• En cas de mise en œuvre défectueuse (discontinuités ou défauts), l'humidité risque d'être enfermée derrière la membrane. Une dégradation des performances de l'isolant et une augmentation des risques de condensation (et donc d'apparition de moisissures), sont à prévoir.



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

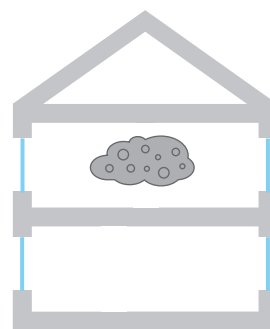
➔ Note V2 / Qualité de l'air intérieur : enjeux et solutions

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 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...

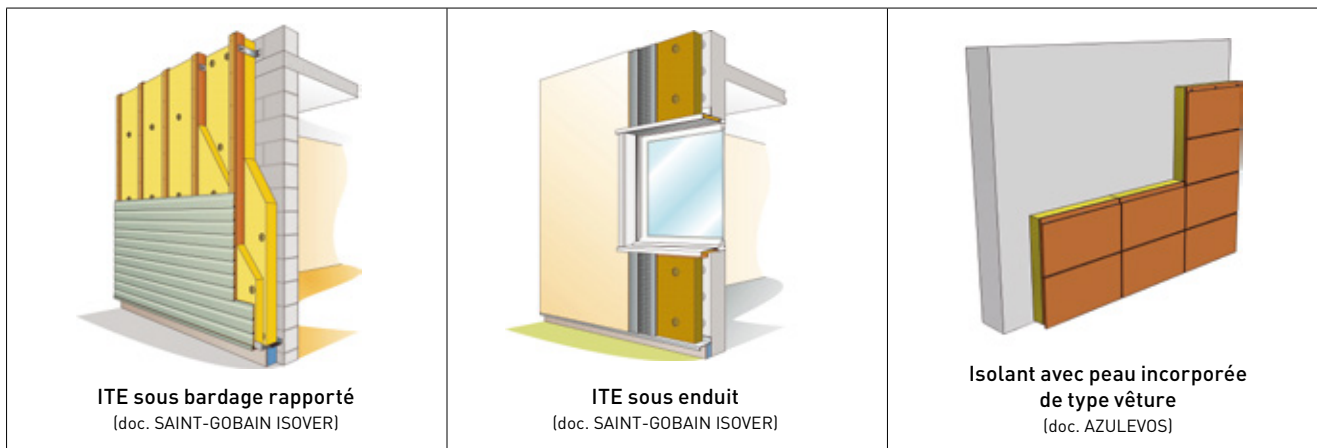
- Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE) - Stratégies de rénovation Fiches Solutions techniques - Fiche 1 Solutions techniques d'isolation par l'intérieur - Parois verticales anciennes, Fiche 3 - Solutions techniques d'isolation par l'intérieur - Parois verticales récentes.
- Réhabilitation 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

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 aux sources d'humidité !	<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.).
Et si l'on change aussi les fenêtres ?	<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 	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).
Zone de bruit ?	<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
Bâti très ancien ?	<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>
Présence de remontées capillaires ?	<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 :

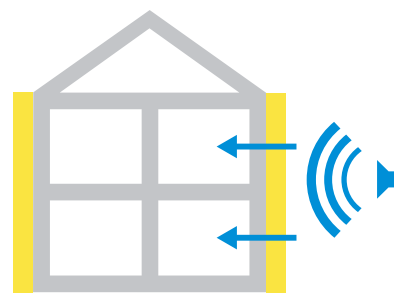
Objectif d'isolement $D_{nT,A,tr}$	30 dB	35 dB	40 dB
Béton	10 cm (>220 kg/m ²)	13 cm (300 kg/m ²)	16 cm (375 kg/m ²)
Blocs pleins en béton	10 cm (240 kg/m ²)	12,5 cm (280 kg/m ²)	17,5 cm (375 kg/m ²)
Blocs creux en béton	10 cm (>150 kg/m ²)	12,5 cm (185 kg/m ²)	17,5 cm (250 kg/m ²)

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](#)

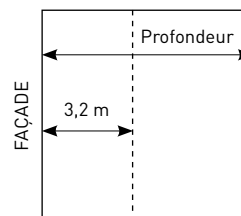


Influence du parement sur les performances acoustiques

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.

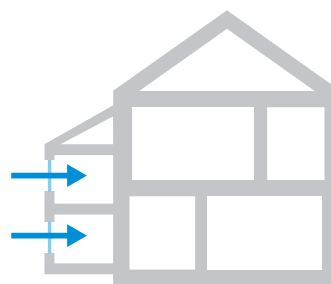
Pour approfondir

• 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.



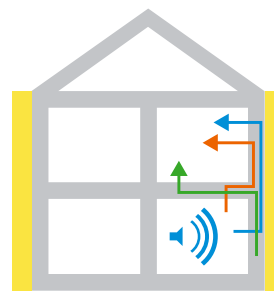
Plus grande vulnérabilité des pièces de petit volume en pignon



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

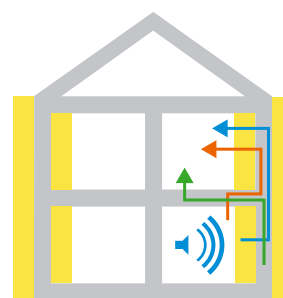
Si un complément de doublage par l'intérieur est envisagé (ITE + ITI), un matériau thermique et acoustique (souple) s'impose, faute de quoi les transmissions acoustiques latérales pourraient être renforcées et donner lieu, en fonction de la nature et de l'épaisseur de la façade et du refend, à la propagation 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**

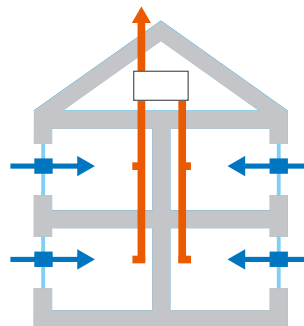
Une réhabilitation avec isolation des parois et/ou changement des fenêtres renforce l'étanchéité à l'air du bâtiment. Cela impose de reconsidérer le système de ventilation du logement.

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



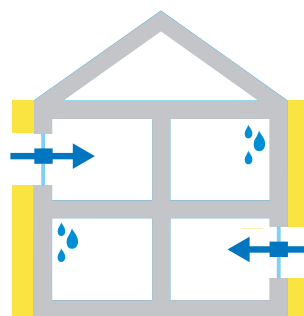
n'est pas suffisant, une hygrométrie moyenne (cf. DTU 20.1) pourrait entraîner de la condensation au droit des points froids du logement. La mise en œuvre d'un système de ventilation s'impose alors afin de limiter l'humidité ambiante et ainsi assurer une bonne qualité de l'air intérieur. On interviendra 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.





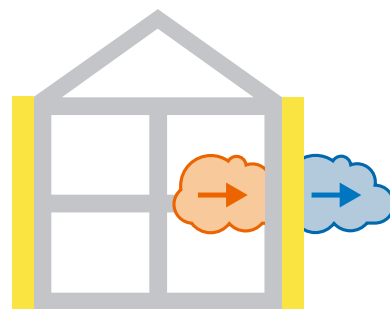
Gestion des transferts d'humidité

➔ 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 liteaux, 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).






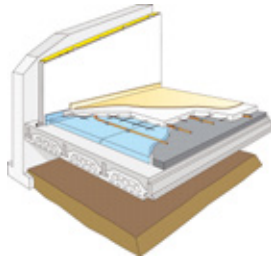
Etat du plancher bas et du plafond	<ul style="list-style-type: none"> Le plancher bas peut rester en l'état s'il est bien conservé surtout s'il est possible de réaliser une isolation thermique en sous-face. Si le choix porte sur une chape flottante sur isolant thermique épais, s'assurer que le plancher 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

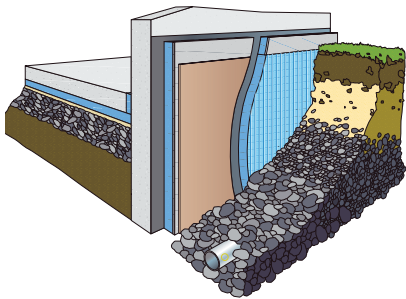
	Plancher haut	Plancher bas
Zone de bruit ?	En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux portant sur la toiture doivent respecter des performances acoustiques minimum. ➔ Note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit	
Travaux en site occupé ?	Même 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 jointolement 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

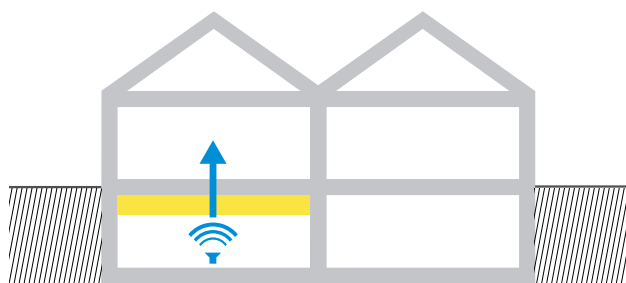


Transmissions acoustiques directes (en vertical)

➔ 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

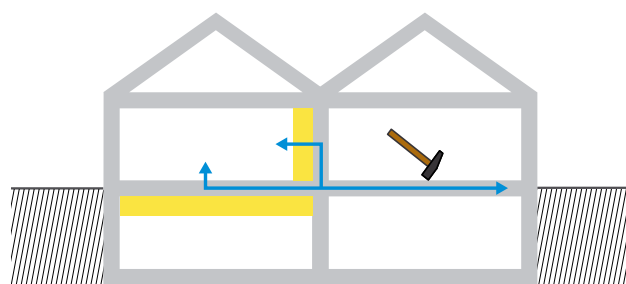
Intervention par dessous le plancher

- 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 !

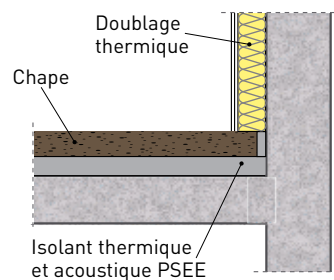
- Lorsque le séparatif entre deux maisons adjacentes est un simple mur mitoyen, le risque de transmission des bruits d'impact est important : il est conseillé d'isoler ce mur par un doublage acoustique vertical.

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



Intervention par dessus le plancher

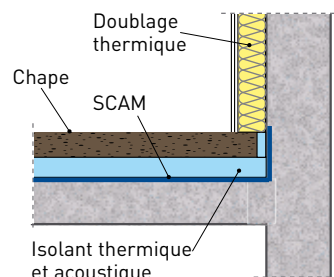
On peut profiter du traitement thermique du plancher pour diminuer la transmission des bruits de chocs vers le voisin : utiliser un isolant en polystyrène expansé élastifié PSEE (matériau assoupli qui a de bonnes performances à la fois thermiques et acoustiques), ou utiliser un isolant thermique rigide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



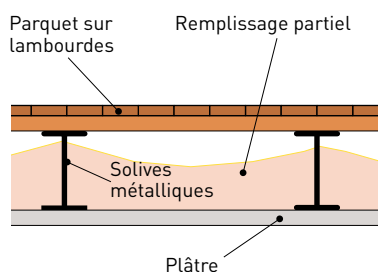
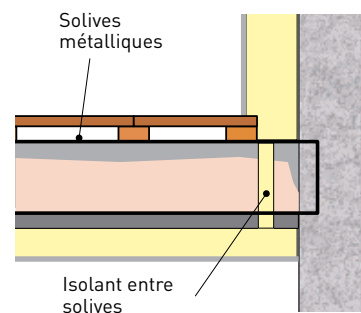
Principe de la chape flottante sur isolant à la fois thermique et acoustique de type PSEE

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)



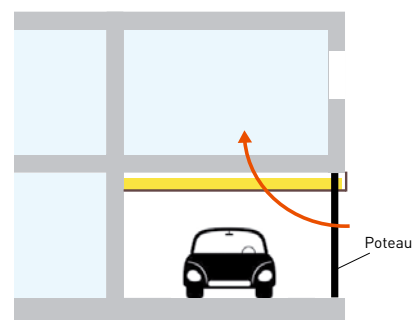
Traitement (partiel) du pont thermique et acoustique en façade



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.



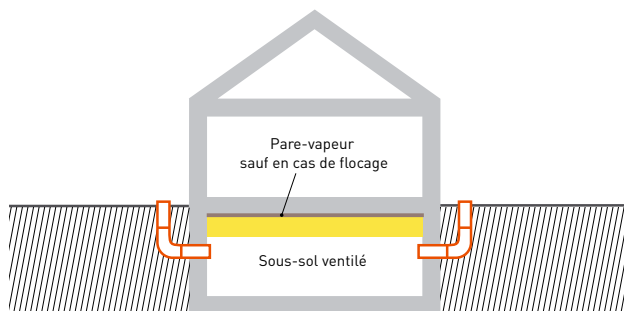
LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR



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 ?

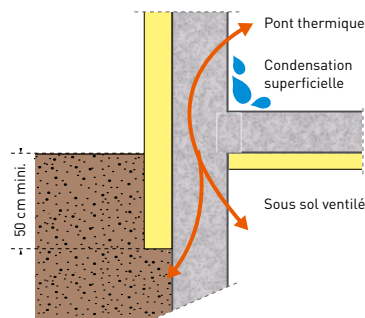
- Si l'ancienne isolation est conservée, attention au risque de condensation si le plancher définitif comporte deux pare-vapeurs ou un pare-vapeur et une couche étanche existante.
- Si l'isolant existant est de faible épaisseur, il est préférable de le supprimer plutôt que de le conserver.



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.



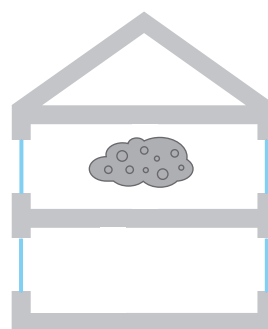
Il sera impératif de mettre en œuvre un système de ventilation (mécanique ou naturelle) afin de limiter l'humidité ambiante et d'assurer une bonne qualité de l'air intérieur.



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	≈ 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	≈ 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

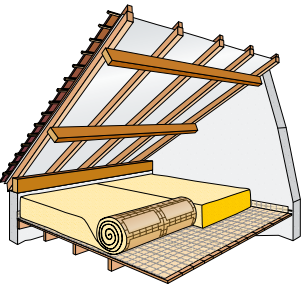


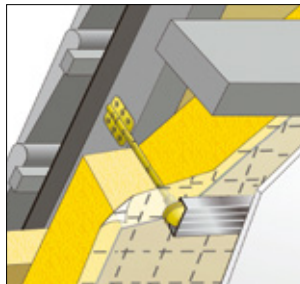

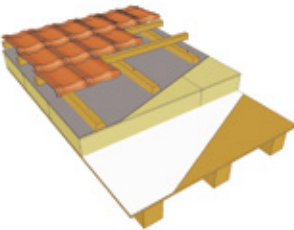
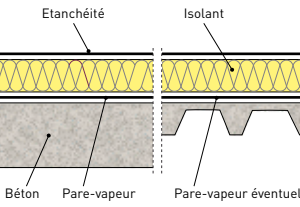
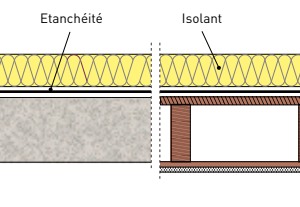
- Prévoir le déplacement des prises électriques et des points lumineux incorporés dans le plancher pour les locaux non chauffés situés sous le plancher.

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 chevronsés	<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 chevronsés 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

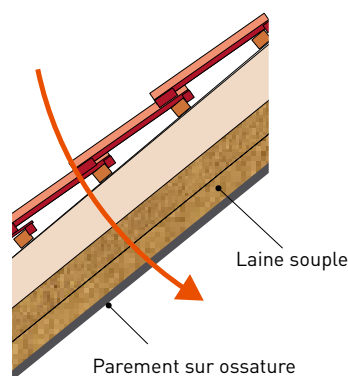


Protection contre les bruits extérieurs

➔ 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).

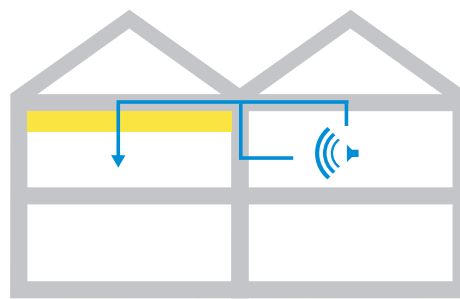
Mur mitoyen ne montant pas jusqu'en toiture

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.

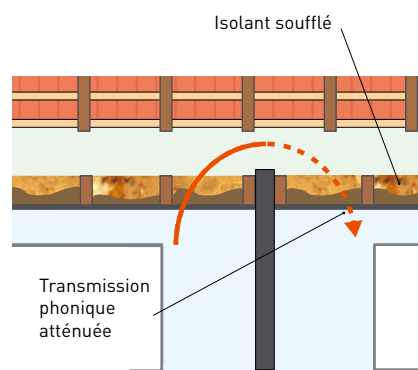
⇒ Fiche travaux 1 / Isolation par l'intérieur des parois verticales

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.

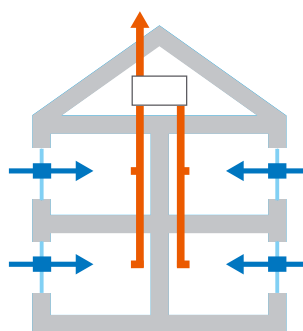


Condensation au droit des ponts thermiques

⇒ 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+).



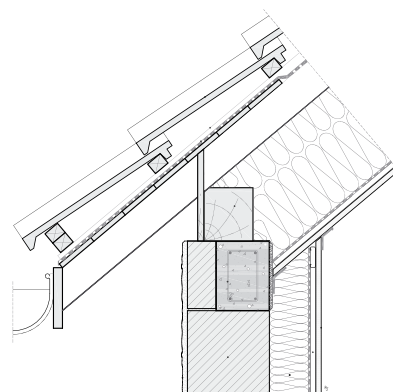
À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE QUALITÉ DE L'AIR

- 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).

AMÉLIORATION DES PERFORMANCES THERMIQUES DES PAROIS VITRÉES, ENTRÉES D'AIR ET OCCULTATIONS

DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT EXISTANT : POINTS PARTICULIERS À SURVEILLER

Menuiseries

Cette analyse des caractéristiques des menuiseries existantes vise à déterminer les menuiseries à changer prioritairement. Elle renseigne également sur les défauts de pose et les pathologies du bâtiment (humidité, infiltrations).

- **Châssis : PVC, bois, aluminium, bois/aluminium**

Des fenêtres PVC peuvent imiter le bois. Attention à ne pas confondre.

Pour l'aluminium, il est intéressant de savoir s'il s'agit d'aluminium à rupture de pont thermique (au toucher, ce matériau ne conduit presque pas la chaleur ou le froid de l'air extérieur).

Les fenêtres mixtes bois/aluminium sont plus rares : bois à l'intérieur et aluminium à l'extérieur.

- **Qualité de l'étanchéité**

Sent-on un courant d'air en passant la main sur la jonction avec le bâti ? Sur la jonction ouvrant/dormant ?

Astuce ! : Dans le cas d'un ouvrant à la française, pour vérifier si le joint entre le dormant et l'ouvrant est suffisamment compressif pour conférer de bonnes performances acoustiques à la menuiserie, il suffit de placer une feuille de papier A4 entre l'ouvrant et le dormant et de refermer la fenêtre. Si l'on peut retirer la feuille sans la déchirer, c'est que le joint n'est pas suffisamment compressif.

- **Nature du vitrage**

A l'œil nu, on peut savoir s'il s'agit de simple, double ou triple vitrage.

Astuce ! : Pour évaluer l'épaisseur des verres et de la lame d'air, si l'on ne dispose pas d'une jauge mesureuse d'épaisseur de verre, utiliser une flamme de briquet ou une feuille d'aluminium. S'il y a quatre réflexions de la flamme, le vitrage est un double vitrage. L'espacement entre les deux premières flammes est proportionnel à l'épaisseur de la 1^{ère} vitre, celui entre la 2^{ème} et la 3^{ème} correspond à la lame d'air et enfin l'écart entre la 3^{ème} et la 4^{ème} flamme correspond à la seconde vitre. On peut également utiliser une feuille d'aluminium ou tout papier réfléchissant et voir les distances entre les diverses réflexions du papier dans la vitre. On applique le même principe pour identifier si le vitrage est asymétrique ou non. En dernier recours, frapper du poing un côté de la vitre, puis l'autre. Si l'une des vitres fait un bruit plus sourd que l'autre, c'est qu'elle est plus épaisse que l'autre (ex : 10/6/4).

- **Remplissage des parties opaques :**

Évaluer l'épaisseur des parties opaques (soubassements de portes-fenêtres, remplissage des portes d'entrée).

- **Problèmes d'humidité**

Vérifier s'il y a des problèmes d'humidité ou d'infiltration

d'eau sur les pourtours des menuiseries.

En hiver, l'eau condense-t-elle sur les vitrages ?

- **Position par rapport au mur**

La position de la menuiserie par rapport à la maçonnerie – au nu intérieur, en tunnel, au nu extérieur – renseigne sur la technique d'isolation du mur la plus appropriée et l'éventuelle nécessité d'un retour d'isolant.

⇒ Voir Introduction au Chapitre I / Questions à se poser avant le choix du type d'isolation

Ventilation

Lors du remplacement des menuiseries, l'étanchéité du logement est renforcée. Il est alors essentiel d'analyser les éléments constitutifs du système de ventilation afin de prévoir les entrées d'air à poser sur les nouvelles menuiseries. La réglementation thermique (RT existant par éléments) impose d'ailleurs la mise en place d'entrées d'air dans les pièces principales (sauf s'il y a déjà des entrées d'air ou en présence d'une VMC double flux).

⇒ Note V5 / RT Existant par élément

- **Système de ventilation**

- Ventilation par ouverture des fenêtres et manque d'étanchéité des menuiseries ?
- Ventilation naturelle : par conduits ? Grilles ou bouches d'aération en façade ?
- Ventilation mécanique simple flux ? Entrées d'air présentes dans les pièces sèches ?
- Ventilation mécanique double flux ?
- Ventilation mécanique par pièce (VMR) ?

- **Entrées d'air**

- S'il y a des entrées d'air :
- Entrées d'air : sur menuiseries ? sur coffres de volets roulants ? en maçonnerie ?
- Entrées d'air : autoréglables ? hygro-réglables ?
- Entrées d'air dans les pièces principales ?
- Entrées d'air acoustiques ? Rallonge acoustique (cf. Fiche travaux 6 / Mode de pose des entrées d'air ?

Occultations

- **Quel type d'occultations ?**

- Occultations pleines (volets battants ou roulants étanches en position fermée) ou ajourées (persiennes, jalousies ajourées) ?
- Occultations donnant sur l'intérieur du logement : coffres de volets roulants intérieurs (traditionnels ou blocs-baies) ? Constitution de ces coffres (matériau : PVC / Bois ; isolant : présence, type d'isolant, épaisseur ?)
- Persiennes à tapées ? Prévoir de déposer/reposer les tapées si remplacement des menuiseries.



DIAGNOSTIC DE L'ÉTAT EXISTANT : COMMENT DÉTERMINER LA QUALITÉ ACOUSTIQUE ADAPTÉE À UN LOGEMENT DONNÉ ?

Le bon isolement acoustique pour une façade dépend dans une large mesure du confort recherché par l'habitant. L'Organisation Mondiale de la Santé recommande des niveaux de bruit moyens de 30 dB(A) la nuit dans la chambre à coucher et de 35 dB(A) dans les pièces de séjour, mais une sensibilité personnelle au bruit, l'état de santé, peuvent aussi dicter des niveaux inférieurs.

Il faut savoir qu'une intervention destinée à améliorer le confort acoustique n'est vraiment ressentie que si l'amélioration qu'elle apporte est supérieure à 5 dB(A).

Il faudra veiller à l'équilibre entre bruits intérieurs et extérieurs : à trop se protéger contre les bruits extérieurs, on court le risque d'entendre davantage les bruits intérieurs au bâtiment (ascenseur, vide-ordures, voisinage...).

➡ [Note A7 / La gêne de voisinage](#)

Le niveau d'exposition au bruit d'une façade dépend avant tout de la densité du trafic, du type de voie, du pourcentage de poids lourds, de la vitesse des véhicules...

Le tableau ci-dessous permet d'estimer approximativement l'isolement acoustique de façade adapté à une situation d'exposition donnée.

D'une manière générale, on conseillera un isolement acoustique aux bruits extérieurs de 35 dB si dans un logement, fenêtres ouvertes ou entrouvertes côté voies de circulation (même si les fenêtres ne sont pas en vue directe des voies de circulation), les occupants se disent gênés pour au moins deux des activités suivantes : l'écoute de la télévision, les conversations, les communications téléphoniques.

Note : L'arrêté du 13 avril 2017 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants distingue trois niveaux d'isolement aux bruits extérieurs (32, 35 et 38 dB) fonction de la zone où est situé le bâtiment (zones 1, 2 et 3 du PGS d'un aéroport, cartes « c » du bruit routier et ferroviaire). ➡ [Note A11 / Travaux de rénovation importants en zones de bruit](#)

Type d'environnement, catégorie de route	Distance entre l'habitation et le bord de la voie circulée	Isolement de façade $D_{nT,A,tr}$ requis
Site faiblement exposé au bruit Route secondaire ou rue perpendiculaire à un grand axe de circulation avec peu de poids lourds.	Proximité immédiate	≤ 30 dB
Grand axe à sens unique ou à chaussées séparées dans une grande ville.	En bordure de voie ou devant une contre allée	$30 \text{ dB} < D_{nT,A,tr} \leq 35 \text{ dB}$
Voie de pénétration dans une grande agglomération	A moins de 125 mètres	> 35 dB
Autoroute, boulevard périphérique urbain Route nationale à trafic intense avec une forte proportion de poids lourds		
Proximité d'une voie ferrée de TGV ou d'une voie ferrée conventionnelle sur laquelle les passages de trains sont très fréquents (métro aérien, RER...)	A moins de 125 mètres	> 35 dB
Logement situé en zone A, B ou C du plan d'exposition au bruit (PEB d'un aéroport)	-	> 35 dB

Type d'environnement sonore et isolement de façade conseillé

CHOIX DE LA TECHNIQUE EN RÉNOVATION

Les menuiseries extérieures sont un des principaux points faibles de l'isolation des bâtiments vis-à-vis des bruits extérieurs (la paroi opaque d'une façade a généralement une masse volumique suffisante pour ne pas constituer un point faible acoustique). L'isolement d'une façade vis-à-vis des bruits extérieurs dépend donc avant tout des performances acoustiques des menuiseries extérieures, entrées d'air et occultations. Les tableaux ci-dessous passent en revue les critères à prendre en compte dans le choix de la technique et des performances lorsque des travaux sur les ensembles menuisés (menuiserie, occultations, entrées

d'air et ventilation) sont envisagés. Chaque solution est évaluée en fonction de sa faisabilité acoustique – c'est-à-dire les chances d'atteindre un isolement acoustique adapté à la situation d'exposition au bruit. La faisabilité technique est elle aussi évaluée. Ces indications ont plus vocation à comparer les solutions entre elles qu'à réellement les juger de façon absolue.

Attention ! : Les solutions proposées ci-après ne sont données qu'à titre indicatif. Pour les forts isollements (supérieurs à 35 dB), seul un calcul acoustique permettra de garantir la solution retenue.

Légendes pour la compréhension des tableaux

[Déconseillé]	Les performances acoustiques visées ont de très fortes chances de ne pas être atteintes
[Voir selon les cas]	Les performances acoustiques visées ont autant de chances d'être atteintes que de ne pas l'être. Les dimensions de la pièce, les autres éléments constitutifs de la façade (murs, nombre de menuiseries, coffres de volets roulants, entrées d'air...) conditionnant l'isolement global de la façade, mieux vaut faire appel à un acousticien dans ces cas.
[Conseillé]	Les performances acoustiques visées ont de très bonnes chances d'être atteintes.
[Surdimensionné]	Les performances acoustiques visées seront à coup sûr atteintes et dépassées largement (avec le risque, en cas d'isolement acoustique entre logements insuffisant, que les bruits intérieurs au bâtiment deviennent gênants).
[Possible]	Cette solution est réalisable techniquement
[Impossible]	Cette solution n'est pas réalisable pour des raisons techniques
[dB/€]	Solution correspondant à un ratio performances / économie optimal

Travaux sur les parois vitrées

Site faiblement exposé au bruit : route secondaire, rue perpendiculaire à un grand axe de circulation avec peu de poids lourds (pas d'objectif isolement acoustique recherché ou $D_{nT,A, tr} \leq 30$ dB)				
Technique			Faisabilité technique	Performance acoustique
Survitrage			RAS	[Déconseillé]
Remplacement du vitrage	Menuiserie peu étanche à l'air		RAS	[Déconseillé]
	Menuiserie étanche à l'air	Epaisseur de feuillure suffisante	[Possible]	[Voir selon les cas]
		Epaisseur de feuillure insuffisante	[Impossible]	
Remplacement de la menuiserie avec vitrage thermique			RAS	[Voir selon les cas]
Remplacement de la menuiserie avec vitrage acoustique	Vitrage faiblement acoustique type 6(X)4 ou équivalent		RAS	[Conseillé] [dB/€]
	Vitrage acoustique performant type 10(X)4 ou équivalent		RAS	[Surdimensionné]
	Vitrage acoustique renforcé type 44.1s(X)10 ou plus		RAS	[Surdimensionné]
Mise en place d'une 2 ^{ème} fenêtre ou double fenêtre			RAS	[Surdimensionné]

Lors du remplacement de la menuiserie, la question du mode de pose et du type d'ouvrant sont à prendre en considération :

Mode de pose	Pose en rénovation	[Conseillé]
	Dépose totale	[Conseillé]
Type d'ouvrant	Coulissant classique	[Conseillé]
	Battant / à la française	[Conseillé]
	Coulissant à translation	[Conseillé]



Site modérément exposé au bruit : isolement DnT,A,tr recherché compris entre 30 et 35 dB		
Technique		Performance acoustique
Survitrage		[Déconseillé]
Remplacement du vitrage		[Déconseillé]
Remplacement de la menuiserie avec vitrage thermique		[Déconseillé]
Remplacement de la menuiserie avec vitrage acoustique	Vitrage faiblement acoustique type 6(X)4 ou équivalent	[Déconseillé]
	Vitrage acoustique performant type 10(X)4 ou équivalent	[Voir selon les cas]
	Vitrage acoustique renforcé type 44.1s(X)10 ou plus	[Conseillé] [dB/€]
Mise en place d'une 2 ^{ème} fenêtre ou double fenêtre		[Conseillé]

Lors du remplacement de la menuiserie, la question du mode de pose et du type d'ouvrant sont à prendre en considération :

Mode de pose	Pose en rénovation	[Conseillé]
	Dépose totale	[Conseillé]
Type d'ouvrant	Coulissant classique	[Voir selon les cas]
	Battant / à la française	[Conseillé]
	Coulissant à translation	[Conseillé]

Site fortement exposé au bruit : isolement DnT,A,tr recherché supérieur à 35 dB		
Technique		Performance acoustique
Survitrage		[Déconseillé]
Remplacement du vitrage		[Déconseillé]
Remplacement de la menuiserie avec vitrage thermique		[Déconseillé]
Remplacement de la menuiserie avec vitrage acoustique	Vitrage faiblement acoustique type 6(X)4 ou équivalent	[Déconseillé]
	Vitrage acoustique performant type 10(X)4 ou équivalent	[Déconseillé]
	Vitrage acoustique renforcé type 44.1s(X)10 ou plus	ATTENTION : Solution à coupler avec des entrées d'air maçonnées pour atteindre l'isolement
Mise en place d'une 2 ^{ème} fenêtre ou double fenêtre	ATTENTION : cette solution impose des entrées d'air maçonnées ou de créer des entrées d'air dans la menuiserie existante	[Conseillé]

Lors du remplacement de la menuiserie, la question du mode de pose et du type d'ouvrant sont à prendre en considération :

Mode de pose	Pose en rénovation	[Déconseillé]
	Dépose totale	[Conseillé]
Type d'ouvrant	Coulissant classique	[Déconseillé]
	Battant / à la française	[Conseillé]
	Coulissant à translation	[Conseillé]

Etat initial des occultations existantes		Travaux envisagés	Exemples de solution (pas ordre croissant de performances thermiques et acoustiques)
Pas d'occultation		Installer des occultations : - ne faisant pas interface entre l'extérieur et l'intérieur - étanches à l'air (attention : une étanchéité trop élevée peut bloquer la circulation de l'air s'il y a des entrées d'air en menuiserie)	1. Installer des persiennes ajourées
			2. Installer des volets battants bois non ajourés
			3. Installer un coffre de volets roulants (CVR) extérieur
Occultations ne donnant pas sur l'intérieur (pas de pont thermique ni phonique) :		Si le remplacement des occultations est souhaité, installer des occultations : - ne faisant pas interface entre extérieur et intérieur - étanches à l'air (attention : une étanchéité trop élevée peut bloquer la circulation de l'air en cas d'entrées d'air menuisées)	1. Installer des persiennes ajourées
			2. Installer des volets battants bois non ajourés
			3. Installer un CVR extérieur
Occultations faisant interface entre l'extérieur et l'intérieur (pont thermique et phonique)	CVR intérieur traditionnel	La menuiserie a des performances insuffisantes : on souhaite la remplacer	1. Renforcer thermiquement et acoustiquement les faces du coffre donnant à l'intérieur
			2. Remplacer la menuiserie et le coffre par une menuiserie avec coffre intégré (bloc-baie) plus performant en thermique et en acoustique
			3. Remplacer le coffre par un coffre intérieur traditionnel plus performant en thermique et en acoustique
			Remplacer le coffre par un coffre intérieur traditionnel plus performant en thermique et en acoustique
	CVR intégré à la menuiserie (bloc-baie)	La menuiserie a des performances insuffisantes : on souhaite la remplacer	1. Remplacer l'ensemble menuiserie + coffre par un nouveau bloc-baie plus performant en thermique et en acoustique
			2. Remplacer l'ensemble menuiserie par une menuiserie sans coffre intégré (menuiserie plus haute pour compenser la hauteur de l'ancien coffre). Une occultation sans interface avec l'intérieur peut alors être installée (coffre extérieur)
		La menuiserie a de bonnes performances : on ne souhaite pas la remplacer	1. Renforcer thermiquement et acoustiquement les faces du coffre côté intérieur (installation d'une masse lourde). Attention : ce n'est pas toujours possible faute d'espace suffisant à l'intérieur du coffre.
			2. Pose d'un sur-coffre en bois menuisé isolé recouvrant le coffre intégré existant



Travaux sur la ventilation et les entrées d'air

Pour les forts isollements supérieurs à 35 dB, les solutions ci-dessous ne sont données qu'à titre indicatif. Seul un calcul acoustique permettra de garantir la solution retenue.

Etat initial du système de ventilation existant	Commentaires	Solutions et conseils	
Ventilation naturelle	Modules d'entrées d'air surdimensionnés, donc solution moins performante acoustiquement qu'avec un système de VMC.	L'installation d'un système de VMC est possible	→ VMC simple flux → VMC double flux Voir introduction chapitre 4 pour le choix de la solution de VMC
		L'installation d'un système de VMC n'est pas possible (présence d'appareils à combustion non étanches ou problèmes de faisabilité tels que passages de gaines ou rejet sur l'extérieur impossibles)	Ventilation naturelle conservée → Prévoir la pose d'entrées d'air dans toutes les pièces sèches. NB : La mise en place d'entrées d'air dans les pièces humides est conseillée uniquement en l'absence de conduits de ventilation menant en toiture ou de ventilations de façade préexistantes
VMC simple flux	Modules d'entrées d'air dimensionnés au plus juste, donc la VMC simple flux est une solution acoustique	Prévoir la pose d'entrées d'air dans toutes les pièces sèches uniquement	
VMC double flux	La VMC double flux ne nécessite pas d'entrées d'air directes sur l'extérieur. C'est donc la solution la plus performante en acoustique. *	Ne surtout pas installer d'entrées d'air directes dans les menuiseries, au niveau des coffres, ou en maçonnerie. La VMC double flux nécessite un entretien régulier (remplacement des filtres).	

* (attention cependant aux bruits d'équipements introduits dans le logement, notamment, le bruit des bouches d'insufflation dans les chambres).

Légendes pour la compréhension du tableau relatif au choix des entrées d'air (ci-dessous)

Performance acoustique	Explications
[Déconseillé]	Les performances acoustiques visées ont de très fortes chances de ne pas être atteintes
[Voir selon les cas]	Les performances acoustiques visées ont autant de chances d'être atteintes que de ne pas l'être. Les dimensions de la pièce, les autres éléments constitutifs de la façade (murs, nombre de menuiseries, coffres de volets roulants, entrées d'air...) conditionnant l'isolement global de la façade, mieux vaut faire appel à un acousticien dans ces cas.
[Conseillé]	Les performances acoustiques visées ont de très bonnes chances d'être atteintes
[dB/€]	Solution correspondant à un ratio performances / économie optimal

Solutions d'entrées d'air en fonction des zones de bruit	Niveau d'exposition au bruit		
	Site faiblement exposé au bruit (pas d'objectif d'isolement recherché ou $D_{nT,A,tr} \leq 30$ dB)	Site modérément exposé au bruit (isolement recherché $30 < D_{nT,A,tr} \leq 35$ dB)	Site fortement exposé au bruit (isolement recherché $D_{nT,A,tr} > 35$ dB)
Entrées d'air classiques sur menuiserie	[Voir selon les cas]	[Déconseillé]	[Déconseillé]
Entrées d'air acoustiques sur menuiseries	[Conseillé] [dB/€]	[Conseillé] [dB/€]	[Voir selon les cas]
Entrées d'air classiques sur coffre	[Voir selon les cas]	[Voir selon les cas]	[Déconseillé]
Entrées d'air acoustiques sur coffre	[Conseillé] [dB/€]	[Conseillé] [dB/€]	[Voir selon les cas]
Entrées d'air maçonnées	[Conseillé]	[Conseillé]	[Conseillé] [dB/€]

REPLACEMENT DES MENUISERIES EXTÉRIURES

LES PRINCIPALES TECHNIQUES

Menuiseries extérieures		
		
<p>Technique n°1. Remplacement du vitrage (doc. ESPACE9)</p>	<p>Technique n°2. Remplacement de la menuiserie par une menuiserie équipée d'un vitrage plus performant (doc. ESPACE9)</p>	<p>Technique n°3. Pose de doubles fenêtres (doc. ESPACE9)</p>

LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

Quelle performance viser ?	<ul style="list-style-type: none"> • Lorsqu'on envisage un remplacement de menuiseries dans un but thermique, il est intéressant de se poser la question de la performance acoustique. Le logement se situe-t-il dans un environnement bruyant ? • Il faut savoir que choisir un double vitrage acoustique n'entraîne qu'un faible surcoût 	<p>par rapport à un double vitrage thermique (voir plus loin dans cette fiche : Les prix des menuiseries : comparatif thermique/acoustique).</p> <p>Des exemples de solutions en fonction du niveau de bruit environnant sont proposés :</p> <p>➔ Note A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement aux bruits extérieurs</p>
Dépose totale ou rénovation ?	<ul style="list-style-type: none"> • Avantages de la rénovation <ul style="list-style-type: none"> - Intervention simple sans dégradation du support (mur), ne nécessite pas (ou très peu) de finitions au niveau du gros-œuvre ; - Coût moins élevé que la dépose totale 	<ul style="list-style-type: none"> • Avantages de la dépose totale <ul style="list-style-type: none"> - Conservation du clair de baie - Pas de problème au niveau de la jonction avec l'ancien dormant (défauts d'étanchéité ou ancien dormant dégradé qui pourraient créer des points faibles pour l'acoustique et la thermique au niveau de cette jonction)

<p>Remplacement du vitrage seul ? Survitrage ?</p>	<p>Le remplacement de la menuiserie ou la mise en place d'une deuxième fenêtre sont les meilleures solutions du point de vue acoustique et thermique, cependant d'autres techniques existent :</p> <p>➔ Introduction au chapitre 3 / Choix de la technique en rénovation</p> <p>Remplacement du vitrage seul : solution déconseillée</p> <p>De façon générale, outre les défauts sur les plans acoustiques et thermiques, cette technique n'est à utiliser que dans de très rares cas. En effet, le remplacement des vitrages peut tout d'abord s'avérer impossible car il faut vérifier que le châssis de la menuiserie existante est suffisamment épais et solide pour accueillir le nouveau vitrage, car les vitrages acoustiques sont épais et lourds...</p>	<p>De plus, même si c'est possible techniquement, la garantie de la menuiserie risque de ne plus fonctionner et le moindre défaut ou accident risque d'être problématique. Le remplacement de vitrage devrait, s'il est opportun et possible, être systématiquement réalisé par la même entreprise qui a posé les menuiseries. Cette technique est opportune uniquement lorsque la menuiserie existante est récente et en très bon état.</p> <p>Mise en place d'un survitrage : solution à éviter absolument</p> <p>La mise en place d'un survitrage est une solution peu onéreuse car la menuiserie n'est pas remplacée. Cependant, les défauts d'étanchéité au niveau du dormant ne sont pas réglés et cette solution peut même s'avérer négative du point de vue acoustique en dégradant l'isolement (fréquence de résonance mal placée du fait d'une épaisseur de lame d'air particulière).</p>
<p>Si une isolation des murs est prévue ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si une isolation du mur est prévue : pour éviter les ponts thermiques entre la baie et le mur support, il faut prévoir la position de la menuiserie dans le tableau (nu intérieur, tunnel, nu extérieur), ainsi qu'un éventuel retour d'isolant. L'idéal est de poser la menuiserie du même côté que l'isolant (dans le plan de l'isolation). 	<p>Cas d'une isolation par l'extérieur : Il est intéressant d'envisager la pose de la menuiserie au nu extérieur et/ou de ménager un retour d'isolant.</p> <p>Cas d'une isolation par l'intérieur : Il est conseillé d'opter pour une dépose totale de la menuiserie, suivie de la pose en applique au nu intérieur de la façade, en prévoyant une réserve correspondant à l'épaisseur de l'isolant.</p>
<p>Zone de bruit ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pour les bâtiments situés 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. <p>➔ Note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit</p>	
<p>Zone exposée au bruit routier ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le remplacement des menuiseries peut diminuer fortement la transmission des bruits venant de l'extérieur. Les bruits provenant des logements voisins sont alors moins masqués par les bruits extérieurs et sont donc davantage perçus. Pour cette raison, dans les zones fortement exposées au bruit routier, il peut s'avérer nécessaire de rechercher un compromis entre bruit des voitures et bruits des voisins, en choisissant des menuiseries aux performances acoustiques adaptées. <p>➔ Note A7 / La gêne de voisinage</p> <p>➔ Note A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement aux bruits extérieurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Si, en complément du remplacement des fenêtres, une isolation des parois vis-à-vis de l'extérieur ou des pièces voisines est envisagée, il faut faire attention au type d'isolant choisi, car certains isolants rigides dégradent l'isolement acoustique : préférer un isolant souple. <p>➔ Fiche 1 / ITI des parois verticales</p> <p>➔ Note A4 / Performances acoustiques des doublages</p> <p>➔ Note M11 / Les matériaux isolants</p>
<p>Exigences architecturales ?</p>	<p>Si le remplacement de menuiseries est envisagé, il faut vérifier que les règles d'urbanisme en vigueur dans la commune sont bien respectées. Il faut ainsi étudier si les modifications suivantes sont autorisées par les services de l'urbanisme :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Modification du matériau ; - Changement de la couleur ; - Modification de la forme de la menuiserie : soubassement opaque de porte-fenêtre supprimé, ajouté ou de hauteur différente, petits bois ajoutés ou supprimés. 	<p>Lorsque le remplacement n'est pas fait à l'identique et que la façade est modifiée, il est obligatoire de réaliser une déclaration préalable de travaux en mairie.</p> <p>Dans des zones à proximité de monuments historiques ou encore des zones de protection du patrimoine architectural urbain et paysager (ZPPAUP), l'Architecte des Bâtiments de France peut donner son avis qui peut/doit être respecté selon les cas.</p> <p>En copropriété, le règlement de copropriété peut imposer de conserver l'aspect extérieur des menuiseries pour garder une harmonie de façade.</p>



Dégradation des performances acoustiques vis-à-vis des bruits extérieurs

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

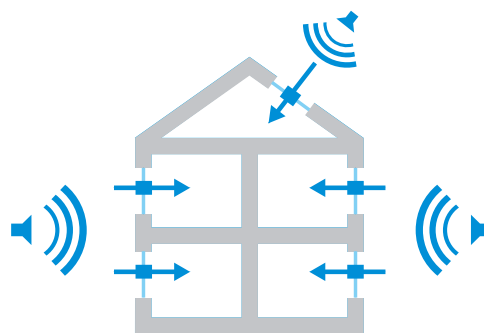
Le remplacement de menuiseries extérieures pour des motifs d'amélioration des performances thermiques peut se traduire, si l'on n'y prend pas garde, par une moindre protection contre les bruits extérieurs. Quand une amélioration notable des performances acoustiques est également recherchée, un double vitrage thermique n'est parfois pas suffisant. Heureusement, des solutions à la fois thermiques et acoustiques existent. D'autant que le surcoût d'une fenêtre « thermoacoustique » par rapport à une fenêtre thermique est assez minime (de l'ordre de 15%, voir plus loin dans cette fiche). Mais pour atteindre des isolements acoustiques élevés, il faut mettre en œuvre une solution bien spécifique.

La performance acoustique d'une menuiserie est donnée par son indice d'affaiblissement acoustique, noté RA, tr (indice route, en dB). Les autres éléments de la façade (ou de la toiture) sont également concernés : quand un gain acoustique est souhaité, un traitement limité à la seule fenêtre peut se traduire par une amélioration acoustique insuffisante si le rôle d'autres éléments comme l'entrée d'air ou le coffre de volet roulant a été négligé.

➔ [Fiche 6 / Entrées d'air et fiche 7 / Occultations](#)

Remplacement d'un simple vitrage par un double vitrage thermique : pas forcément de gain acoustique !

Dans la majorité des cas, remplacer une menuiserie équipée d'un simple vitrage par une menuiserie équipée d'un double ou d'un triple vitrage permet



d'améliorer l'isolement acoustique aux bruits extérieurs (amélioration due notamment à la meilleure étanchéité apportée par la menuiserie neuve). Cependant, dans certains cas particuliers où le logement dispose de menuiseries dotées d'un simple vitrage assez épais, typiquement 8 ou 10 mm, la mise en place d'une menuiserie de composition verrière 4/16/4 ne se traduira que par une faible amélioration acoustique (voire une dégradation à certaines fréquences). Pour information : RA, tr (8mm) ≈ 26 à 27 dB et RA, tr (4/16/4) ≈ 27 à 28 dB.

Bien évaluer le besoin

Quand on améliore l'isolation aux bruits extérieurs dans un logement collectif (ou une maison en bande) situé à proximité d'un axe routier, on prend le risque de percevoir davantage les bruits intérieurs au bâtiment (ascenseur, équipements collectifs, voisinage...) qui ne sont plus masqués par le bruit de fond permanent dû à la circulation routière. Il est donc déconseillé de viser un niveau d'isolement acoustique trop élevé, ce qui ne ferait que substituer un problème par un autre.

➔ [Note A7 / La gêne de voisinage](#)

➔ [Note technique A5 / Zones de bruit et isolements aux bruits extérieurs / paragraphe « Evaluer les besoins acoustiques »](#)

➔ [Note technique A11 / Travaux de rénovation importants en zones de bruit](#)

MENUISERIES EXTÉRIEURES : LES CARACTÉRISTIQUES QUI INFLUENT (OU NON) SUR L'ACOUSTIQUE

Châssis de la menuiserie	Matériau (PVC, bois, aluminium...)	<ul style="list-style-type: none"> • Pour une fenêtre ou une porte-fenêtre, les caractéristiques du châssis ont très peu d'influence sur la performance de la menuiserie étant donné la faible surface de celui-ci comparée à la surface de vitrage.
	Épaisseur, nombre de chambres	<ul style="list-style-type: none"> • En revanche, pour les portes d'entrée (pas ou peu vitrées), attention à l'épaisseur et à la densité du châssis. Plus le matériau est épais et dense, meilleure sera sa performance.
	Densité	
	Remplissage des parties opaques (soubassement de porte-fenêtre, âme de porte d'entrée...)	<ul style="list-style-type: none"> • Les isolants rigides sont à proscrire en acoustique. Préférer les isolants souples, comme les laines (minérales ou d'origine végétale) ou le polystyrène expansé élastifié (PSEE). A noter que les laines minérales ou le PSEE sont très rarement utilisés pour la composition d'âmes de portes d'entrées et de soubassements de portes-fenêtres.



Menuiseries extérieures : les caractéristiques qui influent (ou non) sur l'acoustique

Châssis de la menuiserie	Mode d'ouverture (ouvrant à la française, coulissant...)	 <p>Coulissant classique (deux vantaux mobiles) (doc. ESPACE9)</p>  <p>Coulissant à translation (un seul vantail mobile) vu de l'intérieur (photo de gauche) et de l'extérieur (droite) (doc. ESPACE9)</p> <p>Les menuiseries coulissantes classiques sont généralement moins étanches à l'air donc moins performantes en acoustique (absence de joint compressif). A noter cependant que certains systèmes de coulissants classiques récents offrent des performances équivalentes à celles des coulissants à translation. Il convient de vérifier les performances acoustiques auprès du fabricant. Les performances acoustiques des coulissants à translation (encore appelés coulissants à frappe) sont généralement équivalentes à celles des ouvrants à la française, voire meilleures.</p>
Vitrage(s)	Epaisseur du/des vitrage(s)	<ul style="list-style-type: none"> • Plus le vitrage est épais, plus l'effet de masse affaiblit les sons. • Dans un double vitrage, il est préférable de créer une dissymétrie dans l'épaisseur des lames de verre afin que les fréquences critiques de chacun des verres soient les plus éloignées l'une de l'autre. Autrement dit, pour l'acoustique, à épaisseur de feuillure égale, mieux vaut un 4/10/10 qu'un 4/14/6. <p>⇒ Note A3 / Performances acoustiques des parois</p>
	Verre feuilleté acoustique	<ul style="list-style-type: none"> • Dans un verre feuilleté acoustique, l'effet de « masse » est complété par une résine acoustique intercalaire, qui apporte des propriétés d'amortissement. Par exemple, dans un vitrage 4/12/4, l'une des lames de verre de 4 mm est remplacée par du 22-1, un verre feuilleté acoustique composé de deux verres de 2 mm eux-mêmes séparés par une résine. Le vitrage obtenu, un 22-1/12/4, permet un gain de 4 dB RA, tr par rapport à la solution thermique 4/12/4.
	Epaisseur de la lame d'air/ de gaz	<ul style="list-style-type: none"> • Seule compte la présence d'une lame d'air permettant une désolidarisation entre les deux vitrages. Peu importe l'épaisseur de cette lame d'air. • Pour une même largeur de feuillure, l'augmentation de l'épaisseur de verre est favorable à l'acoustique mais défavorable à la thermique, du fait de la diminution de l'épaisseur de la lame d'air.
	Remplissage de la « lame d'air »	Le remplissage de la lame d'air par un gaz (argon, par ex.) n'a aucune influence sur l'acoustique.
	Verres peu émissifs	Le fait d'incorporer dans la composition verrière un verre peu émissif à isolation thermique renforcée n'a pas d'incidence sur les performances acoustiques.
	Sens de pose du vitrage	Le sens de pose du vitrage n'influence pas la performance de la fenêtre. Par exemple : pour un vitrage 10/16/4, le fait de mettre le vitrage d'épaisseur 10 mm à l'intérieur ou à l'extérieur n'influe pas sur la performance acoustique. A noter que le vitrage le plus épais à l'extérieur résistera mieux aux éventuels chocs de ballons.

Double fenêtre	Distance minimale entre les deux fenêtres	La technique de la double fenêtre est souvent la plus sûre et la moins coûteuse (mais pas toujours possible techniquement) quand de forts isolements de façade sont recherchés. Elle consiste à conserver la fenêtre existante et à poser une deuxième fenêtre équipée d'un simple vitrage d'épaisseur au moins égale à 6 mm. Cette deuxième fenêtre peut être posée indifféremment à l'extérieur ou à l'intérieur. La distance entre les deux fenêtres doit être au moins de 12 cm.
Étanchéité à l'air	Étanchéité entre le dormant de la menuiserie et l'enveloppe du logement	<p>Une mauvaise étanchéité à l'air peut faire perdre de 5 à 10 dB à l'affaiblissement acoustique de la menuiserie.</p> <p>⇒ Note A3 / Performances acoustiques des parois (notion de R limite)</p> <p>Il existe plusieurs types de joints :</p> <ul style="list-style-type: none"> • en mousse, faciles à poser mais peu durables et peu efficaces sur le plan acoustique, • en résine durcissable, faciles à poser et plus durables, • à lèvres métallique ou polymère, durables mais qui exigent un savoir-faire pour la pose. <p>Pour une porte d'entrée ou une porte fenêtre, la présence d'un seuil étanche est indispensable. Eviter les seuils plats en aluminium, qui n'ont généralement qu'un seul joint de compression et dont l'étanchéité est le plus souvent assez médiocre.</p> <p>Quand on remplace un vitrage existant, l'étanchéité à l'air est primordiale : il est inutile de remplacer un simple vitrage par un double vitrage acoustique si la menuiserie n'est pas étanche à l'air.</p>

Performances acoustiques des menuiseries extérieures : quelques ordres de grandeur			
	Type de menuiserie	Caractéristiques	RA,tr (en dB)
Fenêtres	Simple vitrage (pour information)	3 mm	22
	Double vitrage	4 / 16 / 4	27
Portes-fenêtres à la française	Triple vitrage classique	4 / 16 / 4 / 16 / 4	29
	Double vitrage acoustique	10 / 16 / 4	33
	Triple vitrage acoustique	10 / 14 / 4 / 12 / 4	34
	Double vitrage acoustique feuilleté	44.1 silence / 12 / 10	37
	Double vitrage acoustique feuilleté	64.2 silence / 16 / 44.2s	41
	Double fenêtre (distance entre les deux châssis : 12 cm au moins)	4 / 6 / 4 + 10 / 16 / 4	> 43
Fenêtres, portes-fenêtres	Double vitrage coulissant classique	4 / 16 / 4	25
	Double vitrage acoustique coulissant classique	10 / 16 / 4	32
	Double vitrage acoustique coulissant classique	44.1 silence / 12 / 10	34
	Double vitrage acoustique coulissant à translation	44.1 silence / 12 / 10	37
Portes d'entrée	Portes d'entrée pleines	Cadre en pin et âme en mousse de polyuréthane	24
		Cadre en bois exotique, contreplaqué intérieur et extérieur, âme en mousse polyuréthane	32
		Cadre bois exotique, 2 parois métal contreplaqué intérieur et extérieur, âme mousse polyuréthane, joints acoustiques, seuil aluminium	36
Fenêtres de toit	Double vitrage	4 / 16 / 4	28
	Double vitrage acoustique feuilleté	33.1 silence / 14 / 4	35
	Triple vitrage	33.2s / 10 / 3 / 10 / 8	37



Les prix des menuiseries : comparatif thermique / acoustique

Dimensions de la fenêtre : largeur x hauteur en cm	Prix moyen HT fourni posé menuiserie en PVC blanc / pose en rénovation / vitrage thermique 4/16/4 entrée d'air classique	Prix moyen HT fourni posé menuiserie en PVC blanc / pose en rénovation / vitrage acoustique 10/16/4 entrée d'air acoustique	Plus value en %
100x120	650 €	736 €	13,4%
120x140	734 €	842 €	14,7%
160x220	1 245 €	1 457 €	16,8%
90x220	864 €	988 €	14,1%
Moyenne	873 €	1 006 €	14,8%

Plus-value financière d'une menuiserie à la fois thermique et acoustique par rapport à une menuiserie purement thermique (données issues d'un sondage réalisé par Espace 9 auprès d'une dizaine d'entreprises de menuiserie en Ile de France).

On remarque que la plus-value de la mise en place d'une menuiserie

acoustique et thermique par rapport à une menuiserie purement thermique est de l'ordre de 15% pour une menuiserie en PVC blanc avec une pose en rénovation. Nota bene : La fourniture et la pose d'une entrée d'air acoustique classique coûte en moyenne environ 40 € HT l'unité, contre 20 € HT pour une entrée d'air non acoustique.



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

- Un double vitrage asymétrique, avec un vitrage plus épais que l'autre et éventuellement une résine intercalaire (vitrage à acoustique renforcée)
- Des parties opaques denses : un matériau dense et un remplissage par des

isolants souples pour les menuiseries pleines (portes d'entrée) et les soubassements de portes-fenêtres

- L'étanchéité à l'air : une pose soignée et une étanchéité réalisée à l'aide de joints compressifs.

- En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux de remplacement ou de création de parois vitrées ou portes donnant sur l'extérieur doivent respecter des performances acoustiques minimum. ➔ Note A11

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



Etanchéité et problèmes de ventilation

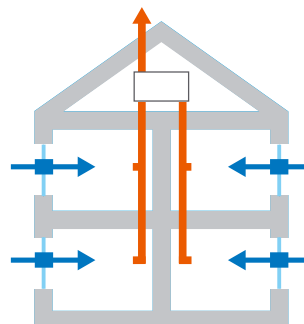
➔ Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente

Le remplacement des menuiseries rend l'enveloppe du logement plus étanche à l'air (suppression des défauts d'étanchéité entre le dormant et le mur, entre l'ouvrant et le dormant, ainsi qu'entre le vitrage et l'ouvrant de la menuiserie). La ventilation, qui auparavant était assurée – de manière non contrôlée – par les défauts d'étanchéité, n'a plus lieu. Il est donc impératif de s'assurer du maintien des conditions d'aération préexistantes. Cela peut nécessiter la mise en œuvre d'un système de ventilation. En tout état de cause, la RT existant par éléments doit être respectée (présence d'entrées d'air). ➔ Note V3 / Réglementation et ventilation / Remplacement des fenêtres

Etanchéité et conformité des appareils à combustion

• Le remplacement de menuiseries anciennes par des menuiseries étanches à l'air peut poser un problème de conformité des appareils à combustion. Pour fonctionner en toute sécurité, ces appareils ont besoin d'un débit de ventilation minimum. Si auparavant ce débit minimum était assuré par la mauvaise étanchéité à l'air des menuiseries, supprimer cette source de ventilation incontrôlée peut donc rendre la situation plus dangereuse qu'elle ne l'était.

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



Fermetures et entrées d'air sur menuiseries

➔ Fiches 6 / Entrées d'air et 7 / Occultations

Doubles fenêtres et entrées d'air sur menuiseries

• La réalisation d'une double fenêtre rend délicate la pose d'entrées d'air sur menuiseries. En effet, il faut alors poser des entrées d'air sur les deux menuiseries. A ce sujet, le « DTU 68.3 – P1-1-1 – 5.1.4. Dimensionnement des amenées d'air » propose :

« Une solution, pour les espaces tampons tels que loggias, doubles fenêtres ou vérandas, consiste à installer deux entrées d'air en série. Pour tenir compte de la perte de charge résultante, la section de chaque entrée d'air doit être supérieure à 1,4 fois la section d'une amenée d'air directe équivalente. En cas de doute, consulter un bureau d'étude spécialisé ou opter pour une entrée d'air en maçonnerie.. »



Condensation au droit des ponts thermiques et mauvaise QAI

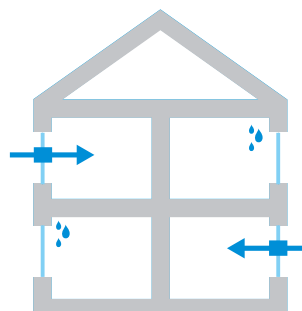
⇒ Notes H1 / Humidité dans les logements et V4 / Perméabilité à l'air de l'enveloppe

Déplacement des ponts thermiques et condensation

Remplacer un vitrage peu isolant (simple vitrage ou double vitrage de type 4/6/4) par un double ou triple vitrage très performant thermiquement induit un déplacement des ponts thermiques, c'est-à-dire un déplacement des points les plus froids du logement.

Avant travaux, c'était sur le vitrage que l'humidité ambiante se condensait. Cette condensation était visuelle et l'occupant avait en général le bon réflexe d'ouvrir les fenêtres pour ventiler.

Après travaux, l'humidité se condense sur les nouveaux



points froids : le mur s'il n'est pas isolé et les angles de murs présentant éventuellement une rupture d'isolant. Cette condensation ne se voit pas. L'occupant s'en aperçoit trop tard, avec l'apparition de traces d'humidité et la dégradation des peintures.

Un taux d'humidité trop important dans un logement étant néfaste pour la santé, la mise en oeuvre d'un système de ventilation (naturelle ou mécanique) s'impose alors.

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



Emissions de substances volatiles

⇒ Note V2 / Qualité de l'air intérieur

Étiquetage

Certains matériaux de construction et produits de décoration 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.



Étiquette Emissions dans l'air intérieur : privilégier les menuiseries faiblement émissives (étiquettes A+)(doc. ESPACE9)



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE QUALITÉ DE L'AIR

- **Les entrées d'air** : si, par ailleurs, aucun système de ventilation n'est installé ou envisagé, le minimum est de prévoir la pose d'entrées d'air sur les nouvelles menuiseries (respect de la RT Existant par élément, voir note V5 / RT Existant par élément).

- **Le renouvellement de l'air** : prévoir un système de ventilation assurant un minimum de renouvellement de l'air pour les occupants et les éventuels appareils à combustion.

- **Une attention particulière aux problèmes d'humidité** : prévoir le déplacement des ponts thermiques suite au remplacement des menuiseries et envisager d'autres travaux (isolation des parois opaques, mise en place d'un système de ventilation performant permettant l'évacuation de l'humidité du logement).



ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

Le minimum devant figurer sur le devis

- Type de vitrage (par exemple, 10/16/4)
- Performances thermiques : coefficient de transmission thermique U_w , facteur solaire S_w
- Indice d'affaiblissement acoustique $R_{A,tr}$ en dB (affaiblissement acoustique pour un bruit route également appelé $R_{W+C_{tr}}$)
Nota Bene : R, R_w ou R_A n'indiquent pas de performance vis-à-vis du bruit routier
- Certification éventuelle (ACOTHERM, A*E*V, CEKAL)
- L'engagement de l'entreprise à travailler selon les règles de l'art et à respecter les Documents Techniques Unifiés (DTU).
- Type de pose : rénovation ou dépose totale



Après travaux, vérifier à l'aide d'un briquet ou d'une feuille de papier aluminium que les vitrages sont asymétriques (doc. ESPACE9)

Pour plus d'informations
➔ Introduction au Chapitre III



Ou disposer d'une jauge de mesure d'épaisseur de verre et de lame d'air (doc. ESPACE9)

Les certifications des menuiseries et des vitrages

Les certifications des menuiseries et des vitrages :

- **Marquage CE** : Toute menuiserie a obligatoirement un marquage CE. Il oblige le fabricant à être constant dans la qualité de fabrication de ses produits et à déclarer les performances des menuiseries. Il n'y a pas de performance minimale requise.
- **ACOTHERM** : Le classement Acotherm atteste de la performance acoustique et thermique des fenêtres, portes-fenêtres, fenêtres de toit, blocs-baies et blocs-portes extérieurs. Pour l'acoustique, le classement s'étend de AC1 à AC4 (la classe la plus élevée correspond à l'isolation la plus performante). Pour la thermique, les menuiseries concernées par le label Acotherm sont classées entre Th1 et Th17, selon la valeur du coefficient U de la fenêtre (plus le niveau « Th » est élevé, meilleure sera l'isolation).
- **Certificat NF/Certifié CSTB certifié** : Ce certificat indique que le fabricant fait suivre ses usines régulièrement par le CSTB qui en garantit le niveau de production. Chaque menuiserie a une étiquette indiquant les performances (ACOTHERM, A*E*V*). Pour être certifiée par le CSTB, une fenêtre doit obtenir au moins le classement Acotherm AC1 TH6.
- **Certification NF Fenêtres bois** : équivalent pour les menuiseries bois du marquage Certifié CSTB certifié.
- **CEKAL** : Cette certification des vitrages distingue 6 classes de performance acoustique croissante (dont 4 pour des compositions génériques de vitrage) : AR1 (isolation acoustique courante : $R_{A,tr}$ indice route = 25 à 27 dB) à AR6 (isolation acoustique renforcée : $R_{A,tr}$ indice route \geq 37 dB)
- **Classement AEV** : Le classement AEV atteste du niveau d'étanchéité des produits à l'Air (de A*1 à A*4), à l'Eau (de E*1B à E*7B ou de E*1A à E*9A) et leur résistance au Vent (de V*A1 à V*A5). Pour être certifiées, les menuiseries doivent obtenir un classement minimum de A*2-E*5B-V*A2. Le niveau AEV requis est fonction du département dans lequel la menuiserie est installée, de la typologie du site (ville, village, campagne, bord de mer) et de la hauteur des fenêtres au dessus du sol.
- **Étiquette émissions dans l'air intérieur** : privilégier les menuiseries faiblement émissives (étiquettes A+).








Cekal (les performances du vitrage sont généralement inscrites au niveau de l'intercalaire) (doc. ESPACE9)

AEV
Air, eau, vent



(doc. ESPACE9)

Références aux DTU et normes		
<p>Faire référence au DTU 36.5 concernant :</p> <ul style="list-style-type: none"> • L'étanchéité à l'air et à l'eau entre l'ouvrant et le dormant 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier la bonne compression des joints et réglages. Attention aux entrées d'air réalisées par découpe du joint du dormant. <p>Nota Bene : il est normal que certaines parties du joint soient manquantes pour qu'une décompression soit possible, sinon il serait difficile d'ouvrir la fenêtre</p>	 <p>Joint découpé pour passage d'air (doc. ESPACE9)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • L'étanchéité à l'air et à l'eau entre le dormant et le support (mur) 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier la mise en place de joint compribande à la périphérie du dormant et du support maçonné. - Vérifier la planéité du support. - Proscrire tout calfeutrement à la mousse polyuréthane 	 <p>Etanchéité réalisée avec mousse polyuréthane (sans compribande) à éviter (non conforme au DTU) (doc. ESPACE9)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • La ventilation de l'ancien dormant 	<ul style="list-style-type: none"> - Vérifier dans le cas d'une rénovation que l'ancien dormant reste ventilé en partie basse. Vérifier l'absence de joint extérieur entre la bavette basse et la maçonnerie. 	 <p>Absence Ventilation Habillage extérieur (doc. ESPACE9)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Le percement des traverses basses 	<ul style="list-style-type: none"> - Il ne doit pas y avoir de percements verticaux de la traverse basse de la menuiserie dans le cas d'une rénovation. 	 <p>Percement traverse basse (doc. ESPACE9)</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Faire référence à la norme NF P 01 012 concernant la sécurité par rapport aux chutes 	<ul style="list-style-type: none"> - Une menuiserie qui fait office de garde-corps doit être installée en dépose totale (rénovation interdite). - Les vitrages doivent être feuilletés intérieur et extérieur. - Attention à la hauteur du garde-corps en rénovation. Il faut 90 cm minimum entre le haut du garde-corps et le haut de la traverse basse de la menuiserie. 	 <p>Attention à la hauteur du garde-corps en rénovation (doc. ESPACE9)</p>

POUR EN SAVOIR PLUS

Documentation, guides

- Fenêtres en travaux de rénovation – Aluminium, bois, PVC – Conception et mise en œuvre (octobre 2014)
- Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE) – Doubles fenêtres – Prescription et mise en œuvre en rénovation des logements (Avril 2014) - Menuiseries extérieures avec une isolation thermique par l'extérieur - Mise en œuvre - Neuf - Rénovation (novembre 2014)
- Fenêtres PVC et Aluminium RPT : Marquage CE, Marque NF/Certifié CSTB Certified/ Acotherm, les réponses aux questions que vous vous posez - www.cstb.fr
- Fenêtres en travaux de rénovation Aluminium, bois, PVC- Conception et mise en œuvre en application de la norme NF DTU 36.5 et du e-Cahiers du CSTB n° 3709
- Certification Pose Portes & Fenêtres : certification de mise en œuvre dans les métiers de la menuiserie extérieure, à l'initiative de l'UFME, en partenariat avec Bureau Veritas. Le site certificationpose.fr inclut un annuaire national d'installateurs certifiés.

NF DTU

- NF DTU 36.5 Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures (octobre 2010)
- NF DTU 35.1 – Menuiseries en bois
- NF DTU 37.1 – Menuiseries métalliques
- NF DTU 39 – Travaux de vitrerie-miroiterie
- NF DTU 33.1 – Travaux de bâtiment – Façades rideaux
- NF P01-012 - Règles de sécurité relatives aux dimensions des garde-corps et rampes d'escalier (juillet 1988)

Règlementation

Réglementation incendie : Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation. – articles 11 à 14

Thermique : Arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants (article 12)

Arrêté du 13 avril 2017 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants

MISE EN PLACE D'ENTRÉES D'AIR

LES PRINCIPALES TECHNIQUES

			
<p>Technique n°1. Entrées d'air sur vantail de la menuiserie (doc. ESPACE9)</p>	<p>Technique n°2. Entrées d'air sur traverse haute élargie en menuiserie (doc. ESPACE9)</p>	<p>Technique n°3. Entrées d'air en maçonnerie (doc. ESPACE9)</p>	<p>Technique n°4. Entrées d'air sur coffre (doc. ESPACE9)</p>

LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

<p>Entrées d'air et système de ventilation ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> Lors du remplacement de menuiseries, la réglementation thermique dans l'existant (➔ Note V5 / RT Existant par élément) impose la mise en place d'entrées d'air dans les pièces principales (sauf si des entrées d'air existent déjà ou en présence d'une VMC double flux) : 45 m³/h dans les chambres, 90 m³/h dans les séjours. Plusieurs solutions sont possibles : Pose sur la menuiserie (sur le dormant/l'ouvrant de la menuiserie ou sur le sur le coffre de volet roulant) ou pose en maçonnerie. 	<ul style="list-style-type: none"> Afin de dimensionner correctement les modules d'entrées d'air, il convient d'étudier le système de ventilation existant ou prévu : <ul style="list-style-type: none"> - Ventilation naturelle ; - Ventilation mécanique simple flux : autoréglable, hygroréglable de type A, hygroréglable de type B ; - Ventilation mécanique double flux. <p>➔ Fiche 8 / Installation d'une ventilation mécanique</p>
<p>Dimension des vantaux</p>	<ul style="list-style-type: none"> Si l'on souhaite installer les entrées d'air dans la menuiserie, ce qui est le plus courant, il faut vérifier que les dimensions des vantaux sont compatibles avec la taille des entrées d'air. 	<ul style="list-style-type: none"> Si le capot d'entrée d'air est trop grand, l'entreprise peut installer l'entrée d'air en traverse haute élargie (cas n°2 ci-dessus), réaliser des vantaux asymétriques, ou installer des entrées d'air avec des capots plus petits (attention aux performances acoustiques).
<p>Interface avec les occultations</p>	<ul style="list-style-type: none"> Certains modèles d'entrées d'air acoustique nécessitent la mise en place d'un capuchon extérieur ou d'un déflecteur extérieur assez épais. Les persiennes à tapée ou le volet roulant peuvent venir heurter ces éléments. 	<ul style="list-style-type: none"> On fera donc bien attention à cette interface lors de la mise en place d'entrées d'air. Il faudra éventuellement prévoir la dépose et la repose des occultations en les décalant légèrement de la fenêtre.
<p>Travaux associés ? Où installer l'entrée d'air</p>	<ul style="list-style-type: none"> Afin de trouver la meilleure solution, il convient de connaître les travaux associés à la mise en place d'entrées d'air. Les entrées d'air ne sont généralement pas installées seules, si c'est le cas : <ul style="list-style-type: none"> - on peut soit les installer sur les menuiseries existantes en réalisant une mortaise dans la menuiserie existante. Cette solution est à éviter car il peut y avoir des problèmes de perte de garantie de la menuiserie ; - soit installer des entrées d'air maçonnées. 	<ul style="list-style-type: none"> Si les menuiseries doivent être remplacées, alors la pose d'entrées d'air peut se faire soit dans la menuiserie, soit en maçonnerie, et être associée aux travaux de remplacement des menuiseries. De la même façon, si des coffres de volets roulants sont présents ou vont être installés, on pourra prévoir des entrées d'air sur le coffre de volets roulants ou poser des entrées d'air maçonnées.



LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE



Performances acoustiques des entrées d'air

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

La performance acoustique d'une entrée d'air est donnée par son isolement acoustique élémentaire, noté $D_{n,e,w} + C_{tr}$ en dB

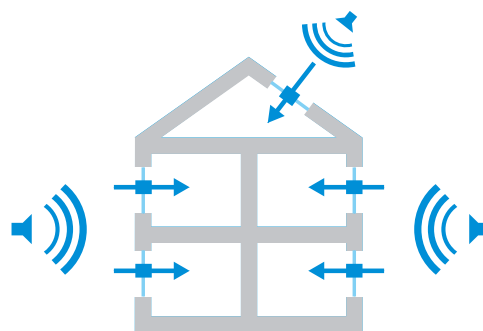
➔ [Fiche 6 / Entrées d'air et fiche 7 / Occultations](#)

La VMC : une solution acoustique

Une entrée d'air est caractérisée par son module, qui correspond au débit d'air qui la traverse sous une dépression de référence. En ventilation naturelle, faute d'extraction mécanique, il faut maximiser les modules des entrées d'air afin de garantir un minimum d'air entrant. La VMC simple flux, en permettant de contrôler les débits d'air extraits, offre la possibilité de dimensionner les entrées d'air au plus juste. Or, plus le module d'une entrée d'air est important, moins son isolement acoustique est élevé. La VMC permet de diminuer les modules d'entrées d'air, elle constitue donc une solution acoustique.

La réglementation impose la mise en place d'entrées d'air dans les pièces principales sèches (séjour et chambres) lors du remplacement des menuiseries, sauf bien entendu si une VMC double flux est installée dans le logement. Le dimensionnement des modules des entrées d'air doit être effectué selon les textes réglementaires en vigueur.

➔ [Note A11 / Travaux de rénovation importants en zones de bruit](#)



Entrées d'air : autoréglable, hygroréglable et acoustique ?

Qu'une entrée d'air soit hygroréglable ou autoréglable n'influe pas sur ses performances d'atténuation acoustique. Le choix d'entrées d'air de type hygroréglable n'est en revanche pas neutre en cas de présence, dans le volume habité du logement, d'un appareil à combustion. En effet, le débit fluctuant des entrées d'air hygroréglables (en fonction du taux d'humidité ambiante du logement) peut poser des problèmes d'insuffisance d'approvisionnement en air comburant. Mieux vaut donc privilégier des amenées d'air spécifiques ou faire appel à un spécialiste pour le dimensionnement de l'installation.

➔ [Fiche 8 / Installation d'une ventilation mécanique,](#)

➔ [Fiche 9 / Installation d'un système de chauffage à eau chaude](#)

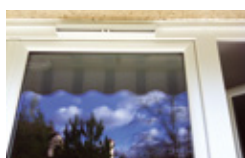
➔ [Fiche 11 / Installation d'un poêle à bois ou d'un insert](#)

MODE DE POSE DES ENTRÉES D'AIR

ENTRÉES D'AIR SUR MENUISERIES

Les menuiseries sont mortaisées afin de laisser l'air circuler. L'entrée d'air (ensemble d'éléments fixé sur la mortaise) permet de moduler le débit entrant (ou sortant). La performance acoustique dépend des éléments composant l'entrée d'air et du module de l'entrée d'air. L'entrée d'air acoustique est généralement composée des éléments suivants :

Un capuchon extérieur (simple auvent ou déflecteur ou capuchon acoustique).
NB : le capuchon acoustique améliore les performances acoustiques de l'entrée d'air par rapport à un déflecteur extérieur classique.



Capuchon extérieur acoustique
(doc. ESPACE9)

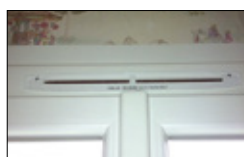


Déflecteur extérieur classique mince
(doc. ESPACE9)



Déflecteur extérieur classique
(doc. ESPACE9)



Un socle vissé sur la menuiserie pour clipser la rallonge acoustique et le capot.



Socle
(doc. ESPACE9)



Socle
(doc. ESPACE9)

<p>Une rallonge acoustique : sur une entrée d'air acoustique, la rallonge permet un gain supplémentaire de performance acoustique (généralement optionnel et pas disponible chez tous les fabricants).</p>	 <p>Face avant</p>	 <p>Face arrière</p>	 <p>Installé</p>
<p>Un capot acoustique qui permet de laisser entrer l'air selon un débit normalisé qu'on appelle le module et absorbe une partie de l'énergie sonore.</p>	 <p>Face avant</p>	 <p>Face avant</p>	 <p>Installé</p>
<p>ENTRÉES D'AIR SUR COULISSANT On peut installer également des entrées d'air acoustiques sur les menuiseries coulissantes classiques. Il faut par contre faire attention aux grilles extérieures qui doivent impérativement être plates</p>			
 <p>Capot acoustique intérieur Socle (doc. ESPACE9)</p>	 <p>Grilles plates extérieures (doc. ESPACE9)</p>		
<p>ENTRÉES D'AIR SUR FENÊTRE DE TOIT Les entrées d'air acoustiques peuvent également s'installer sur les fenêtres de toit. Elles sont directement intégrées dans la barre de manœuvre qui est spécifiquement fournie par le fabricant pour qu'une entrée d'air acoustique puisse s'y adapter.</p>			
 <p>Entrée d'air dans la barre de manœuvre (doc. ESPACE9)</p>	 <p>Mortaise dans la barre de manœuvre (doc. ESPACE9)</p>	 <p>Face supérieure de l'entrée d'air (doc. ESPACE9)</p>	
<p>ENTRÉES D'AIR SUR COFFRES DE VOLETS ROULANTS FAISANT INTERFACE AVEC L'EXTÉRIEUR Au lieu de mortaiser la menuiserie, si un coffre de volets roulants donne sur l'intérieur du logement (coffres traditionnels ou blocs-baies), l'entrée d'air peut être posée sur ce coffre. Le bruit est ainsi atténué par le coffre et par l'entrée d'air. Cette solution est donc plus performante sur le plan acoustique que la précédente. Cependant, il est important de signaler que les débits d'air entrant sont généralement moins bien maîtrisés que si l'entrée d'air se trouve sur la menuiserie.</p>			
 <p>Entrée d'air acoustique sur coffre de volets roulants PVC neuf isolé (doc. ESPACE9)</p>	 <p>Coffre de volets roulant menuisé acoustique et thermique avec entrée d'air (doc. COFERMING)</p>	 <p>Coupe sur mortaise en biais d'un coffre de volets roulants acoustique et thermique (doc. COFERMING)</p>	 <p>Entrée d'air acoustique sur coffre de volets roulants menuisé réhabilité (doc. ESPACE9)</p>

ENTRÉES D'AIR EN MAÇONNERIE

Ce type d'entrée d'air qui s'installe dans l'épaisseur du mur constitue souvent solution la plus performante en acoustique. Elle est généralement composée des éléments suivants :

Une grille extérieure :

Face avant / Face arrière
(doc. ESPACE9)



Un manchon de traversée de mur constitué d'une mousse offrant des propriétés en absorption acoustique :
Tube PVC avec mousse mélangée pour l'absorption du son au passage de l'air
(doc. ESPACE9)



Un caisson acoustique intermédiaire (selon les modèles) :
NB : attention à l'épaisseur de l'isolant, ce genre de caisson est sensé être noyé entièrement dans le doublage du mur.
Caisson à placer dans l'épaisseur de l'isolation du mur. Vue de face / Vue de profil.
(doc. ESPACE9)



Un capot intérieur qui module l'entrée d'air :
Ensemble capot + rallonge + caisson + grille extérieure
Autre modèle de capot intérieur
Face intérieure
(doc. ESPACE9)



La performance acoustique dépend des éléments composant l'entrée d'air et du module de l'entrée d'air :
Entrée d'air maçonnée (vue décomposée)
Entrée d'air maçonnée vue dans le logement
(doc. ESPACE9)



Quelques ordres de grandeur des performances acoustiques des solutions présentées

Performances acoustiques courantes d'entrées d'airs $D_{n,e,w} + C_{tr}$ (en dB)	Entrée d'air classique non acoustique sur menuiserie	Entrée d'air acoustique sur menuiserie : • Sans rallonge acoustique • Avec déflecteur extérieur classique	Entrée d'air acoustique sur menuiserie : • Avec rallonge acoustique • Avec déflecteur extérieur classique	Entrée d'air acoustique sur menuiserie : • Avec rallonge acoustique • Avec capuchon de façade extérieur	Entrée d'air en maçonnerie
45 m ³ /h	32 dB	38 dB	39 dB	40 dB	47 à 50 dB
30 m ³ /h	33 dB	40 dB	41 dB	42 dB	-

Avec deux entrées d'air, ajouter 2 dB aux performances de chaque entrée d'air.



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

- Le choix du module : à dimensionner en fonction du type de ventilation. Une VMC simple flux permet de diminuer les modules (donc de faire entrer moins de bruit). La VMC double flux permet de supprimer les entrées d'air.

- Le type d'entrée d'air : préférer une entrée d'air dite « acoustique » avec des accessoires atténuant le bruit (rallonge acoustique, capuchon extérieur).
- L'emplacement de l'entrée d'air : une pose en maçonnerie est plus performante qu'une pose sur coffre de volet

roulant intérieur, elle-même préférable à une pose sur menuiserie.

- En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux de création ou de remplacement d'entrées d'air doivent respecter des performances acoustiques minimum. ➡ Note A11



Etanchéité et problèmes de ventilation

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

Le point de vigilance principal est le dimensionnement des modules des entrées d'air. En ventilation générale et permanente, le dimensionnement des modules d'entrée d'air s'effectue selon le DTU 68.3 ou l'arrêté du 24 mars 1982 (calculs similaires mais sans la prise en compte des débits de fuite). En cas de changement des fenêtres, le minimum réglementaire en ventilation naturelle est la pose d'entrées d'air (sur menuiseries ou en maçonnerie) selon les préconisations de la RT dans l'existant par éléments (➔ Note V5 / RT Existant par élément) : 45 m³/h dans les chambres, 90 m³/h dans les séjours.

Etanchéité et conformité des appareils à combustion

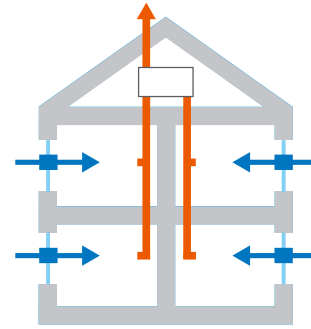
➔ Fiche 5 / Remplacement des menuiseries extérieures

Fermetures et entrées d'air sur menuiseries

➔ Fiche 7 / Remplacement ou mise en place d'occultations

Doubles fenêtres et entrées d'air sur menuiseries

➔ Fiche 5 / Remplacement des menuiseries extérieures



Entretien des entrées d'air

Il est important de nettoyer régulièrement les entrées d'air afin de conserver une bonne qualité de l'air intérieur : l'air circule mieux et reste sain à la traversée de l'entrée d'air (doc. ESPACE9)



Cas des loggias, balcons fermés, vérandas et doubles fenêtres

Le cas des loggias, vérandas et doubles fenêtres pose le problème de l'admission d'air neuf. Le DTU 68.3 préconise d'installer deux entrées d'air en série. Pour tenir compte de la perte de charge résultante, la section de chaque entrée d'air doit être supérieure à 1,4 fois la section d'une amenée d'air directe équivalente.

Entrées d'air hygro-réglables : les installer dans l'espace chauffé

Attention à ne pas installer d'entrées d'air hygro-réglables en façade d'une véranda ou d'une loggia. De fait, dans ces espaces tampon, sous incidence directe du soleil, l'air ambiant se réchauffe et s'assèche considérablement. Si le renouvellement d'air de la pièce donnant sur la véranda est assurée par les seules entrées d'air hygro-réglables de la véranda, par temps ensoleillé, les entrées d'air seront fermées quel que soit le niveau d'humidité dans le logement. En cas d'entrées d'air hygro-réglables celles-ci doivent donc être positionnées en pièces principales.



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 (tailles des mornaises notamment).
- L'entretien de l'entrée d'air : nettoyer régulièrement les entrées d'air pour que l'air la traversant reste sain et ne pas diminuer le flux d'air entrant.
- En cas de véranda, loggia, balcon fermé ou double fenêtre, ne placer d'entrée d'air hygro-réglable que dans l'espace chauffé.



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 / hygroréglable ;
- les composants de l'entrée d'air : auvent ou capuchon extérieur ? Rallonge, capot acoustique ?
- le $D_{n,e,w}(C ; C_{tr})$ en dB
- L'engagement de l'entreprise à travailler selon les règles de l'art et à respecter les Documents Techniques Unifiés (DTU).



Le modèle 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. Modèle : Isola, Module : 45 m³/h (doc. ESPACE9)

Les certifications

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

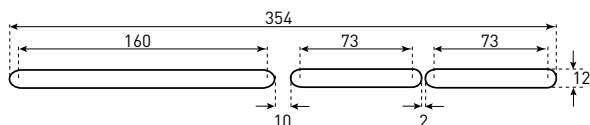


Références aux DTU et normes

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

Points à vérifier

- Vérifier les dimensions de la mortaise.



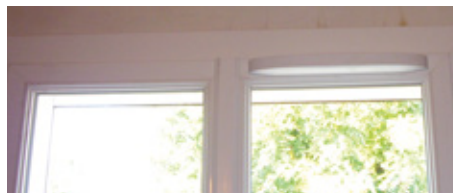
Dimension des mortaises classiques d'entrées d'air (doc. Cahier du CSTB 3376)

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

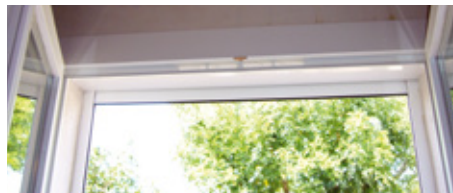


A proscrire : mortaise réalisée sur le chantier, à la perceuse

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)



SoCLE redécoupé sur place afin d'être en face de la mortaise (doc. ESPACE9)

Vérifier que les accessoires prévus (rallonge acoustique, auvent extérieur) sont mis en place, et surtout qu'ils sont correctement posés.



Capot installé à l'extérieur (et pas à l'intérieur) (doc. ESPACE9)



Attention aux capuchons extérieurs qui peuvent empêcher les persiennes de se fermer correctement (doc. ESPACE9)

Les entrées d'air doivent normalement s'installer en position horizontale. Il n'existe pas de règle spécifique pour préciser si l'entrée d'air doit être positionnée en partie haute ou basse, les deux sont possibles. Cependant, l'arrêté du 24 mars 1982 précise que les caractéristiques et l'emplacement des entrées d'air doivent être tels qu'il n'en résulte ni inconfort pour les occupants ni désordre pour la construction et les équipements. En général, placer une entrée d'air en partie haute occasionne moins de courants d'air gênants à hauteur d'occupant. In fine, seul le bon sens guide le choix.

POUR EN SAVOIR PLUS

Documentation, guides

- GS 6 : Disposition d'usinage des entailles destinées à recevoir les entrées d'air des profilés de fenêtres (Cahiers du CSTB, Cahier 3376, octobre 2001)

Réglementation

- Arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements



Vue de l'intérieur
du logement



Vue de l'extérieur
du logement

Entrée d'air menuisée installée en maçonnerie en vertical, solution à priori peu adaptée mais bien réalisée (doc. ESPACE9)

NF DTU

- NF DTU 68.3 P1-1-2 (juin 2013) : Travaux de bâtiment - Installations de ventilation mécanique



REPLACEMENT OU MISE EN PLACE D'OCCULTATIONS

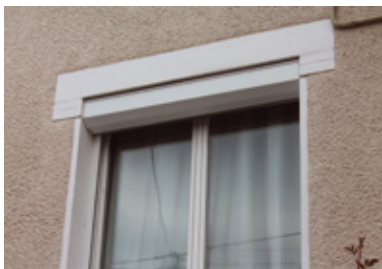
LES PRINCIPALES TECHNIQUES



Technique n°1 : Coffres de volets roulants intégrés (doc. ESPACE9)



Technique n°2 : Coffres menuisés (doc. ESPACE9)



Technique n°3 : Coffres de volets roulants extérieurs (doc. ESPACE9)



Technique n°4 : Persiennes ou jalousies (doc. ESPACE9)



Technique n°5 : Volets battants (doc. ESPACE9)

LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

Quelles occultations ?

Le remplacement de menuiseries peut être l'occasion de changer les occultations. Il convient d'étudier plusieurs problématiques :

- **Le système d'occultation est-il un pont phonique ?** Ce peut être le cas avec des coffres de volets roulants traversants. Ces coffres peuvent être renforcés ou bien remplacés par des coffres plus performants.

- **Le système d'occultation isole-t-il suffisamment du bruit ? Du froid ?** Les occultations, lorsqu'elles sont fermées, peuvent permettre de gagner en isolation acoustique et thermique.

- **Le système d'occultation est-il compatible avec une bonne ventilation du logement ?** Une occultation trop étanche à l'air peut empêcher l'air de pénétrer dans le logement via les entrées d'air.

Zone exposée au bruit ?

- **En zones de bruit** (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux portant sur les coffres de volets roulants (avec ou sans entrée

d'air) doivent respecter des performances acoustiques minimum. ➔ [Note A11 / Travaux de rénovation importants en zones de bruit](#)



LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE

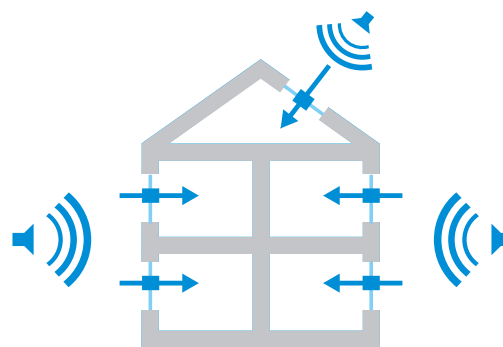


Performances acoustiques des occultations

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

La performance acoustique d'un coffre est donnée par son isolement acoustique pondéré par rapport au bruit routier normalisé, noté $D_{n,e,w} + C_{tr}$ en dB

La performance du coffre est liée à la composition des parois du coffre qui donnent sur l'intérieur du logement. Par exemple, un matériau dense et épais de type masse lourde bitumineuse ou polyéthylène dense, ou un habillage de quelques centimètres de laine minérale sur les faces intérieures du coffre, permettent d'atteindre un isolement de l'ordre de 45 dB.



Dans le cas des blocs-baies, la performance du coffre seul n'est généralement pas connue. Il faut s'intéresser à l'affaiblissement R de la menuiserie dans son ensemble (menuiserie + coffre).

ÉLÉMENTS CARACTERISTIQUES DU COFFRE DE VOILETS ROULANTS

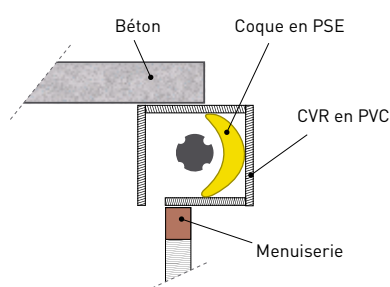
TYPLOGIE DE COFFRES

Il existe plusieurs types de coffre :

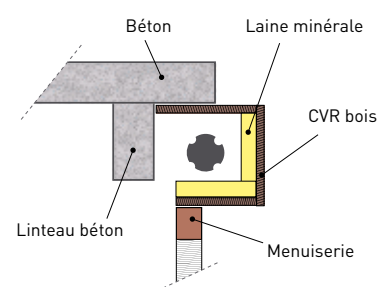
- Coffre (intégré ou non à la menuiserie) en PVC avec un habillage intérieur en polystyrène expansé (PSE) ou en mousse mélamine ;
- Coffre en bois de type médium d'épaisseur 20 mm.

Les coffres en bois, grâce à leur masse, sont plus performants sur le plan acoustique que les coffres PVC.

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



Coffre PVC avec coque en PSE



Coffre bois avec doublage laine de roche

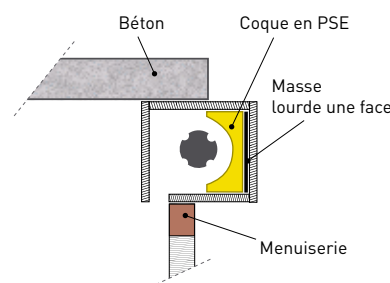
ISOLATION DU CAISSON

Pour les caissons PVC, la présence d'une masse lourde telle qu'une plaque bitumineuse ou un habillage en polyéthylène dense améliore l'affaiblissement acoustique du coffre.

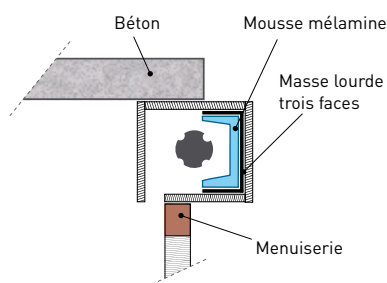
La mousse mélamine en habillage intérieur apporte des propriétés en absorption acoustique, mais uniquement dans les hautes fréquences. Quant au PSE classique, il n'apporte rien, voire dégrade l'isolement acoustique.

Pour les coffres en bois, la présence d'une masse lourde venant ajouter de la masse augmente la performance acoustique du caisson. La présence d'un matériau absorbant et isolant (mousse mélamine ou laine de roche) est un plus pour atténuer le bruit dans les hautes fréquences.

➔ **Note A4 / Performances acoustiques des doublages**



Coffre PVC avec coque PSE et masse lourde (1 face)



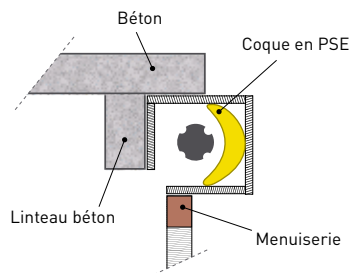
Coffre PVC avec mousse mélamine et masse lourde (3 faces)

MODE DE POSE DU COFFRE

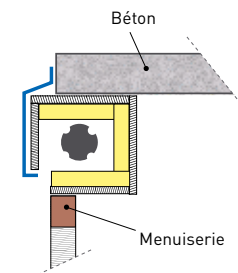
On rencontre principalement deux types de pose de coffres :

- Les coffres intérieurs faisant interface entre l'intérieur et l'extérieur qui, constituent un point faible sur le plan acoustique
 - Les coffres extérieurs ne faisant pas interface entre l'intérieur et l'extérieur, qui peuvent apporter une amélioration de l'isolation acoustique et thermique.
- Pour les coffres intérieurs en rénovation, on se posera surtout la question de savoir si le coffre est traversant ou s'il est situé derrière un linteau béton qui crée une protection acoustique supplémentaire.
- Si le coffre est traversant, on peut envisager qu'il vienne en débord spécifiquement adapté aux isolations par l'extérieur.

➔ [Fiche travaux 2 / ITI des parois verticales](#)



Coffre intérieur derrière linteau



Coffre intérieur traversant pour isolation extérieure

EFFET DU TABLIER

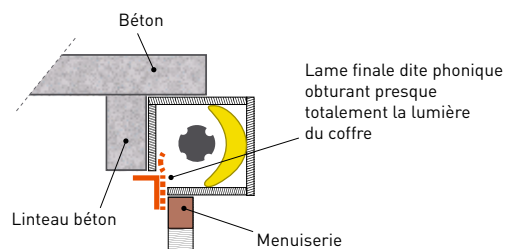
Les performances acoustiques d'un coffre de volets roulants intérieur sont différentes si le tablier est enroulé ou déroulé. Lorsqu'il est enroulé, le tablier apporte des propriétés en absorption acoustique qui confèrent au coffre un supplément de performance acoustique. Ainsi, on constate d'une façon générale que le $D_{n,e,w} + C_{tr}$ d'un coffre avec le tablier enroulé est de 1 à 3 dB supérieur à celui du tablier déroulé.

Cependant, lorsque le tablier est déroulé, on peut estimer que l'affaiblissement acoustique de l'ensemble fenêtre + tablier est supérieur à celui de la fenêtre seule sans le tablier déroulé.

LAME PHONIQUE

Certains coffres de volets roulants intègrent au niveau de la dernière lame du volet une lame phonique. Il s'agit en réalité d'une cornière fixée sur la dernière lame (généralement en aluminium) qui vient obturer la lumière du coffre lorsque le volet est fermé, le rendant ainsi étanche. Avec une telle lame phonique, les performances acoustiques du coffre lorsque le tablier est enroulé sont ainsi encore supérieures de 2 dB environ.

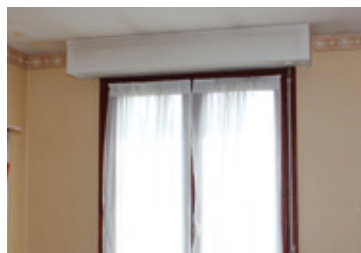
Attention ! : avec ce genre de lame rendant le volet étanche, l'éventuelle entrée d'air sur le coffre de volets roulants ne permettra de ventiler que la nuit, lorsque le volet est déroulé.



CVR avec lame phonique

OCCULTATIONS FAISANT INTERFACE ENTRE L'INTÉRIEUR ET L'EXTÉRIEUR : SOLUTIONS ENVISAGEABLES

Certains types d'occultations peuvent constituer un pont phonique. C'est le cas des volets roulants avec coffre traversant. Le tableau de la page suivante présente les deux types de coffres existants ainsi que les solutions envisageables (de la moins performante à la plus performante).



Coffres de volets roulants traditionnels (doc. ESPACE9)



Coffres de volets roulants intégrés (blocs-baies) (doc. ESPACE9)

COFFRES DE VOLET ROULANT : SOLUTIONS ACOUSTIQUES ENVISAGEABLES PAR ORDRE DE PERFORMANCE CROISSANT

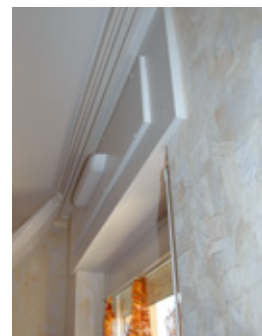
Renforcement du coffre existant

Mise en place d'un isolant sur les faces intérieures du coffre existant (masse lourde / polyéthylène dense / quelques centimètres de laine minérale)

- **Avantages** : financièrement plus intéressant quand c'est possible et moins lourd en terme d'intervention
- **Inconvénients** : Les coffres intégrés étant plus petits, il n'y a généralement pas la place d'isoler davantage les faces intérieures. Les performances acoustiques sont généralement moins bonnes que celles d'un coffre neuf.



Face intérieure d'un coffre PVC isolé avec une masse lourde bitumineuse (doc. ESPACE9)



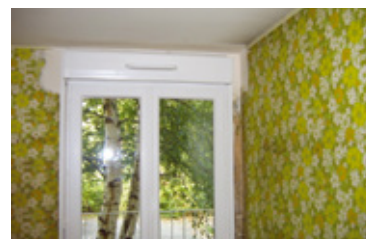
Façade d'un coffre menuisé réhabilité avec de la laine de roche (doc. ESPACE9)

Remplacement de la menuiserie et du coffre par un ensemble bloc-baie

- **Avantages** : une seule intervention.
- **Inconvénients** : le coffre du bloc-baie n'est généralement pas aussi large que le coffre traditionnel existant : finitions sur le mur à prévoir. Cette solution est généralement moins bonne tant sur le plan acoustique que thermique.



Bloc baie avant finition (doc. ESPACE9)



Bloc baie après finition (doc. ESPACE9)

Remplacement du coffre existant par un nouveau coffre menuisé plus performant ou Remplacement du bloc-baie (menuiserie + coffre) par une menuiserie et un coffre traditionnel plus performant.

- **Avantages** : plus performant sur le plan acoustique
- **Inconvénients** : plus contraignant en termes de travaux et un peu plus onéreux



Nouveau coffre menuisé isolé (doc. ESPACE9)

Mise en place d'un surcoffre (pour coffre intégré)

Si le remplacement de la menuiserie n'est pas envisagé, c'est-à-dire que la menuiserie a déjà de bonnes performances acoustiques et thermiques, il est possible de mettre en place un surcoffre qui recouvre l'ancien caisson intégré. Cette solution est bien plus performante que le renforcement du coffre existant dans le cas des coffres PVC.

- **Avantages** : très performant sur le plan acoustique. Solution qui ne nécessite aucune dépose et ne crée aucun dégât
- **Inconvénients** : solution à utiliser dans un cas très spécifique. Nécessité de mortaiser aussi le surcoffre si présence d'une entrée d'air sur le coffre intégré existant.

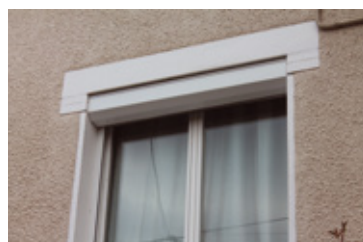


Surcoffre recouvrant l'ancien coffre PVC (doc. COFERMING)

Suppression du coffre de volets roulants

Remplacement de la menuiserie par une menuiserie plus haute, allant jusqu'au linteau. Mise en place de coffres de volets roulants extérieurs.

- **Avantages** : Solution la plus performante sur le plan acoustique car on supprime l'interface entre l'intérieur et l'extérieur.
- **Inconvénients** : nécessite des reprises intérieures (peinture, enduit, finitions)



Coffre de volets roulants extérieur (doc. ESPACE9)

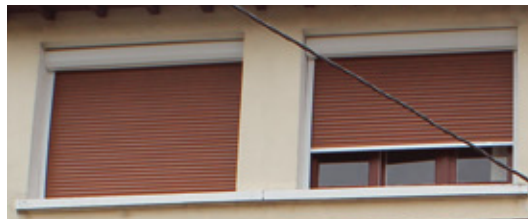
OCCULTATIONS NE FAISANT PAS INTERFACE ENTRE L'INTÉRIEUR ET L'EXTÉRIEUR : SOLUTIONS ENVISAGEABLES

La fermeture permet d'améliorer l'isolation vis-à-vis des bruits extérieurs lorsque celle-ci est fermée.

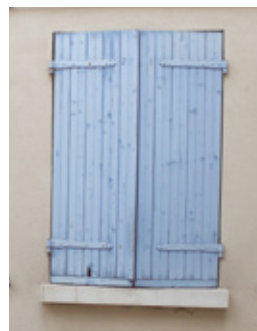
Une bonne étanchéité du volet

Plus la classe d'étanchéité des volets est élevée, plus ils sont efficaces. Les volets battants le sont généralement un peu moins car peu étanches à la jonction avec la maçonnerie, et les volets ajourés très peu efficaces.

Les occultations peuvent occasionner elles-mêmes du bruit par grand vent (en particulier pour les volets roulants) ou encore lors de l'ouverture et de la fermeture.



Volets roulants (doc. ESPACE9)



Volets battants (doc. ESPACE9)



Persiennes ajourées (doc. ESPACE9)



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

Les points de vigilance à retenir pour des occultations performantes acoustiquement sont :

- Le type d'occultations : choisir de préférence des occultations ne faisant pas

interface entre l'intérieur et l'extérieur ;

- Si le choix doit se porter sur des coffres intérieurs : choisir des coffres constitués d'un matériau dense et renforcé avec un isolant souple et absorbant ;

- La partie occultante : préférer une occultation étanche à l'air (volet roulant extérieur ou éventuellement volet battant).



QUELQUES ORDRES DE GRANDEUR

Type de coffre	Type d'isolation	Position du coffre	Masse lourde bitumineuse	Tablier	Pas d'entrée d'air	Entrée d'air acoustique sur menuiserie (somme des D_{ne})	Entrée d'air acoustique sur coffre
					Dn,e,w + Ctr (dB) de l'ensemble {Coffre + entrée d'air} pour une entrée d'air module 45 m ³ /h à Dn,e,w + Ctr = 39 dB		
PVC	non isolé	traversant	non	déroulé	33 dB	32 dB	32 dB
PVC	non isolé	traversant	non	enroulé	38 dB	35 dB	36 dB
PVC	isolé avec polystyrène	traversant	non	déroulé	34 dB	33 dB	33 dB
PVC	isolé avec polystyrène	traversant	non	enroulé	39 dB	36 dB	37 dB
PVC	isolé avec polystyrène	derrière linteau	non	déroulé	36 dB	34 dB	35 dB
PVC	isolé avec polystyrène	derrière linteau	non	enroulé	40 dB	36 dB	37 dB
PVC	isolé avec mélamine	traversant	oui (1 face)	déroulé	35 dB	34 dB	34 dB
PVC	isolé avec mélamine	traversant	oui (1 face)	enroulé	43 dB	38 dB	40 dB
PVC	isolé avec mélamine	traversant	oui (3 faces)	déroulé	40 dB	36 dB	38 dB
PVC	isolé avec mélamine	traversant	oui (3 faces)	enroulé	49 dB	39 dB	43 dB
PVC	isolé avec mélamine	derrière linteau	oui (3 faces)	déroulé	42 dB	37 dB	40 dB
PVC	isolé avec mélamine	derrière linteau	oui (3 faces)	enroulé	49 dB	39 dB	44 dB
Menuisé bois (type cofrasty) / surcoffre	isolé avec laine de roche	derrière linteau	non	Coffre seul	51 dB	39 dB	48 dB

Plus les performances acoustiques du coffre sont importantes, plus il est intéressant d'installer une entrée d'air acoustique sur le coffre et non en menuiserie. Attention cependant aux débits d'air entrants si l'entrée d'air est positionnée sur le coffre de volets roulants. (Voir ci-après).

NB : Si l'entrée d'air est située derrière un coffre de volets roulants extérieurs, ce dernier fait également écran au passage du bruit.

LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE

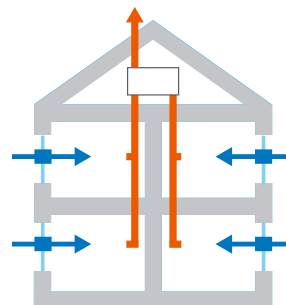


Étanchéité et problèmes de ventilation

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

Entrées d'air sur coffre

L'entrée d'air positionnée sur le coffre de volets roulants est généralement la solution la plus performante du point de vue acoustique. Cependant, cette solution peut poser un problème vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur : d'une part, les débits d'air entrants ne sont pas forcément respectés et maîtrisés (seul un PV d'essai aéraulique peut le prouver) ; d'autre part, la présence éventuelle d'une lame finale « phonique » obturant la lumière du coffre bloque le passage de l'air lorsque le tablier est enroulé.



Occlusions et entrées d'air sur menuiseries

Les fermetures ont des classes de perméabilité à l'air, allant de 1 à 5. Les fermetures de classe 5, les plus étanches à l'air, ne sont pas toujours compatibles avec la mise en place d'entrées d'air sur menuiserie ou sur coffre, car elles peuvent entraîner un débit d'air insuffisant.



Emissions de substances volatiles

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

Etiquetage

Certains matériaux de construction et produits de décoration sont des sources non négligeables d'émission de composés organiques volatils (COV). Les coffres de volets roulants n'ont pas d'obligation d'être étiquetés. Cependant, pour les coffres traditionnels assemblés sur place, il peut être intéressant de demander l'étiquetage des matériaux composant le coffre : parois du coffre (PVC, bois, contre-plaqué) et isolant à l'intérieur du coffre.



(doc. ESPACE9)

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. Ceci est d'autant plus important si le caisson est mâté pour la pose d'une entrée d'air sur coffre. En effet, l'isolant à l'intérieur du coffre est alors en contact direct avec l'air qui entre dans le logement.



À RETENIR ! QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

- **Classe de perméabilité à l'air :** L'occlusion ne doit pas être trop étanche à l'air afin de laisser l'air circuler librement si des entrées d'air sont posées sur l'ensemble menuisé.
- **Entrées d'air sur coffre :** attention aux débits d'air et vérifier s'il y a une lame finale qui obture le caisson et empêche la ventilation du tablier enroulé.
- **Etiquetage « Émissions dans l'air intérieur » :** Il faut veiller à choisir des produits peu émissifs en COV, surtout dans le cas de coffres intérieurs avec une entrée d'air (préférer la classe A+).

ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

Le minimum devant figurer sur le devis

- Préciser la classe d'étanchéité pour les coffres de volet roulant.
- Préciser la résistance thermique additionnelle des fermetures (ΔR en $m^2.K/W$).
- En cas de coffre de volets roulants traversant, demander que soit précisée la performance acoustique du coffre $D_{n,e,w} + C_{tr}$ ou bien le $R_{A,tr}$ de l'ensemble menuiserie + coffre.

Les certifications

• Marque NF Fermetures

Cette marque atteste que les performances sont indiquées sur chaque produit et qu'elles sont contrôlées régulièrement par le CSTB dans les ateliers de fabrication.

De plus, les caractéristiques suivantes sont évaluées et donnent lieu à la classification VEMCROS :

V* : résistance au vent

E* : endurance mécanique (à l'ouverture et la fermeture)

M* : effort de manœuvre (effort à fournir pour manœuvrer le volet et résistance du volet aux fausses manœuvres)

C* : résistance au choc



Etiquette NF VEMCROS
(doc. ESPACE9)

R : résistance à l'ensoleillement (pas de déformation, dilatation, dysfonctionnement)

O* : occultation (capacité à limiter le passage de la lumière)

S* : résistance à la corrosion (rouille et dysfonctionnement dû à la corrosion)

ΔR : résistance thermique

Sws : facteur solaire

Références aux DTU et normes

- NF DTU 34.4 pour les occultations
- NF DTU 36.5 pour les blocs-baies



POUR EN SAVOIR PLUS...

Documentation, guides :

- Règles de l'Art Grenelle de l'Environnement (RAGE) – Coffres de volet roulant – Mise en œuvre (Neuf, rénovation) (décembre 2014)
- Les volets roulants - Conception et mise en oeuvre (Guide pratique Développement durable, CSTB Centre Scientifique et Technique du Bâtiment, juillet 2011)
- Conditions générales de mise en oeuvre des fermetures certifiées NF Fermetures (e-Cahiers du CSTB, Cahier 3676, mai 2011)

Règlementation :

Règlementation incendie : Arrêté du 31 janvier 1986 relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation – articles 11 à 14

Thermique : Arrêté du 3 mai 2007 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des bâtiments existants – article 13

NF DTU :

- DTU 34.4 Mise en œuvre des fermetures et stores (septembre 2013)
- NF DTU 36.5 Mise en œuvre des fenêtres et portes extérieures (octobre 2010)
- NF EN 12835 (février 2001) : Fermetures étanches - Essai de perméabilité à l'air (Indice de classement : P25-507)
- NF EN 14759 (novembre 2005) : Fermetures - Isolation acoustique vis-à-vis des bruits aériens - Présentation de la performance (Indice de classement : P25-460)

RENOUVELLEMENT D'AIR, AÉRATION, VENTILATION

Le « renouvellement d'air » des logements est nécessaire, il répond à plusieurs objectifs :

- Préserver le bâti ;
- Apporter l'air hygiénique aux occupants ;
- Evacuer les polluants des locaux ;
- Permettre l'usage des appareils à circuit de combustion non étanches ;
- Améliorer le confort thermique suivant les saisons.

La simple « aération » des locaux, au moyen des ouvrants extérieurs (fenêtres, portes), est certes utile, ponctuellement, mais elle ne permet pas, à elle seule, de satisfaire tous les objectifs évoqués ci-dessus, en toute saison. C'est pour cela que la réglementation applicable aux logements neufs a précisé qu'il était nécessaire d'extraire l'air des pièces humides (cuisine, SDB, WC, etc.) et d'apporter l'air « neuf » dans les pièces de vie, en fixant des valeurs minimales de débit d'air extrait à respecter au moins pendant la période où la température extérieure oblige à maintenir les fenêtres fermées (et en toute saison dans les bâtiments soumis à un isolement acoustique renforcé). Ceci ne peut être réalisé

qu'au moyen de systèmes de « ventilation », mécaniques ou naturels, conçus pour respecter ces exigences.

Par système, il faut entendre un ensemble de composants prévus pour fonctionner ensemble.

La réglementation thermique vient renforcer les exigences liées au renouvellement d'air, en imposant une meilleure maîtrise de ce dernier en fonction des besoins, de façon à limiter les pertes d'énergie en période de chauffage, avant tout. La réglementation thermique renforce l'exigence d'étanchéité à l'air des enveloppes de bâtiments. L'air neuf est désormais admis uniquement par les entrées d'air. Le bon fonctionnement du système de ventilation est donc autant plus important.

IMPORTANCE DE LA VENTILATION DANS LE CADRE DES TRAVAUX D'AMÉLIORATION THERMIQUE DES LOGEMENTS, POINTS DE VIGILANCE

Les travaux effectués sur les façades, qu'ils soient à visée acoustique ou thermique, réduisent la perméabilité à l'air des logements : calfeutrement ou insonorisation des entrées d'air naturelles, pose de joints sur les fenêtres existantes ou remplacement par des fenêtres à étanchéité améliorée. Cette mise en étanchéité de la façade modifie profondément les conditions de renouvellement d'air des logements. L'aération des locaux par ouverture épisodique des fenêtres ne suffit plus. De plus, il convient d'assurer la sécurité des occupants disposant d'un chauffage individuel à combustion. La rénovation de la ventilation impose donc la nécessité d'une approche globale, systémique, menée à l'échelle du logement ou de l'immeuble, et non à l'échelle de la façade. La solution peut dépendre du chauffage, du niveau de bâti. La ventilation peut être présente ou non. Si elle est présente, il faut la préserver voire l'améliorer ; cela passe par le maintien des composants existants (attention de ne pas supprimer des entrées d'air ou des sorties d'air spécifiques, attention aux réseaux d'air existants).

En rénovation, la ventilation par balayage constitue une bonne solution, quand cette intervention est possible : l'aération des locaux est alors assurée par des entrées d'air en façade couplées à une extraction mécanique.

Que la ventilation soit présente ou non, les solutions techniques disponibles permettent d'atteindre des performances élevées (systèmes hygrorégulables, systèmes double flux à récupération d'énergie, par exemple).

Les points à anticiper concernent tout d'abord la compatibilité entre les différents systèmes, notamment en présence d'appareils à combustion non étanches. Il faut également prendre en compte les contraintes acoustiques, en particulier liées au milieu extérieur, afin de ne pas dégrader le confort des occupants.

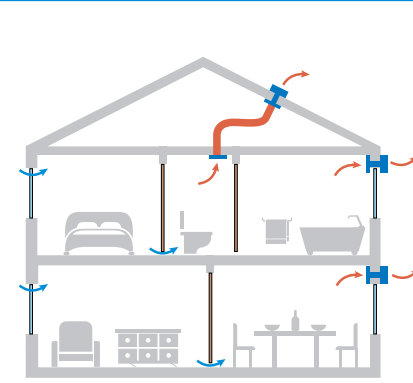
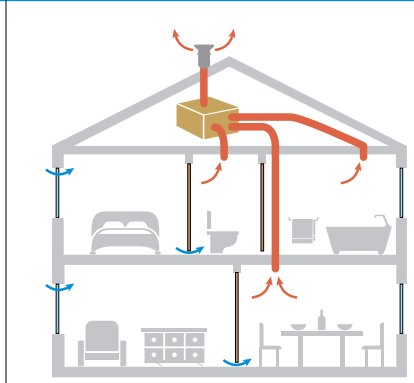
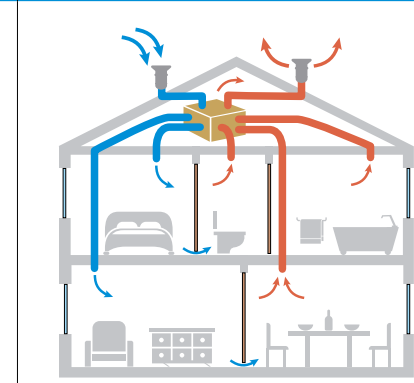
Autant que possible, les entrées d'air ne doivent pas être positionnées à proximité de sources de pollution extérieure (exemple : axe de grande circulation, locaux d'activités voisins...). Dans le cas d'une ventilation double flux, le système comporte une seule prise d'air extérieur pour toute la maison, il faut donc être encore plus vigilant pour le choix de son emplacement. A signaler toutefois qu'avec le double flux, une filtration efficace peut être réalisée (mais nécessite le changement régulier des filtres).. Enfin, les contraintes d'entretien et de maintenance des systèmes doivent être prises en considération dès la conception ; il faut en particulier veiller à l'accessibilité des principaux composants nécessitant un nettoyage et/ou un remplacement périodique.

INSTALLATION D'UNE VENTILATION MÉCANIQUE

L'installation d'une ventilation mécanique a pour principal objectif de mieux maîtriser les débits de renouvellement d'air de l'habitation (préservation du bâti, apport d'air hygiénique aux occupants, évacuation des principaux polluants), ce qui permet de limiter, en saison de chauffe, les déperditions de chaleur associées. Ces pertes inévitables de chaleur représentent une part de plus en plus importante dans les consommations des constructions récentes.

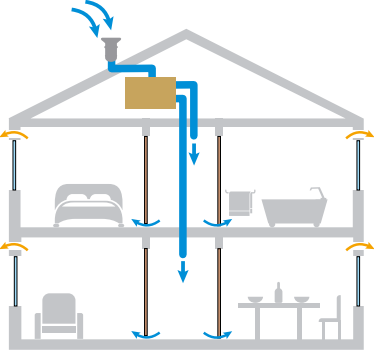
Il est donc utile d'adapter au mieux le renouvellement d'air aux besoins (ce que permet la ventilation mécanique et ses différentes possibilités de modulation). Pour plus de performance encore, la récupération de chaleur sur l'air extrait permet, par exemple, de préchauffer l'air neuf ou de participer à un cycle thermodynamique. Là encore différentes possibilités existent, plus ou moins performantes, compliquées, coûteuses...

LES PRINCIPALES TECHNIQUES

Ventilation Mécanique Répartie (VMR)		VMC Simple Flux (SF auto ou hygro)		VMC double Flux (DF)	
					
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> • Solution pour la rénovation. • Pas de conduits ni gaines à entretenir, organes à nettoyer facilement accessibles. 	<ul style="list-style-type: none"> • Présence d'un groupe d'extraction dans chaque pièce de service (encombrement, esthétique). • Bruit de certains ventilateurs. 	VMC SF auto		<ul style="list-style-type: none"> • Économies d'énergie par récupération de calories. • Filtration de l'air entrant. • Sensation de courant d'air froid supprimée. • Isolation acoustique du dehors (pas d'entrée d'air en façade). • Préchauffage ou rafraîchissement de l'air entrant. 	<ul style="list-style-type: none"> • Système le plus coûteux à l'achat et en fonctionnement (présence de deux ventilateurs). • Bruit des bouches d'insufflation, en particulier dans les chambres, en cas de mauvaise conception ou mise en œuvre. • Installation et entretien plus délicats (changement régulier du filtre impératif). • Plutôt adapté au neuf.
		VMC SF hygro			
		<ul style="list-style-type: none"> • Débits d'air sortant (hygro A) ou entrant et sortant (hygro B) variables en fonction de l'humidité, donc de l'occupation et des activités. • Économies d'énergie par rapport au SF auto. • Avec des entrées d'air acoustiques, diminution des nuisances sonores extérieures. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne prend pas en compte l'humidité intérieure. 		



AUTRES TECHNIQUES

Ventilation par Insufflation (VI)	Avantages	Inconvénients
 <p>Solution n°1 : Insufflation d'air centralisée (souvent en un seul point de la maison, parfois deux) et sorties d'air via les bouches existantes dans les pièces humides et via des entrées d'air (type VMC) utilisées en sorties d'air dans les pièces principales (dimensionnement selon le principe de la ventilation naturelle).</p> <p>Solution n°2 (rarement rencontrée) : Insufflation possible en théorie dans chaque pièce principale, via des conduits dédiés, comme dans un double flux.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Filtration de l'air entrant (ne doit pas être pris dans les combles). • Possibilité de préchauffer l'air entrant (coût d'exploitation à surveiller). • Logement en légère surpression (suivant la perméabilité à l'air), avantageux en zone de radon notamment. • Amélioration du tirage thermique des appareils à combustion. • La solution n°2, permet de supprimer les sorties d'air en façade de ces pièces (avantage en zone bruyante). 	<ul style="list-style-type: none"> • Entretien du filtre. • Absence de DTU ou d'Avis Technique. • Risque de condensation à travers l'enveloppe si celle-ci n'est pas suffisamment étanche. • Maîtrise du balayage* de l'air incertain (surtout si habitat à plusieurs niveaux). • Solution n°2 : Bruit aux bouches d'insufflation, en particulier dans les chambres en cas de mauvaise conception ou mise en œuvre (idem DF). • Coût généralement plus élevé qu'une VMC SF.

* Aucune recommandation ou règle de l'art n'existe spécifiquement pour cette technique. Les installations en rénovation sont le plus souvent réalisées en configuration centrale (solution 1). La ventilation par insufflation est généralement non conforme à la réglementation aéraulique des bâtiments (arrêté de mars 1982). Une fiche technique de l'ADEME est en cours de rédaction pour apporter plus de détails sur les spécificités techniques.

LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

L'aération actuelle	<ul style="list-style-type: none"> • Il faut examiner les conditions actuelles d'aération de la maison (présence éventuelle d'amenées d'air ou de sorties d'air, position des pièces humides, etc.) avant de les modifier et de décider de tel ou tel type de système de ventilation (tirage naturel, VMC, VMR). Si un système avec balayage est installé, il faudra se préoccuper aussi du détalonnage des portes intérieures.
Présence d'une cheminée, d'un insert ou d'une cuisinière à bois	<ul style="list-style-type: none"> • En présence d'une cheminée ouverte, d'un insert ou d'une cuisinière à bois, c'est surtout le fonctionnement de la VMC qui risque d'être contrarié, compte-tenu des forts appels d'air de ce type d'équipement en fonctionnement. Préférer des appareils étanches avec prise d'air neuf directe sur l'extérieur.
La place disponible	<ul style="list-style-type: none"> • La question de la place disponible se pose pour placer le ventilateur et faire passer les réseaux d'air. Cela peut être parfois compliqué ; s'agissant des conduits, il existe aujourd'hui des conduits spéciaux, de section oblongue ou rectangulaire, permettant de limiter leur encombrement et de passer en angle au plafond.

LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE

Les risques liés à l'acoustique diffèrent suivant qu'on se trouve en zone peu bruyante (bruits intérieurs prédominants, comme le bruit des moteurs ou des bouches de VMC)

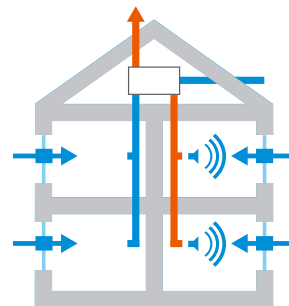
ou en zone bruyante (bruits extérieurs prédominants, qui ne doivent pas être transmis par les entrées d'air).



Bruits d'équipement : bouches de soufflage

➔ Note A6 / Les bruits d'équipements

- Si le système double flux permet de s'affranchir du risque acoustique lié aux entrées d'air, la présence de bouches et de conduits de soufflage dans les pièces de vie (chambres notamment) constitue un risque acoustique. Si le système est mal conçu ou mal dimensionné (vitesses d'air trop importantes dans les conduits, pression trop forte au niveau des bouches de soufflage), des bruits aérodynamiques gênants risquent de survenir.
- S'agissant du bruit des moteurs transmis par les bouches via les conduits de soufflage, il est généralement recommandé de placer des pièges à son sur les conduits, le plus près possible de la centrale double flux.



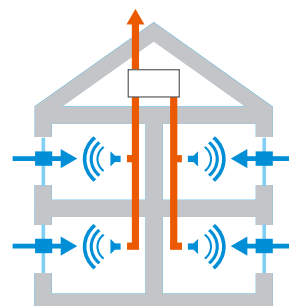
Piège à son pour conduit de VMC double flux (doc. ATLANTIC)



Bruits d'équipement : bouches d'extraction

➔ Note A6 / Les bruits d'équipement

- En simple flux comme en double flux, les bouches d'extraction d'air sont situées dans les pièces humides (cuisine, SdB, WC, buanderie...). Normalement, elles n'occasionnent donc pas de bruits gênants.
- Toutefois, dans le cas des cuisines ouvertes sur le séjour, en cas de système mal conçu ou mal dimensionné, le bruit de la bouche de cuisine peut être audible et potentiel-



lement gênant. Là encore, il est possible de placer des pièges à son sur les conduits d'extraction, afin de limiter la transmission des bruits du moteur.

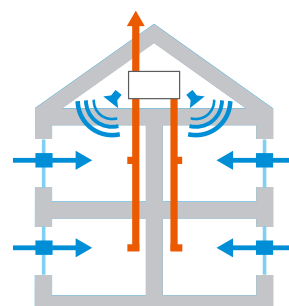


Bruits d'équipement : groupe moto-ventilateur

➔ Note A6 / Les bruits d'équipements

Deux actions permettent de limiter la gêne potentielle liée à la présence de moteurs (groupes moto-ventilateurs) dans les systèmes de VMC :

- choisir des moteurs silencieux, en comparant les données techniques des fabricants
- éloigner le plus possible le (ou les) moteur(s) des pièces de vie et les désolidariser de la structure du bâtiment (suspensions souples, silentbloks...)



- à noter que certains fabricants proposent des moto-ventilateurs désolidarisés du caisson par silent-blocs et joint acrylique (à l'installation, ne pas oublier de dévisser les éventuelles vis de blocage des silent-blocs).





Diminution de l'isolement acoustique aux bruits extérieurs

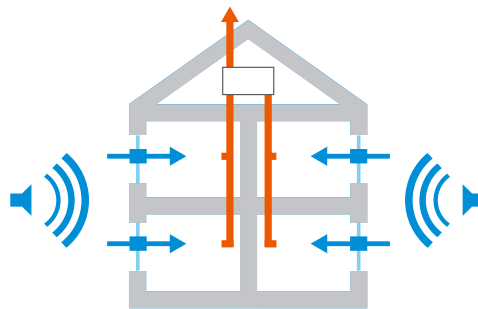
⇒ Note A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement aux bruits extérieurs

⇒ Fiche Travaux 6 / Mise en place d'entrées d'air

En présence d'entrées d'air, l'environnement sonore extérieur (par ex., proximité d'une voie de circulation bruyante) doit être pris en compte pour choisir des entrées d'air adaptées, c'est-à-dire offrant des performances acoustiques éventuellement renforcées.

Zone bruyante ?

Quand des isolements aux bruits extérieurs élevés sont recherchés ($D_{nTA, tr} > 35$ dB), il peut parfois s'avérer nécessaire d'opter pour des entrées d'air en traversée de maçonnerie (équipées d'un silencieux) et non pas des entrées d'air pour menuiserie ou coffre de volet roulant.



Silencieux pour entrées d'air hygrorégulables et autorégulables – Circulaire en traversées de mur – Modèle SC (doc. ANJOS).

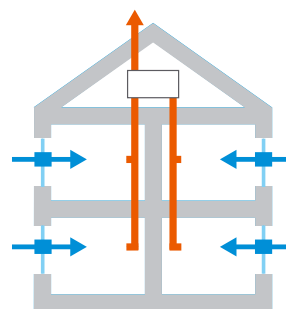
LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR



Renouvellement de l'air

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

Lorsque des travaux pouvant renforcer l'étanchéité à l'air sont réalisés conjointement (remplacement des fenêtres, calfeutrement des portes donnant sur l'extérieur, etc.), la VMC ou une ventilation naturelle par conduit (éventuellement assistée), trouve toute sa place. Le suivi et le maintien de son fonctionnement dans le temps s'avèrent donc indispensables pour maintenir une bonne hygiène des locaux et du bâti.



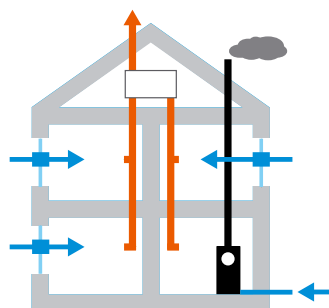
Conflit entre VMC et appareil à combustion

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

Attention à la présence d'appareils à combustion nécessitant un approvisionnement en air comburant. Par la dépression qu'elle peut engendrer dans le logement, la VMC peut contrarier le fonctionnement de ces appareils, qui doivent être équipés d'amenées d'air spécifiques.

⇒ Fiche travaux 9 / Installation ou remplacement d'un appareil de production de chauffage à eau chaude

⇒ Fiche travaux 11 / Installation d'un poêle à bois ou d'un insert





À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE

- Les dysfonctionnements des systèmes de ventilation peuvent se traduire par des gênes ou des désordres plus ou moins graves, plus ou moins visibles, touchant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'acoustique, la conservation du bâti : apparition de condensations et moisissures en cas de déficit de ventilation, courants d'air froids liés à des amenées d'air ou infiltrations d'air en excès, persistance d'odeurs ou transferts de polluants indésirables dans certains locaux, bruits liés au système de ventilation lui-même (ventilateurs, bouches) ou à la transmission des bruits

extérieurs via les entrées d'air en façade, consommations d'énergie (moteurs, déperditions excessives).

- Si les impacts de la ventilation sur la qualité de l'air intérieur et sur la thermique sont les plus « évidents », le bruit occasionné par le fonctionnement des équipements de ventilation est un problème rencontré régulièrement. Quelques règles de bon sens et quelques règles techniques simples s'appliquent : éloignement des groupes motorisés par rapport aux pièces de vie, limitation de la vitesse d'air dans les conduits (2 à 3 m/s aux terminaux ; 5 à 6 m/s dans les

conduits principaux), choix d'entrées d'air acoustiques lorsque l'environnement extérieur est bruyant, etc.

- A signaler l'importance de la réception des installations de ventilation, avec vérification des paramètres essentiels de mise en œuvre (positionnement des équipements, raccordements des conduits et bouches, désolidarisations des groupes motoventilateurs...) et de fonctionnement (sens des débits, pressions et débits aux bouches,...). Par la suite, l'entretien des installations est primordial pour le maintien des performances dans le temps (cf. protocole Promevent cité page suivante).

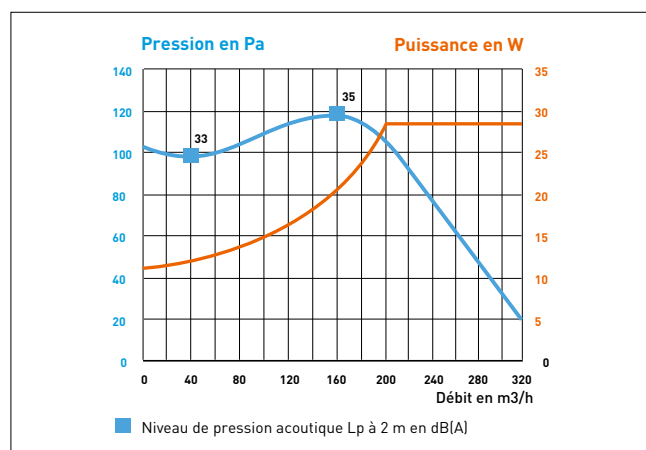
CRITÈRES DE SÉLECTION DES PRODUITS

- **Marque NF** : La marque NF certifie les performances aérauliques et acoustiques des produits selon les normes européennes applicables. De plus elle garantit le respect de seuils d'efficacité et de niveaux acoustiques.

Un guichet unique de certification du génie climatique (www.certita.fr) permet de comparer les produits certifiés entre eux. Les produits couverts par la marque « NF Ventilation mécanique contrôlée » incluent les bouches d'extraction autoréglables, les groupes simple et double flux et les entrées d'air autoréglables.

- **ATec** : Les systèmes hygroréglables sont sous avis technique du CSTB. Attention à ne pas « mélanger » les composants des différents fabricants.

- Privilégier les gaines de ventilation rigides ou semi-rigides : les gaines souples sont sujettes à des problèmes d'écrasement, de longueurs inutiles, et sont quasiment impossibles à nettoyer.



Performances acoustiques et aérauliques d'un caisson de ventilation simple flux en fonction du débit d'air (doc. AERECO)

OBLIGATIONS RÉGLEMENTAIRES

⇒ [Note V3 / Réglementation relative à la ventilation dans le bâti existant](#)

DEVIS, MISE EN ŒUVRE ET RÉCEPTION

Points essentiels relatifs aux devis

- Vérifier qu'il est bien prévu de réaliser des essais à la mise en route avec vérification des débits et/ou des pressions aux bouches (voir ci-contre).

Mise en œuvre

- Attention au positionnement et à la fixation des groupes d'extraction ou des centrales double flux.
- Attention à l'accessibilité des composants qui doivent faire l'objet d'une maintenance régulière (particulièrement les filtres des centrales double flux, mais aussi les bouches d'extraction).
- Dans la sélection des devis proposés, éviter les gaines souples (raisons évoquées ci-dessus).
- Attention à ne pas écraser les conduits souples, et éviter les longueurs inutiles.

- Attention à bien raccorder le rejet d'air à l'extérieur de la maison (et non pas directement dans les combles).
- Attention aux connexions entre conduits et caissons de ventilation (colliers, ...) et entre conduits et bouches (prévoir des manchettes de raccordement).
- Attention à l'isolation des conduits en double flux.

Principaux problèmes rencontrés à la réception

- Lors de la réception, exiger de la part de l'entreprise qu'elle vérifie les paramètres essentiels de fonctionnement : entrées d'air en pièces principales et extraction en pièces humides, sens des débits, dépressions aux bouches d'extraction hygro, débits d'extraction des bouches fixes ou autoréglables, étanchéité « visible » des réseaux, suspentes et supports des caissons et réseaux (désolidarisations notamment), etc.



- Les malfaçons les plus fréquentes concernent surtout les problèmes de connexions évoqués ci-dessus, ainsi que les problèmes de non correspondance entre les composants prévus et les composants installés.

POUR EN SAVOIR PLUS

- **Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE) :**
 - Règles professionnelles « RAGE 2012 » : Stratégies de rénovation & Fiches Solutions techniques (avril 2013) - Fiche 9 : Solutions techniques de ventilation mécanique contrôlée (VMC)
 - Règles professionnelles RAGE « Solutions de diffusion d'air en ventilation double flux dans l'habitat » (juin 2014)
- **Pratique de la ventilation en 41 fiches-outils** - Pierre Bardou - Cahiers Techniques, Dunod/Clima+confort - 2015
- **Guide « Un air sain chez soi - Des solutions et des pratiques pour améliorer la qualité de l'air intérieur »** - Ademe - mai 2015
- **Guide « Construire sain - Guide à l'usage des maîtres d'ouvrage et maîtres d'œuvre pour la construction et la**

- Pour référence, exiger que l'entreprise suive les recommandations du protocole PROMEVENT.

rénovation » - Ministère du logement - Mise à jour avril 2013 (avec complément publié en octobre 2015 : Concilier les exigences pour un air sain et un bon confort)

- **Guide pratique « NECESS'AIR – L'air et la manière – Ventilation en habitat individuel et collectif »** - UNICLIMA - Syndicat des industries thermiques, aérauliques et frigorifiques - www.uniclima.fr - 2014

- **Guide Bâtiment et Santé « Ventilation des bâtiments »** - CSTB - 2003

- **Guide PROMEVENT** (Cerema, Ademe, Medde) - Améliorer la qualité des systèmes de ventilation et la qualité de l'air dans les maisons individuelles - Guide pour la mise en place d'une démarche qualité de la conception à l'occupation.

SYSTÈMES DE PRODUCTION DE CHAUFFAGE OU D'EAU CHAUDE SANITAIRE

PRODUCTION ÉLECTRIQUE DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Ce type de production n'est pas traité dans la suite des fiches travaux car il y a très peu de points de vigilance en lien avec l'acoustique et la qualité de l'air intérieur. Ce thème est donc uniquement abordé dans cette introduction du chapitre V.

Systèmes de production de chauffage et d'eau chaude sanitaire électriques existants

- Convecteurs ;
- Panneaux rayonnants ;
- Radiateurs à inertie ;
- Plancher ou plafond chauffant électrique ;
- Ballon d'eau chaude électrique à accumulation (cumulus) ;
- Chauffe-eau électrique instantané.

Points de vigilance relatifs à l'acoustique

Les radiateurs électriques émettent dans certains cas des bruits de claquement. Ces bruits répétés sont dus à la dilatation des matériaux constituant le radiateur du fait de leur changement de température. Pour éviter ces bruits, il faut éviter les variations de température brusques. Ainsi, préférer réduire la température plutôt qu'éteindre

complètement le radiateur lors des absences courtes permet d'éviter ces bruits de claquements.

Les radiateurs plus récents comme les radiateurs à inertie sont moins sujets à ce problème car leur principe de fonctionnement est justement d'avoir peu de variations de température grâce à leur inertie. Les ballons d'eau chaude électrique peuvent également être source de bruits (bruits de bouillonnement), notamment lorsqu'ils sont entartrés. Un détartrage régulier permet de réduire ces bruits. Le choix d'un ballon avec une résistance stéatite (qui n'est pas en contact avec l'eau) permet d'éviter ces bruits.

Concernant les bruits de circulation d'eau ➡ [Voir Fiche Travaux 9 / Production de chauffage à eau chaude et d'eau chaude sanitaire.](#)

Points de vigilance relatifs à la qualité de l'air intérieur

En particulier à l'allumage en début de saison de chauffe, les radiateurs électriques (les convecteurs principalement) peuvent dégager une forte odeur de poussière brûlée. Un nettoyage régulier des radiateurs permet d'éviter ce problème.

LES SYSTÈMES DE PRODUCTION DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE

Production de chauffage	
<ul style="list-style-type: none"> • Chaudières à combustion : gaz, fioul, bois, biomasse ; • Chaudières électriques ; • Réseau de chaleur ; • Système solaire combiné ; • Pompes à chaleur : air/eau, air/air, eau/eau sur nappe aquifère, eau/eau sur capteurs enterrés ; • Poêle à bois ; Insert à bois ; • Radiateurs électriques. 	<p>Les systèmes de production de chauffage centralisés peuvent être couplés avec différents systèmes d'émission :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Radiateurs à eau chaude ; • Planchers ou plafonds chauffants à eau chaude.
Production d'eau chaude sanitaire	
<ul style="list-style-type: none"> • Chauffe-eau à combustion : gaz, fioul, bois, biomasse ; • Ballon électrique ; • Eau chaude sanitaire solaire ; • Pompe à chaleur (multifonction : chaud/froid/ECS) ; • Chauffe-eau thermodynamique. 	



CHOIX DE LA TECHNIQUE EN RÉNOVATION

Avant de remplacer ou d'installer un nouveau système de production de chauffage ou d'eau chaude sanitaire, il faut faire attention à plusieurs points pour effectuer le meilleur choix possible en fonction de l'état initial du logement.

Puissance de la production (chauffage et ECS)	Chauffage central : réseau de distribution
<p>Si des travaux d'isolation de l'enveloppe sont envisagés, les prévoir avant toute intervention sur le système de chauffage. La puissance du système pourra alors être abaissée car les besoins en chauffage seront moins importants. Pour l'eau chaude sanitaire, la définition des besoins des occupants est importante pour dimensionner correctement le stockage.</p>	<p>Dans le cas du choix d'un système de chauffage central à eau chaude, il peut être très compliqué (et onéreux), en rénovation, d'installer un réseau de distribution d'eau chaude, si celui-ci n'existe pas.</p>
Energies disponibles	Emetteurs de chaleur
<p>Si un changement d'énergie est envisagé, étudier sa disponibilité sur site :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Accès au réseau de gaz ? • Accès au réseau d'électricité ? • Accès à un réseau de chaleur ? • Possibilité de livraison de fioul ? • Possibilité de livraison et surtout de stockage de bois ou biomasse ? • Présence d'eau souterraine pour les PAC eau/eau ? 	<p>Si les émetteurs ne sont pas déjà existants, prévoir leur emplacement dans le logement. Attention au mobilier existant.</p> <p>Les choisir afin qu'ils soient adaptés au nouveau système de production (puissance des émetteurs, émetteurs basse température...).</p>
Emplacement disponible	Environnement visuel
<p>S'assurer qu'il y a l'espace suffisant pour placer le matériel (chaudière, pompe à chaleur), mais aussi pour stocker l'éventuel combustible (bois, biomasse), sans déranger les occupants du logement ni leurs voisins.</p> <p>Dans certaines configurations défavorables (courette exiguë donnant directement sur les fenêtres des voisins par exemple), l'installation de l'unité extérieure d'une pompe à chaleur se traduira inévitablement par des plaintes pour bruits de voisinage.</p>	<p>Si des équipements doivent être placés en extérieur (unités extérieures de PAC, panneaux solaires ou photovoltaïques), s'assurer d'avoir les autorisations auprès de la mairie pour modifier l'aspect extérieur de votre logement.</p>
Compatibilité avec les équipements existants	
<p>Notamment pour les appareils à combustion raccordés à un conduit d'évacuation des fumées (chaudière, chauffe-eau), tenir compte de la présence éventuelle dans le volume chauffé d'un système d'extraction de l'air vers l'extérieur (VMC, hotte ou sèche-linge raccordé).</p>	

FICHE TRAVAUX 9 /

POSE D'UN APPAREIL DE PRODUCTION DE CHAUFFAGE À EAU CHAUDE (HORS POMPES À CHALEUR) ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE (HORS BALLON THERMODYNAMIQUE)

LES PRINCIPALES TECHNIQUES

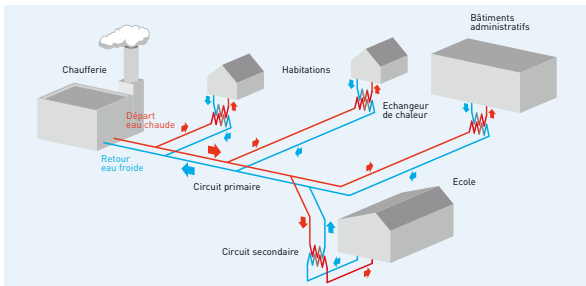
SYSTÈME DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE (POUR CHAUFFAGE OU EAU CHAUDE SANITAIRE)



Technique n°1 : Chaudières ou chauffe-eau basés sur la combustion de gaz, fioul ou biomasse (doc. ESPACE9)



Technique n°2 : Chaudière électrique et chauffe-eau électrique (doc. ESPACE9)



Technique n°3 : Réseau de chaleur et sous-station (doc. ENERGIEPLUS)



Technique n°4 : Système solaire thermique (doc. ESPACE9)

SYSTÈMES DE DISTRIBUTION ET RÉGULATION



Système de distribution Pompes et circulateurs (doc. ESPACE9)

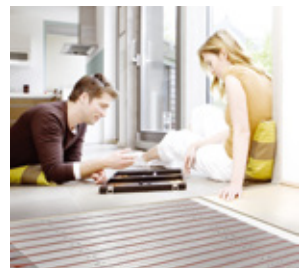


Système de régulation Canalisations et régulation (doc. ESPACE9)

SYSTÈMES D'ÉMISSION DE CHALEUR



Radiateurs à eau chaude (doc. ESPACE9)



Plancher chauffant (doc. REHAU)



LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

<p>Présence d'une VMC ? Attention aux équipements de combustion non étanches</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aucun dispositif d'extraction d'air raccordé à l'extérieur (hotte de cuisine, sèche-linge raccordé, bouche d'extraction de VMC...) ne doit être situé à proximité d'une chaudière, si celle-ci n'est pas étanche et raccordée à un conduit concentrique (ventouse). Ces appareils d'extraction d'air mettent le logement en dépression, ce qui crée un risque d'inversion du tirage de la chaudière : les fumées de combustion ne s'évacuent plus naturellement par le conduit, mais peuvent être refoulées à l'intérieur du logement (risque d'intoxication, au monoxyde de carbone notamment). Si l'installation de la chaudière doit absolument se faire à proximité d'un appareil d'extraction d'air raccordé à l'extérieur, choisir un modèle de chaudière à conduit concentrique (ventouse). ➔ Note V3 / Réglementation relative à la ventilation dans le bâti existant
<p>Où installer l'équipement ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Pour éviter la propagation du bruit dans le logement, installer l'équipement de préférence hors du logement, en évitant les pièces de vie : préférer le garage, le cellier... Attention à ne pas non plus gêner le voisinage en choisissant un local loin de son propre logement et proche des voisins. S'il s'agit d'une chaudière murale, il est conseillé de la fixer sur une paroi lourde. Éviter les cloisons légères qui transmettent, voire amplifient le bruit. Éviter les murs mitoyens avec les logements voisins. ➔ Note A3/Performance acoustique des parois

LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE



Bruits liés aux équipements de production d'eau chaude par combustion

➔ [Note A6 / Les bruits d'équipements](#)

Les chaudières sont caractérisées par leur niveau de puissance acoustique, noté L_w ou L_{wA} en dB. Ce niveau caractérise la machine intrinsèquement et ne dépend pas du local dans lequel elle se situe.

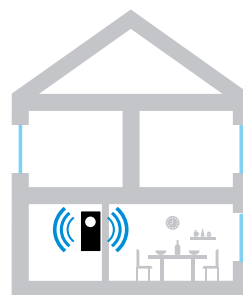
L_w , L_{nAT} ...

- La connaissance de ce niveau de puissance acoustique L_w et des caractéristiques du local dans lequel l'équipement est installé permet de déduire le niveau de bruit L_{nAT} (en dBA) dans ce local.
- Dans la réglementation applicable aux logements neufs, ce niveau ne doit pas dépasser 35 dB(A) dans les pièces principales (40 dB(A) si la pièce est ouverte sur une cuisine) et 50 dB(A) dans une cuisine.

➔ [Note A8 / Performances acoustiques dans le bâti existant](#)

Des systèmes de chauffage plus ou moins bruyants :

- Les bruits liés à cette catégorie d'équipements concernent uniquement les systèmes de chauffage à eau chaude et de



production d'eau chaude sanitaire **par combustion (gaz, fioul, bois, biomasse)**.

- Un **réseau de chaleur** permet de chauffer l'eau de manière centralisée pour plusieurs maisons et bâtiments. Ainsi, à l'intérieur de la maison, il n'y a qu'une sous-station constituée d'un échangeur de chaleur qui n'est pas source de bruit.
- Un système permettant de chauffer l'eau par l'**énergie solaire** (système solaire combiné pour le chauffage ou chauffe-eau solaire pour l'ECS) n'est pas un système bruyant puisque c'est l'énergie du soleil qui vient réchauffer l'eau circulant dans les panneaux solaires en toiture.

PLUSIEURS SOURCES DE BRUITS : COMMENT LES ATTÉNUER ? LES ÉVITER ?	
BRUITS DE COMBUSTION	EXEMPLES DE SOLUTIONS
Bruits mécaniques au démarrage du brûleur	Limiter le nombre d'allumages en modifiant le réglage du système de régulation
Ventilateur du brûleur : les brûleurs à air soufflé introduisent de l'air dans la chambre de combustion à l'aide d'un ventilateur. Ce bruit dépend de la vitesse de rotation du ventilateur.	S'assurer du bon réglage de la flamme et de la combustion. Réduire l'excès d'air (tout en restant compatible avec une bonne combustion).
Bruit de flamme : dépend de la forme de la flamme et de celle du foyer.	Réduire la puissance du brûleur (par exemple en demi-saison).
TRANSMISSION ET AMPLIFICATION DES BRUITS DE COMBUSTION PAR L'ENSEMBLE DE LA CHAUDIÈRE	EXEMPLES DE SOLUTIONS
<p>Bruits de combustion : ce bruit dépend du brûleur et de son association avec les autres éléments (chaudière et sa chambre de combustion, conduit de raccordement et conduit de fumée). Chacun de ces éléments peut plus ou moins amplifier le bruit du brûleur.</p> <p>Fréquences médium-basse : 200-500 Hz</p>	<ul style="list-style-type: none"> Placer des silencieux sur le conduit d'évacuation des fumées (entre la chaudière et le conduit ou bien en haut du conduit) permet de réduire les bruits émis vers l'extérieur. Il existe : <ul style="list-style-type: none"> des silencieux passifs à absorbants (ex : silencieux cylindriques ou à baffles) des silencieux réactifs (ex : silencieux avec résonateur). <p>Les silencieux passifs ont une efficacité large bande et sont plus efficaces surtout aux hautes fréquences plutôt qu'aux basses, sauf si le matériau absorbant est très épais. Les silencieux à résonateurs sont plus adaptés dans le cas d'une fréquence donnée ou d'une tonalité marquée.</p> <ul style="list-style-type: none"> Fixer un silencieux à l'aspiration du brûleur pour limiter le bruit du brûleur et de son ventilateur. Capoter l'ensemble du brûleur avec un caisson en tôle et un remplissage d'isolant absorbant (type laine minérale). <p>Attention ! Solution à ne pas improviser : demander conseil au fabricant du brûleur.</p> <p>Si pour l'absorbant on choisit un isolant thermique (laine minérale par exemple), cela permet par la même occasion de diminuer les déperditions thermiques du brûleur</p> <p>➔ Note A6 / Les bruits d'équipements</p>
TRANSMISSION DES BRUITS DE LA CHAUDIÈRE PAR VOIES VIBRATOIRE ET AÉRIENNE	EXEMPLES DE SOLUTIONS
<p>Bruits de vibration de la chaudière : les vibrations de la chaudière se transmettent à travers la paroi sur laquelle elle est fixée (le mur ou le sol)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Désolidariser la chaudière : <ul style="list-style-type: none"> Chaudière murale : éviter de fixer la chaudière murale sur une cloison légère. Opter pour un mode de fixation par rails ou plots de désolidarisation. Chaudière au sol : réaliser un socle antivibratile ; Lorsque la chaudière est désolidarisée, elle n'est plus parfaitement immobile. Il convient alors de la raccorder aux canalisations par des manchettes souples. Désolidariser les canalisations : <ul style="list-style-type: none"> Fixer les canalisations aux parois avec des suspensions ou colliers acoustiques ; Entourer les canalisations d'un manchon souple à la traversée des parois. <p>➔ Note A6 / Les bruits d'équipements</p>
<p>Bruits aériens des chaudières installées dans le logement</p>	<p>Si elle ne peut pas être installée à l'extérieur du logement, placer la chaudière dans un placard, un cellier, un garage, ou tout autre local éloigné d'une pièce principale.</p> <p>Attention à bien respecter la réglementation (arrêté du 2 août 1977) en gardant ce placard ou local correctement aéré.</p>



TRANSMISSION DES BRUITS VENANT DE L'EXTÉRIEUR VIA LES VENTILATIONS EN FAÇADE

Diminution de l'isolement de façade due à un conduit concentrique en sortie murale (ventouse, cas des chaudières étanches)

La prise/rejet d'air de la chaudière à ventouse constitue un pont de faiblesse acoustique dans la façade. L'isolement acoustique normalisé de la chaudière est estimé à $D_{n,e,w+Ctr} = 45$ dB

Dans le cas de la recherche d'isolement acoustiques importants, si l'évacuation des fumées se fait par une sortie murale en ventouse, il vaut mieux ne pas installer la chaudière le volume chauffé.

⇒ **Note V5 / RT Existant par élément).**

Diminution de l'isolement de façade due à la présence de grilles de ventilation en façade (souvent nécessaires pour les appareils à combustion non étanches).

Les $D_{n,e,w+Ctr}$ à prendre en compte pour les bouches de ventilation sont données dans le tableau suivant :

Surface libre de la ventilation	50 cm ²	100 cm ²	200 cm ²
Ventilation classique $D_{n,e,w+Ctr}$	33 dB	30 dB	27 dB
Ventilation avec absorbant acoustique $D_{n,e,w+Ctr}$	39 dB	35 dB	32 dB

Pour d'autres dimensions de bouche, on peut estimer l'isolement acoustique des ventilations de façade en fonction de leur section S (en m²) par la formule suivante :

$$D_{n,e} = 10 - 10 \log(S)$$

Afin de réduire ce pont phonique, des ventilations acoustiques peuvent être réalisées en plaçant une traversée de mur acoustique dans la ventilation. C'est un cylindre avec revêtement d'un matériau absorbant dans l'épaisseur du mur :



Traversées de mur acoustique (doc. ESPACE9)

CAS DES CHAUDIÈRES À BOIS ET BIOMASSE

Bruits de combustion

Ce sont les mêmes que pour les autres types de chaudière (voir plus haut)

Bruits liés à l'alimentation en combustible (chaudière à granulés, chaudière à bois déchiqueté)

- Transfert des granulés de bois depuis le silo jusqu'à la trémie journalière (cas des alimentations à aspiration, bruit équivalent à celui d'un gros aspirateur et bruit d'impact des granulés projetés)

Il n'existe pas actuellement de technique permettant de réduire le bruit émis lors du remplissage du silo journalier de la chaudière. Le remplissage ne se fait qu'une fois par jour et dure entre 5 et 30 minutes suivant les chaudières. L'horaire du remplissage est souvent programmé en journée, à une heure la moins gênante pour les occupants (et les éventuels voisins).

- Bruit du moteur actionnant la vis sans fin (amenée du combustible, évacuation des cendres).

Désolidariser la chaudière du sol en intercalant un matériau viscoélastique de densité adaptée au poids et à la fréquence acoustique du moteur.

⇒ **Note A6 / Bruits d'équipements**



Bruits liés à la circulation de l'eau chaude : système de distribution et régulation / système d'émission

Tout système de chauffage ou de production d'eau chaude sanitaire basé sur la circulation d'eau chaude dans tout le logement est à l'origine de bruits.

Attention ! : Un bruit excessif peut être un signe d'anomalie : matériel inadapté, mauvais réglage, usure anormale, panne imminente.



Circulateur pour réseau hydraulique - Alpha 3 (doc. GRUNDFOS)



Emetteur muni d'un robinet thermostatique (doc. ESPACE9)

PLUSIEURS SOURCES DE BRUITS : COMMENT LES ATTÉNUER ? LES ÉVITER ?

BRUITS DES POMPES ET CIRCULATEURS

Pompes / Circulateurs

Bruits de vibration transmis par voie solidienne et réémis par voie aérienne.

Origines multiples : usure, manque d'entretien, mauvais réglage.

- Installer les moteurs ou pompes sur des matériaux anti-vibratiles (résilients).

⇒ [Note A6 / Les bruits d'équipements](#)

- Conserver un matériel en bon fonctionnement : souscrire un contrat d'entretien permet un entretien et un réglage réguliers ainsi qu'un remplacement des équipements lorsque c'est nécessaire.

Transmission des vibrations de la chaudière et des circulateurs/pompes aux canalisations et aux structures
Exemple : chaudière pulsatoire



Compensateur antivibratile à soufflet (doc. SFERACO)

- Installer des manchons souples de liaison entre la chaudière et toutes les canalisations qui rentrent ou sortent de celle-ci. L'objectif est d'éviter la transmission des vibrations de la chaudière à l'ensemble du réseau.
- Installer les canalisations sur suspensions antivibratiles.
- Installer des fourreaux résilients pour désolidariser les canalisations lors des traversées des parois.

⇒ [Note A6 / Les bruits d'équipements](#)

BRUITS DE CIRCULATION DE L'EAU DANS LES CANALISATIONS

Si les méthodes suivantes de réduction du bruit à la source ne suffisent pas, on peut envisager l'encoffrement des canalisations avec une épaisseur de 4 à 6 cm de laine minérale et une ou deux plaques de plâtre fixées sur ossature métallique.

Circulation de l'eau dans les canalisations et radiateurs

A forte vitesse, la circulation de l'eau dans les canalisations peut devenir bruyante et être amplifiée au niveau des radiateurs.

Causes : les coudes, les changements de sections, les jonctions... provoquent des pertes de charges et peuvent engendrer des vibrations

La présence d'air ou de gaz dans le circuit d'eau peut aggraver ces bruits et engendrer une usure supplémentaire. Cela peut provenir de problèmes d'étanchéité des canalisations ou d'une réalimentation fréquente en eau ou encore de la corrosion.

- Diminuer la vitesse de circulation de l'eau par exemple, circulateur à débit variable, soupape différentielle, etc.)
- Modifier le tracé du réseau pour éviter les accidents (coudes, changements de sections, jonctions)
- Purger l'installation pour éliminer les bulles d'air et de gaz. Si elles réapparaissent, en chercher la cause puis essayer de la supprimer



BRUITS DE CIRCULATION DE L'EAU DANS LES CANALISATIONS

Coups de bélier

L'eau est un liquide à forte inertie mécanique. Si on l'arrête brusquement, elle exerce une pression sur l'obstacle, puis a tendance à revenir en arrière.
Causes : L'ouverture ou la fermeture trop rapide d'une vanne, le démarrage ou l'arrêt d'une pompe, la réalimentation en eau froide d'une installation à eau surchauffée.

- Déterminer l'équipement qui en est la cause, puis le modifier ou le remplacer.



Dispositif anti-bélier (doc. THERMADOR)

- Installer des dispositifs anti-bélier hydropneumatiques à membrane en tête de conduit, qui encaissent les variations de pression.

Dilatation des canalisations

Les écarts de température modifient la longueur des canalisations entre deux points fixes. Ces déformations produisent des bruits et peuvent être à l'origine de vibrations.

- Permettre aux canalisations de se déplacer librement en installant des manchons souples de liaison,
- Installer des fourreaux résilients pour désolidariser les canalisations lors des traversées des parois,
- En cas de rénovation de plancher, s'assurer que le fourreau est libre en tout point de la traversée de plancher),
- Installer les canalisations sur suspensions antivibratiles ;
- Conserver une température stable ou éviter les variations de température trop rapides.

Organes de régulation hydraulique

Ils sont sources de pertes de charge et peuvent être la cause de coups de bélier. Les robinets thermostatiques peuvent aussi être la cause de bruits gênants.

- Choisir des produits performants et les entretenir régulièrement afin de les conserver en bon état.

Bruits de circulation d'eau dans les canalisations situées dans le plancher

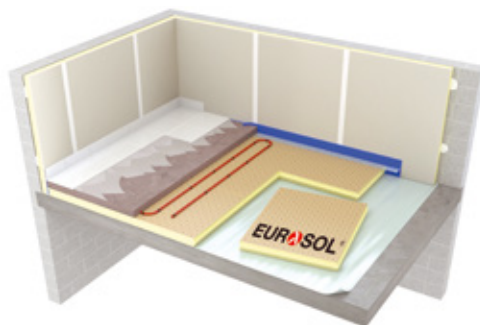
Les bruits transmis par les canalisations et les bruits de circulation de l'eau peuvent être transmis à la dalle et la chape du plancher chauffant et ainsi être amplifiés dans le logement.

- Après mise en place de la dalle et avant l'installation des tuyauteries du plancher chauffant, il peut être intéressant de placer une sous-couche résiliente avec des performances acoustiques.

Les performances acoustiques aux bruits de chocs sont notées avec l'indice acoustique ΔL_w . Il peut être intéressant de choisir un produit de $\Delta L_w \geq 19$ dB

Cette solution a plusieurs avantages :

- Atténuer les bruits de choc (bruits de pas) entre les pièces adjacentes et les deux niveaux séparés par le plancher.
- Eviter la transmission des bruits des tuyauteries à la structure principale du bâtiment. Il y aurait ainsi une réémission aérienne des vibrations de la structure. Les bruits ne seront transmis que vers la chape et le résilient acoustique atténuera ces vibrations.
- Eviter la transmission de chaleur à l'ensemble de la structure si le matériau est en plus un isolant thermique : pour concentrer l'action de chauffage vers le haut, dans la pièce. Attention, cela n'est pas valable dans le cas d'une isolation thermique par l'extérieur.



Isolation thermique d'un plancher chauffant hydraulique (doc. RECTICEL INSULATION)

**À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE**

- Le choix de l'emplacement du système de production : le plus loin possible des pièces principales et des logements voisins.
- La réduction du bruit à la source : le choix

d'un matériel de qualité et peu bruyant, un réglage et un entretien réguliers.

- L'atténuation de la transmission du bruit jusqu'aux pièces de vie : silencieux, dispositifs antivibratiles, fixations souples,

isolants absorbants, matériaux résilients. Il est préférable de traiter ces problèmes dans l'ordre : l'emplacement de l'équipement, puis le bruit à la source et en dernier recours, la transmission du bruit.



Emissions de polluants

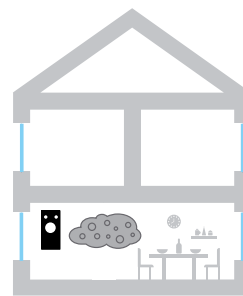
Les appareils à combustion peuvent émettre des polluants dangereux pour la santé et l'environnement quand ils sont présents en trop forte concentration : monoxyde de carbone (CO, gaz inodore mais mortel), oxydes d'azote (NOx), composés organiques volatils (COV), particules fines.

Importance de l'entretien

- L'entretien régulier de l'appareil à combustion permet de conserver l'appareil en bon état, donc de limiter ses émissions. L'entretien annuel par un professionnel s'accompagne d'une vérification du taux d'émission de polluants atmosphériques (selon l'arrêté du 15 septembre 2009).

Performances vis-à-vis des émissions

- Pour les chaudières à bois, choisir des équipements performants, ayant au minimum le niveau de performance « flamme verte 5 étoiles » [rendement $\geq 70\%$, taux de CO $\leq 0,3\%$, indice de performance environnemental ≤ 2], niveau de performance requis pour bénéficier du crédit d'impôt transition énergétique.



- Pour les autres types d'appareils à combustion, il convient de se renseigner auprès du fabricant ou de l'installateur sur les niveaux d'émission. Le taux d'émission des NOx est catégorisé en 5 classes par la norme CE EN 483.
- Pour éviter tout risque d'intoxication, en plus de cette prévention à la source, il importe de conserver une aération correcte des locaux où sont installés ces équipements (voir point suivant).



Conformité des appareils à combustion

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.

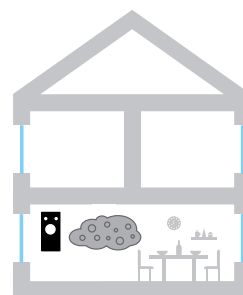
Important ! : Dans le cas d'un appareil à combustion, la vigilance vis-à-vis de la qualité de l'air intérieur est d'une priorité totale par rapport aux problématiques acoustiques. On peut généralement trouver des solutions en rénovation pouvant intégrer correctement les deux exigences. Mais dans certains cas, il sera parfois nécessaire d'imposer des choix au détriment de l'acoustique.

La référence réglementaire

- La circulaire du 13 décembre 1982 relative à la sécurité des personnes en cas de travaux de réhabilitation ou d'amélioration des bâtiments d'habitation existants constitue un indispensable ensemble de références à la fois pour les constructeurs qui devraient au moins respecter ces dispositions minimales et pour les prescripteurs qui ne devraient pas exiger, sauf cas particulier, de mesures plus contraignantes.

Les risques liés à la présence d'appareils à combustion dans les logements

- La combustion consomme de l'air. Il faut donc dimensionner correctement les aménagements d'air pour qu'il y ait suffisamment d'air dans le logement pour ses occupants et pour la combustion de ces appareils.



Si le renouvellement d'air est insuffisant, le logement est alors en dépression et il y a un risque d'inversion de tirage (les fumées ne s'évacuent plus par tirage naturel, mais refoulent dans le logement).

Importance de l'entretien

- Pour éviter tout risque d'intoxication, en plus de cette prévention à la source, il importe de conserver une aération correcte des locaux où sont installés ces équipements (voir point suivant).
- La combustion rejette des fumées toxiques, du monoxyde de carbone notamment, qui doivent être évacuées. Pour éviter tout risque d'intoxication, il faut donc faire attention à dimensionner correctement les conduits d'évacuation des fumées (cf. DTU 24.1, voir page suivante).
- La présence d'autres appareils peut également perturber le fonctionnement des appareils à combustion :
 - appareils d'extraction d'air mettant le logement en dépression avec des risques d'inversion de tirage ;
 - autres appareils à combustion, comme les cheminées, qui consomment aussi de l'air.






HISTORIQUE DES PRINCIPAUX TEXTES RÉGLEMENTAIRES

Date	Titre du texte	Résumé
1968	Arrêté du 21 mars 1968 modifié relatif aux règles techniques et de sécurité applicables au stockage et à l'utilisation des produits pétroliers dans les lieux non visés par la législation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes et la réglementation des établissements recevant du public	Définition des règles concernant les appareils à combustion de produits pétroliers : gasoil et fioul (domestique, léger, lourd) Intérêt particulier : Le titre IV – articles 64 à 67 concernant les critères à respecter pour les locaux d'installation dans l'habitat individuel.
1969	Arrêté du 22 octobre 1969 relatif aux conduits de fumées desservant les logements	Définition des règles concernant les conduits de fumées pour les logements (dimensions, localisation des passages et sorties de conduits, matériaux...)
1977	Arrêté du 2 août 1977 modifié relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible ou d'hydrocarbures liquéfiés situés à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances	Définition des règles pour les appareils à combustion de gaz ou hydrocarbure liquéfié : gaz, butane, propane, GPL. Intérêt particulier : Le titre IV (articles 15 à 17) sur les règles à respecter pour les locaux en matière de ventilation.
1978	Circulaire du ministère de la Santé du 9 août 1978 relative à la révision du règlement sanitaire départemental type (modifiée le 26 avril 1982 et le 20 janvier 1983)	Le règlement sanitaire départemental (RSD) type définit le contenu minimal des RSD. Il convient de se reporter au RSD et de vérifier si d'autres arrêtés ultérieurs ont été pris. Par exemple, de nombreux départements ont abrogé les dispositions de l'article 54 du RSD type suite à la parution des décrets « bruits de voisinage ». Intérêt particulier : L'article 31 définit les règles concernant les conduits de fumées et de ventilation, ainsi que les appareils à combustion. L'article 53 définit les règles concernant l'installation de cuisine, de chauffage et de production d'eau chaude sanitaire.
1982	Arrêté du 24 mars 1982 modifié relatif à l'aération des logements	Définition des règles d'une ventilation générale et permanente. Intérêt particulier : les articles 8, 11, 12 et 13 définissent les règles concernant les appareils à combustion et la ventilation générale et permanente.
2006	NF DTU 24.1 : Travaux de bâtiment - Travaux de fumisterie - Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils	Définition des règles d'installation des conduits d'évacuation des fumées des appareils à combustion (gaz, fioul, bois). Intérêt particulier : La partie 2 : Cahier des clauses techniques - Règles spécifiques d'installation des systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils raccordés dits de type B utilisant des combustibles gazeux
2009	Arrêté du 23 février 2009 pris pour l'application des articles R. 131-31 à R. 131-37 du code de la construction et de l'habitation relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone dans les locaux à usage d'habitation	Définition des règles pour les appareils utilisant des combustibles solides ou liquides : bois, biomasse, charbon, fioul, pétrole
2009	Arrêté du 15 septembre 2009 relatif à l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kilowatts	Obligation d'entretien des chaudières

Date	Titre du texte	Résumé
2010	NF DTU 61.1 Travaux de bâtiment - Installations de gaz dans les locaux d'habitation	Définition dans les parties 4 et 5 de l'environnement dans lequel une installation de gaz est conçue et réalisée (emplacement des bouteilles de gaz, des compteurs de gaz, règles sur les locaux techniques, les gaines, les conditions d'emploi et aménagements). Intérêt particulier : les paragraphes 9 et 10 sur les règles concernant l'alimentation en air et l'évacuation de l'air vicié.
2013	NF DTU 68.3 : Travaux de bâtiment - Installations de ventilation mécanique Note : cette norme annule et remplace les DTU 68.1 (1995) et 68.2 (1993).	Définition des règles d'installation d'un système de VMC Intérêt particulier : Partie 1-1-1 : Mise en œuvre d'une installation de VMC. Le paragraphe « 5.1.6. Présence d'appareils à combustion » définit les conditions de coexistence d'un appareils à combustion avec un système de ventilation mécanique. Intérêt particulier : Partie 1-1-3 : Ventilation mécanique contrôlée gaz. Mise en œuvre d'une installation de VMC-gaz.

PRÉCONISATIONS D'INSTALLATION ET DIMENSIONNEMENT DES AMENÉES ET SORTIES D'AIR EN FONCTION DES TYPES D'APPAREILS À COMBUSTION

Il existe trois types d'appareils à combustion :

Type d'appareil	Type A : appareils à combustion non raccordés	Type B : appareils à combustion non-étanches	Type C : appareils à combustion étanches
Exemples et photographies	 (doc. SAUNIER-DUVAL) Chauffe-eau instantané gaz	 (doc. ESPACE9) Chaudière raccordée en toiture	 (doc. ESPACE9)
Locaux d'installation possibles	Installation interdite dans une salle de bain, une chambre, un séjour, une pièce ouverte en permanence sur ces pièces. Un local ne doit pas contenir plus d'un appareil de ce type.	Installation interdite (depuis le 01/01/2006) dans une salle de bain, sauf cas particulier du remplacement à l'identique.	Appareil pouvant être installé dans tout local, même s'il ne comporte pas de châssis ouvrant. Ces appareils étanches deviennent totalement indépendants du reste du logement grâce à leur système de ventouse qui assure l'amenée d'air et la sortie d'air.
Evacuation des produits de combustion	Pas de conduit d'évacuation (appareils non raccordés)	Le dimensionnement du conduit d'évacuation des produits de combustion est défini dans la norme NF DTU 24.1 P1	Le dimensionnement de la ventouse (en façade ou en toiture) doit respecter la norme NF DTU 61.1 P4.6, les avis techniques et les prescriptions du fabricant.

Type d'appareil	Type A : appareils à combustion non raccordés	Type B : appareils à combustion non-étanches	Type C : appareils à combustion étanches
Exemples et photographies	<p>Attention ! Appareils d'extraction de l'air</p> <p>La présence d'appareils d'extraction de l'air vers l'extérieur (VMC, hotte ou sèche-linge raccordés) est fortement déconseillée lorsque des appareils à combustion non étanches sont présents dans le logement. L'appareil à combustion non étanche peut être placé dans un local isolé et étanche à l'air par rapport aux locaux où se situe l'extraction de l'air.</p> <p>Elle est interdite dans le cas d'appareils de production d'eau chaude non raccordés.</p> <p>Sources :</p> <p>Arrêté du 24 mars 1982 – article 11 DTU 68.3 – P1.1.1 – 5.1.6.2 Appareil dans un local spécifique Arrêté 1977 – article 17 – II</p> <p>Attention ! Autres appareils à combustion</p> <p>Pour éviter tout risque de refoulement, une attention particulière doit être apportée lors de la coexistence avec unâtre, un appareil à foyer ouvert ou un insert. Ces appareils ont également besoin d'air comburant pour fonctionner. Il faut donc dimensionner les amenées d'air en les prenant en considération.</p> <p>Voir DTU 24.2 et arrêté de 2009</p> <p>➔ Fiche travaux 11 / Installation d'un poêle à bois ou d'un insert</p>		Le système de ventouse permet d'éviter toute interaction entre l'appareil étanche et le reste du logement. Il n'y a donc pas de problème de coexistence des appareils étanches avec d'autres appareils.
Amenées d'air et sorties d'air	<p>Arrêté 1968 : gasoil et fioul</p> <p>Le local doit disposer d'une amenée d'air (minimum 50 cm² de section libre) et d'une sortie d'air en partie haute assurant une ventilation efficace.</p> <p>Arrêté 1977 : Gaz, butane, propane, GPL</p> <p>Si le logement est en ventilation générale et permanente :</p> <p>Le local où est installé l'équipement non étanche doit respecter la règle du VASO (Volume, Amenée d'air, Sortie d'air, Ouvrant) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • le volume est d'au moins 8 m³ ; 15 m³ s'il y a un chauffe-eau non raccordé dans la même pièce ; • les amenées d'air permettent l'alimentation nécessaire en air comburant de ces appareils ; • les sorties d'air permettent l'évacuation des produits de combustion ; • il est pourvu d'au moins un ouvrant sur l'extérieur. <p>Si le logement est en ventilation pièce par pièce :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Le local où est installé l'équipement non étanche doit disposer d'une amenée d'air et d'une sortie d'air permanentes. <p>Le dimensionnement des amenées et sorties d'air est défini dans le DTU 61.1. (voir ci-dessous). Il donne :</p> <ul style="list-style-type: none"> • pour les amenées d'air : <ul style="list-style-type: none"> - la somme des modules d'entrée d'air en ventilation générale et permanente ; - la section libre et la hauteur des amenées d'air en ventilation pièce par pièce ; • pour les sorties d'air : <ul style="list-style-type: none"> - la hauteur et la section libre. 		Ne nécessite pas d'amenée d'air ni de sortie d'air.

INSTALLATIONS AU GAZ : DIMENSIONNEMENT DES AMENÉES ET SORTIES D'AIR DANS LES LOGEMENTS

Le tableau ci-dessous résume les différents positionnements et dimensionnements d'amenées et sorties d'air en présence d'un appareils à combustion fonctionnant au gaz dans un logement. Tableau issu en partie du DTU 61.1.

Comment lire ce tableau ?

1) Quel est le type de ventilation du logement ? Ventilation pièce par pièce (avant 22/10/1969) ou ventilation générale et permanente par balayage (après 22/10/1969) ?

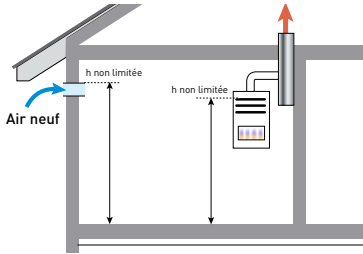
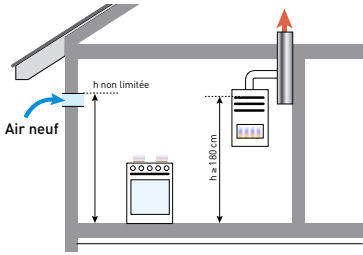
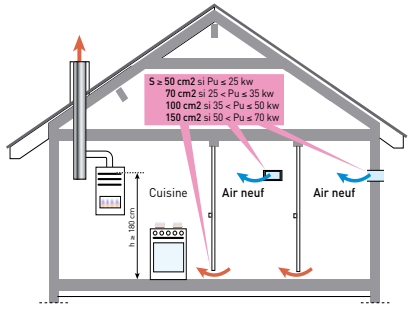
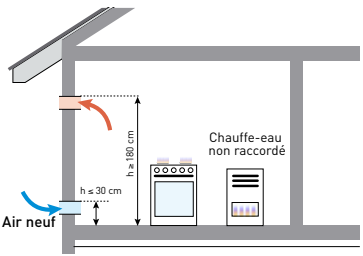
➡ **Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente**

2) Quel est le type de sortie d'air dans le local où est l'équipement : par conduit menant en toiture ou par ventilation en façade ?

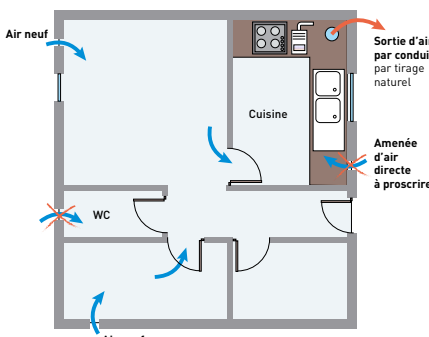
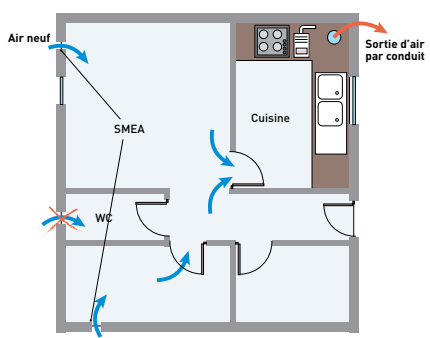
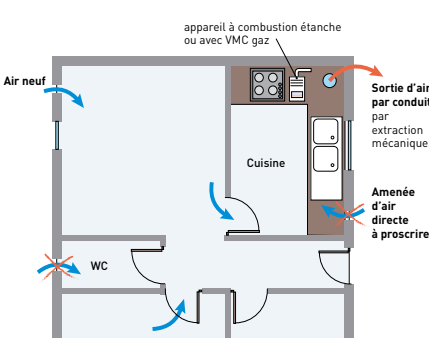
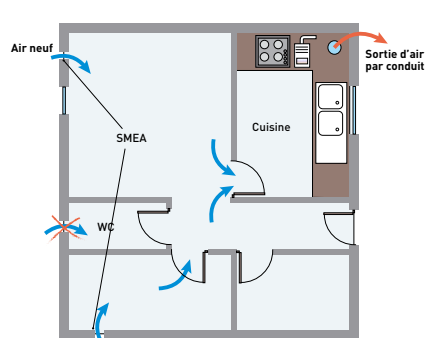
3) On en déduit le type d'amenée d'air et son dimensionnement.

Dans le tableau qui suit :

- Section = section libre de l'amenée d'air (passage d'air)
- SMEA = somme des modules des entrées d'air du logement
- Pu = somme des puissances utiles des appareils raccordés

Types de ventilation	Types de sorties d'air	Types d'amenées d'air	
		Amenée d'air directe	Amenée d'air indirecte
Ventilation pièce par pièce Dans l'habitat existant sans intervention sur l'enveloppe	Cas d'une sortie d'air par conduit vertical à tirage naturel menant en toiture Hauteur minimale par rapport au sol = 180 cm Section libre = 100 cm² Exemples : Le conduit menant en toiture peut être : <ul style="list-style-type: none"> • celui de l'appareil raccordé : chaudière ou chauffe-eau raccordé(e) • un conduit indépendant si l'appareil n'est pas raccordé : chauffe-eau non raccordé ou cuisinière au gaz Note 1 : Le coupe tirage d'une chaudière peut servir de sortie d'air. Attention, celui-ci doit être situé à au moins 180 cm du sol s'il sert de sortie d'air pour un autre appareil à combustion (cuisinière au gaz par exemple) dans la même pièce. Note 2 : une extraction mécanique sur conduit est à proscrire dans le cas d'appareils à combustion non étanches comme les chaudières, pour éviter les inversions de tirage. L'extraction mécanique est possible lorsque l'appareil à combustion est une cuisinière au gaz.	Ventilation de façade L'amenée d'air est dans le local où est situé l'équipement  	Ventilation de façade L'amenée d'air n'est pas dans le local où est situé l'équipement. L'air transite par un autre local avant d'arriver dans celui dans lequel il est situé. Attention ! : il faut une section de passage d'air identique sur tout le trajet de transit d'air (détalonnage des portes ou grille de transfert dans les portes) 
		Dimensionnement de l'amenée d'air Si $P_u \leq 25\text{kW}$ alors Section $\leq 50\text{cm}^2$ Si $25\text{kW} < P_u \leq 35\text{kW}$ alors Section $\leq 70\text{cm}^2$ Si $35\text{kW} < P_u \leq 50\text{kW}$ alors Section $\leq 100\text{cm}^2$ Si $50\text{kW} < P_u \leq 70\text{kW}$ alors Section $\leq 150\text{cm}^2$ Pas de contrainte de hauteur de l'amenée d'air	
		Cas d'une sortie d'air directe donnant en façade Hauteur minimale par rapport au sol = 180 cm Section libre = 100 cm² Exemples : Chauffe-eau non raccordé ou cuisinière au gaz	Dimensionnement de l'amenée d'air en façade Si $P_u \leq 35\text{ kW}$ alors Section $\leq 100\text{cm}^2$ Si $35\text{kW} < P_u \leq 70\text{ kW}$ alors Section = 150cm^2 Hauteur $\leq 30\text{ cm}$ du sol 



Types de ventilation	Types de sorties d'air	Types d'amenées d'air	
		Amenée d'air directe	Amenée d'air indirecte
<p>Ventilation pièce par pièce</p> <p>Dans l'habitat existant sans intervention sur l'enveloppe</p>	<p>Cas d'une sortie d'air par conduit vertical à tirage naturel menant en toiture</p>	<p>Attention ! A proscrire !</p> <p>Ne respecte pas l'arrêté du 24 mars 1982, qui définit la mise en place d'une ventilation générale et permanente par balayage : l'air entre dans les pièces sèches puis circule dans le logement jusqu'aux pièces de service (cuisines, sanitaires, local chaudière) où il ressort.</p> <p>Or, placer une amenée d'air directe dans le local chaudière perturberait le système de ventilation en amenant de l'air directement dans une pièce où l'air sort par conduit : phénomène de court-circuit → pièces principales mal ventilées et inconfort des occupants dû à l'amenée d'air directe.</p> 	<p>Dimensionnement des entrées d'air</p> <p>$SMEA \geq 6,2 \times Pu$ (avec une SMEA minimum de 90 m³/h)</p> <p>+ détalonnage des portes ou grille de transfert</p> 
	<p>Cas d'une sortie d'air par extraction mécanique (VMC ou VMC gaz)</p> <p>Note : une ventilation par extraction mécanique telle que la VMC est à proscrire dans le cas des chaudières non étanches.</p> <p>La VMC est possible lorsque l'appareil à combustion est une cuisinière au gaz (pas de risque d'inversion de tirage).</p> <p>En revanche, le système de VMC-gaz est conçu pour s'adapter au fonctionnement d'une chaudière à gaz : il permet l'évacuation simultanée de l'air vicié du local et des gaz issus de la combustion de l'appareil raccordé.</p>	<p>Attention ! Configuration Interdite</p> <p>Ne respecte pas l'arrêté du 24 mars 1982, qui définit la mise en place d'une ventilation générale et permanente par balayage.</p> 	<p>Dimensionnement des entrées d'air</p> <p>$SMEA \geq 3,1 \times Pu$ (avec une SMEA minimum de 45 m³/h)</p> <p>+ détalonnage des portes ou grille de transfert</p> <p>Attention ! Cas particulier des VMC-gaz : Pour une même typologie de logement, la SMEA peut être différente en fonction du lieu d'implantation de la chaudière : Voir NF DTU 68.3 P1-1-3.</p> 



À RETENIR ! QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Les appareils à combustion peuvent être la cause d'une mauvaise qualité de l'air intérieur, voire d'un danger pour l'occupant si une attention particulière n'est pas portée aux points suivants :

- La diminution des émissions de polluants à la source : le choix d'un matériel faiblement émissif en polluants ;
- Un apport d'air suffisant permettra à la

combustion de se réaliser normalement et donc de limiter l'émission de polluants. Prévoir un apport d'air adapté à l'appareil permet au logement d'être suffisamment alimenté en air pour la combustion et pour la santé de ses occupants ;

• Une sortie des produits de combustion vers l'extérieur est indispensable pour évacuer les polluants du logement.

• Faire contrôler par un professionnel qualifié les chaudières, chauffe-eau, cuisinières à gaz et chauffages d'appoint.

• Il est conseillé d'équiper les logements de détecteurs de monoxyde de carbone. En détectant une quantité anormale de CO dans l'air, cet appareil peut sauver des vies.

ÉLÉMENTS RELATIFS AUX DEVIS

Généralités

- Le niveau de puissance acoustique L_w (dB) de l'équipement doit être précisé sur le devis.
- Pour les équipements bruyants, le devis doit spécifier le mode de fixation ou de pose ainsi que les éventuels silencieux (dispositifs antivibratiles, colliers acoustiques, silencieux).
- Le réglage de l'équipement doit être prévu dans le devis.
- Un contrat d'entretien peut (doit pour certains équipements) être prévu afin de conserver un fonctionnement correct du matériel, éviter l'usure et ainsi limiter les bruits. Cela permet également d'éviter tout danger concernant la qualité de l'air intérieur.
- Les éventuels travaux liés à la ventilation des équipements doivent aussi figurer sur le devis. De même que la nécessité de traversées de mur acoustiques.

Références aux normes et DTU

- Réglementation acoustique concernant les bruits d'équipement :

Il est possible de faire référence à la réglementation (qui n'est obligatoire que pour les constructions neuves) : arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.

⇒ **Note A8 / Recommandations relatives aux performances acoustiques dans le bâti existant**

- Arrêté du 21 mars 1968 fixant les règles techniques et de sécurité applicables au stockage et à l'utilisation de produits pétroliers dans les lieux non visés par la législation des établissements dangereux, insalubres ou incommodes et la réglementation des établissements recevant du public
- Arrêté du 2 août 1977 relatif aux règles techniques et de sécurité applicables aux installations de gaz combustible et d'hydrocarbures liquéfiés situés à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances
- NF EN 15287-1 (Conduit de fumée – Conception, installation et mise en oeuvre des conduits de fumée)
- NF DTU 61.1 pour la ventilation des chaudières gaz
- Arrêté du 24 mars 1982 et NF DTU 68.3 en cas de coexistence d'une VMC et d'un appareil à combustion non étanche
- NF DTU 24.1 (règles d'installation des conduits de fumée et de raccordement des chaudières manuelles ou automatiques)

Critères de qualité

- Certificats et labels

- label « flamme verte » ou équivalent pour les chaudières à bois ;

- certifications Qualibat, Qualit'EnR et RGE : qualifications garantissant le professionnalisme de l'entreprise fournissant et installant l'équipement.

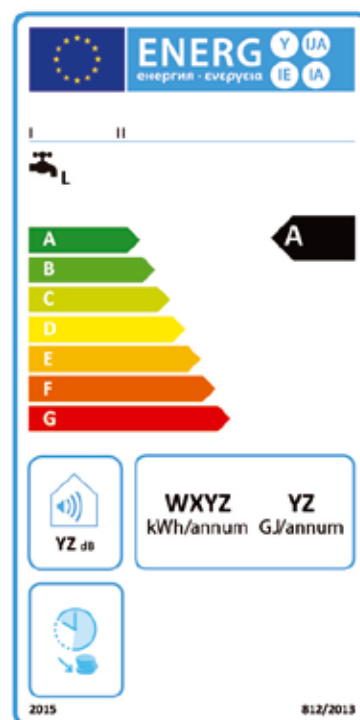
- Les étiquettes environnementales : depuis septembre 2015, elles sont obligatoires pour :

- les systèmes de chauffage central de puissance inférieure à 70 kW (produisant éventuellement de l'ECS).

- les systèmes de production d'ECS de puissance inférieure à 70 kW ;

- les ballons de stockage intégrés à une installation de chauffage central, de volume inférieur à 500 litres d'eau chaude sanitaire.

Attention ! : En 2016, les chaudières bois n'étaient pas encore concernées par l'obligation d'étiquetage.



Pour les systèmes de chauffage, la classe énergétique s'étend de A++ à G.

Pour les systèmes de production d'ECS, l'échelle est de A à G. Si l'appareil produit à la fois du chauffage et de l'ECS, il y a deux étiquettes, une pour chaque fonction.

(doc. ADEME, Guide Etiquettes Environnementales)

Cette classe énergétique traduit le rendement saison-



nier de ces équipements, soit le rendement réel moyen de l'appareil dans différentes conditions et à différents régimes de fonctionnement.

Ce rendement est représentatif des conditions réelles de fonctionnement d'une installation, tout au long de l'année.

Pour les ballons de stockage, l'échelle s'étend de A à G et caractérise la capacité du ballon à conserver la chaleur

(ballon plus ou moins isolé). En plus de cette classe énergétique, plusieurs pictogrammes signalent la présence d'informations supplémentaires concernant les performances énergétiques de l'appareil.

Un pictogramme indique également le **niveau de bruit** émis par l'équipement à l'intérieur du local : L_{wA} en dB.

POUR EN SAVOIR PLUS

Bruits d'équipements

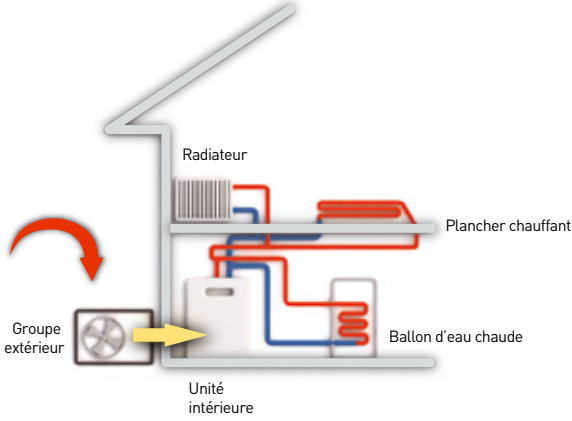
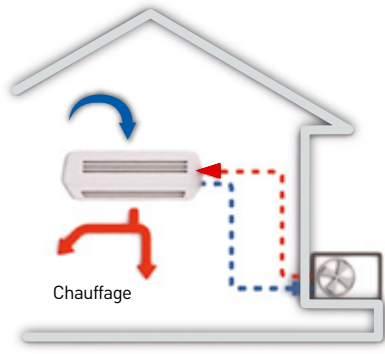
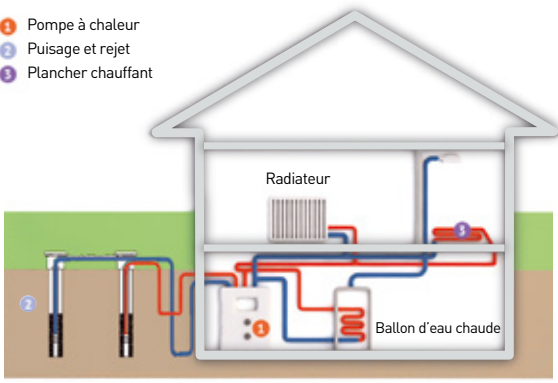
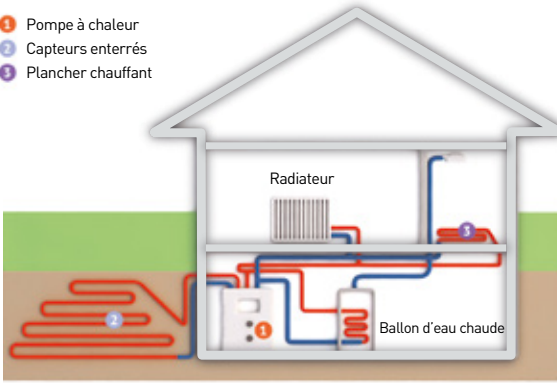
- Amélioration acoustique des logements existants – CATED – 24 août 2013.
- Le « bruit des équipements » - Collection des guides de l'AICVF.
- Acoustique et vibrations : COSTIC - Cahier des notes et savoirs faire.

Ventilation et appareils à combustion

- Ventilation et installation des hottes en cuisine gaz naturel – Aide mémoire résidentiel – CEGIBAT – 2014.
- Réglementation gaz en maison équipée d'une VMC – Aide mémoire résidentiel – CEGIBAT - 2014.
- NF DTU 24.1 - Travaux de fumisterie - systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils.

INSTALLATION D'UNE POMPE À CHALEUR, D'UNE UNITÉ DE CLIMATISATION OU D'UN CHAUFFE-EAU THERMODYNAMIQUE

LES PRINCIPALES TECHNIQUES DE CHAUFFAGE PAR PAC

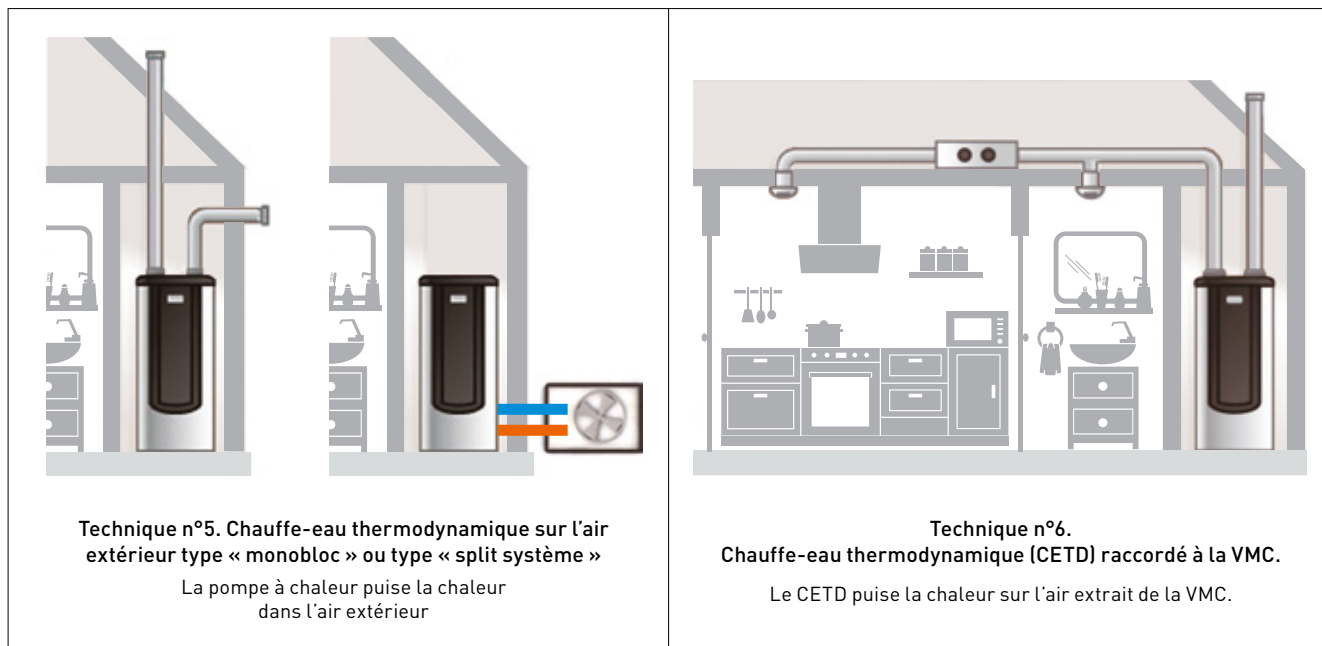
 <p>Technique n°1. PAC air/eau La chaleur est puisée dans l'air, par une unité extérieure. Dans la maison, la distribution peut se faire sur un plancher chauffant, des radiateurs ou des ventilo-convecteurs.</p>	 <p>Technique n°2. PAC air/air (présence d'une unité extérieure) La chaleur est puisée dans l'air, par une unité extérieure. Dans la maison, la distribution peut se faire soit par une ou plusieurs unités intérieures avec distribution d'air (schéma ci-dessus), soit par des unités intérieures directement placées dans les pièces (sans réseau d'air).</p>
 <p>Technique n°3. PAC eau/eau sur nappe aquifère La chaleur est puisée dans une nappe aquifère (ce pourrait être un lac ou la mer). Toute la machinerie se trouve en local technique, il n'y a pas d'unité extérieure potentiellement bruyante.</p>	 <p>Technique n°4. PAC eau/eau sur capteurs enterrés (horizontaux ou verticaux) Ici, la chaleur est puisée dans le sol. Comme dans le cas n°3, toute la machinerie se trouve en local technique.</p>

Remarque :

Sur certains systèmes existants à eau chaude avec chaudière, la PAC peut être installée en relèvement de chaudière. En outre, certaines PAC peuvent également assurer la production d'ECS en plus du chauffage (voir page suivante).



LES PRINCIPALES TECHNIQUES D'ECS THERMODYNAMIQUE



LES QUESTIONS À SE POSER AVANT DE DÉMARRER LES TRAVAUX

Remarque préliminaire

La question du choix de la solution ou de la technique, au regard de considérations exclusivement thermiques, n'est pas abordée ici.

Par exemple, nous ne traitons pas du choix de la PAC en remplacement d'une chaudière existante, qui peut poser un problème d'adaptation au réseau de chauffage existant de l'habitation.

Emplacement disponible pour l'éventuelle unité extérieure ?	Dans le cas des PAC air/air ou air/eau, il faut pouvoir installer l'unité extérieure dans un emplacement permettant un bon échange avec l'air (bonne circulation d'air). Ces unités extérieures peuvent par ailleurs occasionner	des nuisances sonores, pour les occupants ou pour les voisins. (voir ci-dessous : Les points de vigilance relatifs à l'acoustique).
Proximité du voisinage ?	Le choix de l'emplacement de l'éventuelle unité extérieure ne doit pas se faire au détriment du voisinage immédiat, comme cela est souligné ci-dessus. Le bruit généré par l'unité extérieure et le bruit résiduel (bruit ambiant sur le site PAC	à l'arrêt) doivent être pris en considération afin d'éviter tout risque de conflit. En cas de plainte, c'est l'émergence du bruit de la machine qui sera prise en considération pour juger d'un éventuel trouble anormal de voisinage.
Accessibilité aux composants nécessitant une maintenance régulière ?	Suivant le système choisi, certains équipements tels que les unités intérieures (éventuellement gainables et disposées dans ce cas dans des combles ou en faux plafond) sont munis de filtres et de dispositifs d'évacuation des conden-	sats. Pour l'entretien régulier, il faudra pouvoir accéder (facilement) à ces composants (voir ci-dessous : Les points de vigilance relatifs à la qualité de l'air intérieur).
Logement trop petit pour accueillir un chauffe-eau thermodynamique monobloc ?	Dans les logements de petite surface ne disposant pas de pièces dans le volume habitable pouvant accueillir un appareil monobloc (avec PAC intégrée), ou lorsque l'implantation d'un modèle monobloc n'est pas possible (impact sonore, manque de place, etc.), l'installation en split permet de disposer le chauffe-eau	thermodynamique à la manière d'un chauffe-eau classique. Celui-ci est simplement relié à une unité extérieure (évaporateur) par des conduites frigorifiques comme avec un split-system de climatisation, sans la nécessité de connecter des gaines d'air sur le chauffe-eau.



Bruits générés par les unités intérieures (PAC air/air) ou par les ventilo-convecteurs (PAC air/eau)

➔ [Note A6 / Les bruits d'équipements](#)

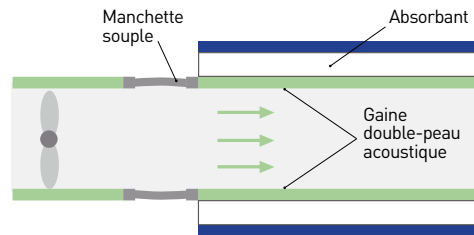
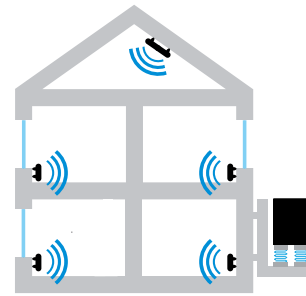
Ces unités, qui comportent des groupes moto-ventilateurs, émettent des bruits aérauliques (soufflage d'air) et mécaniques (moteurs) potentiellement gênants.

Quant aux unités intérieures gainables, qui diffusent l'air via des conduits et des bouches, on peut atténuer le bruit transmis (moto-ventilateur) au moyen de conduits acoustiques et de pièges à son. Les vitesses de soufflage ne doivent pas être trop élevées pour ne pas générer trop de bruit au niveau des bouches.

Ne pas oublier !

Plus l'isolement acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs est élevé, plus les bruits intérieurs sont audibles et potentiellement gênants.

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



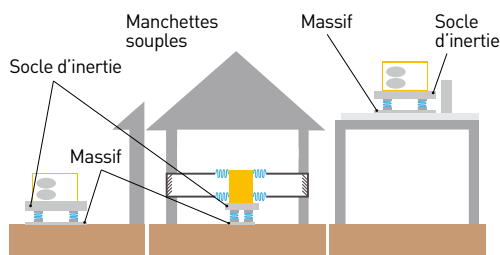
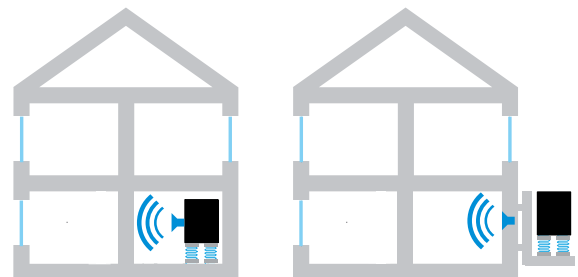
La mise en place d'une gaine double peau acoustique sur le soufflage d'air permet de réduire le rayonnement du bruit par les parois de la gaine (doc. d'après AFPAC)



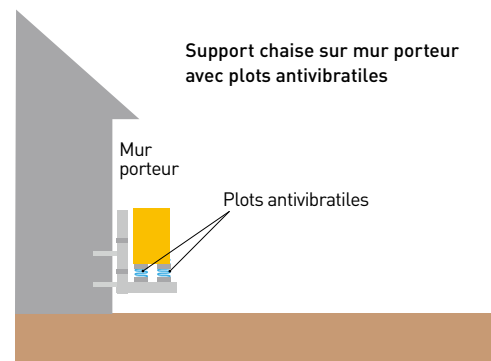
Vibrations émises par les unités extérieures ou les modules intérieurs (dont les chauffe-eau thermodynamiques)

➔ [Note A6 / Les bruits d'équipements](#)

Il faut désolidariser les unités extérieures de la structure (mur, dalle) au moyen de matériaux viscoélastiques, y compris les tuyauteries traversant les murs. Attention en particulier aux unités extérieures « accrochées » aux murs sans précautions, en particulier dans le cas de maisons mitoyennes. Les modules intérieurs et les chauffe-eau thermodynamiques doivent également être désolidarisés de la structure et éloignés des pièces de vie.



Pour éviter la transmission des vibrations, privilégier l'installation de la PAC sur un socle d'inertie (doc. d'après AFPAC)



En cas d'impossibilité d'installation de la PAC sur un socle en béton, on peut utiliser un support métallique très rigide et installé sur un mur porteur, en faisant reposer la PAC sur des plots antivibratiles sélectionnés en fonction de la répartition de la charge, de la fréquence des vibrations et de l'efficacité recherchée (doc. d'après AFPAC)





Bruits émis par les unités extérieures (PAC air/air ou air/eau)

➔ Note A6 / Les bruits d'équipements

Il faut éloigner les unités extérieures des fenêtres (celles de l'habitation chauffée par la PAC, comme celles des voisins) et des terrasses des voisins.

Les conditions d'installation par rapport aux murs, aux courettes, et aux positions respectives des maisons doivent être analysées correctement.

Le « bruit propre » de la machine (qu'on peut assimiler à celui émis en champ libre) peut se trouver augmenté sensiblement en fonction des conditions d'installation comme le montrent les schémas ci-contre.

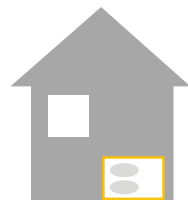
Règles de base d'implantation :

- Ne pas diriger les ventilations vers les voisins
- Installer la PAC loin des limites de propriété
- Ne pas installer la PAC sous les fenêtres
- Éviter les angles et les cours intérieures. Plus la cour est petite, plus la réflexion est importante.
- Dans une cour intérieure, le niveau est augmenté d'au moins 9 dB(A) par rapport au champ libre

A savoir !

En matière de bruits de voisinage, c'est le critère d'émergence du bruit qui est analysé ; plus l'environnement est calme plus le risque est grand de gêner le voisinage.

➔ Note A7 / La gêne de voisinage

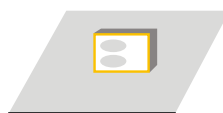


PAC correctement placée

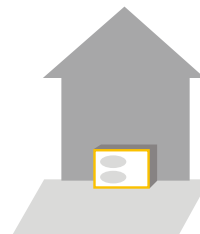


Disposition à proscrire

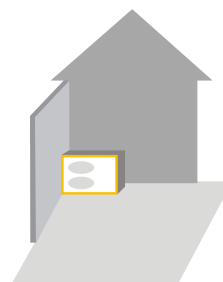
Les fenêtres isolent moins du bruit que les murs et peuvent être ouvertes : il faut donc éloigner la PAC des fenêtres (des siennes comme celles des voisins).



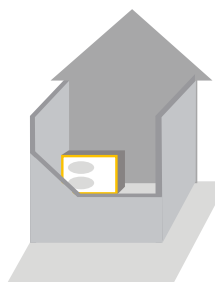
PAC placée au sol ou sur une terrasse



PAC placée contre un mur : + 3 dB(A)



PAC placée dans un coin : + 6 dB(A)



PAC placée dans une cour intérieure : + 9 dB(A)



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

- Désolidariser les unités extérieures de la structure (mur, dalle) au moyen de matériaux viscoélastiques, y compris les tuyauteries traversant les murs.
- Les conditions d'installation par rapport aux murs, aux courettes, et aux positions respectives des maisons doivent être analysées correctement,

faute de quoi, des plaintes pour bruit de voisinage sont à craindre (particulièrement en zones calmes).

- Le bruit des unités intérieures gainables (moto-ventilateur), qui diffusent l'air via des conduits et des bouches, peut être atténué au moyen de conduits acoustiques, de pièges à son. En rédui-

sant la vitesse de soufflage, on limite le bruit au niveau des bouches.

- Les modules intérieurs et les chauffe-eau thermodynamiques doivent être désolidarisés de la structure et éloignés des pièces de vie.



Encrassement des filtres à air

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

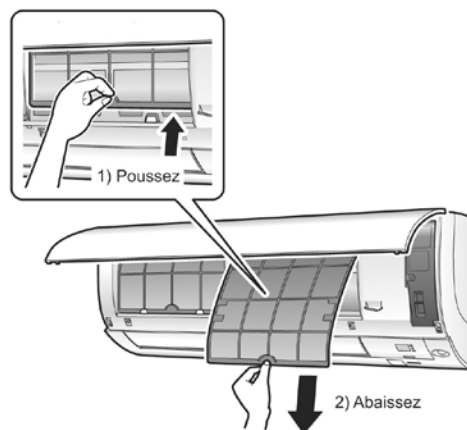
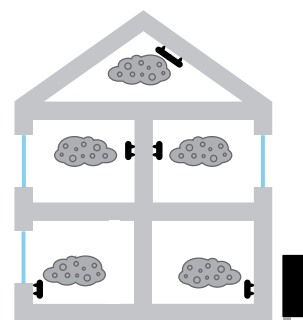
Les filtres à air sont normalement présents sur les installations de PAC air/air, au niveau des unités intérieures (gainées ou non), et sur les ventilo-convecteurs (gainés ou non) des systèmes à eau. Ils doivent être accessibles et régulièrement nettoyés ou remplacés en fonction de leur encrassement.

Fréquence de nettoyage

La fréquence habituelle de nettoyage des filtres présents sur les unités intérieures des PAC air/air ou les ventilo-convecteurs est de six mois. Mais un nettoyage plus fréquent peut être nécessaire suivant l'environnement et la saison (pollens à la campagne, poussières en ville, etc.).



Unité gainable - Confort line (doc. CIAT)



Intervention sur le filtre d'une unité de type split - Mural Eco Performance (doc. DAIKIN)



Évacuation des condensats

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

En mode froid, sur les unités intérieures à détente directe (type split système) ou sur les unités à eau froide (type ventilo-convecteur), l'évacuation des condensats doit être correctement réalisée pour éviter la stagnation de l'eau, les débordements et le développement de moisissures ou bactéries (des petites pompes de relevage sont parfois nécessaires suivant l'emplacement des unités)



Unité intérieure gainable avec pompe de relevage pour l'évacuation des condensats (doc. PIERRE BARLES CONSULTANT)



À RETENIR ! QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

- En mode froid, sur les unités intérieures à détente directe (type split système) ou sur les unités à eau froide (type ventilo-convecteur), l'évacuation des condensats doit être correctement réalisée pour éviter la stagnation de l'eau, les débordements et le développement de moisissures ou bactéries.
- Les filtres à air doivent être accessibles et régulièrement nettoyés ou remplacés en fonction de leur encrassement.



POUR EN SAVOIR PLUS...

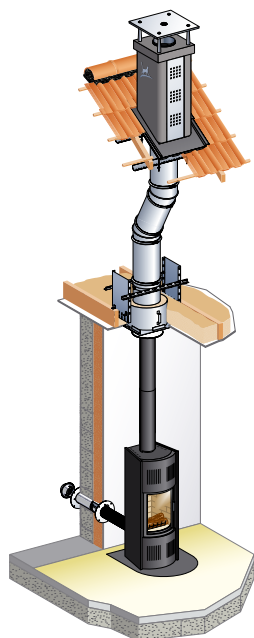
- Pompes à chaleur & Environnement acoustique (Fiches Techniques 1 et 2) - AFPAC
- Solutions de pompes à chaleur en résidentiel individuel - COSTIC
- Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE)
 - Stratégies de rénovation Fiches Solutions techniques - Fiche 10 Solutions techniques : Equipements individuels sur réseau fluide

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

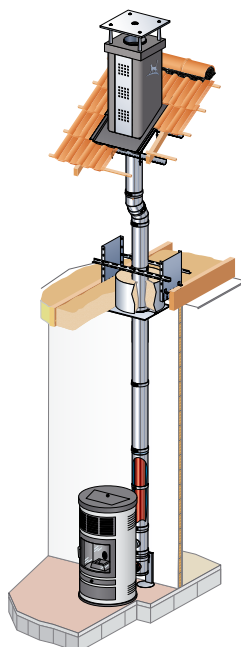
Cette fiche traite des appareils de « chauffage d'appoint à combustion », tels que insert, poêle à bois ou cuisinière à bois, associés à un système d'évacuation des gaz brûlés vers l'extérieur. Il n'est pas question ici des cheminées à foyer ouvert, polluantes pour le logement et peu efficaces, qu'on

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.

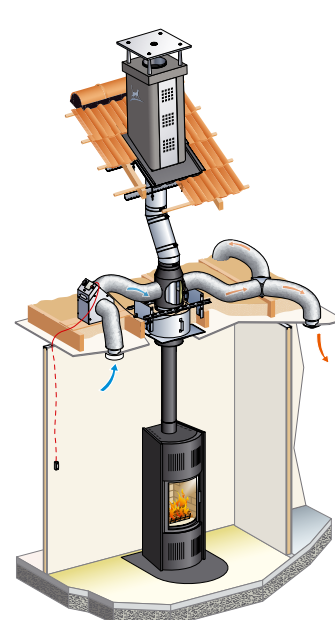
LES PRINCIPALES TECHNIQUES



Technique n°1 : Poêle à bois bûches non étanche relié à un conduit de fumées traditionnel avec prise directe sur air extérieur (doc. Cheminées POUJOLAT)



Technique n°2 : Poêle à granulés étanche relié à un conduit concentrique (doc. Cheminées POUJOLAT)



Technique n°3 : Appareil couplé à un système de récupération et de distribution d'air chaud (SRDAC) (doc. Cheminées POUJOLAT)

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 mais alors, attention aux inconforts). 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-

tues vers les entrées d'air (en menuiseries ou en maçonnerie) et soient source de pollution de l'air intérieur. Cette configuration en ventouse, qui présente de toute façon l'inconvénient de salir l'extérieur du mur, n'est à envisager qu'en dernier recours.



Rénovation labellisée BBC ?

• Dans le cadre de travaux cherchant à atteindre le niveau BBC Effinergie Rénovation ou Effinergie Rénovation (ou RT 2012 pour le neuf), pour de bonnes performances d'étanchéité à l'air,

il est préférable que l'arrivée d'air servant à alimenter le poêle en oxygène soit reliée directement à l'extérieur de l'habitation.

VMC double flux existante ?

• Avec une VMC double flux, on vise impérativement une maison offrant une bonne étanchéité à l'air. Donc le poêle devra être à la fois étanche et raccordable directement sur l'air extérieur.

A noter l'existence de systèmes permettant de diffuser la chaleur d'un poêle (étanche) via le réseau de soufflage d'une VMC double flux.

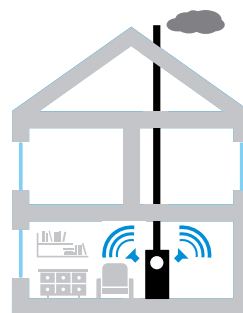
LES POINTS DE VIGILANCE RELATIFS À L'ACOUSTIQUE**Poêles à granulés à convection forcée : bruit du moto-ventilateur**

⇒ **Note A6 / Les bruits d'équipements**

Attention aux nuisances sonores des poêles à granulés induites par le ventilateur de dissipation de l'air. Si les occupants sont sensibles au bruit et/ou aux poussières, préférer les appareils offrant une fonctionnalité de convection naturelle, qui, contrairement aux appareils à convection forcée (par moteur), n'occasionnent pas de bruit supplémentaire dans les phases où de fortes puissances sont demandées (phases de relance, jours de grand froid ou poêles utilisés comme unique source de chauffage). De surcroît, les poêles à convection naturelle évitent les déplacements d'air, donc de poussières.

Rappel sur la réglementation

• Les aménagements effectués dans les locaux d'habitation sont, dans la plupart des départements, soumis à l'arrêté préfectoral relatif aux bruits de voisinage, lequel comprend une disposition prévoyant que tout remplacement ou modification d'un équipement doit se faire de telle sorte que les performances acoustiques



existantes soient conservées. Pour connaître les performances acoustiques exigibles à la date de construction du bâtiment. ⇒ **Note A8 / Recommandations relatives aux performances acoustiques dans le bâti existant**

Bruit lié à l'alimentation en granulés

• L'amenée de combustible (vis sans fin le plus souvent) est mue par un moteur dont l'impact sonore est plus ou moins important selon les modèles.
• La chute du combustible dans le creuset de combustion peut aussi avoir un certain impact sonore. Les pots de combustion en fonte sont réputés moins bruyants que ceux en inox.

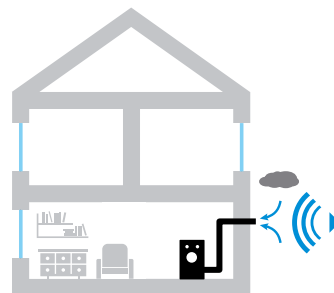
**Diminution de l'isolement de façade dû à un conduit concentrique horizontal**

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

En zone de bruit, si le choix est fait d'une sortie des fumées par conduit concentrique horizontal (poêle à granulés étanche et sortie ventouse en zone 3 au niveau d'un mur), la prise/rejet d'air du poêle constitue un pont phonique. Quand on recherche un isolement acoustique important, il faut tenir compte de la performance D_{new} du conduit.

Performance D_{new} d'un conduit concentrique

• L'isolement acoustique normalisé d'un poêle étanche associé à un conduit concentrique peut être estimé à $D_{N,E,W+C_{tr}} = 45$ dB. Si un isolement acoustique de façade élevé est recherché, il faut tenir compte de cette performance dans le calcul de l'isolement acoustique global.

**Raccordement direct sur l'air extérieur**

• Le raccordement direct d'un poêle sur l'air extérieur constitue également un pont phonique dont il faut tenir compte en cas de recherche d'un isolement de façade élevé. Si possible, on privilégiera alors une prise d'air frais située dans un local bien ventilé (cave, garage, vide sanitaire).

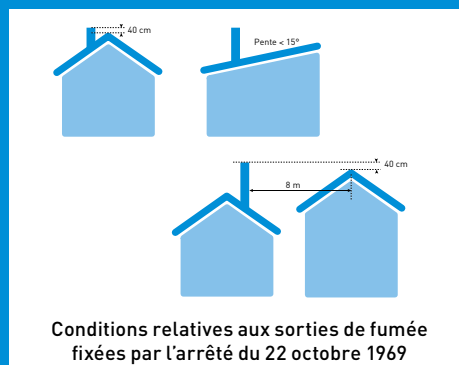
INSTALLATION D'UN POÊLE EN CIRCUIT DE COMBUSTION ÉTANCHE

- Pour le conduit d'évacuation des fumées, la solution d'un conduit dépassant le sommet du toit – sortie dite en « zone 1 » –, est à privilégier (cf. arrêté du 22 octobre 1969 relatif aux conduits de fumée, voir schéma ci-contre).

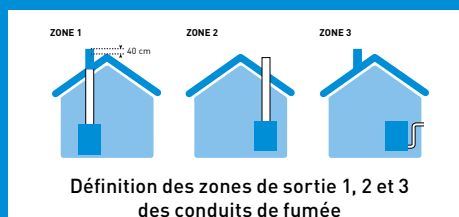
Toute évacuation de fumée en zones 2 et 3 (configuration verticale ou horizontale, voir schéma ci-contre) doit être effectuée en circuit de combustion étanche (poêle étanche et conduit concentrique) et doit être couverte par un document technique d'application (DTA).

A noter que la situation horizontale n'est autorisée que dans le cas d'installation dans des logements existants.

Les caractéristiques vérifiées dans le cas de ce DTA concernent en particulier l'étanchéité et le fonctionnement de l'appareil dans les différentes configurations d'installations visées. En l'absence de normes caractérisant l'étanchéité des appareils, le groupe spécialisé GS 14 a décidé d'exiger un seuil d'étanchéité sous 50 Pa de 0,25 m³/heure/kW jusqu'à 12 kW et 3m³/h au-delà de 12 kW (protocole de mesure d'étanchéité selon EN 613 « Appareils de chauffage indépendants à convection utilisant les combustibles gazeux »).



Conditions relatives aux sorties de fumée fixées par l'arrêté du 22 octobre 1969



Définition des zones de sortie 1, 2 et 3 des conduits de fumée

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



Mauvaise combustion due à un manque d'air comburant

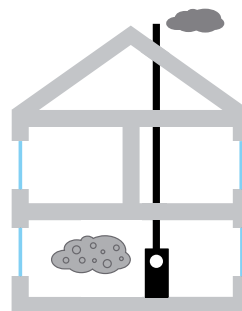
➔ **Note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente**

Un déficit d'air de combustion peut être à l'origine d'une mauvaise combustion (production d'imbrûlés et de monoxyde de carbone), donc de risque important pour les occupants. Dans les logements dépourvus de bouches d'aération, une ouverture spécifique devra être pratiquée, de préférence à proximité du poêle pour limiter les courants d'air inconfortables en hiver. Les entrées d'air des menuiseries extérieures peuvent également convenir, à condition que leur section soit suffisante. Il convient de le vérifier, tout comme la compatibilité avec la VMC, une hotte aspirante, un sèche-linge, un aspirateur centralisé ou toute autre installation pouvant entraver le tirage du poêle. En présence d'un système de ventilation mécanique, il est conseillé de choisir un appareil à raccordement direct (air comburant pris directement sur l'air extérieur).

Section minimale d'amenée d'air

L'amenée d'air comburant doit présenter une section au minimum égale aux exigences fixées par l'arrêté du 23 février 2009 relatif aux intoxications au monoxyde de carbone (arrêté CO) et aux DTU. Vérifier également les préconisations du constructeur de l'appareil.

- **Inserts** : Dans le cas des inserts, les sections d'amenée d'air comburant doivent être conformes au DTU 24.2, quelque soit le système de ventilation (sauf VMC hygro, cas pour lequel une amenée d'air directe est exigée).



Couplage ventilation et poêles à bois : textes applicables

Type de ventilation	Textes applicables	Sections minimales d'amenée d'air comburant
Ventilation naturelle	Arrêté du 23 février 2009	Sections minimales conformes à l'arrêté
Ventilation autoréglable	Arrêté du 24 mars 1982	Aucune section d'amenée d'air réglementaire, mais la dépression créée par l'évacuation mécanique de l'air ne doit pas entraîner d'inversion de tirage. Deux solutions : - entrée d'air non obturable à proximité de l'appareil - augmenter la section des entrées d'air indirectes.
Ventilation hygroréglable	Arrêtés du 24 mars 1982 et du 28 octobre 1983 Cahier des Prescriptions Techniques communes 3615_V3 (sept. 2013)	- Association interdite si l'air comburant n'est pas prélevé directement sur l'air extérieur. - Association possible avec poêle raccordé sur air extérieur sous réserve que l'avis technique de l'appareil l'autorise.
Ventilation double flux	Articles 8 et 11 de l'arrêté du 24 mars 1982	Aucune section d'amenée d'air réglementaire Attention : couplage double flux / appareil à circuit de combustion non étanche non couvert par les DTU.



Appareils à circuit de combustion étanche

Les appareils à combustion fonctionnant en circuit étanche ne sont pas concernés par cette réglementation en matière d'aération. Il convient de se référer aux avis techniques correspondants ainsi qu'aux préconisations constructeurs.

Air comburant pris sur l'air extérieur

La meilleure solution, quand le modèle de l'appareil le permet, consiste à prendre directement l'air de combustion sur l'air extérieur. Afin de puiser de l'air moins froid, sauf en zone de risque radon (voir ci-dessous), on privilégiera alors une prise d'air frais située dans un local bien ventilé (cave, garage, vide sanitaire). Un vide sanitaire est considéré comme ventilé si la section totale libre des ouvertures exprimées en cm² est au moins égale à 5 fois la surface au sol du vide sanitaire exprimée en m². Dans l'option prise sur l'air extérieur, si la prise d'air n'est pas placée face aux vents dominants, il y a risque de refoulement des fumées (la gaine censée apporter l'air frais débouche alors sur une zone de dépression).

S'assurer de l'étanchéité du poêle

Un poêle à bois, s'il n'est pas parfaitement étanche, peut

être très polluant pour le logement (particules fines, monoxyde de carbone, oxydes d'azote, etc.) et provoquer des irritations des voies respiratoires, des allergies et surtout, présenter un danger d'intoxication au monoxyde de carbone. C'est pourquoi il est essentiel de bien contrôler l'étanchéité du joint de porte. Une méthode simple et rapide pour vérifier l'étanchéité d'un joint : ouvrir la porte du poêle, placer une feuille de papier au niveau du joint d'étanchéité et fermer la porte. Si la feuille vient facilement, c'est que le joint doit être changé.

Poêle neuf : dégagement d'odeurs lors des premières utilisations

La plupart des poêles à bois dégagent des fumées et des odeurs lors de leur premier allumage. C'est la première montée en température qui crée ce phénomène, qui est lié à la présence de peinture thermique non encore fixée, de graisse protectrice ou de produits antirouille. Lorsque l'appareil est neuf et qu'il est allumé pour la première fois, il est donc conseillé d'ouvrir les fenêtres. Si possible, mieux vaut donc programmer cette première utilisation en mi-saison, quand l'ouverture des fenêtres est moins problématique.



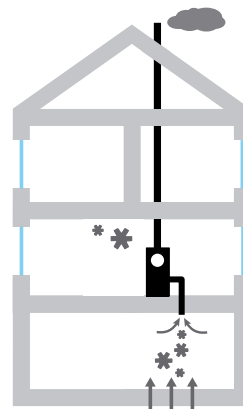
Sols pollués, zone d'exposition au radon

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

Dans le contexte de sols pollués ou de zone de risque radon, le choix du système de ventilation doit se faire en priorité sur la base du critère de la qualité de l'air intérieur : ventilation des locaux en surpression (et surtout pas en extraction). Voir à ce sujet le guide Fluxobat (références en fin de fiche).

Précaution pour la prise d'air directe sur l'air extérieur

• En cas de sol pollué ou de zone de risque radon, la création d'une amenée d'air pour le poêle doit se faire obligatoirement en traversée de mur et non vers une



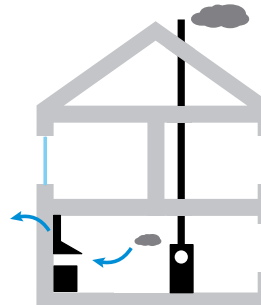
cave, sous-sol ou vide sanitaire. Prévoir également une bonne étanchéité de la prise d'air au niveau des passages de mur.



Risque de pollution au monoxyde de carbone en présence d'une hotte aspirante

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

En fonctionnement, une hotte à extraction (évacuant l'air vers l'extérieur, contrairement aux hottes à recyclage d'air) peut créer un contre tirage du chauffage d'appoint et entraîner des taux de monoxyde de carbone importants. Pour éviter ce phénomène, il est conseillé d'ajouter une grille d'entrée d'air à proximité de la hotte. A défaut, quand le poêle fonctionne, il faudra ouvrir la fenêtre lorsque la hotte est en marche.



• La hotte à recyclage retraite l'air en circuit fermé sans passer par l'extérieur : l'air épuré, débarrassé de ses graisses et de ses odeurs grâce à des filtres à charbon, est refoulé dans la cuisine. Ce type de hotte ne perturbe pas le tirage d'un appareil d'appoint à combustion.

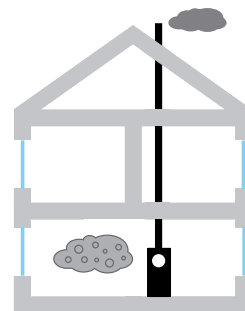


Emissions et performance environnementale

Le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils (COV), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les particules fines sont émis lorsque la combustion du bois est mal maîtrisée. Pour éviter de dégrader l'air intérieur et extérieur, les appareils de chauffage au bois doivent être bien dimensionnés, correctement utilisés et le combustible doit être de bonne qualité.

Quelques règles simples pour une combustion bien maîtrisée

- Choisir un appareil bien dimensionné : un poêle à bois chauffe la pièce dans lequel il est installé, pas la maison tout entière. Surdimensionné, l'appareil sera utilisé à faible régime, ce qui se traduira par une combustion incomplète et la formation de bistre (encrassement du conduit).
- Utiliser du bois sec – un bois à plus de 20 % d'humidité peut émettre jusqu'à 30 fois plus de particules –, fendu et privilégier l'allumage inversé (allumage par le haut), car la phase d'allumage est la plus polluante si elle est mal conduite.



- Si des odeurs associées à la combustion s'installent dans la maison, cela signifie que le poêle à bois rejette des polluants nocifs pour la santé. Vérifiez si le conduit de la cheminée est encrassé. Il est recommandé de faire ramoner mécaniquement le conduit d'évacuation deux fois par an, et de faire entretenir chaque année l'appareil par un professionnel.
- Plutôt qu'une cheminée ouverte, source de pollution, préférer un insert fermé, un foyer fermé ou un poêle.
- Choisir des équipements performants, ayant au minimum le niveau de performance « flamme verte 5 étoiles » (rendement $\geq 70\%$, taux de CO $\leq 0,3\%$, indice de performance environnemental ≤ 2), qui est d'ailleurs le critère pour bénéficier du crédit d'impôt transition énergétique.



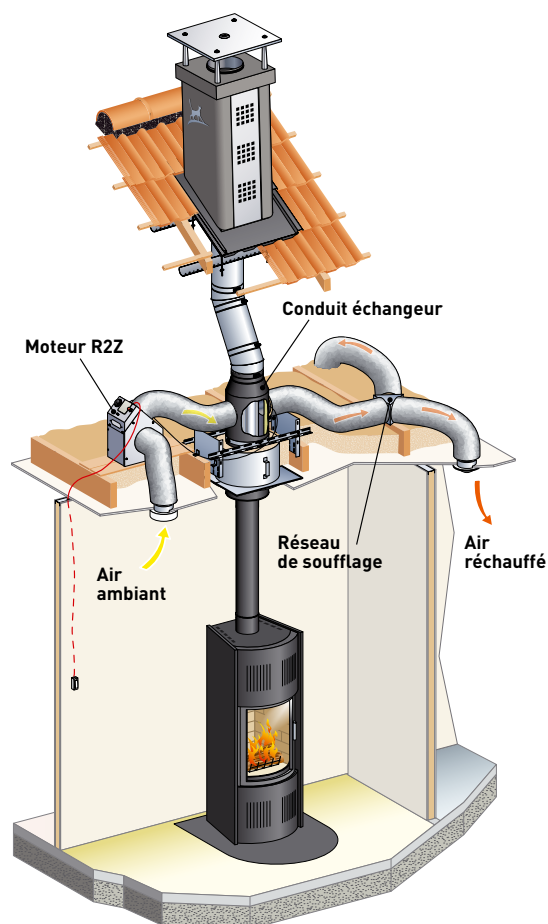
Appareils couplés à un système de récupération et de distribution d'air chaud

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

Les systèmes de récupération et de distribution d'air chaud (SRDAC) doivent être utilisés avec précaution pour ne pas perturber le fonctionnement de la ventilation, en particulier dans les habitations de type BBC fortement isolées et étanches à l'air.

Pour garantir la sécurité des occupants et le bon renouvellement d'air du logement lors de l'installation d'un SRDAC pour appareil à bois, les dispositions suivantes doivent être respectées (source : ATec CSTB, 2011) :

- Pour maintenir la ventilation par balayage, les bouches de distribution d'air chaud ne peuvent pas être installées dans les pièces comportant des bouches d'évacuation d'air vicié ;
- Pour éviter tout risque de dysfonctionnement de l'installation ou de refoulement des produits de combustion, aucun autre appareil (hotte, aspiration centralisée...) ne doit être raccordé sur un conduit de fumées à tirage naturel dans la pièce où est installé l'appareil ;
- Dans le cas d'un chauffage principal électrique, les SRDAC sont incompatibles avec une VMC hygroréglable avec entrées d'air hygroréglables (Hygro B). De fait, l'assèchement de l'air intérieur provoqué par l'emploi combiné de l'appareil à bois et du SRDAC peut réduire le



Système de récupération et de distribution d'air chaud pour foyer fermé, poêle à bois ou poêle à granulés
(doc. Cheminées POUJOLAT)



débit d'air neuf à un niveau insuffisant pour assurer une ventilation hygiénique et une bonne QAI dans l'habitation ;

- Quand le chauffage principal n'est pas électrique, les SRDAC peuvent être installés dans les logements ventilés par VMC Hygro B à condition que l'entrée d'air de convection soit extérieure, directe en façade et spécifique à l'appareil, ce qui exclut les conduits d'air en vide sanitaire et les cheminées centrales avec amenée d'air par conduit. L'installation est également possible lorsque l'air de convection présente une proportion minimale de 40% d'air extérieur prélevé dans les conditions qui viennent d'être précisées ;

- Dans le cas où l'air de convection est prélevé dans l'ambiance, chaque pièce distribuée doit comporter une ouverture d'au moins 100 cm² pour permettre un retour d'air dans la pièce où est installé l'insert. Elle peut être réalisée par détalonnage des portes ou à l'aide de grilles de transfert entre pièces ;

- Dans tous les cas, il est préférable de privilégier une prise d'air de convection à l'extérieur lorsque cela est techniquement possible, pour une meilleure ventilation des locaux et une température d'air chaud plus faible au niveau des bouches de soufflage.

MISE EN ŒUVRE

- En cas de tubage d'un conduit existant, l'espace annulaire entre le tubage et les parois du conduit de fumée doit être ventilé par le biais d'une entrée d'air annulaire de 20 cm² (partie basse) et d'une sortie d'air de 5 cm² (partie haute).

ATTENTION !

Attention aux appareils de chauffage indépendants, c'est-à-dire non raccordés à un conduit de fumée (poêle à gaz ou à pétrole). L'intégralité des rejets de la combustion se retrouve dans l'air intérieur du logement, ce qui se traduit par une importante dégradation de la qualité de l'air, une augmentation de l'humidité et du taux de CO₂. Ces systèmes fortement déconseillés ne devraient être utilisés qu'en appoint ou secours en procédant à une importante aération du logement.

POUR EN SAVOIR PLUS...

- Arrêté du 23 février 2009 pris pour l'application des articles R. 131-31 à R. 131-37 du code de la construction et de l'habitation relatif à la prévention des intoxications par le monoxyde de carbone dans les locaux à usage d'habitation.

- Article 31 du règlement sanitaire départemental type (RSDT), qui résume les règles relatives à l'entretien des conduits de chauffage.

- NF DTU 24.1 : Travaux de bâtiment - Travaux de fumisterie - Systèmes d'évacuation des produits de combustion desservant un ou des appareils.

- NF DTU 24.2 : Travaux de bâtiment - Travaux d'âtrerie.

- Les DTA des systèmes EVAPDC et des appareils à granulés sont téléchargeables gratuitement sur le site internet du CSTB.

- Guide Ademe - L'habitat individuel - « Se chauffer au bois » - www.ademe.fr

- Guide Fluxobat : Evaluer les transferts de pollution du sol vers l'air intérieur et extérieur - www.fluxobat.fr



À RETENIR ! POINTS DE VIGILANCE ACOUSTIQUE

- Certains poêles à granulés à convection forcée peuvent s'accompagner d'un bruit de ventilateur potentiellement gênant pour les occupants. Si le calme est un critère important, préférer un

poêle à convection naturelle.

- De même, certains systèmes de récupération et de distribution d'air chaud fonctionnent avec une turbine qui peut occasionner des nuisances sonores.



À RETENIR ! QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

- Vérifier la compatibilité avec la VMC, une hotte aspirante, un sèche-linge, un aspirateur centralisé ou toute autre installation pouvant entraver le tirage du poêle. Pour éviter toute interaction avec le système de ventilation, une bonne solution consiste à choisir un appareil disposant d'une entrée d'air comburant dédiée (raccordement

direct sur l'air extérieur).

- Une VMC hygro est incompatible avec un poêle ne prenant pas directement son air comburant sur l'extérieur.

- Dans les logements dépourvus de bouches d'aération, une ouverture spécifique doit être pratiquée. Les entrées d'air des menuiseries extérieures peuvent également convenir, à condition que leur

section soit suffisante.

- Les systèmes de récupération et de distribution d'air chaud doivent être utilisés avec précaution pour ne pas perturber le fonctionnement de la ventilation, en particulier dans les habitations de type BBC fortement isolées et étanches à l'air.

LES NOTES TECHNIQUES

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



INTRODUCTION AUX NOTES TECHNIQUES RELATIVES À L'ACOUSTIQUE

Les notes acoustiques rassemblent les éléments essentiels pour la compréhension des interactions entre l'acoustique et l'isolation thermique et la création ou la modification d'équipements.

L'acoustique sans formules

Ces notes ont été conçues pour que le lecteur ne s'enlise pas dans des calculs rébarbatifs maîtrisés par ceux qui manient le logarithme décimal avec dextérité. C'est pourquoi les formules mathématiques ont été remplacées par des tableaux et des abaques, suivant que le lecteur préfère l'une ou l'autre des présentations. L'utilisation de ces outils est presque systématiquement illustrée par des exemples d'application. Le lecteur non averti peut d'ailleurs utiliser l'intitulé des exemples comme un exercice d'application.

Les impasses

Les domaines de l'acoustique des bâtiments n'ont pas tous été abordés. Notamment le traitement acoustique de l'ambiance d'une pièce n'est pas développé : il est rare qu'on traite une pièce de logement sinon par son ameublement, la relation avec la thermique n'est pas évidente, bien que certains matériaux absorbants puissent apporter un complément de résistance thermique qui peut être appréciable dans un bâtiment de sport, une

salle de classe sous terrasse ou une salle de spectacle, autant d'établissements qui ne sont pas dans le champ de ce document.

S'y retrouver dans la forêt des indices acoustiques

La note technique n°10 consacrée aux « indices acoustiques » passe en revue l'ensemble des indices utilisés dans ce guide, que ce soit dans les fiches travaux ou les autres notes techniques acoustiques. La liste impressionnante de ces indices et leur expression participent de l'image de complexité qui colle à cette discipline. Mais si l'on fait la liste des symboles et indices utilisés dans les problématiques d'énergie, on doit aboutir à une liste tout aussi impressionnante.

Quand faire appel à un acousticien ?

Dans la mesure du possible nous nous sommes efforcés de signaler à partir de quel degré de complexité il était prudent de faire appel à un acousticien. Il y a 150 ingénieurs conseil ou bureaux d'études acoustiques du bâtiment répartis dans toute la France et qui répondent aux problèmes posés par les particuliers.

Pour avoir les coordonnées d'un acousticien dans une ville ou une région, il suffit de téléphoner au CIDB (Tel. : 01 47 64 64 64) ou au CINOV-GIAC (Groupement de l'ingénierie acoustique – Tel. : 01 44 30 49 43).



NOTIONS DE BASE SIMPLIFIÉES

PRODUCTION ET CARACTÉRISTIQUES D'UN SON

• À partir de la source de bruit, qu'on supposera ponctuelle (de petite dimension) et omnidirectionnelle, se propagent des ondes sphériques de pression et de dépression. Dans un milieu homogène (l'air par exemple) la vitesse de propagation est constante : dans l'air, la vitesse du son, appelée aussi célérité du son, est de 340 m/s.

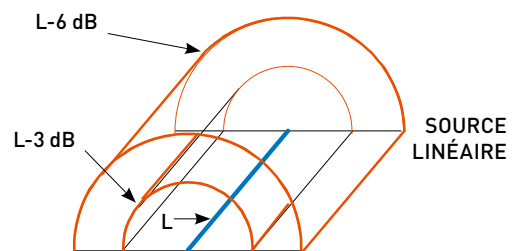
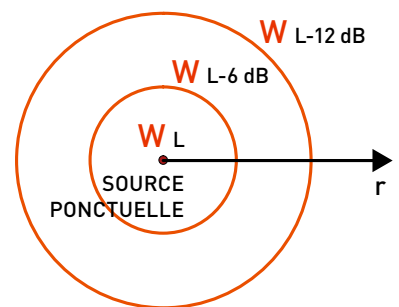
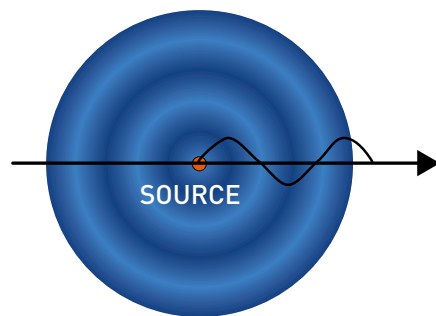
Le son en un point est caractérisé par la pression acoustique p et la fréquence f .

• **Pression acoustique** : Au passage des ondes en un point d'observation, la pression varie autour de la pression atmosphérique. Cette variation est liée à ce qu'on appelle la pression acoustique. Quand cette pression acoustique arrive à la membrane du tympan de l'oreille, elle provoque une sensation sonore.

• **Fréquence** : Une caractéristique de la source est sa fréquence de vibration (nombre de cycles par seconde) exprimée en Hertz (Hz). La vitesse du son étant constante, au point d'observation, cette fréquence se retrouve inchangée.

• **Puissance acoustique** : Pour créer les ondes acoustiques, la source libère une certaine quantité d'énergie. La source est caractérisée par sa puissance acoustique W (exprimée en Watts). Cette puissance acoustique se répartit sur les ondes.

• **Intensité acoustique** : Quand l'onde acoustique s'éloigne de la source, sa surface augmente. Par conséquent, l'énergie par unité de surface d'onde, appelée intensité acoustique I , diminue. Dans le cas d'une source sonore ponctuelle, la propagation des ondes est sphérique et le niveau de pression acoustique diminue de 6 dB chaque fois qu'on double la distance du point d'écoute à la source. Dans le cas d'une source linéaire (route à trafic continu par exemple), les ondes sont hémicylindriques et le niveau de pression acoustique diminue de 3 dB chaque fois qu'on double la distance du point d'écoute à la source.



• **Sensation acoustique** : Il a été observé que la sensation acoustique est proportionnelle au logarithme décimal de l'excitation. D'où l'introduction des niveaux sonores en décibels (dB) : un niveau sonore en décibels est égal à 10 fois le logarithme décimal d'une grandeur divisée

par une grandeur de référence. Cela complique l'addition de deux niveaux, car ce sont les grandeurs utilisées qui s'ajoutent et non pas les niveaux sonores.

➡ Voir note A1 / Le décibel

Caractéristiques physiques		
	Grandeur	Unité
La source	Fréquence f	Hertz (Hz)
	Puissance acoustique W	Watt (W)
Le son en un point	Fréquence f	Hertz (Hz)
	Pression acoustique p	Pascal (Pa)
	Intensité acoustique I	Watts par m^2 (W/m^2)

Caractéristiques acoustiques		
Pour la source	Niveau de puissance acoustique	
	$L_W = 10 \log_{10} (W / W_0)$ en dB	$W_0 = 10^{-12}$ Watts
Pour le son en un point	Niveau d'intensité acoustique	
	$L_I = 10 \log_{10} (I / I_0)$ en dB	$I_0 = 10^{-12}$ Watts/ m^2
	Niveau de pression acoustique	
$L_p = 10 \log_{10} (p^2 / p_0^2)$ en dB	$p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$ Pascals	

Plutôt qu'une pression acoustique brute en pascals, on exprime couramment le niveau de pression acoustique par rapport à une pression acoustique de référence en décibels



INTRODUCTION AUX PROBLÈMES D'ACOUSTIQUE DU BATÎMENT : CAS DES BRUITS AÉRIENS

Réflexion, absorption et transmission des bruits aériens par une paroi

- **Bruits aériens** : Les bruits aériens sont ceux qui sont produits et se propagent dans l'air (parole, radio...), par opposition aux bruits dits solidiens qui, eux, sont dus à une énergie communiquée directement à une paroi (bruits de chocs, vibrations dues à des équipements...).

- Lorsqu'une onde acoustique rencontre une paroi :

- il y a une **réflexion** d'une partie de l'énergie acoustique sur l'obstacle (les molécules d'air, très légères, sont renvoyées par le mur beaucoup plus lourd) ;

- il y a **absorption** d'une partie de l'énergie par l'obstacle (le mur, sollicité par des ondes arrivant avec de nombreuses incidences, se déforme et les pertes internes dans le matériau qui le constitue se traduisent par une consommation d'énergie sous forme de chaleur) ;

- il y a **transmission** d'une part de l'énergie vers le milieu situé de l'autre côté par rapport à la source ; bien qu'il soit lourd et sollicité par une énergie très faible le mur « accuse le coup » et est déplacé dans un sens lorsqu'une onde de pression le heurte et est rappelé dans l'autre sens par la dépression suivante. Plus l'obstacle est lourd plus il est difficile de le mettre en mouvement et plus la vitesse de déplacement est faible.

Insonorisation – Correction acoustique – Isolation acoustique

Augmentation du niveau sonore par réverbération

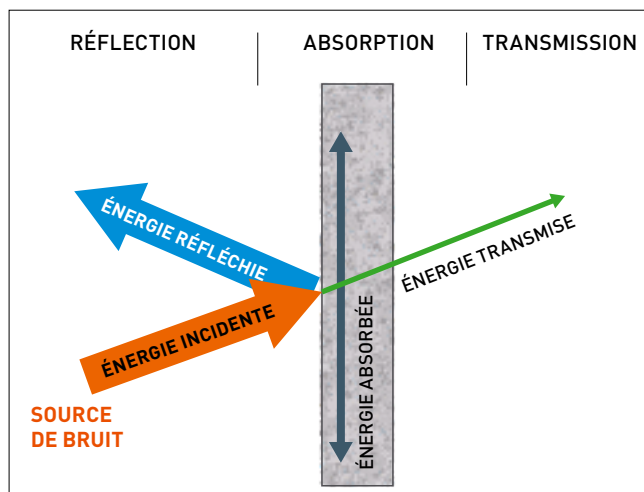
- Considérons une source de bruit et un obstacle. Côté source, au point d'observation P, on reçoit à la fois l'énergie qui arrive directement de la source (énergie directe) et l'énergie réfléchiée par la paroi (énergie réverbérée). Résultat : le niveau sonore au point P est plus fort que celui qu'il y aurait s'il n'y avait pas d'obstacle.

- C'est d'ailleurs une constatation générale : dès qu'on enferme une source dans un local, ou dès qu'on réalise un capotage autour d'une source, on augmente le niveau sonore dans l'enceinte par rapport à ce qu'il aurait été si la source avait été en champ libre, avec des ondes acoustiques se propageant sans contraintes.

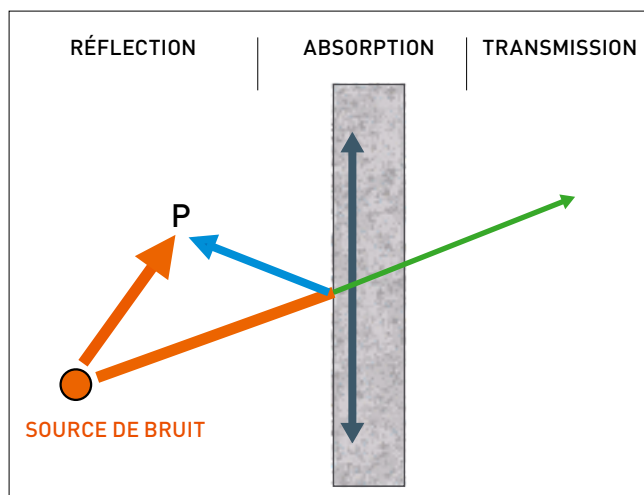
Correction acoustique d'un local

- Dans les cas où l'on veut entendre la source de bruit, ce qui est le cas dans les salles de concert, les salles de classes, dans les pièces dédiées à l'écoute d'une chaîne hi-fi, il faut doser les réflexions et les absorptions des parois afin que l'écoute soit la meilleure possible. On réalise ainsi la correction de l'ambiance acoustique du local.

- Dans une salle dont les parois sont dénuées de tout revêtement absorbant, l'énergie acoustique envoyée par la source de bruit dans toutes les directions se réfléchit sur les parois et se conserve relativement longtemps dans le local après que la source cesse d'émettre. **On caractérise la salle par sa durée de réverbération, temps qu'il faut pour que le niveau de bruit diminue de 60 dB à partir du moment où la source est arrêtée.** Plus on place d'absorbants efficaces dans le local, plus sa durée de réverbération diminue.



Ce schéma de principe d'une paroi faisant obstacle à la propagation d'un bruit permet de dégager les grands problèmes de bruits aériens qu'il y a à traiter en acoustique du bâtiment.



Augmentation du niveau sonore par réverbération

Insonorisation d'un local

- Dans les cas où l'on veut entendre le moins possible la source de bruit, ce qui est le cas des ateliers, des locaux techniques, des plateaux de bureaux, on peut augmenter l'efficacité et la surface des matériaux absorbants, afin de diminuer les réflexions sur les parois du local et se rapprocher des conditions d'écoute en champ libre. On réalise ainsi l'**insonorisation du local**.

- Par un traitement absorbant parfait, on supprime le champ réverbéré par les parois, mais on ne modifie pas le niveau sonore dû à l'énergie qui arrive directement de la source.

Isolation acoustique d'un local

- De l'autre côté de l'obstacle (milieu réception), pour réduire le niveau sonore, il faut diminuer le coefficient de transmission. Il s'agit alors de réaliser l'**isolation acoustique du local de réception** par rapport au local où se trouve la source de bruit (milieu émission). ➡ Ce thème est développé dans la [note A2 / La transmission du bruit](#).

À SAVOIR !

Ne pas confondre les techniques d'isolation et celles de l'insonorisation ou de la correction acoustique d'un local.

• Le fait de placer un matériau plus absorbant sur la paroi de séparation diminue la part d'énergie réfléchi par la paroi, mais ne modifie quasiment pas le facteur de transmission de cette paroi. Tout au plus peut-on constater une légère diminution du niveau de bruit dans le local émission, ce qui se traduira par une légère diminution du niveau de bruit dans le local réception. La différence entre le niveau émis et le niveau reçu, quant à elle, reste la même.

• Par ailleurs, intervenir dans le local réception en l'équipant de revêtements absorbants équivaudrait à une dépense inutile. En effet, ce qui gêne l'occupant du local réception, c'est l'émergence du bruit en provenance du local émission par rapport au niveau de bruit ambiant (niveau de bruit lorsque la source de bruit à isoler est arrêtée). Augmenter l'absorption à la réception permet certes de diminuer le bruit perturbateur de quelques décibels, mais a pour effet également de diminuer d'autant le niveau de bruit ambiant. L'émergence, elle, reste la même et le problème de gêne n'est pas résolu.

INTRODUCTION AUX PROBLÈMES D'ACOUSTIQUE DU BÂTIMENT : CAS DES BRUITS SOLIDIENS

Les bruits solidiens dus à des chocs sur des parois (marche, déplacement ou chute d'objets...) ou à des vibrations de machines ou canalisations communiquées directement à des parois se propagent à grande vitesse dans les matériaux de construction. Ils se transmettent à tous les murs, planchers ou cloisons liés à la paroi excitée par la source. Toutes les parois qui véhiculent l'énergie des chocs ou vibrations rayonnent alors des bruits aériens dans les locaux traversés.

Bruits de chocs

Pour les bruits de chocs, deux principes de solutions peuvent être appliqués pour atténuer leur transmission vers les locaux à protéger :

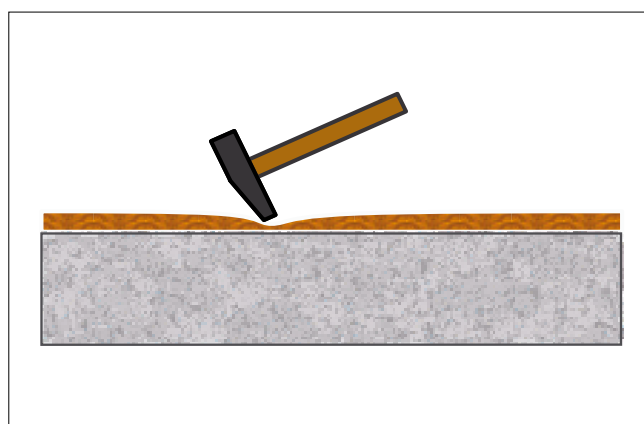
- soit on amortit le choc à la source en équipant la paroi sollicitée d'un revêtement souple (revêtement de sol minces et souples tels que moquettes, plastiques sur sous couche résiliente) ;
- soit on crée une coupure sur le trajet de l'énergie due au choc en réalisant des sols flottants sur sous couche résiliente (chapes flottantes, parquets ou carrelages flottants).

Vibrations

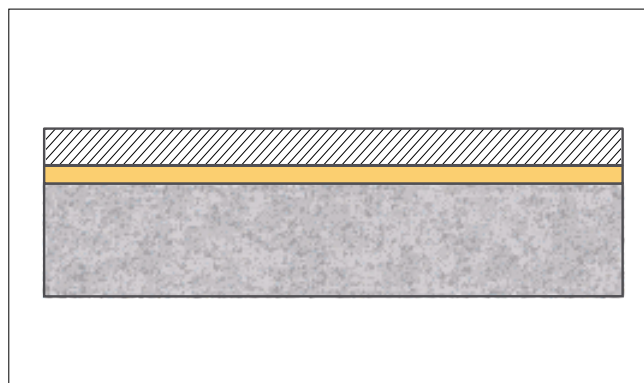
Pour les vibrations, on peut limiter leur production par un bon équilibrage des parties tournantes des équipements, par la suspension antivibratile des machines, par l'ajout de colliers souples aux canalisations...

Contrepartie aérienne des bruits solidiens

Les murs, planchers ou cloisons parcourus par une énergie résultant de chocs ou de vibrations émettent à leur tour des bruits aériens dans les locaux que ces parois délimitent. Ces bruits aériens se comportent alors comme s'ils avaient été produits par une source sonore qui serait située dans le local même. Suivant les caractéristiques de la pièce, ils sont plus ou moins atténués. Dans ce cas, la mise en place de matériaux absorbants dans le local peut s'avérer très utile. Pour le choix de ces matériaux, qui doivent être adaptés aux fréquences des bruits émis, l'appel à un acousticien est conseillé.



Option revêtement souple



Option sol flottant

LE DÉCIBEL

PRODUCTION ET CARACTÉRISTIQUES D'UN SON

En plus des phénomènes physiques liés à la production et à la propagation du son (→ Voir note A0 / Notions de base simplifiées), il faut aussi prendre en compte deux phénomènes, d'ordre physiologique cette fois, car il ne faut pas oublier que le bruit est une affaire de perception :

- La sensation sonore est proportionnelle au logarithme décimal de l'excitation (la pression acoustique p) ; c'est la raison de la nécessité du **décibel** (voir note A0). Le rapport de pression acoustique entre le bruit le plus faible audible par la moyenne des individus (seuil d'audibilité) et le seuil de la douleur ressentie est de 10%, soit un million. Grâce au décibel, cette échelle linéaire de très grande amplitude est remplacée par une échelle logarithmique allant de 0 dB (seuil d'audibilité) à 120 dB (seuil de la douleur).

Mais cette échelle logarithmique n'est pas facile à manier pour les non-initiés : la présente fiche propose des tableaux

1 dB + 1 dB = 4 dB
4 dB + 10 dB = 11 dB
11 dB + 21 dB = 21 dB

Le décibel suit une échelle logarithmique, donc non linéaire

et abaqués permettant d'éviter les calculs à ceux pour qui l'utilisation du logarithme est trop lointaine.

- L'oreille humaine moyenne entend moins bien les sons de fréquences graves (basses fréquences) que les sons de fréquences moyennes et aiguës, d'où l'introduction du **décibel pondéré A (dBA)**, notion que nous explicitons à la fin de la présente note.

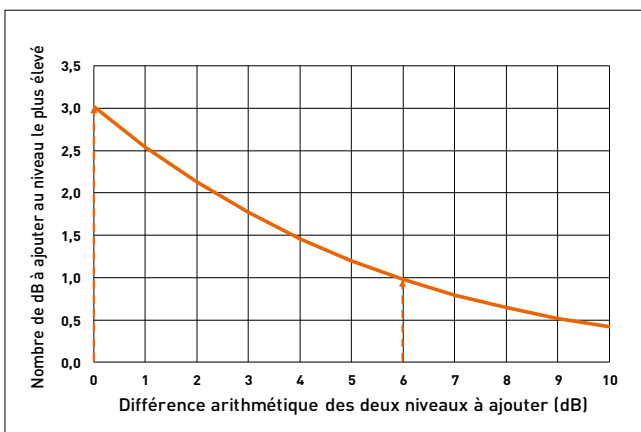
ADDITION DES DÉCIBELS

Addition de deux niveaux sonores exprimés en décibels

- Pour éviter les calculs, on peut additionner deux niveaux sonores L_1 et L_2 exprimés en décibels en utilisant le tableau suivant :

Différence arithmétique des deux niveaux	D = L1 - L2 (dB)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Décibels à ajouter au niveau le plus élevé pour avoir le résultat de l'addition	A (dB)	3	2,5	2,1	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4

- On peut aussi utiliser l'abaque suivant :



Addition de deux niveaux sonores en décibels

• Exemple 1 :

$L_1 = 1 \text{ dB}$, $L_2 = 1 \text{ dB}$, $L_1 - L_2 = 0$, $A = 3$

$L_1 \text{ dB} + L_2 \text{ dB} = 1 + 3 = 4 \text{ dB}$

• Exemple 2 :

$L_1 = 4 \text{ dB}$, $L_2 = 10 \text{ dB}$, $L_1 - L_2 = 6$, $A = 1$

$L_1 \text{ dB} + L_2 \text{ dB} = 10 + 1 = 11 \text{ dB}$

• Exemple 3 :

$L_1 = 11 \text{ dB}$, $L_2 = 21 \text{ dB}$, $L_1 - L_2 = 10$, $A = 0,4$

$L_1 \text{ dB} + L_2 \text{ dB} = 21 + 0,4 = 21,4 \text{ dB}$ (arrondi à 21 dB)

Les calculs sont menés en tenant compte des dixièmes de décibels et le résultat final est arrondi au décibel entier le plus proche. En effet, la précision des mesures acoustiques ne permet pas de garantir le dixième de décibel.



Addition de plus de deux niveaux sonores exprimés en décibels

On combine les niveaux deux par deux en commençant par les niveaux identiques, puis par les niveaux espacés de 6 dB, s'il y en a.

Exemple :

Ajouter les niveaux en dB suivants : 64, 71, 77, 80, 81 et 81

$$81 \text{ dB et } 81 \text{ dB} \rightarrow 81 + 3 = 84 \text{ dB}$$

$$71 \text{ et } 77 \text{ dB} \rightarrow 77 + 4 = 81 \text{ dB}$$

Il reste 64, 78, 80 et 84

$$78 \text{ et } 84 \rightarrow 85$$

Il reste 64, 80 et 85

$$80 \text{ et } 85 \rightarrow 86,2 \text{ (écart de 5 dB)}$$

La combinaison de 64 dB et 86,2 dB donne 86,2 dB (écart de 22,2 dB !).

Quelques constatations

• Cas de deux sources identiques (L1 - L2 = 0 dB)

Lorsqu'en un point d'écoute, on entend simultanément deux sources identiques, le niveau sonore n'est que de 3 dB supérieur à celui qu'on entendrait s'il n'y avait qu'une source en fonctionnement.

Une augmentation de 3 dB du niveau sonore correspond donc à un doublement de l'énergie acoustique :

$$35 \text{ dB} + 35 \text{ dB} = 38 \text{ dB}$$

$$80 \text{ dB} + 80 \text{ dB} = 83 \text{ dB}$$

• Cas de deux sources de niveau nettement différent (L1 - L2 > 9 ou 10 dB)

Lorsque les niveaux produits par deux sources de bruit ont un écart supérieur à 9 ou 10 dB, on n'entend que le bruit le plus fort et on n'a même pas conscience de la présence de la source la plus silencieuse.

L'effet de masquer d'un bruit fort par rapport à un bruit plus faible se produit à partir d'une différence de 9 ou 10 dB :

$$60 \text{ dB} + 70 \text{ dB} = 70 \text{ dB}$$

Mais le fait de traiter efficacement la source du bruit le plus fort fait alors « apparaître » l'autre source. Laquelle risque, elle aussi, de s'avérer gênante. C'est ce qui peut arriver quand, dans un logement situé à proximité d'une voie routière, on augmente l'isolation acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs. Les bruits provenant des logements voisins, auparavant masqués par le bruit de la circulation routière, sont désormais perceptibles. A un bruit constant et anonyme succèdent des bruits de voisinage, plus difficiles à accepter.

LE DÉCIBEL PONDÉRÉ A : dB(A) (ou dBA)

Analyse d'un bruit :

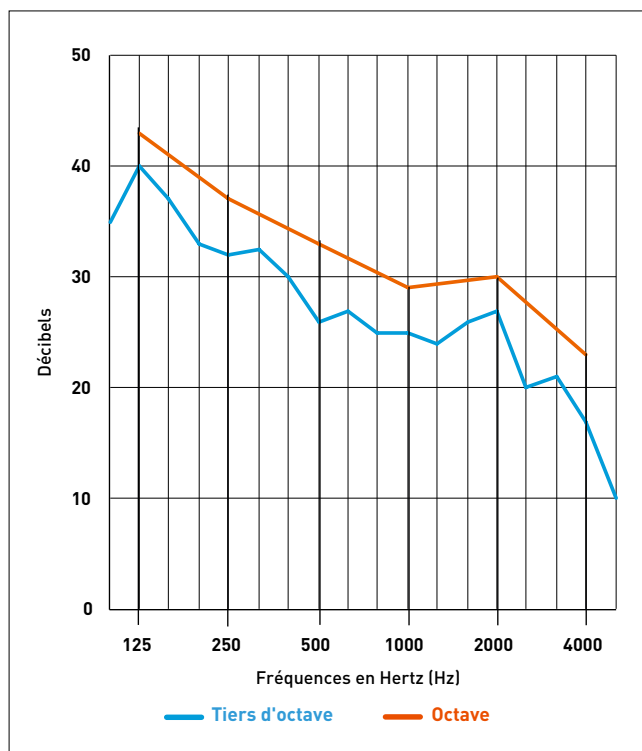
- On filtre le bruit par intervalles de fréquences en ne conservant que l'énergie acoustique contenue dans l'intervalle utilisé. On mesure alors en une seule fois le niveau sonore correspondant, qu'on affecte à la fréquence médiane de l'intervalle. On utilise généralement des largeurs de bandes d'une octave ou d'un tiers d'octave (l'octave est l'intervalle entre deux fréquences telles que l'une est le double de l'autre : par exemple l'intervalle entre 90 et 180 Hz). On obtient ainsi ce qu'on appelle le « spectre du bruit ».

- Le spectre du bruit correspondant est porté sur un graphique dont l'axe des abscisses est découpé suivant une échelle logarithmique, ce qui revient à donner la même importance à chaque intervalle d'octave ou de tiers d'octave. Les bandes d'analyse sont normalisées (norme NF S 30 002). Dans le bâtiment, on utilise le plus souvent les fréquences comprises entre la bande d'octave centrée sur 125 Hz et celle centrée sur 2000 ou 4000 Hz. Pour les analyses par bandes de tiers d'octave, les fréquences utilisées sont comprises entre le tiers d'octave centré sur 100 Hz et le tiers d'octave centré sur 4000 ou 5000 Hz.

Sensibilité de l'oreille humaine

L'oreille humaine moyenne entend moins bien les fréquences graves (octaves centrées sur 125 et 250 Hz) que les fréquences moyennes (octaves 500 et 1000 Hz) ou les fréquences aiguës (octaves 2000 et 4000 Hz).

Pour tenir compte de cette sensibilité de l'oreille, on utilise un filtre de pondération – le filtre A – et on caractérise le bruit par sa valeur globale exprimée en dB(A).



Analyse d'un bruit de ventilation par intervalles d'octave ou de tiers d'octave

Exemple :

Reprenons les valeurs mesurées par intervalles d'octave pour le bruit de ventilation analysé précédemment :

Intervalles d'octave en Hz	125	250	500	1000	2000	4000
Mesures (dB)	43	37	33	29	30	23
Pondération A	-16	-9	-3	0	+1	+1
Valeurs pondérées	27	28	30	29	31	24

Pour avoir la valeur en dB(A) du bruit de ventilation, il reste à « additionner » les six valeurs de la dernière ligne du tableau :

24 et 30 (écart de 6) → 31

31 et 31 → 34 Il reste 27, 28, 29 et 34

34 et 28 → 35

35 et 29 → 36 Il reste 27 et 36

27 et 36 → $36 + 0,5 = 36,5$ arrondi à 36 dB(A)

Quand le sonomètre mesure directement en dB(A), il fait automatiquement cette opération.

Notons que si on avait additionné les valeurs mesurées en dB (première ligne du tableau) on aurait obtenu 44 dB. Cet écart important entre la valeur globale en dB et la valeur en dB(A) est due au fait que le bruit mesuré est à dominante « grave ».



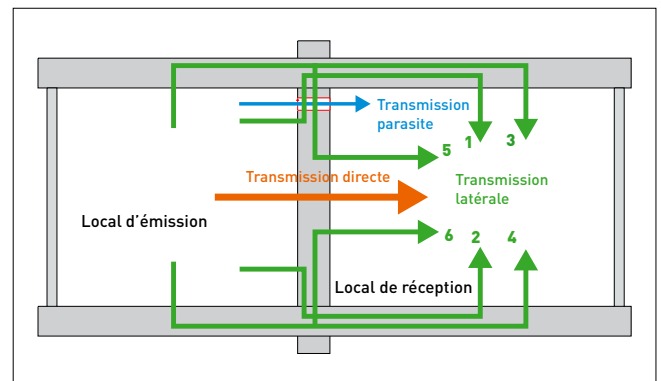
LA TRANSMISSION DU BRUIT D'UN MILIEU « ÉMISSION » VERS UN LOCAL DE « RÉCEPTION »

PRINCIPES

Le bruit produit par la source sonore située à l'émission cherche toutes les voies possibles pour aller dans le local de réception.

- Le bruit passe d'abord par les éventuels trous et défauts d'étanchéité présents dans la paroi de séparation, par les traversées de gaines ou de canalisations. C'est ce qu'on appelle les **transmissions parasites**.
- Le bruit passe par la paroi de séparation, en la mettant en vibration. c'est ce qu'on appelle la **transmission directe** par la paroi de séparation.
- Le bruit passe par les parois latérales liées à la paroi de séparation : par sa mise en vibration, la paroi de séparation transmet de l'énergie acoustique aux parois latérales du local de réception qui lui sont liées (**voies 1 et 2** sur la figure ci-contre) ; dans le local d'émission, les parois latérales sont mises en vibration et transmettent une partie de cette vibration à la paroi latérale côté réception (**voies 3 et 4**) et à la paroi de séparation qui en retransmet une partie aux parois latérales du local de réception (**voies 5 et 6**). Il s'agit des **transmissions latérales**.

Entre deux logements juxtaposés (maisons en bande et maisons de ville) ou superposés (immeuble), on dénombre une voie de transmission acoustique directe (par la paroi de séparation) et douze voies de transmissions latérales. Trois pour chacune des deux parois verticales (voies 1 à 6) et trois pour chacune des parois horizontales (plancher et plafond).



Entre deux locaux, il y a 1 voie de transmission directe et 12 voies de transmission latérale

En l'absence de transmissions parasites, lorsque la paroi de séparation et les parois latérales sont lourdes et non doublées par un complexe d'isolation, l'énergie acoustique transmise par les parois latérales est trois fois plus importante que celle transmise par la paroi de séparation. En termes d'isolement acoustique, elles sont la cause d'une perte de 5 dB par rapport à l'isolement correspondant à la seule transmission directe.

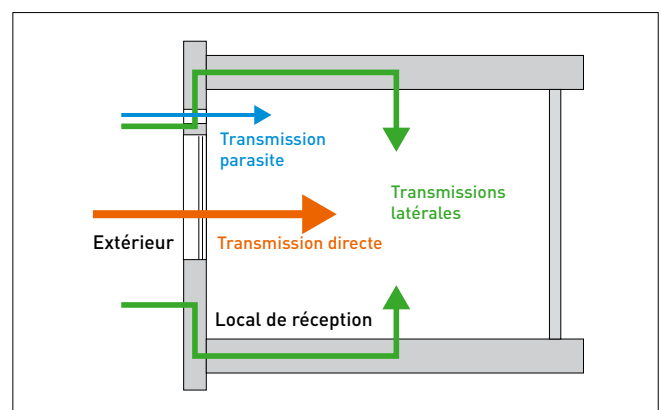
La perte d'isolement est encore aggravée si une ou plusieurs parois latérales sont en maçonnerie légère et rigide (carreaux de plâtre, briques plâtrières) ou s'il y a des transmissions parasites.

PROTECTION CONTRE LES BRUITS EXTÉRIEURS : FAÇADE SANS DOUBLAGE (NE COMPORTANT PAS DE COMPLEXE D'ISOLATION THERMIQUE OU ACOUSTIQUE)

Dans le cas des bruits extérieurs :

- La transmission directe se fait par la façade (fenêtre, linteau, allège, trumeau). En présence de façades étanches et lourdes (en maçonnerie), c'est la surface et la performance acoustique de la fenêtre qui détermine l'isolement acoustique global.
- Les transmissions latérales, au nombre de quatre (une par jonction), peuvent faire perdre 1 dB d'isolement acoustique lorsque la façade ne comporte pas de doublage.
- Quant aux transmissions parasites, elles sont dues le plus souvent à des défauts d'étanchéité (transmissions parasites accidentelles), aux entrées d'air ou aux coffres de volets roulants (transmissions parasites nécessaires dont il faut diminuer l'importance).

➡ Voir la fiche travaux 5 / Remplacement des menuiseries extérieures



Transmissions par une façade sans doublage

PROTECTION CONTRE LES BRUITS EXTÉRIEURS : FAÇADE AVEC DOUBLAGE CONSISTANT EN UN COMPLEXE D'ISOLATION THERMIQUE

En présence de matériau isolant, suivant que le complexe d'isolation dégrade ou améliore la performance acoustique du support sur lequel il est placé, l'énergie acoustique transmise par chacun des chemins de propagation est soit renforcée, soit atténuée.

Isolation thermique par l'intérieur (ITI)

Conséquences de l'ITI sur l'isolement acoustique de façade

- Le complexe d'isolation thermique (en jaune sur la figure ci-contre) ne modifie que la transmission acoustique directe de la partie opaque de la façade. Si ce complexe a des performances positives en acoustique, il peut contribuer à une augmentation de l'isolement acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs

- Si, de surcroît, on remplace les fenêtres par des fenêtres étanches équipées de doubles vitrages, on augmente sensiblement cet isolement. Avec le risque éventuel que cette forte atténuation du bruit du trafic routier favorise la perception des bruits internes à l'immeuble ou provenant de la maison mitoyenne voisine.

- Si le complexe thermique a des performances négatives en acoustique, en cas de bruits de circulation intenses, on risque de ne pas obtenir l'isolement aux bruits extérieurs requis ($D_{nT_{Atr}}$ supérieur à 35 dB). Un calcul pour contrôler l'isolement acoustique de la façade est alors vivement conseillé.

Conséquences de l'ITI sur l'isolement acoustique entre locaux superposés ou juxtaposés adossés à la façade

- Côté façade, chacune des trois voies de transmissions latérales traverse au moins une fois le complexe d'isolation thermique. Si ce complexe a une efficacité acoustique positive, l'isolement acoustique entre les locaux est augmenté.

- **Si le complexe a une efficacité acoustique négative, l'isolement acoustique entre les locaux est diminué.** Si l'ITI est complétée par l'amélioration de la performance des fenêtres, on cumule alors deux facteurs défavorables : une plus grande transmission des bruits entre locaux et un moindre masquage par les bruits extérieurs des bruits provenant des logements voisins.

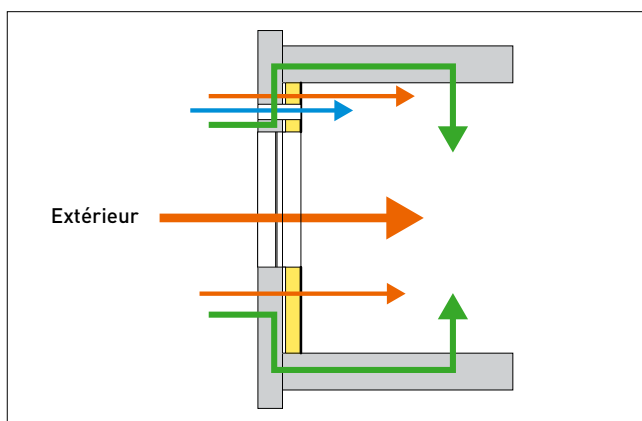
Isolation thermique par l'extérieur (ITE)

Conséquences de l'ITE sur l'isolement acoustique de façade

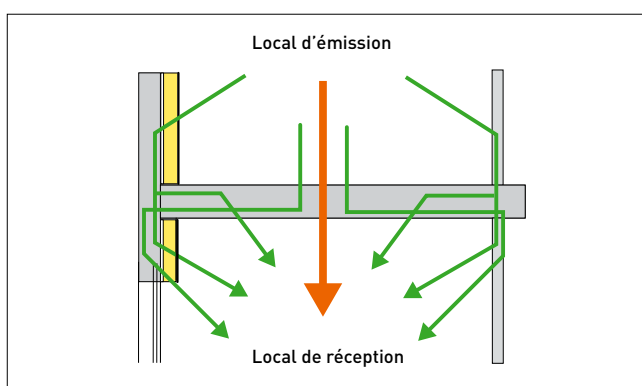
Les conséquences sont les mêmes que pour l'isolation thermique par l'intérieur. Il est conseillé de faire un calcul prévisionnel de l'isolement de façade en cas de recherche d'un isolement acoustique élevé (supérieur à 35 dB).

Conséquences de l'ITE sur l'isolement acoustique entre locaux juxtaposés ou superposés adossés à la façade :

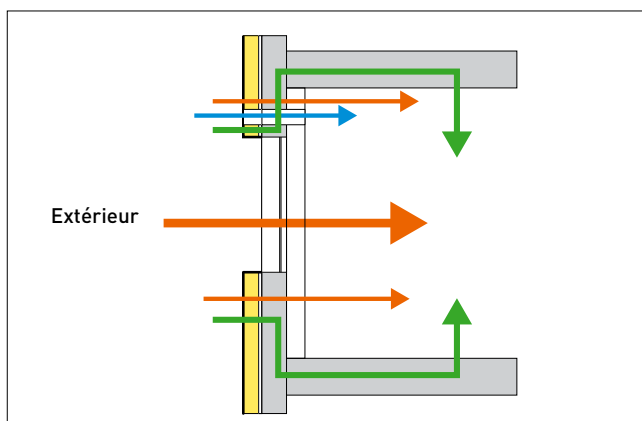
Aucune des voies de transmissions latérales ne traversant le complexe d'isolation thermique, l'isolement acoustique entre locaux adossés à la façade n'est pas modifié.



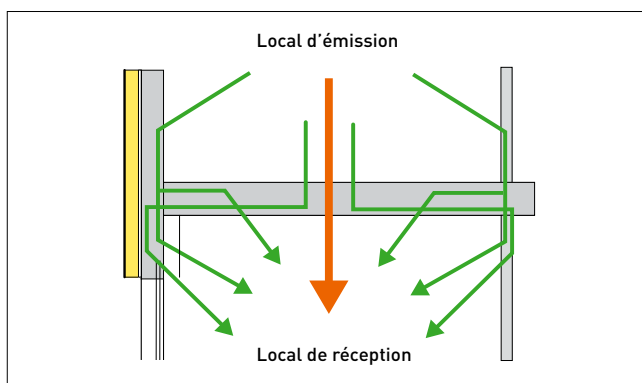
Effets de l'ITI sur les transmissions acoustiques par la façade



Effet de l'ITI sur les transmissions entre locaux mitoyens



Effets de l'ITE sur les transmissions acoustiques par la façade



Effet de l'ITE sur les transmissions entre locaux mitoyens

INDICE D'AFFAIBLISSEMENT ACOUSTIQUE

Définition

Une paroi est caractérisée par son **indice d'affaiblissement acoustique R**, qui correspond à la proportion d'énergie acoustique transmise par rapport à l'énergie qui arrive sur la paroi. Cet indice est mesuré dans un laboratoire conçu pour que la transmission acoustique ne se fasse que par la paroi testée (suppression des transmissions latérales). Les murs, les cloisons, les planchers mais aussi les portes, les fenêtres font l'objet de mesures d'indices d'affaiblissement acoustique.

Dans le vocabulaire souvent utilisé par les acousticiens, on trouve les **parois simples**, les **parois simples doublées**, les **parois multiples** (doubles, triples, voire plus) et les **parois composites** (dont la surface présente des éléments différents).

Expression des résultats

Indices uniques R_A et $R_{A,tr}$

En laboratoire, l'indice R est mesuré pour différents intervalles de fréquence (depuis le tiers d'octave centré sur 100 Hz jusqu'à celui centré sur 3 150 Hz). Pour qualifier une paroi, plutôt que l'indice R, il est plus pratique de faire référence à des indices uniques R_w+C et R_w+C_{tr} , appelés également (respectivement) R_A et $R_{A,tr}$.

Les indices d'affaiblissement acoustiques uniques R_w sont obtenus par comparaison de la courbe réelle de l'indice R en fonction de la fréquence avec une courbe de référence. Les termes C et C_{tr} sont des termes d'adaptation qui tiennent compte du type de bruit dans le local ou le milieu émission :

C est utilisé pour un bruit émis dit « rose » (même niveau sonore dans tous les intervalles de fréquences) ; C_{tr} est utilisé pour un bruit de trafic routier ou aérien.

Les indices uniques R_A et $R_{A,tr}$ correspondent à la valeur globale de l'indice d'affaiblissement acoustique en décibel pondéré A pour un bruit émis rose (R_A) ou pour un bruit de trafic ($R_{A,tr}$). Les subtilités de la normalisation européenne font que, bien que calculés en dB(A), ces indices doivent être exprimés en dB.

Pourquoi calculer un indice d'affaiblissement acoustique en dB(A) ?

Le décibel pondéré A est représentatif de la gêne due au bruit. Plus un bruit a un niveau élevé en dB(A), plus il gêne. Dans un problème d'isolation, il faut s'efforcer de rendre le bruit reçu par les occupants du local de réception le moins gênant possible, donc à ce que son niveau en dB(A) soit le plus faible possible.

Pourquoi utiliser deux types de bruits à l'émission ?

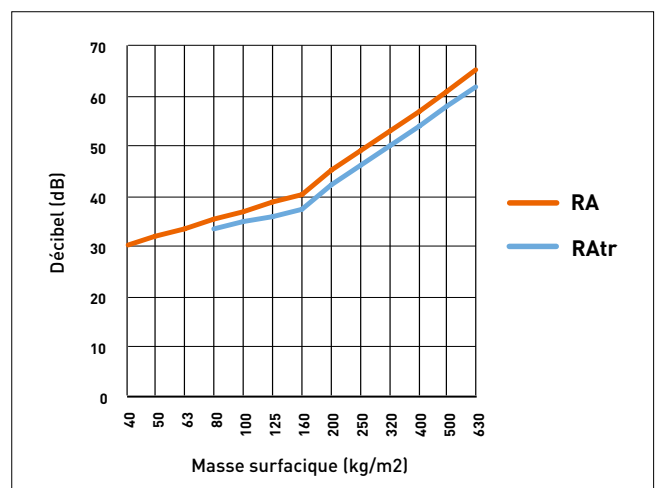
L'indice d'affaiblissement acoustique global en dB(A) dépend du spectre du bruit à l'émission (répartition des niveaux sonores d'un bruit en fonction de la fréquence). Deux spectres ont été choisis : le bruit rose est censé être représentatif des bruits émis à l'intérieur d'un immeuble ou d'une maison, le bruit de trafic est représentatif des bruits extérieurs de circulation. Pour choisir ou qualifier les parois de séparation entre locaux à l'intérieur d'un bâtiment on utilise le R_A (ou R_w+C). Pour traiter une façade et ses composants on utilise les valeurs uniques correspondant au bruit de trafic $R_{A,tr}$ (ou R_w+C_{tr}).

PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES PAROIS SIMPLES

Loi de masse

Une paroi simple est composée d'un seul élément : béton, blocs de béton pleins, allégés ou creux (enduits ou non), briques pleines ou creuses (enduites ou non), moellons, plâtre... Pour ces parois, on peut utiliser la « loi de masse » expérimentale : **plus une paroi est lourde, plus elle isole en acoustique**. Mais pour pouvoir utiliser les ordres de grandeur donnés par cette loi, il faut un certain nombre de conditions :

- La paroi doit être étanche à l'air : la paroi en béton ne doit pas être fissurée, les blocs de béton doivent être enduits au moins sur une face (ne pas remplacer l'enduit par une plaque de plâtre collée par points).
- A masse surfacique égale, un élément plein (parpaing, brique) isole mieux qu'un élément creux (parpaing creux, brique creuse, plancher à entrevous béton ou briques creuses...). On peut perdre 3 à 5 dB par rapport à un élément plein de même masse surfacique.



Indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi simple

PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES PAROIS SIMPLES DOUBLÉES

Il s'agit des parois simples équipées d'un doublage thermique ou d'un complexe d'amélioration acoustique.

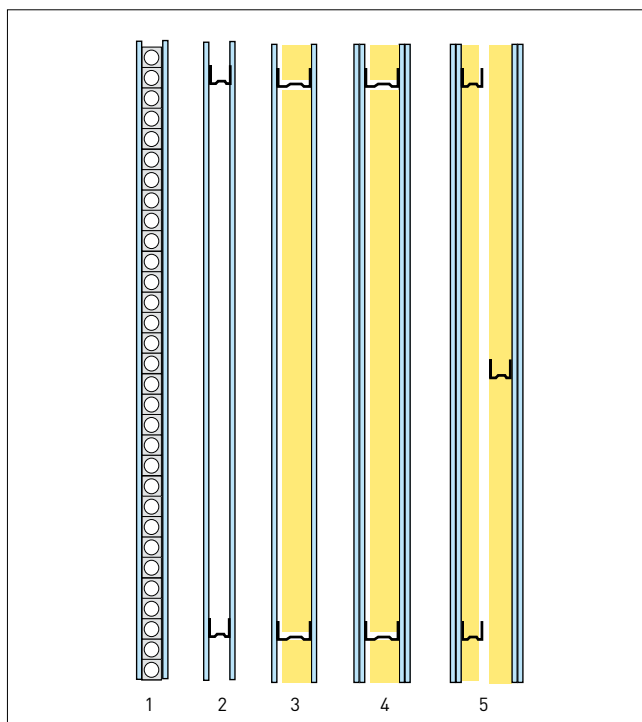
⇒ Voir note A4 / Performances acoustiques des doublages

PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES PAROIS DOUBLES LÉGÈRES

Ce sont le plus souvent des parois comportant deux parements séparés par une ou deux ossatures, avec ou sans interposition d'une laine minérale.

- Les moins performantes sont les parois de 5 ou 7 cm d'épaisseur composées de deux plaques de plâtre séparées par un réseau rigide cartonné (voir ci-contre paroi n°1). Elles sont souvent utilisées en cloisons de distribution.
- Viennent ensuite les cloisons composées de deux plaques de plâtre séparées par une ossature métallique (paroi n°2).
- On peut gagner 5 à 6 dB en remplissant de laine minérale l'espace entre les parements (paroi n°3).
- Avec deux plaques de plâtre par parement et une ossature plus large (épaisseur de la lame d'air plus importante), on augmente l'indice d'affaiblissement acoustique de la cloison. En insérant une laine minérale entre les parements, on gagne près de 6 dB (paroi n°4).

Une paroi composée de deux ou trois plaques de plâtre par parement, de deux ossatures indépendantes (une par parement) et d'un remplissage en laine minérale (paroi n°5), permet d'atteindre des performances nettement supérieures à une paroi simple en béton de même épaisseur. Ces parois fonctionnent suivant le principe « masse-ressort-masse ».



Performances acoustiques de la gauche vers la droite

PERFORMANCES ACOUSTIQUES DE PAROIS DOUBLES CONSTITUÉES DE DEUX PAREMENTS LOURDS

C'est un cas qu'on rencontre souvent dans un immeuble au droit d'un joint de dilatation ou entre deux maisons individuelles jumelées.

La performance acoustique de ces parois peut être très élevée, mais à condition que les deux parements soient effectivement désolidarisés, ce dont on n'est jamais sûr dans les constructions existantes.

Si, lors de la mise en œuvre d'une double paroi en parpaings ou en moellons, on n'a pas placé un matériau relativement souple sur toute la surface du premier parement pour garantir l'intégrité de l'espace entre les deux parements, on risque d'avoir de nombreuses coulures de mortier qui seront autant de liaisons rigides. Lorsque ces liaisons existent entre parements d'une paroi existante, il n'y a quasiment pas de solution pour les supprimer.

PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES PAROIS COMPOSITES

La surface de ces parois est composée d'éléments différents. Par exemple, une porte dans une cloison ou une fenêtre dans une façade.

Cas de deux composants

La performance acoustique globale de la paroi dépend des indices d'affaiblissement acoustique R1 et R2 des

deux composants et de leur surface S1 et S2. Lorsque les indices d'affaiblissement acoustique sont proches (écarts de moins de 10 à 15 dB par exemple), il est prudent de confier le calcul à un acousticien.

En revanche, il y a de nombreuses configurations pour lesquelles on peut utiliser la notion d'indice d'affaiblissement limite RLIM, qui correspond à l'indice qu'on ne dépassera jamais sans améliorer la performance de l'élément le plus faible d'indice R2.

Indice d'affaiblissement acoustique limite

Soit S_2 et R_2 respectivement la surface et l'indice d'affaiblissement de la partie la moins isolante et S la surface totale de la paroi ($S = S_1 + S_2$).

La relation entre S_2/S et $RLIM - R_2$ comporte quatre valeurs remarquables faciles à retenir :

S_2 / S	1/10000	1/1000	1/100	1/10
$RLIM - R_2$	40	30	20	10

Exemple 1

• Considérons une paroi en béton de surface 10 m^2 comportant un trou de 3 cm de diamètre. S_2/S vaut donc environ $1/10\,000$. Quant à l'indice d'affaiblissement du trou, il est nul : $R_2 = 0 \text{ dB}$.

Le tableau précédent indique donc que l'indice d'affaiblissement acoustique de la paroi trouée sera limité à 40 dB , que l'épaisseur de béton soit de 10 cm ($RA=47 \text{ dB}$) ou de 20 cm ($RA=59 \text{ dB}$).

S_2 / S	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
$RLIM - R_2$	13.0	10.0	8.2	7.0	6.0	5.2	4.6	4.0	3.5	3.0

S_2 / S	0.55	0.6	0.65	0.7	0.75	0.8	0.85	0.9	0.95	1
$RLIM - R_2$	2.6	2.2	1.9	1.5	1.2	1.0	0.7	0.5	0.2	0

Exemple 2

Considérons une façade de 10 m^2 dont la partie opaque, constituée de blocs creux de béton enduits, a un indice d'affaiblissement acoustique au bruit de trafic RA_{tr} de 50 dB ; cette façade comporte une fenêtre de $2,5 \text{ m}^2$, peu étanche, équipée d'un verre simple, dont l'indice d'affaiblissement acoustique RA_{tr2} doit être proche de 15 dB .

$S_2 / S = 0,25$

$$RA_{tr,LIM} - RA_{tr2} = 6, \text{ d'où } RA_{tr,LIM} = 15 + 6 = 21 \text{ dB}$$

La façade a un indice d'affaiblissement acoustique limite de 21 dB .

Si on remplace cette fenêtre par une fenêtre étanche équipée d'un double vitrage, l'indice d'affaiblissement acoustique RA_{tr2} peut être proche de 30 dB et l'indice limite sera de $30 + 6 = 36 \text{ dB}$

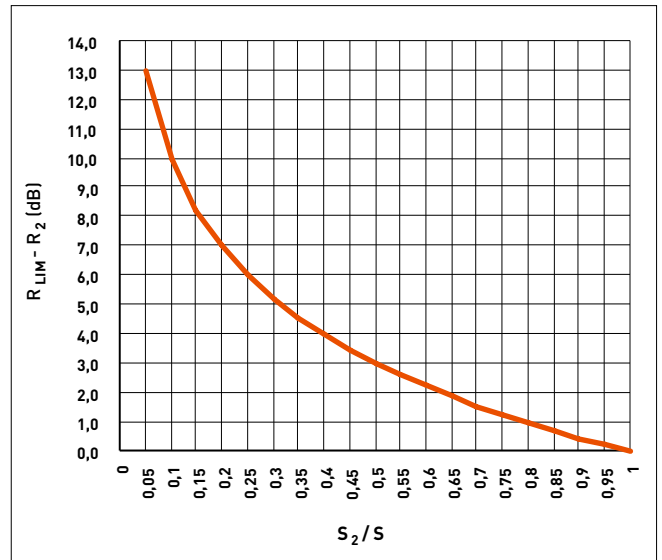
Si on ouvre la fenêtre, l'indice d'affaiblissement acoustique de la façade sera de 6 dB ($0 + 6$)

Exemple 3

Une porte de 2 m^2 ($2 \text{ m} \times 1 \text{ m}$) détalonnée en partie basse de 2 cm a un indice limite de 20 dB , qu'on ne pourra pas dépasser sans diminuer la hauteur du détalonnage ($S_2 / S = 1/100$).

Cas de plus de deux composants

Quand une paroi comporte plus de deux composants, on combine deux par deux les éléments caractérisés par leur indice d'affaiblissement acoustique : on détermine l'indice limite pour les deux premiers et on associe le résultat obtenu avec le troisième...



Indice d'affaiblissement acoustique limite $RLIM$ lorsque l'élément faible R_2 est figé

RLIM pour S_2/S compris entre 0,05 et 1

Pour des valeurs de S_2 / S comprises entre $0,05$ et 1 , on peut utiliser l'abaque ci-dessus ou le tableau ci-dessous.

Prise en compte des entrées d'air et des coffres de volets roulants

ATTENTION ! Une façade est souvent composée de parties opaques et de fenêtres, éléments caractérisés à l'aide de mesures en laboratoire par leur indice d'affaiblissement acoustique au bruit de trafic. Mais cette façade peut également être munie de bouches d'entrées d'air, de coffres de volets roulants, voire de ventouses de chaudières individuelles, deux types éléments qui, eux, sont caractérisés par leur isolement acoustique $D_{ne,w}+C$ (ou $D_{ne,w}+C_{tr}$).

Or, un indice d'affaiblissement acoustique ne peut se traiter de la même manière qu'un isolement acoustique :

- l'indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi est relatif à la performance de la paroi, indépendamment de sa surface (on parle de l'indice d'affaiblissement acoustique de 16 cm de béton) ;

- l'isolement acoustique est dépendant de la constitution et de la surface de l'élément, voire des caractéristiques acoustiques des locaux de réception (voir mise en garde en fin de note).

En règle générale, on détermine dans un premier temps la performance de la façade sans tenir compte des entrées d'air ou du coffre de volets ; on en déduit un isolement acoustique entre l'extérieur et la pièce étudiée.

Pour dimensionner les entrées d'air et les coffres de volets, on choisit des produits dont l'isolement $D_{ne,w}+C$ (ou $D_{ne,w}+C_{tr}$) est supérieur à l'isolement de façade recherché : supérieur de 6 dB s'il n'y a qu'un élément ; de 9 dB s'il y en a deux.



MASSE VOLUMIQUE DE QUELQUES MATÉRIAUX

Pour évaluer l'indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi simple par la loi de masse expérimentale, il est utile de connaître la masse volumique du matériau, ceci afin de déterminer la masse surfacique de la paroi.

Exemple :

La masse surfacique d'une paroi en béton de 15 cm d'épaisseur est : $0,15 \text{ (m)} \times 2300 \text{ (kg/m}^3\text{)} = 345 \text{ kg/m}^2$

Matériau	Masse volumique en kg/m ³
Béton	2300
Blocs de béton pleins	2200
Blocs de béton allégés	2100
Blocs de béton creux	1200 (moyenne)
Briques pleines	2000
Briques creuses	1400 (moyenne)
Plâtre	1000
Pierre de taille	1800 à 2000
Moellons	1600 à 2400

MISE EN GARDE

Ne pas confondre l'indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi et l'isolement acoustique entre locaux séparés par cette paroi

- **L'indice d'affaiblissement acoustique** caractérise la constitution de la paroi, indépendamment de sa surface.
- **L'isolement acoustique entre locaux** est représenté par la différence entre le niveau sonore dans le local d'émission et le niveau sonore dans le local de réception.

Cette différence tient compte de toutes les **voies de transmission entre les locaux** :

- la transmission directe par la paroi de séparation (qui dépend de l'indice d'affaiblissement acoustique de cette paroi) ;
- les transmissions latérales par les parois liées à la paroi de séparation (dans les deux locaux) ;
- les transmissions parasites par les défauts localisés, qu'ils soient obligatoires (passages de gaines ou de canali-

sations par exemple) ou accidentels (défauts d'étanchéité, boîtiers de prise de courant, trous divers plus ou moins bien rebouchés...).

La différence entre le niveau émis et le niveau sonore reçu dépend également des **dimensions du local** de réception et des **caractéristiques acoustiques internes de ce local** (plus ou moins réverbérant) :

- si la profondeur du local (dimension perpendiculaire à la paroi de séparation) est importante, l'isolement est plus élevé que si elle est faible ;
- généralement, dans les pièces d'habitation normalement meublées, la réverbération du local de réception intervient peu.

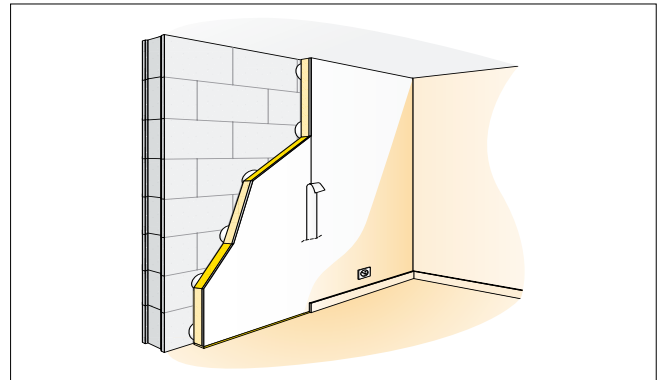
Dans le cas de parois de séparation lourdes et de parois latérales non équipées de doublages défavorables à l'acoustique, l'isolement acoustique entre les locaux est de 5 à 6 dB inférieur à l'indice d'affaiblissement acoustique de la paroi de séparation.

PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES DOUBLAGES

Les complexes d'isolation thermique sont constitués d'un produit isolant protégé par un parement tel qu'une plaque de plâtre, une contre cloison en carreau de plâtre ou en brique plâtrière.

Les complexes d'amélioration de la performance acoustique d'une paroi sont le plus souvent composés d'un produit souple, lui-même isolant thermique, et d'un parement, de type plaque de plâtre généralement.

On devrait donc pouvoir concilier l'amélioration thermique et l'amélioration acoustique de la paroi support.



Complexe de doublage collé

PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES PAROIS SIMPLES

Système masse-ressort-masse

Le complexe « support - isolant - parement » est équivalent à un système « masse - ressort - masse » ayant une fréquence propre de résonance. A cette fréquence précise, l'énergie acoustique qui sollicite la masse « support » se transmet facilement à la masse « parement ».

Cette fréquence propre dépend des masses et surtout de la raideur du ressort. Si le ressort est souple, la fréquence propre est dans les fréquences très basses, si le ressort est plus raide, elle se déplace vers les fréquences moyennes.

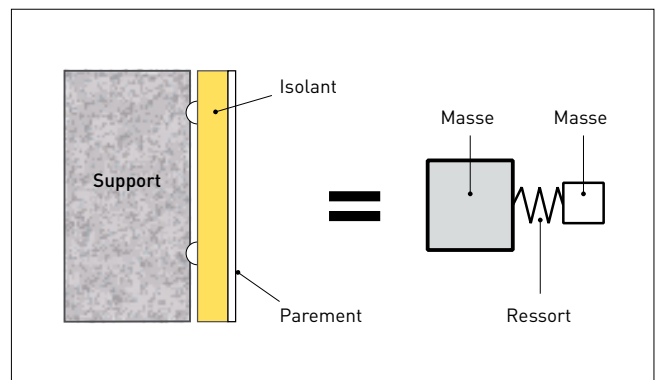
Notons que plus l'isolant est épais, plus la raideur du ressort qu'il représente est faible.

Certains isolants utilisés en thermique sont trop rigides (polyuréthanes rigides, polystyrènes extrudés, polystyrènes expansés standard) et ont tendance à dégrader la performance acoustique du support. D'autres sont suffisamment souples pour améliorer la performance du support (polystyrènes expansés élastifiés, laines minérales, laines biosourcées).

Cas des parois supports en maçonnerie étanche

Par maçonnerie étanche, on entend le béton ainsi que les blocs de béton pleins ou creux enduits côté doublage (ce qui est généralement le cas dans les bâtiments existants). Le tableau ci-contre donne une estimation du gain (ou de la perte) acoustique par rapport à l'indice d'affaiblissement acoustique initial de la paroi support. Les valeurs sont données à la fois pour un bruit rose à l'émission (bruit pris en référence pour les bruits aériens émis à l'intérieur du bâtiment) et pour un bruit de trafic routier (bruit extérieur).

Les valeurs indicatives données dans le tableau sont observées dans le cas d'un support en béton de 15 ou 16 cm d'épaisseur, ou d'un mur en blocs pleins de béton de 20 cm d'épaisseur.



Le mur support et le parement rigide, séparés par un vide d'air ou un isolant, constituent un système masse-ressort-masse

Nature de l'isolant thermique	Gains ou pertes pour un bruit rose	Gains ou pertes pour un bruit de trafic routier
Polyuréthane rigide	- 3 à - 5 dB	- 3 à - 5 dB
Polystyrène extrudé	- 4 à - 6 dB	- 4 à - 6 dB
Polystyrène expansé (Th 38)	- 0 à - 5 dB	- 1 à - 6 dB
Polystyrène élastifié (Th 32)	+1 à +6 dB	+3 à -3 dB
Laine minérale	0 à +6 dB	+3 à -3 dB

Gain (ou perte) acoustique consécutif au doublage par un isolant thermique (sur paroi en béton ou blocs pleins de béton enduits)

Les pertes sont moins importantes et les gains plus élevés dans le cas d'une paroi en blocs creux de béton enduite d'un côté et non enduite du côté doublé.

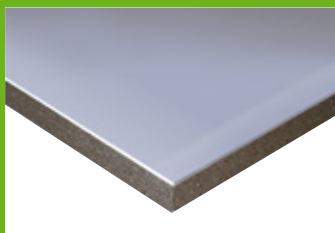


Les doublages uniquement thermiques :

Doublages à base de mousse rigide à cellules fermées tels que le polystyrène expansé (PSE), le polyuréthane (PU) ou le polystyrène extrudé (PSX)



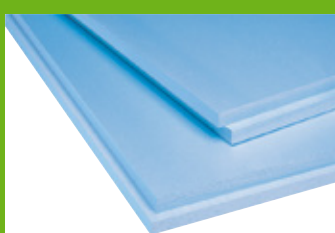
Complexe Placomur /
PSE blanc + plaque
de plâtre
(doc. SAINT-GOBAIN PLACO)



Complexe Placomur /
PSE graphite + plaque
de plâtre
(doc. SAINT-GOBAIN PLACO)



PU Knauf Thane mur RB2
(doc. KNAUF)



PSX Roofmate
(doc. DOW)

Sur une paroi en béton, en blocs pleins de béton, en brique creuse ou pleine, en blocs creux de béton enduits côté doublé, ces produits ont une forte tendance à diminuer la performance acoustique de la paroi support seule.

Sur un bloc creux de béton de 20 cm non enduit côté doublage (ce qui est rarement le cas dans une maison existante), un doublage en polystyrène expansé standard a une efficacité acoustique très limitée (nulle ou légèrement positive).

Un doublage en polyuréthane rigide ou en polystyrène extrudé dégrade, parfois sensiblement, la performance acoustique de la paroi support. La dégradation est moins importante si le produit est utilisé sur un bloc béton creux non enduit côté doublage.

Les doublages à la fois thermiques et acoustiques

Doublages à base de matériau souple ou semi-rigide, tels que la laine minérale, végétale ou d'origine animale et le polystyrène expansé élastifié (PSEE)



Complexe de doublage
Calibel SPV 10 / laine de
verre + plaque de plâtre
(doc. ISOVER)



Complexe de doublage
Pregymax / PSEE
+ plaque de plâtre
(doc. SINIAT)

Définition : un doublage est dit à la fois thermique et acoustique dès lors qu'il présente une amélioration acoustique sur béton de 16 cm, sur blocs béton creux de 20 cm enduits côté isolant ou sur briques creuses de 20 cm.

• **En pratique :** Le seul aspect visuel ne suffit pas à distinguer un polystyrène expansé élastifié (PSEE) d'un polystyrène expansé standard (le PSE existe en version graphite de couleur grise et en version classique de couleur blanche). C'est leur rigidité au toucher qui les distingue : quand on appuie sur le PSEE, celui-ci a un comportement élastique, contrairement au PSE qui est rigide.

• **Épaisseur minimale pour les doublages collés :** les doublages collés ayant des primitifs de faible épaisseur (< 5 cm), même à base de laine minérale ou PSEE, ne sont pas considérés comme « acoustiques ». Ils peuvent même

dégrader l'indice d'affaiblissement acoustique du mur support. A ces faibles épaisseurs, l'apport thermique du doublage est lui aussi limité.

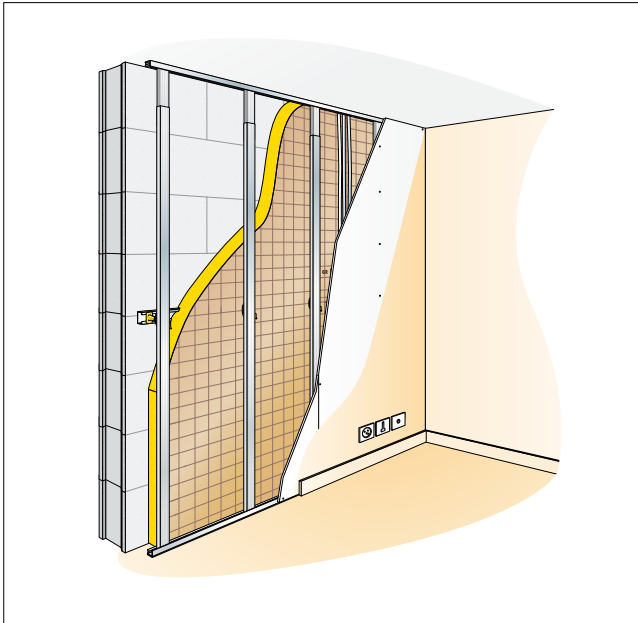
• **Influence du type de pose :** le doublage sur ossature désolidarisée est plus performant en acoustique que celui présentant quelques points de fixations ponctuelles, qui est lui-même plus performant que le doublage collé par plots.

• **Influence de la nature du mur support :** plus le mur support est performant sur le plan acoustique (lourd), moins la performance acoustique du doublage est élevée.

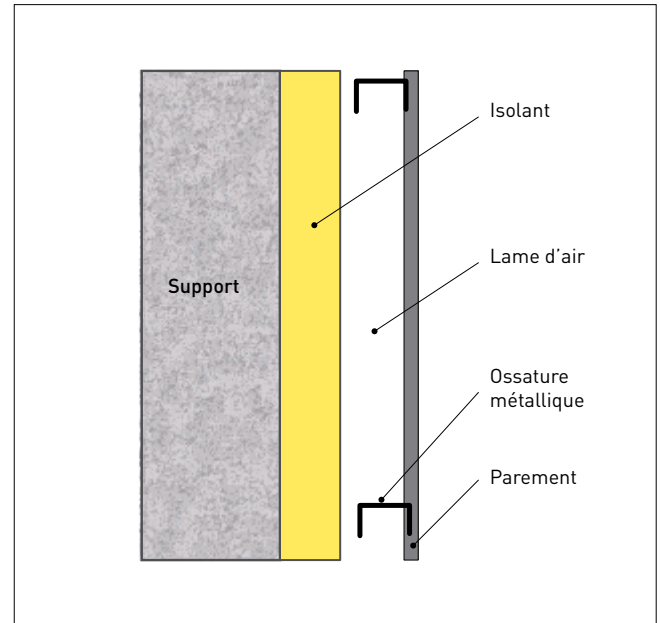
CAS DES COMPLEXES MONTÉS SUR UNE OSSATURE MÉTALLIQUE

Cette solution est à utiliser lorsque la planéité du support n'est pas suffisante pour accepter un système collé ou lorsqu'on veut palier les inconvénients acoustiques des isolants thermiques rigides. Dans ce dernier cas, pour

diminuer la raideur du ressort « isolant » il faut ménager une lame d'air devant ou derrière l'isolant ; la distance entre le support et le parement doit être supérieure à l'épaisseur de l'isolant.



Complexe de doublage sur ossature métallique
(schéma d'après doc. ISOVER)



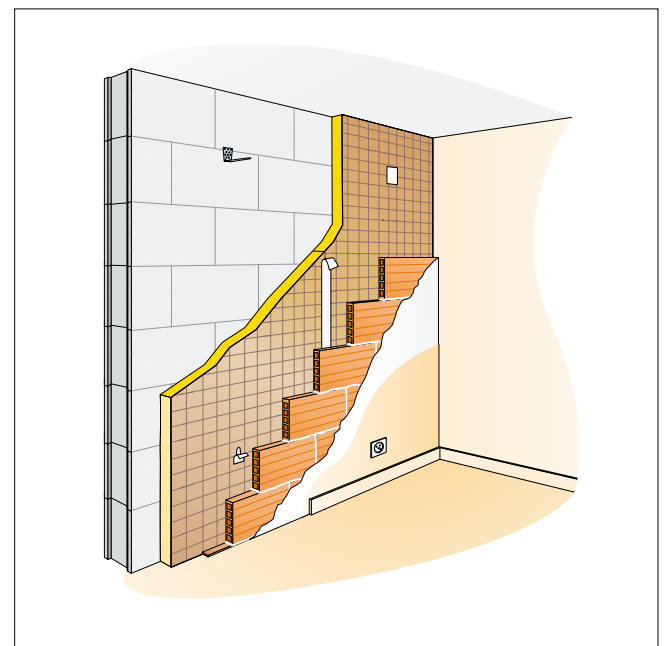
Réalisation d'une lame d'air entre un isolant rigide
et le parement (coupe horizontale)

CAS DES ISOLANTS THERMIQUES PROTÉGÉS PAR UNE CONTRE CLOISON EN CARREAUX DE PLÂTRE OU EN BRIQUE PLÂTRIÈRE

Là encore on peut ménager une lame d'air soit entre l'isolant et la paroi support, soit, ce qui est plus facile, entre l'isolant maintenu par quelques points de fixation sur le support et la contre cloison. Cette lame d'air permet de diminuer la raideur du ressort « isolant ».

C'est une solution qui peut s'avérer efficace pour rechercher un isolement acoustique élevé vis-à-vis des bruits extérieurs. Par contre, c'est une solution qui diminuera l'isolement acoustique entre locaux mitoyens adossés à la façade. En effet, les contre-cloisons en maçonnerie légère et rigide augmentent les transmissions latérales. L'isolement acoustique entre ces locaux diminue de 1 dB si la contre cloison liée à la paroi séparative a une surface proche de 10 m².

Dans le cas de deux locaux superposés en pignon d'un bâtiment, on peut perdre plus de 2 dB d'isolement acoustique si on utilise de telles contre-cloisons.



Doublage laine souple et contre-cloison brique
(schéma d'après doc. ISOVER)

REMARQUE RELATIVE À L'UTILISATION DES ISOLANTS THERMIQUES BIOSOURCÉS

Il s'agit des isolants :

- **d'origine végétale** (ouate de cellulose, fibre de bois, laine de bois, coton, fibres textiles recyclées, chanvre, paille, liège...)
- **d'origine animale** (laine de mouton et plumes de canard).

De plus en plus de matériaux biosourcés font l'objet de fiches ACERMI indiquant notamment leurs caractéristiques thermiques (λ et résistances thermiques pour plusieurs épaisseurs). L'ACERMI certifie également, pour certains produits, des caractéristiques utiles pour l'absorption acoustique (résistance au passage de l'air). Quant à leurs performances en isolation acoustique, elle sont très souvent affirmées dans les documentations commerciales, sans être corroborées par des essais en laboratoire.

Tableau récapitulatif des performances des isolants thermiques

Le tableau suivant indique les performances thermiques de matériaux isolants. Leurs performances acoustiques, quand les données sont disponibles, sont également précisées (pour une paroi support de 16 cm de béton et pour un complexe de doublage collé composé de 100 mm d'isolant protégé par une plaque de plâtre). Les lignes de couleur verte correspondent à des isolants thermiques

et acoustiques, les lignes avec un fond orange ou rose correspondent à des isolants qui dégradent l'acoustique. Les lignes beige clair correspondent à des isolants pour lesquels il y a peu ou pas de résultats acoustiques.

Concernant les isolants dits biosourcés, des données relatives aux performances acoustiques existent, mais peu de résultats sont disponibles relativement aux performances de ces matériaux sous forme de complexe de doublage (isolant + parement rigide). Toutefois, on peut simplement dire que les laines souples présentées en rouleaux ou panneaux (ouate de cellulose, textiles recyclés, laines de bois, laines de chanvre) pourraient être classées parmi les isolants à la fois thermiques et acoustiques, d'autant plus qu'elles ne peuvent être protégées que par des parements sur ossature (on ne connaît pas de complexes d'isolants biosourcés contrecollés sur un parement) ou par des contrecloisons. Par contre, les produits en vrac, souvent insufflés, devraient avoir des caractéristiques acoustiques variables en fonction, notamment, de la quantité de produit mis en œuvre. Ils pourraient avoir une efficacité acoustique positive lorsqu'ils sont mis en place sur une surface horizontale. Par contre lorsqu'ils sont prévus comme isolant dans une paroi verticale, on peut craindre un tassement du produit dans le temps d'où une perte d'efficacité localisée, aussi bien thermique qu'acoustique.

	Isolants thermiques et acoustiques
	Dégradation sensible de l'acoustique
	Dégradation de l'acoustique
	Pas ou peu de résultats de mesures

	λ en W/m.K	Résistance thermique en m ² .K/W	ΔR_A en dB	$\Delta R_{A,tr}$ en dB
PU	0,023 à 0.024	4,3 à 4.2	-3	-4
PSEE graphité	0,032 à 0.035	3.1 à 2.9	10	6
PSEE blanc	0.035 à 0.038	2.9 à 2.6	10	6
PSX	0,036 à 0.039	2.8 à 2.6	-3	-4
Laine de verre	0.032 à 0.038	3.1 à 2.6	9	5
Laine de roche	0.034 à 0.039	2.9 à 2.6	9	5
PSE graphité	0,030 à 0.035	3.3 à 2.8	-1	-3
PSE blanc	0.035 à 0.038	2.9 à 2.6	-1	-3
Cellulose	0,039	2,6	Propriétés acoustiques en complexe de doublage non connus	
Lin	0,039	2,6		
Liège expansé	0,040	2,5		
Fibres de bois	0,039 à 0.049	2,4		
Laine de mouton	0,041	2,4		
Textile recyclé	0,041	2,4		
Plumes	0,041	2,4		
Coton	0.042 à 0.047	2,3		
Chanvre	0,043	2,3		
Laine de bois	0,070 à 0.075	1,4		

COMPLEXES DE DOUBLAGE COLLÉS COMPOSÉS DE 100 MM D'ISOLANT

(protégés par une plaque de plâtre pour les 6 premières lignes du tableau ; en matelas, en panneaux ou en vrac pour les autres)

ZONES DE BRUIT ET OBJECTIFS D'ISOLEMENT ACOUSTIQUE AUX BRUITS EXTÉRIEURS

BRUITS EXTÉRIEURS : MULTIPLICITÉ DES SOURCES

Lorsqu'on évoque les bruits extérieurs, on pense aux bruits des voitures, des trains ou des avions. Mais, il faut également penser aux bruits produits par les activités industrielles ou de loisir. Certaines sont quasiment permanentes, souvent diurnes (ateliers, industries), d'autres sont fréquentes le soir ou pendant la nuit (loisirs, activités sportives...). Certaines personnes se plaignent également de bruits plus ruraux : cloches d'églises, chant du coq, clarines des vaches...

Une augmentation de l'isolement acoustique des façades permet de moins entendre tous ces bruits, fenêtres fermées :

- une augmentation de moins de 5 dB est souvent mal appréciée. On perçoit une légère diminution de la gêne

pendant peu de temps après que les travaux aient été réalisés. Puis on se réhabitue au nouveau bruit perçu et on a l'impression que « c'est comme avant »

- une augmentation de 10 dB est plus spectaculaire et l'impression d'amélioration est plus durable. Mais dans les maisons jumelées (et les immeubles collectifs), on entend moins les bruits extérieurs qui ne jouent alors plus leur rôle de masque vis-à-vis des bruits produits par le voisinage, ce qui peut être source de conflits en cas d'isolement acoustique moyen ou faible entre les maisons. En effet, le bruit des voitures qui passaient dans la rue était anonyme, celui des voisins, quant à lui, a une origine clairement identifiée.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Bruits des transports

En cas d'agrandissement significatif ou de surélévation d'un bâtiment d'habitation, il faut respecter les exigences de l'arrêté du 30 mai 1996 (relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit), modifié par l'arrêté du 23 juillet 2013.

Il est à noter qu'en cas de travaux importants (façade et toiture principalement) réalisés dans une zone de forte exposition au bruit (cartes « c » du bruit des transports terrestres, PGS d'un aéroport), la loi relative relative à la transition énergétique pour la croissance verte impose de respecter des exigences acoustiques minimales. ➔ Voir note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit

Dans le cas d'une recherche de financement de travaux d'amélioration des isolements de façades ou de toitures (points noirs du bruit des transports terrestres, aide à l'insonorisation au voisinage des aéroports), les conditions d'attribution contiennent d'une part l'obligation d'une étude acoustique et d'autre part des objectifs de résultats, souvent égaux ou proches des exigences de l'arrêté du 30 mai 1996. ➔ Voir note A9 / Aides financières pour les travaux d'amélioration acoustique

Bruits des activités professionnelles, artisanales ou de loisirs

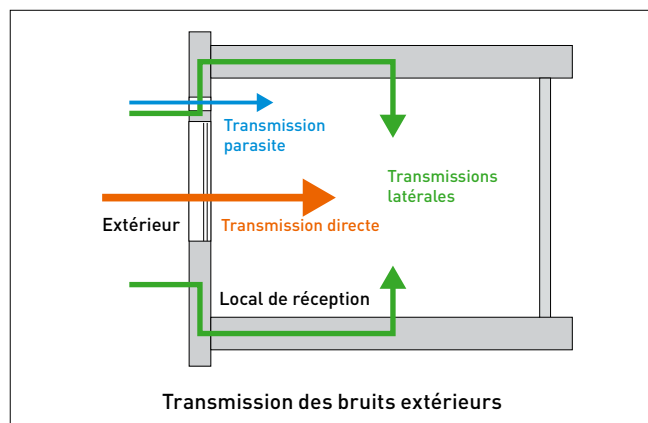
Pour les bruits produits par les activités, le décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage s'applique pour protéger les occupants aussi bien des bâtiments neufs que des bâtiments anciens. Mais là, la charge des réparations revient au fauteur de trouble. ➔ Voir note A7 / La gêne de voisinage

COMMENT SE TRANSMETTENT LES BRUITS EXTÉRIEURS ?

Extrait de la note technique ➔ A2 / La transmission du bruit

- Il y a une voie de transmission directe par la façade (fenêtre, linteau, allège, trumeau). Dans le cas de façades étanches et lourdes en maçonnerie, c'est la surface et la performance acoustique de la fenêtre qui déterminent l'isolation acoustique de la façade.

- Il y a aussi dans ce cas quatre voies de transmissions latérales (une par jonction) qui peuvent faire perdre 1 dB d'isolement acoustique lorsque la façade ne comporte pas de doublage.



• Quant aux transmissions parasites, elles sont dues le plus souvent à des défauts d'étanchéité, aux entrées d'air ou aux coffres de volets roulants.

Le renforcement acoustique d'une façade s'accompagne, le plus souvent, d'une amélioration de l'isolation thermique, ce qui entraîne des économies d'énergie.

De même, le renforcement de l'isolation thermique d'une façade – qui comprend notamment le remplacement de fenêtres peu étanches, équipées de vitrages simples peu épais, par des fenêtres étanches avec des vitrages doubles – a pour conséquence une amélioration de l'isolation acoustique. Le gain constaté est souvent supérieur à 5 dB, ne

serait-ce que par l'amélioration de l'étanchéité. En revanche, passer d'un simple vitrage assez épais (8 ou 10 mm) à un double vitrage 4/16/4 n'apportera qu'une faible amélioration acoustique (voire une dégradation à certaines fréquences).

Qu'il s'agisse de renforcement acoustique ou thermique, les nouvelles fenêtres utilisées sont étanches à l'air. Encore faut-il assurer l'aération des locaux, d'où la mise en place d'entrées d'air dont les caractéristiques acoustiques sont connues, ce qui permet de mieux maîtriser les transmissions parasites qui en découlent.

Dans tous les cas, s'il y a une aération nécessaire au fonctionnement d'appareils de combustion, il faut la conserver.

ÉVALUATION DES BESOINS

Une façade ancienne équipée de fenêtres traditionnelles peu étanches, équipée de vitrages simples, offre un isolement acoustique vis-à-vis des bruits routiers de l'ordre de 20 à 25 dB.

Zones fortement exposées au bruit

Dans un contexte de forte exposition au bruit (voir tableau ci-contre), les **isolements de façade recommandés sont supérieurs à 35 dB** et il est vivement conseillé de faire appel à un acousticien qui définira les performances de tous les éléments de façade ou de toiture permettant d'obtenir l'isolement acoustique requis.

Zones d'exposition au bruit faible à modérée

Pour obtenir des **isolements acoustiques au bruit de trafic compris entre 30 et 35 dB**, le tableau A5-1 donne les performances acoustiques limites pour la paroi opaque, les fenêtres et les entrées d'air et coffres de volets roulants.

ATTENTION ! : Ce tableau n'est utilisable que lorsque les deux conditions suivantes sont réunies :

- la profondeur de la pièce de réception (dimension perpendiculaire à la façade) est de au moins 3,20 m ;
- la surface de la fenêtre ne dépasse pas les deux tiers de la surface de la façade.

NOTES DU TABLEAU A5-1 :

(1) Ces performances limites peuvent être modifiées en fonction de la profondeur du local de réception (dimension perpendiculaire à la façade) en appliquant les termes correctifs donnés dans le tableau A5-2

(2) L'isolement acoustique normalisé global est celui qui correspond à l'ensemble des bouches d'entrées d'air et coffres de volets. Attention : deux entrées d'air ayant un isolement de 36 dB correspondent à un isolement global de 33 dB. S'il y a deux éléments à combiner, il faut prendre pour chacun la valeur limite du tableau et la majorer de + 3 dB. S'il y en a trois, majorer la valeur limite du tableau de + 5 dB.

(3) Cette limite peut être modifiée en fonction du volume du local de réception en lui appliquant les termes correctifs donnés dans le tableau A5-3.

Contexte	Isolement requis	
Logement situé à moins de 50 m d'une autoroute ou d'un périphérique urbain	> 35 dB	Faire appel à un acousticien
Route nationale à trafic intense avec une forte proportion de poids lourds	> 35 dB	
Proximité d'une voie ferrée de TGV ou d'une voie ferrée conventionnelle sur laquelle les passages de trains sont très fréquents (métro aérien, RER...)	> 35 dB	
Logement situé en zone A, B ou C du plan d'exposition au bruit (PEB) d'un aéroport	> 35 dB	

Nature de l'élément	Performance pour un isolement au bruit de trafic de 30 dB	Performance pour un isolement au bruit de trafic de 35 dB
Façade hors menuiseries (parties opaques)	RA,tr > 40 dB Paroi de masse surfacique supérieure à 200 kg/m ² , sans doublage thermique défavorable	RA,tr > 45 dB Paroi de masse surfacique supérieure à 300 kg/m ² , sans doublage thermique défavorable
Fenêtre ou porte fenêtre	RA,tr ≥ 28 dB (1)	RA,tr ≥ 33 dB (1)
Entrée d'air et coffre de volets (2)	Dne global ≥ 36 dB (3)	Dne global ≥ 41 dB (3)

TABLEAU A5-1 : PERFORMANCES LIMITES DES ÉLÉMENTS DE FAÇADE

Profondeur du local (m)	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Terme correctif (dB)	+2	+1	0	0	-1	-1,5	-2

TABLEAU A5-2 : CORRECTION DUE À LA PROFONDEUR DU LOCAL (RENOI (1) DU TABLEAU A5-1)

Volume du local (m3)	20	25	30	35	40	45	50
Terme correctif (dB)	+2	+1	0	0	-1	-1,5	-2

TABLEAU A5-3 : CORRECTION DUE AU VOLUME DU LOCAL (RENOI (3) DU TABLEAU A5-1)

NOTE ! : L'arrêté du 13 avril 2017 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants distingue trois niveaux d'isolement aux bruits extérieurs (32, 35 et 38 dB) fonction

de la zone où est situé le bâtiment (zones 1, 2 et 3 du PGS d'un aéroport, cartes « c » du bruit routier et ferroviaire).
 ➔ Voir note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit

PREMIER EXEMPLE D'APPLICATION : RECHERCHE D'UN ISOLEMENT ACOUSTIQUE DE FAÇADE DE 30 dB

Le local de réception a une profondeur de 5 m, une hauteur sous plafond de 2,50 m et une largeur de 4 m. Son volume est donc de 50 m³.

La façade comporte une fenêtre de 3 x 1,50 m, équipée de deux entrées d'air en menuiserie et d'un coffre de volets roulants.

La fenêtre a une surface de 4,50 m², dans une façade de 10 m², soit moins de 66 % de la façade. Le tableau A5-1 des performances des éléments s'applique.

Performance minimale de la fenêtre :

$R_{A,tr} > 28 - 2 = 26 \text{ dB}$ (voir la dernière colonne du tableau A5-2)

Performance globale des entrées d'air et du coffre de volets :

$D_{ne \text{ global}} > 36 - 2 = 34 \text{ dB}$ (utilisation du tableau A5-3)

Considérons que le coffre de volets roulants a une performance d'isolement de 41 dB.

Performance globale des deux entrées d'air :

Connaissant l'isolement D_1 d'un composant n°1 et l'isolement global recherché, l'abaque ci-contre permet de déduire l'isolement D_2 du composant n°2.

L'isolement du coffre volets roulants de l'exemple précédent est $D_1 = 41 \text{ dB}$, l'isolement global recherché est $D = 34 \text{ dB}$. L'isolement global D_2 des deux bouches d'entrée d'air s'obtient comme suit :

$D_1 - D = 7 \text{ dB}$ d'où $D_2 - D = 1 \text{ dB}$ et **$D_2 = 35 \text{ dB}$**

Performance requise pour chacune des deux entrées d'air :

Un isolement global D est dû à la juxtaposition de deux composants d'isollements D_1 et D_2 . Connaissant la différence de deux des trois valeurs, le tableau A5-4 permet de déduire la troisième valeur.

Dans notre cas, les deux composants sont des entrées d'air identiques, d'où :

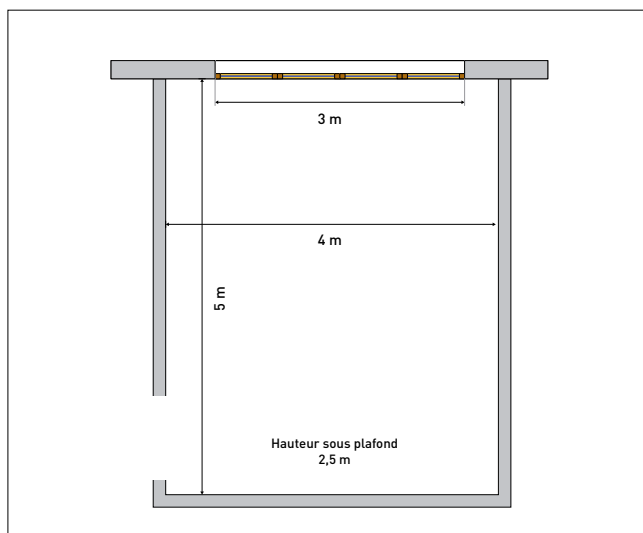
$(D_1 - D_2) = 0$ et $(D_2 - D) = 3 \text{ dB}$

L'isolement acoustique global D des deux entrées d'air est de 35 dB, d'où :

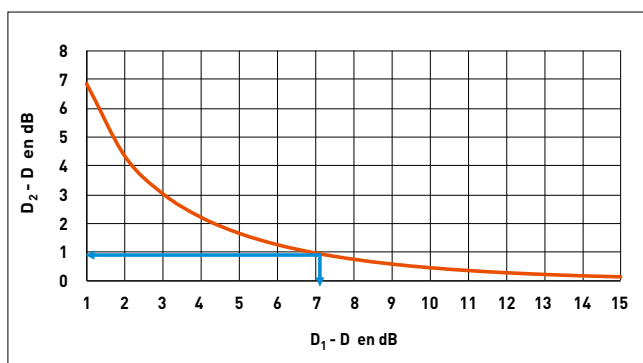
$D_1 = D_2 = D + (D_2 - D) = 35 + 3 = 38 \text{ dB}$

Conclusion

Si le coffre de volets correspond à un isolement de 41 dB, il faut que les entrées d'air aient un isolement global de 35 dB, soit 38 dB pour chacune d'entre elles.



Plan du premier exemple d'application



Abaque A5-1: Détermination de l'isolement d'un composant connaissant l'isolement global et l'isolement de l'autre composant

(D1 - D2) en dB	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(D2 - D) en dB	3.0	2.5	2.1	1.8	1.5	1.2	1	0.8	0.6	0.5	0.4

TABLEAU A5-4 : JUXTAPOSITION DE DEUX COMPOSANTS D'ISOLEMENTS D1 ET D2
Détermination de la troisième valeur connaissant la différence de deux des trois valeurs

DEUXIÈME EXEMPLE D'APPLICATION : RECHERCHE D'UN ISOLEMENT ACOUSTIQUE DE FAÇADE DE 35 dB

• Performance minimale de la fenêtre :

La fenêtre doit avoir un indice d'affaiblissement acoustique de 33 (tableau A5-1) – 2 (tableau A5-2) = **31 dB**

• Performance globale de l'ensemble entrées d'air + coffre de volets roulants :

L'ensemble entrées d'air + coffre doit avoir un isolement normalisé de 41 (tableau A5-1) – 2 (tableau A5-3) = **39 dB**.

• Performance globale des deux entrées d'air :

Considérons de nouveau un coffre de volets roulants d'isolement 41 dB. L'abaque A5-1 permet de déterminer l'isolement global des deux entrées d'air, soit **43 dB**.

• Performance requise pour chacune des deux entrées d'air :

Chaque entrée d'air devra avoir un isolement acoustique de **46 dB**.

Dans ce cas, il y a trois solutions :

- incorporer les entrées d'air dans la maçonnerie,
- améliorer le coffre pour diminuer la contrainte sur les entrées d'air et pouvoir conserver des éléments dans la menuiserie.

Dans cette dernière hypothèse avec un coffre doté d'un isolement de **50 dB**, les entrées d'air devront chacune avoir un isolement de **42,3 dB**.

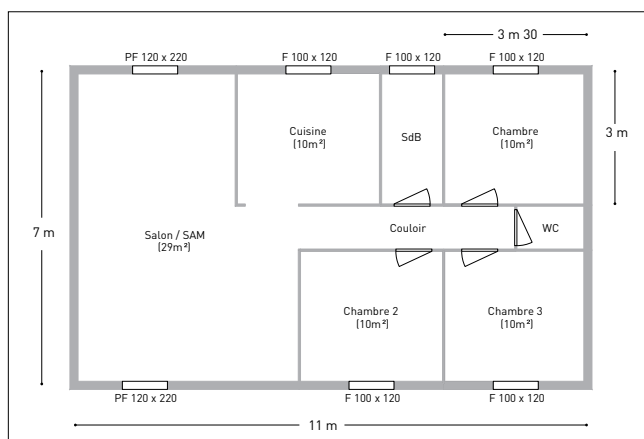
- placer les entrées d'air sur le coffre, en vérifiant que l'ensemble peut avoir un isolement de **39 dB**.

LORS D'UNE RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE, QUELS SONT LES POINTS DE VIGILANCE POUR NE PAS DÉGRADER, VOIRE AMÉLIORER, L'ISOLATION ACOUSTIQUE AUX BRUITS EXTÉRIEURS ?

Dans ce paragraphe, nous allons envisager le cas pratique d'une maison dont le propriétaire souhaite réaliser des travaux d'amélioration énergétique tout en prêtant attention aux problématiques du bruit, de la qualité de l'air intérieur et de la ventilation.

État initial du cas pratique

- Maison de plain-pied avec 4 pièces principales, 1 cuisine, 1 salle de bain et 1 WC ;
- Objectif d'isolement $D_{nT,A,tr} > 35$ dB (c'est-à-dire une maison située en zone C du PEB d'un aéroport ou encore à 25 mètres sans protection d'une infrastructure routière de catégorie 3).



Points de vigilance pour ne pas dégrader l'isolation acoustique aux bruits extérieurs

Type d'élément	Influence sur l'acoustique ?	Exemple de solution	Points de vigilance	
Murs (ITI ou ITE)	Murs en maçonnerie lourde	FAIBLE : En présence d'un mur en maçonnerie lourde (parpaings, briques creuses, béton, pierre meulière d'épaisseur 20 cm ou plus), la pose d'un isolant aura peu d'incidence sur la performance acoustique du mur.	La pose d'un isolant à la fois thermique et acoustique, comme la laine minérale ou le polystyrène expansé élastifié (PSEE), est toujours préférable à un isolant thermique rigide, lequel pourrait légèrement dégrader la performance acoustique du mur.	Quand d'importants isolements acoustiques sont recherchés et que la maçonnerie est constituée de brique creuse ou de parpaings creux, le choix du type d'isolant peut avoir une incidence acoustique.
	Murs en structure légère	FORTE : Dans le cas de murs en structure légère (par exemple, mur à ossature bois, torchis de faible épaisseur ou à base de fibrociment), le choix du type d'isolant est en revanche très important : la pose d'un isolant thermo-acoustique est alors indispensable. ➔ Voir fiche 1 / ITI des parois verticales	Une solution efficace peut consister en la pose d'un doublage à base de laine minérale d'environ 10 cm d'épaisseur (par exemple : laine minérale 100 mm + BA13 sur ossature).	En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), les travaux importants d'isolation thermique de parois opaques donnant sur l'extérieur ne doivent pas avoir pour effet de réduire l'isolement acoustique aux bruits extérieurs de ces pièces. ➔ Voir NT A11 / Travaux importants en zones de bruit

Points de vigilance pour ne pas dégrader l'isolation acoustique aux bruits extérieurs

Type d'élément		Influence sur l'acoustique ?	Exemple de solution	Points de vigilance	
Toiture	Toiture en structure lourde	FAIBLE : Les toitures de type toiture terrasse ou comble aménageable avec un plancher en béton de 10 cm ou plus ne nécessitent pas d'attention particulière quant à leur isolation acoustique. L'influence acoustique du type d'isolant est donc faible.	De même que pour les murs en maçonnerie lourde, il faut tout de même préférer un isolant thermo-acoustique.	RAS	
	Toiture légère	FORTE : Les toitures légères de types rampants ou combles perdus sans plancher ou avec un plancher bois, peuvent nécessiter une attention particulière relativement à l'acoustique, en particulier à proximité des aéroports.	Dès lors que l'isolant est souple (laine, PSEE), isolations thermique et acoustique sont concomitantes. Une deuxième épaisseur de parement rigide peut s'imposer si un isolement acoustique élevé est visé (cf. Exemple de solution de la FT4 / Planchers hauts).	Soigner la qualité de l'exécution (étanchéité à l'air) En zone de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux de réfection de toiture font l'objet d'exigences minimales par élément ➡ Voir NTA11 / Travaux importants en zones de bruit	
Système de ventilation	VMC simple flux	FAIBLE : Le choix du système de ventilation n'a qu'une influence indirecte sur l'isolement acoustique du logement.	La mise en place d'un système de VMC simple flux permet de diminuer le nombre d'entrées d'air et leur débit. Moins de bruit entre alors dans le logement.	Attention au bruit engendré à l'intérieur du logement par le moteur, qui doit être éloigné le plus possible des pièces de vie et désolidarisé de la structure du bâtiment.	
	VMC double flux	FAIBLE : Le choix du système de ventilation n'a qu'une influence indirecte sur l'isolement acoustique du logement.	La mise en place d'un système de VMC double flux permet de supprimer toutes les entrées d'air directes du logement. C'est donc la solution de ventilation la plus performante d'un point de vue acoustique.	Attention au bruit engendré à l'intérieur du logement par le moteur et par les bouches de soufflage. Des pièges à sons sont à prévoir pour atténuer ces bruits. ➡ Voir FT8 / VMC et NT6 / Bruits d'équipement	
Fenêtres	Châssis	FAIBLE : Le matériau constitutif des menuiseries a une influence négligeable sur la performance acoustique d'une menuiserie.	Châssis PVC, bois ou aluminium : Pour des isolements supérieurs à 35 dB, il est recommandé de faire appel à un acousticien.	RAS	
	Vitrage	FORTE : Le choix du type de vitrage, quant à lui, est prépondérant pour l'acoustique. L'épaisseur de la lame d'air (désignée ci-contre par "X") n'a pas une grande influence sur l'affaiblissement acoustique de la menuiserie.	<ul style="list-style-type: none"> • Un vitrage acoustique de type 10/(X)/4 permet en général d'atteindre l'objectif d'isolement $D_{nT,A,tr} > 35$ dB. • Pour des objectifs d'isolement acoustique plus élevés ($D_{nT,A,tr} > 40$ dB), un vitrage de type 44.1/(X)/10 pourra être choisi. • Si l'isolement recherché est encore plus important ($D_{nT,A,tr} > 45$ dB), il faudra plutôt se tourner vers la pose de doubles fenêtres. 	<ul style="list-style-type: none"> • Au delà de 40 dB d'isolement acoustique visé, pour que ce type de vitrage soit efficace et obtenir une solution cohérente, prévoir des entrées d'air en maçonnerie (non intégrées à la menuiserie). • En zone de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux de remplacement ou de création de parois vitrées ou portes donnant sur l'extérieur doivent respecter des performances acoustiques minimum. ➡ Voir NTA11 / Travaux importants en zones de bruit 	
Entrées d'air	Concernant notre cas concret, le tableau ci-dessous donne les débits réglementaires (arrêté du 24 mars 1982) nécessaires dans chaque pièce en fonction du type de ventilation choisi :				
	TABLEAU A5-5 : DÉBITS D'AIR RÉGLEMENTAIRES				
			Ventilation naturelle	VMC simple flux	VMC double flux
	Salon/SAM		2 modules de 45 m ³ /h (ou 3 modules de 30 m ³ /h ou 4 modules de 22 m ³ /h)*	45 m ³ /h	Pas d'entrée d'air
	Chambre 1		45 m ³ /h ou 2 x 22 m ³ /h	22 m ³ /h	Pas d'entrée d'air
	Chambre 2		45 m ³ /h ou 2 x 22 m ³ /h	22 m ³ /h	Pas d'entrée d'air
Chambre 3		45 m ³ /h ou 2 x 22 m ³ /h	22 m ³ /h	Pas d'entrée d'air	
Coffres de volets roulants	Les coffres de volet roulant donnant sur l'intérieur comme les coffres traditionnels ou les coffres intégrés (bloc-baies) sont sources d'importantes fuites acoustiques. Il convient de les remplacer ou de les isoler acoustiquement (insertion sur les faces intérieures du coffre de quelques centimètres de laine minérale ou d'un isolant dense).				

NOTE : En zones de bruit (au sens de l'arrêté du 13 avril 2017), certains travaux portant d'insertion ou de remplacement d'entrées d'air, ainsi que certains travaux portant sur les coffres de volets roulants, doivent respecter des performances acoustiques minimum.

➡ Voir NTA11 / Travaux importants en zones de bruit



EN RÉSUMÉ

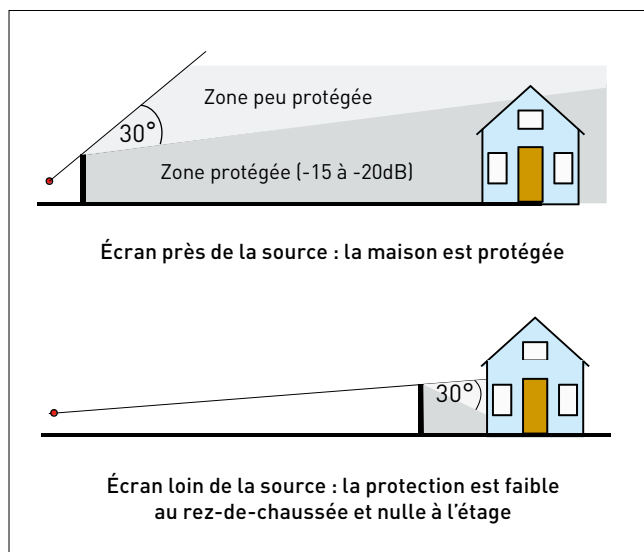
Élément concerné	Commentaire
Murs	Murs en maçonnerie lourde Murs en structure légère Isolant peu influent sur la performance acoustique du mur Isolant thermo-acoustique préconisé (15-20cm)
Toiture	Toiture terrasse ou comble aménageable avec dalle béton Toiture légère (rampants, comble perdu) Isolant peu influent sur la performance acoustique de la toiture Isolant thermo-acoustique préconisé (15-20cm)
Ventilation	Du moins performant au plus performant : Ventilation naturelle VMC simple flux VMC double flux
Fenêtres	Du moins performant au plus performant : Simple vitrage > 3mm Double vitrage thermique > 4(X)4 Triple vitrage Double vitrage acoustique > 10(X) 4 Double vitrage acoustique feuilleté > 44.1 silence (X) 10 Double fenêtre
Entrées d'air	Du moins performant au plus performant : Entrées d'air « classiques » Entrées d'air « acoustiques » sur menuiserie Entrées d'air « acoustiques » sur coffre de volet roulant Entrées d'air maçonnées
Coffres de volet roulant	Isoler les faces intérieures du coffre avec quelques centimètres de laine minérale ou un isolant dense.

QUELQUES IDÉES REÇUES SUR LES ÉCRANS ACOUSTIQUES

• **Écrans végétaux** : Mettre un rideau d'arbres entre la source de bruit et la maison ne sert à rien sinon à agrémenter la vue. Il faudrait un taillis touffus de 30 m d'épaisseur entre la source et la zone à protéger pour diminuer le bruit perçu de 3 dB(A) (ou pour augmenter de 3 dB(A) l'effet de la distance à la source).

• **Écrans étanches** : Derrière un écran il y a une zone « de pénombre acoustique » et une zone « d'ombre acoustique » (diffraction sur les contours de l'écran). L'écran n'est pleinement efficace que s'il est près de la source et si la zone à protéger n'est pas trop loin lorsque sa hauteur par rapport à la source est trop faible.

Réalisation : pour réaliser un écran, il n'est pas nécessaire de faire un véritable ouvrage d'art. Dans la zone d'ombre, son efficacité ne dépassera pas 15 à 20 dB. Une paroi simple de 50 à 60 kg/m² suffit. Son dimensionnement dépend de l'ossature utilisée et de la tenue au vent.



LES BRUITS D'ÉQUIPEMENTS

Dans cette note technique, nous nous intéresserons plus particulièrement aux équipements liés à la ventilation, au conditionnement d'air, au chauffage et à la production d'eau chaude sanitaire.

Nous avons considéré que les équipements de plomberie (alimentation en eau et évacuation), et les ascenseurs étaient hors sujet dans ce guide.

Les éléments clés dans la recherche de la diminution des bruits d'équipements :

- **Choix des matériels** : Puissance acoustique minimale rayonnée par leur enveloppe ou introduite dans les réseaux de gaines pour des matériels ayant les caractéristiques suffisantes pour assurer leur fonction principale.
- **Choix de l'implantation des matériels** : dans des locaux ou espaces éloignés des pièces à protéger (locaux de vie des logements)
- **Traitements antivibratiles** : limiter la transmission des vibrations produites par les matériels aux parois de la maison à l'aide de suspensions antivibratiles, de liaisons souples entre l'équipement et les gaines et canalisations des réseaux, de colliers ou suspensions antivibratiles

de ces réseaux et de manchons souples et étanches à la traversée des parois.

• **Consommation de l'énergie acoustique par les réseaux** : Dans un réseau de gaines de ventilation, cette notion permet de calculer la puissance acoustique au niveau d'une bouche d'extraction ou d'une bouche de soufflage à partir de la puissance acoustique introduite dans le réseau par la source de bruit (le caisson de ventilation, la pompe à chaleur...).

• **Consommation de l'énergie acoustique par le local dans lequel se trouve la source** : passage d'un niveau de puissance acoustique d'une source située dans un local au niveau de pression acoustique dans ce local.

CHOIX DES MATÉRIELS

Les équipements visés dans ce guide sont caractérisés le plus souvent par leurs puissances acoustiques L_w → Voir note A0 / Notions de base simplifiées. Certains petits équipements tels que les dispositifs d'entrée d'air en façade sont caractérisés par leur isolement $D_{n,e A, tr}$ qui correspond à l'isolement normalisé qu'il y aurait si toute l'énergie acoustique ne passait que par cet équipement.

Cas des caissons de ventilation (VMC simple ou double flux), centrales d'air, pompes à chaleur :

D'un point de vue acoustique, ces équipements sont caractérisés par trois puissances acoustiques :

• **La puissance acoustique rayonnée par le matériel dans le local où il est implanté** : Cette donnée est importante pour déterminer les précautions d'isolation acoustique

entre le local où se trouve l'appareil et les pièces des logements à protéger.

• **La puissance acoustique à l'aspiration** : Cette puissance acoustique est injectée dans un réseau d'extraction. Dans le cas d'une VMC, cette donnée sert à déterminer la puissance acoustique au niveau des bouches d'extraction situées dans les pièces de service des logements.

• **La puissance acoustique au soufflage** : Dans le cas d'une VMC simple flux, elle est parfois utile pour déterminer le bruit produit à l'extérieur du bâtiment et résoudre éventuellement certains problèmes de voisinage. Dans le cas d'une VMC double flux, elle est indispensable pour estimer le niveau de puissance acoustique des bouches d'insufflation dans les pièces principales des logements et le niveau de bruit dans ces pièces.

CHOIX DE L'IMPLANTATION DES MATÉRIELS

Les caissons de ventilation

Les caissons de ventilation sont généralement placés dans les combles d'une maison individuelle. Il faut que l'appareil soit facilement accessible afin de permettre les opérations de maintenance. L'emplacement doit être le plus éloigné possible d'une pièce de vie.

Dans le cas d'une ventilation double flux, il est souhaitable d'implanter le caisson dans un local chaud (buanderie par ex.).

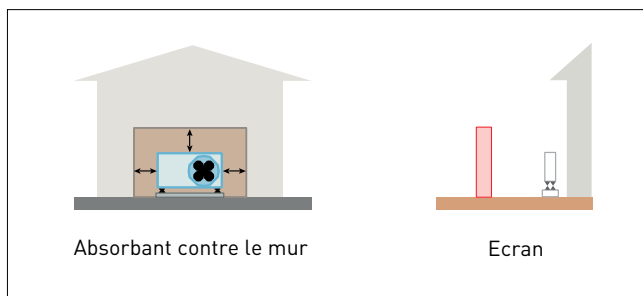
Si l'appareil n'est pas traité lui-même pour limiter la transmission des vibrations vers le support, il est recommandé de le placer à un endroit où il est possible de prévoir une surcharge (augmentation de la masse surfacique du support, voire la réalisation d'un socle antivibratile) : cela peut être au voisinage d'un appui de solives ou au droit d'un mur porteur.



Pompes à chaleur

Une pompe à chaleur, implantée à l'extérieur peut non seulement provoquer du bruit en façade des immeubles ou maisons voisines, mais également du bruit dans les pièces de la maison qu'elle dessert par transmission via les fenêtres des pièces. Pour diminuer les risques liés à ce deuxième problème, on privilégiera l'adossement de la PAC à un mur aveugle. Quant à la protection du voisinage, il est souhaitable de faire intervenir un acousticien qui définira la nature, les dimensions et les performances acoustiques des éléments nécessaires parmi lesquels :

- Mise en place d'un matériau absorbant acoustique sur le mur devant lequel la PAC est placée. Ce matériau doit être absorbant acoustique essentiellement pour les fréquences émises par la PAC et doit être protégé contre les intempéries (vent, pluie)..



Extrait de la note « Pompes à chaleur & environnement acoustique » de l'AFPAC

- Création d'un écran efficace suffisamment proche de la PAC pour augmenter son efficacité mais suffisamment éloigné pour faciliter l'écoulement d'air autour de l'appareil et permettre les opérations de maintenance.

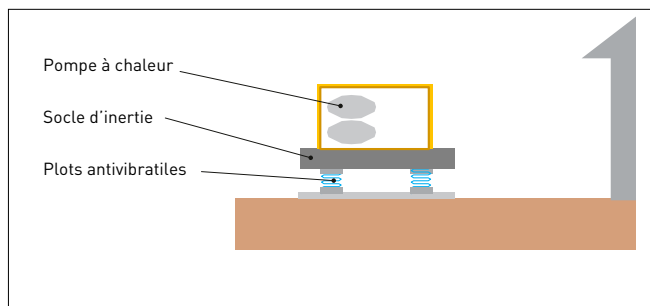
TRAITEMENTS ANTIVIBRATILES

Réalisation d'un socle antivibratile

Les caissons de ventilation, les pompes et les pompes à chaleur comportent des éléments tournants dont la vitesse de rotation N est généralement donnée en tours par minute. La fréquence excitatrice de l'élément tournant est alors $f_e = N/60$.

Pour un ventilateur de n pales tournant à N tours par minute, la fréquence excitatrice est $f_e = (n \times N)/60$

Ces équipements produisent des vibrations, d'où la nécessité de les placer sur des socles anti vibratiles ; **le poids du socle devrait être au moins égal à 3 fois le poids de l'équipement tournant et la fréquence propre de la suspension au moins deux fois plus faible que la fréquence excitatrice**. Encore faut-il que le plancher support soit lui-même lourd et rigide (dans les immeubles neufs, on utilise souvent des planchers en béton de 25 cm d'épaisseur).



Par exemple, une pompe qui tourne à 1450 tours par minute a une fréquence excitatrice f_e de 24 Hz. La suspension anti vibratile devra donc avoir une fréquence propre f_0 inférieure à 12 Hz. La fréquence propre dépend de la masse suspendue et de la raideur du produit anti vibratile. Le tableau suivant donne des choix possibles de types de plots en fonction des fréquences propres recherchées (les plots utilisables sont marqués par les plages vertes).

Type de plots	Fréquence propre		
	$f_0 > 3$ Hz	$6 < f_0 < 12$ Hz	$f_0 > 12$ Hz
Ressorts *	oui	oui	oui
Mélange de néoprène et de liège **	non	oui	oui
Néoprène ***	non	non	oui

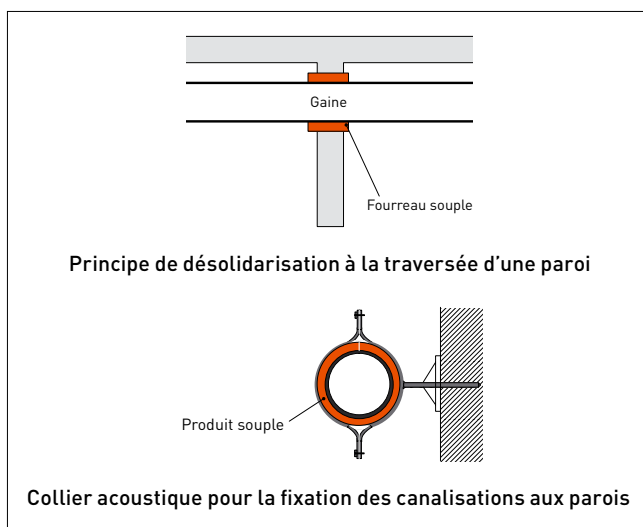
ATTENTION !

- Une suspension anti vibratile de machine ne s'improvise pas.
- Il faut utiliser des produits de caractéristiques connues (notamment leur coefficient d'élasticité)
- Une machine posée sur plots antivibratiles se déplace. Il faut donc raccorder les réseaux de gaines ou canalisations par l'intermédiaire de manchettes souples.

Les manchettes souples empêchent la transmission de vibrations entre l'amont et l'aval de la manchette. Mais la vibration de la machine se transmet au fluide transporté qui remet en vibration un peu plus loin le conduit ou la canalisation. En cas de problème lié à ce phénomène, notamment dans les installations de plomberie, on peut être amené à remettre une nouvelle manchette souple avant la pénétration de la canalisation dans le local à protéger.

Désolidarisation des canalisations, des gaines ou conduits des parois du bâtiment

On utilise des suspensions ou des colliers équipés d'un matériau souple (mousse plastique, élastomère par exemple). Aux traversées de parois, les gaines, canalisations ou conduits doivent être entourés d'un manchon souple et étanche.



* La fréquence propre des ressorts dépend directement de leur écrasement sous charge d donné en mm : $f_0 = 15.8 / (\sqrt{d})$

** Le mélange de particules d'élastomère et de particules de liège a pour conséquence un comportement voisin de celui des ressorts, avec cependant une limitation pour les forts écrasements due au produit d'agglomération des deux composants.

*** Les plots en élastomère s'écrasent sous les charges en conservant le même volume que lorsqu'ils sont non chargés. Leur efficacité est donc très dépendante de la forme et des dimensions des plots. Souvent, leur efficacité est améliorée en rainurant les feuilles d'élastomère pour les faire ressembler à des plaques de chocolat, ce qui crée des mini plots.

ATTÉNUATION DE L'ÉNERGIE ACOUSTIQUE PAR LES RÉSEAUX

Puissances acoustiques à l'admission et au soufflage

Dans un réseau de ventilation, le caisson ou le groupe dans lequel se trouve le ventilateur est caractérisé par la puissance acoustique à l'admission et la puissance acoustique au soufflage. Ces puissances acoustiques sont introduites dans les réseaux de gaines et sont consommées partiellement par ces réseaux.

Notons que le bruit se transmet depuis le ventilateur jusqu'à la bouche d'extraction (en sens inverse du flux d'air – cas d'une VMC simple flux) ou à la bouche de soufflage (dans le même sens que le flux d'air).

Plus les pertes de charges aérauliques sont importantes, plus l'atténuation acoustique est grande. Malheureusement plus les pertes de charges aérauliques sont importantes plus l'élément qui les produit régénère du bruit. Il n'est pas rare que l'énergie acoustique qui sort de cet élément soit plus forte que celle qui y était rentrée, ce qui supprime l'effet favorable de l'atténuation. Ainsi, il faut éviter les

coudes droits, les changements brusques de section de gaine, notamment leur rétrécissement.

Tous les éléments d'un réseau de ventilation – longueurs droites, coudes, dérivations (séparation d'une gaine en plusieurs tronçons) – sont consommateurs d'énergie acoustique.

Choix de la nature des gaines ou conduits :

Le tableau suivant (d'après un guide de l'ASHRAE) donne des indications sur le comportement acoustique de différents types de conduits droits.

Lorsqu'on installe une VMC simple ou double flux dans une maison existante, on utilise très souvent des conduits souples comportant une spirale en fil d'acier. Il faut veiller d'une part à donner un grand rayon de courbure lors de changements de direction et d'autre part à ce que la spirale ne se couche pas au passage d'obstacles divers ce qui créerait un bruit important dû au changement brutal de section.

Type de conduit	Rectangulaire (tôle)	Rectangulaire (tôle isolée à l'intérieur)*	Circulaire (tôle)	Circulaire (tôle isolée à l'intérieur)	Fibre minérale seule	Flexible circulaire isolé
Résistance au bruit de tôle	●	●	●	●	●	●
Résistance à la transmission à travers les parois	●	●	●	●	●	●
Atténuation aux basses fréquences	●	●	●	●	●	●
Atténuation aux fréquences moyennes	●	●	●	●	●	●

●	Mauvais
●	Moyen
●	Bon

* Le plus souvent, l'isolation intérieure de la gaine consiste en une laine minérale surfacée par un voile de verre (pour éviter le défilage) ou par une mousse de polyuréthane.

Calcul de la puissance acoustique au niveau d'une bouche

L'atténuation par le réseau, depuis le ventilateur jusqu'à la bouche d'extraction ou de soufflage, permet de déterminer la puissance acoustique au niveau de la bouche. Il faut lui ajouter la puissance acoustique propre de la bouche due au passage d'air (addition de décibels : ➡ [Voir note A1 / Le décibel](#))

Insertion d'un silencieux

Si la puissance acoustique globale est trop importante, généralement en raison du bruit véhiculé par le réseau, la bouche ayant été évidemment choisie avec une puissance acoustique faible, il faut envisager de placer un silencieux sur le circuit. Ce silencieux atténue l'énergie acoustique, mais régénère également du bruit. On a donc intérêt à le placer le plus près possible de la source de bruit (près du caisson de ventilation ou d'un organe de réglage du débit).



Silencieux circulaire type CA
(doc. TROX)

ATTÉNUATION DE L'ÉNERGIE ACOUSTIQUE PAR LE LOCAL DANS LEQUEL SE TROUVE LA SOURCE

Critères acoustiques pour caractériser l'absorption d'un local

Les équipements situés dans le local, qu'il s'agisse de ventilo-convecteurs, de conditionneurs individuels, ou de grilles et diffuseurs d'un réseau de ventilation, sont caractérisés par la puissance acoustique qu'ils injectent dans le local. La différence entre le niveau de pression acoustique qu'ils produisent en un point du local et leur puissance acoustique est due à l'atténuation par le local lui-même. Cette atténuation sera plus forte dans un local « sourd » avec beaucoup d'absorbants, que dans un local réverbérant avec peu d'absorbants.

Les locaux sont caractérisés par leur durée de réverbération Tr ou par leur aire d'absorption équivalente A (surface d'un absorbant parfait avec un coefficient d'absorption égal à 1 qui aurait le même pouvoir d'absorption que les

revêtements de parois et le mobilier du local). Il y a une relation entre ces deux notions :

$$Tr (s) = 0.16 (V (m^3)/A (m^2))$$

où V est le volume du local. C'est ce qu'on appelle « la formule de sabine ». Dans les locaux d'habitation normalement meublés, la durée de réverbération est souvent voisine de 0.5 s.

Calcul de l'atténuation par absorption du local

Le tableau suivant indique l'aire d'absorption équivalente A d'un local de volume V dont la durée de réverbération est de 0.5 s, ainsi que la différence entre le niveau de pression acoustique L_p , mesuré dans ce local à une distance supérieure à 1,5 m d'une source de bruit située dans le local, et le niveau de puissance acoustique L_w de cette source.

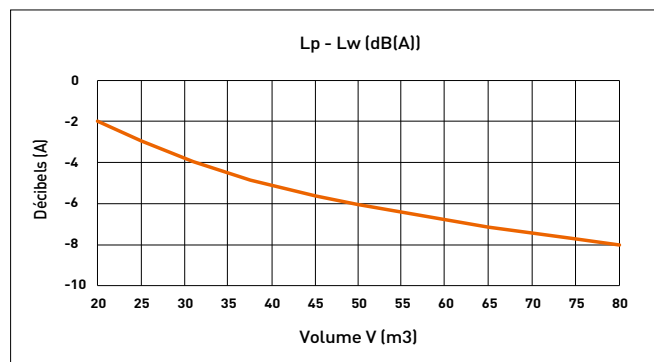
V (m ³)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
A (m ²)	6.4	8	9.6	11.2	12.8	14.4	16	17.6	19.2	20.8	22.4	24	25.6
$L_p - L_w$ (dB(A))	-2.0	-3.0	-3.8	-4.5	-5.1	-5.6	-6	-6.4	-6.8	-7.2	-7.5	-7.8	-8.1

AIRE D'ABSORPTION ÉQUIVALENTE D'UN LOCAL DE VOLUME V AVEC UNE DURÉE DE RÉVERBÉRATION DE 0.5 S, et différence $L_p - L_w$ entre le niveau de pression acoustique dans le local à plus de 1,5 m d'une source située dans le local et le niveau de puissance acoustique de cette source.

Si la puissance acoustique d'une bouche d'extraction située dans une cuisine de 25 m³ est de 36 dB(A), le niveau de pression acoustique à plus de 1,5 m de cette bouche sera voisin de $36 - 3 = 33$ dB(A).

Si, dans une cuisine de 25 m³, on ne veut pas dépasser un niveau de 50 dB(A) dû à une chaudière murale, on choisira une chaudière de niveau de puissance acoustique inférieure ou égale à 53 dB(A).

Dans un séjour de 50 m³, la bouche d'insufflation d'air en cas de double flux ne devra pas avoir une puissance acoustique supérieure à 36 dB(A) pour un niveau sonore visé de 30 dB(A).



Différence ($L_p - L_w$) en dB(A) à plus d'1,5 m de la source de puissance acoustique L_w , dans un local de volume V (m³) ayant une durée de réverbération de 0.5 s

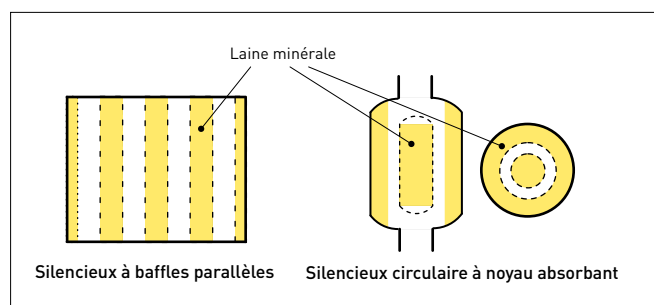
LES DIFFÉRENTS TYPES DE SILENCIEUX

Silencieux à absorption

Ils sont généralement constitués d'un caisson métallique revêtu d'une laine minérale protégée par un voile de verre pour éviter le défibrage et parfois par une tôle perforée, qui, suivant le taux de perforation, ajoute un effet de résonateur et une plus grande absorption des fréquences graves.

L'atténuation d'une gaine revêtue d'absorbant dépend du coefficient d'absorption du matériau et augmente lorsque le rapport du périmètre de la gaine à sa surface augmente. Si on fractionne la gaine en plaçant à l'intérieur des cloisonnements absorbants on augmente le rapport P/S des voies d'air et l'atténuation en décibels par mètre de gaine traitée augmente. C'est le principe des silencieux à section rectangulaire à baffles parallèles ou des silencieux cylin-

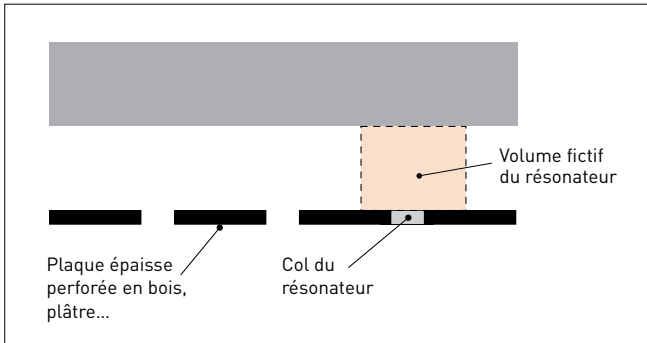
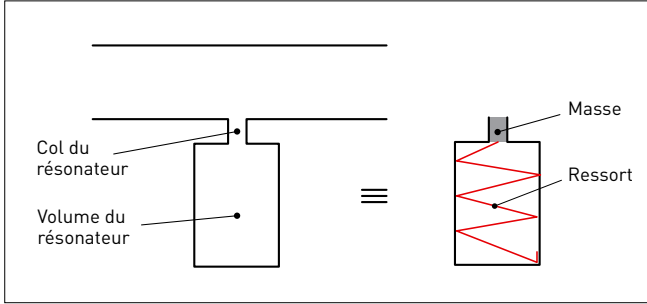
driques équipés d'un noyau absorbant. Mais attention ! Ces silencieux sont souvent peu efficaces dans les fréquences graves, très efficaces dans les fréquences moyennes et assez efficaces dans les fréquences aiguës.



Silencieux réactifs

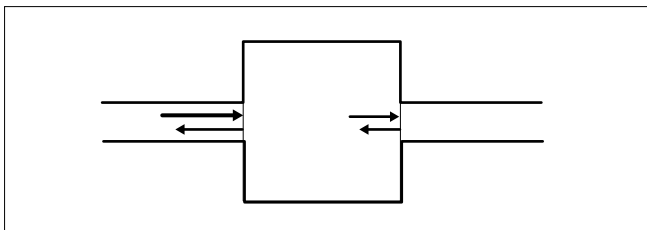
Le résonateur de Helmholtz

Il s'agit en fait d'une bouteille avec son col et son volume intérieur. L'air situé dans le col a très peu de possibilité d'expansion et se comporte comme une masse placée sur un ressort : l'air du volume intérieur. C'est ce même principe qui régit l'absorption acoustique d'une plaque perforée placée à quelques centimètres d'une paroi. Les perforations caractérisées par le diamètre des trous et l'épaisseur de la plaque représentent le col du résonateur, une partie de l'air entre la paroi traitée et la plaque représente le volume interne du résonateur.



La chambre d'expansion :

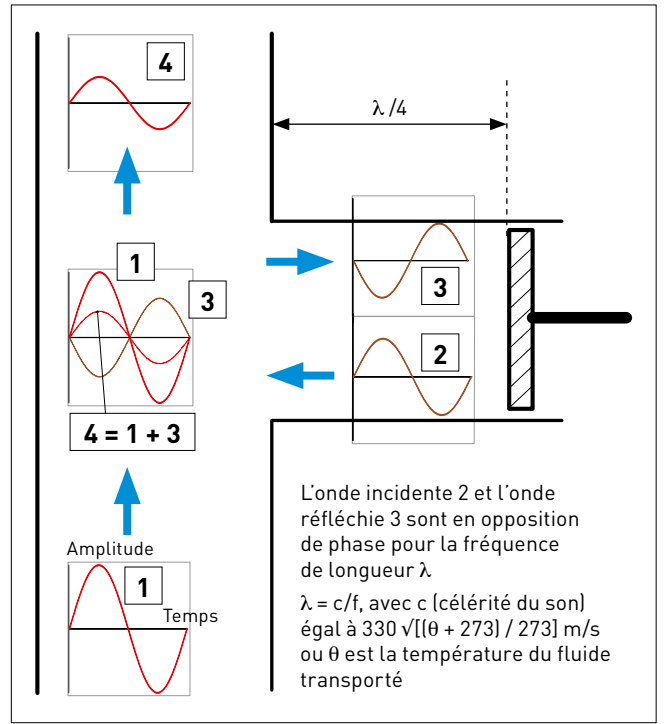
Il s'agit d'insérer dans le circuit un volume de section plus importante que la section de la gaine traitée. A chaque changement de section il y a une réflexion d'une partie de l'énergie acoustique qui se traduit par une atténuation acoustique.



Silencieux quart d'onde

Son principe consiste à créer une onde acoustique en opposition de phase avec l'onde véhiculée dans le conduit. Pour cela on branche sur la gaine ou le conduit à traiter un conduit annexe équipé d'un piston qu'on déplace jusqu'à ce que le bruit initial soit très fortement atténué. Ce type de silencieux est très sélectif (efficace dans un intervalle de fréquences très étroit). Il est souvent utilisé pour réduire les bruits de conduits de fumées.

Mais attention ! Ces silencieux sont souvent efficaces dans les fréquences graves dans un intervalle de fréquences très étroit et sont peu ou pas efficaces dans les fréquences moyennes et aiguës.



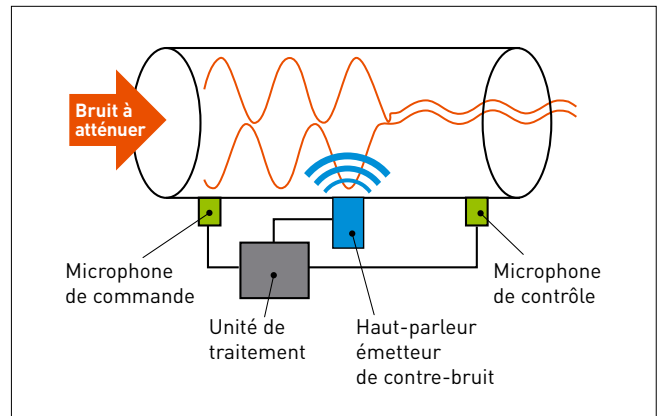
Principe de fonctionnement d'un silencieux « quart d'onde »

Silencieux actifs

Nous les citons pour ne pas masquer leur existence. Mais leur mise en place et leur réglage nécessite l'intervention d'un acousticien. Leur principe consiste à émettre des sons en opposition de phase à celle des sons incidents. Ils font la même opération qu'un silencieux « quart d'onde », mais, grâce à leur contrôleur électronique, pour des plages de fréquences plus étendues, que les fréquences soient graves, moyennes ou aiguës.

Un silencieux actif est constitué d'un microphone qui capte le bruit véhiculé par la gaine, l'envoi au contrôleur qui l'analyse et envoie un contre bruit (même amplitude, mêmes fréquences que le bruit incident, mais en opposition de phase) à un haut-parleur. La combinaison du bruit véhiculé par la gaine et du contre-bruit permet de diminuer très sensiblement les amplitudes des sons à la sortie du silencieux.

Les silencieux actifs sont le plus souvent utilisés pour traiter les bruits graves en complément des silencieux à absorption qui, eux, permettent de traiter efficacement les bruits moyens ou aiguës.



Principe de fonctionnement d'un silencieux actif (extrait du guide AICVF « Bruit des équipements »)

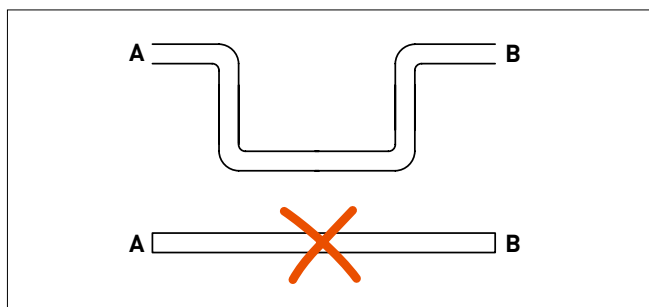


CHOIX DU TYPE DE SILENCIEUX EN FONCTION DES FRÉQUENCES À ATTÉNUER

Type de silencieux	Fréquences à atténuer		
	Fréquences graves	Fréquences moyennes	Fréquences aiguës
Silencieux à absorption		Très efficace	Efficace
Silencieux réactifs	Très efficace, mais pour un intervalle de fréquences très étroit		
Silencieux actifs	Très efficace, mais pour des intervalles de fréquences très larges		

Influence du parcours des gaines

Le dessin du parcours des gaines joue également un rôle important dans l'atténuation du bruit. Par exemple un coude arrondi atténue le bruit de 3 dB(A) dans les fréquences aiguës, sans régénération importante (contrairement aux coudes droits). Si le concepteur du réseau, conscient des problèmes acoustiques, a prévu quatre coudes pour aller d'un point à un autre, il faut conserver ces coudes et résister à la tentation d'aller tout droit. En supprimant les quatre coudes, on supprime 12 dB(A) d'atténuation dans les fréquences aiguës et 7 à 8 dB(A) dans les fréquences moyennes.



ATTENTION !

- Les silencieux qui sont traversés par le flux d'air, tels que les silencieux à baffles parallèles, les silencieux à noyau absorbants ou les silencieux à chambre d'expansion régénèrent du bruit en raison de la perte de charge qu'ils créent et de la vitesse d'air. Il faut donc les placer le plus près possible de la source de bruit.

- Il n'est pas conseillé d'utiliser des silencieux équipés de matériaux poreux dans un circuit d'extraction de cuisine. Sans protection étanche (film plastique très mince) ils peuvent s'imprégner de graisses et devenir des brûlots dangereux en cas d'incendie.

Pour en savoir plus

Consulter le guide de l'AICVF « Bruit des équipements » (Editions PYC) et notamment son chapitre 34 traitant des silencieux.

LES CAPOTS ACOUSTIQUES

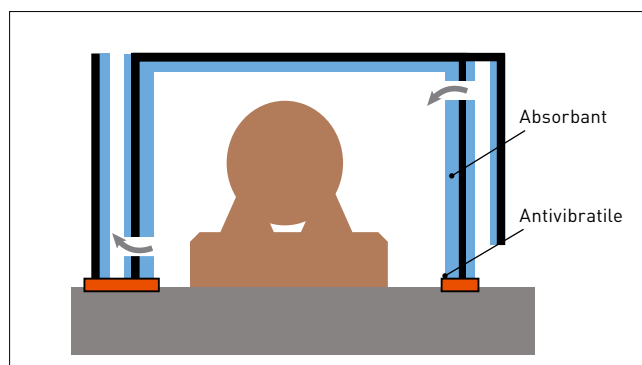
Si un équipement est bruyant, on peut l'enfermer dans un capot isolant. L'idée est simple, mais pas si facile que cela à appliquer.

Influence de la réverbération

Tout d'abord, ce n'est pas parce que l'enveloppe du capot a un indice d'affaiblissement acoustique de 20 dB que la diminution du bruit à un endroit déterminé est de 20 dB. En effet, le bruit entre la source et le capot est plus important à la même distance de la source et le capot est plus important à la même distance de la source que s'il n'y avait pas de capot : en ce point, le bruit en provenance directe de la source est renforcé par l'énergie acoustique réfléchi par les parois du capot. On atténue cette augmentation en équipant les parois intérieures du capot avec un produit absorbant acoustique, mais on ne l'annule pas. C'est la raison pour laquelle on caractérise un capot par la perte d'insertion qu'il apporte et non pas par l'indice d'affaiblissement acoustique de ses parois. La perte d'insertion est la différence entre le niveau de bruit à une certaine distance de la source avant mise en place du capot et le niveau de bruit après la pose du capot.

Ventilation du capot

La source de bruit a souvent besoin d'air pour fonctionner, il faut donc pouvoir introduire une quantité d'air suffisante,



Principe d'un capot acoustique

d'où des orifices de ventilation qui sont autant de points faibles sur le capot. Si on n'y fait pas attention, la source cesse de fonctionner par manque d'air. Le problème acoustique est résolu, mais la fonction que devait remplir la source n'est plus assurée.

Neutralisation des vibrations

Par ailleurs, le capot récupère les vibrations émises par la source : il faut donc le poser sur des produits antivibratiles.

PRÉAMBULE

Le décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage compte parmi les textes les plus importants à considérer dans le domaine de l'acoustique des constructions ➔ [Voir note A8 / Recommandations relatives aux performances acoustiques dans le bâti existant](#). De fait, il n'existe pas de réglementation relative aux caractéristiques acoustiques des bâtiments existants. Notons toutefois, que certains règlements de copropriétés imposent de ne pas dégrader les performances acoustiques en cas de travaux et que le règlement sanitaire départemental type de 1978 impose d'appliquer les exigences d'un bâtiment neuf en cas de remplacement ou d'adjonction d'un équipement.

Dans l'habitat existant, en cas de bruits de voisinage ayant pour origine un autre logement, ou une activité professionnelle, artisanale ou de loisir, la réglementation fait appel à la notion d'émergence des bruits perturbateurs par rapport au bruit dit résiduel (bruit perçu lorsque la source de bruit incriminée est arrêtée). Sont exclus de cette démarche les bruits des transports (routier, ferroviaire, aérien) et un certain nombre de sources liées à la défense nationale, à la production d'énergie et aux installations classées pour la protection de l'environnement.

Pour les bruits de comportement en provenance d'un logement voisin, la réglementation prévoit que l'émergence puisse être constatée à l'oreille.

ASPECTS RÉGLEMENTAIRES

Notion d'émergence

- Le décret du 31 août 2006 relatif à la lutte contre les bruits de voisinage (désormais codifié au code de la santé publique) définit l'émergence globale comme la différence entre le niveau de bruit ambiant (comportant le bruit particulier en cause) et le niveau de bruit résiduel (constitué par l'ensemble des bruits habituels, extérieurs et intérieurs, correspondant à l'occupation normale des locaux et au fonctionnement habituel des équipements en l'absence du bruit particulier).
- La gêne est caractérisée lorsque l'émergence mesurée est supérieure à :

- 5 dB(A) en période diurne (7h00-22h00)

- ou 3 dB(A) en période nocturne (22h00 -7h00)

- Un terme correctif est appliqué à ces émergences en fonction de la durée cumulée d'apparition du bruit particulier (bruit incriminé) :

Exemple : Dans le cas d'un bruit mesuré continuellement sur la période minuit-5h00 (période nocturne, durée d'apparition = 5 heures, terme correctif = 1), l'émergence autorisée est de 3+1= 4 dB(A)

Durée d'apparition du bruit particulier	Terme correctif (dB(A))
Supérieure à 8 heures	0
Comprise entre 4 et 8 heures	1
Comprise entre 2 et 4 heures	2
Comprise entre 20 minutes et 2 h	3
Comprise entre 5 et 20 minutes	4
Comprise entre 1 et 5 minutes	5
Inférieure ou égale à 1 minute	6

Cas particulier des pièces principales

- Lorsque le bruit particulier est engendré par des équipements (activité professionnelle), on vérifie également les émergences spectrales. Les valeurs limites de l'émergence spectrale sont de 7 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 125 Hz et 250 Hz, et de 5 dB dans les bandes d'octave normalisées centrées sur 500 Hz, 1 000 Hz, 2 000 Hz et 4 000 Hz. Elle sera par exemple mesurée dans le cas du compresseur d'une chambre froide d'une supérette, mais ne le sera pas pour le bruit du boucher coupant la viande sur son billot. Dans ce dernier cas, seule l'émergence globale sera considérée.
- En réception dans les pièces principales, l'émergence n'est recherchée que si le niveau de bruit ambiant mesuré (y compris le bruit particulier) est supérieur à 25 dB(A).

Remarques générales

- Si les valeurs d'émergence ci-dessus ne sont pas atteintes, cela signifie qu'il n'y a pas présomption officielle de gêne, cela ne veut pas dire que les personnes ne sont pas gênées. Le perturbateur n'aura pas d'amende, mais le plaignant pourra plaider sa cause devant une juridiction civile.
- En période nocturne, l'émergence tolérée est beaucoup plus sévère qu'il n'y paraît : on passe de 5 dB(A) de jour à 3 dB(A) de nuit, et ce alors que le bruit résiduel est souvent nettement inférieur de nuit que de jour.

Cas particulier des bruits de comportement

Les bruits de voisinage n'ayant pas pour origine une activité professionnelle, artisanale ou de loisir ne nécessitent aucune mesure acoustique : une constatation auditive par un agent assermenté suffit. Entrent notamment dans cette catégorie le cas de l'utilisation de locaux ayant subi des aménagements dégradant l'isolation acoustique, ou les nuisances sonores occasionnées par certains équipements domestiques fixes (ventilateurs, climatiseurs, pompes à chaleur).



AMÉLIORATION DE L'ISOLATION THERMIQUE D'UNE FAÇADE : CONSÉQUENCES SUR LE CONFORT ACOUSTIQUE

Conséquences acoustiques du remplacement d'une fenêtre à simple vitrage par une fenêtre à double vitrage

- Meilleure protection contre les bruits extérieurs : Dans une construction ancienne, les fenêtres peu étanches équipées de vitrages simples et peu épais offrent des isolements acoustiques parfois inférieurs à 25 dB. Leur remplacement par des « fenêtres thermiques » dotées d'une bonne étanchéité permet d'atteindre un isolement acoustique aux bruits extérieurs qui peut atteindre 30 dB, voire 35 dB dans certains cas. Cette amélioration acoustique sera bien appréciée dans les zones à circulation dense et sera à peine remarquée dans les zones calmes.

- Suppression de l'effet de masque : Avant travaux, les bruits extérieurs contribuaient à masquer les bruits intérieurs en provenance des logements voisins. Si l'isolement acoustique des façades est sensiblement augmenté, ce masque disparaît et on entend mieux les bruits occasionnés par les voisins, ce qui peut provoquer des conflits de voisinage.

Pour illustrer cette difficulté, nous prendrons l'exemple d'un immeuble haussmannien en bordure d'une rue produisant un niveau de 67 dB en façade de l'immeuble.

Cas d'un immeuble haussmannien en bon état n'ayant pas subi de modifications significatives

- Caractéristiques du bâti: Les façades sont en pierre de taille de forte épaisseur, les fenêtres sont en bois, peu étanches, et équipées de vitrages simples. Les planchers sont à solives métalliques, avec un plâtre sur lattis en sous face, un remplissage partiel des espaces entre solives en plâtre et gravas et un parquet sur lambourdes en surface. Les cloisons sont en plâtre et mâchefer, les murs intérieurs en moellons et contiennent parfois des conduits de fumée.

- Niveau d'exposition au bruit en façade : 67 dB.

- État initial, avant traitement de la façade :

L'isolement acoustique vis-à-vis des bruits extérieurs est voisin de 25 dB. L'isolement acoustique entre logements superposés est voisin de 45 dB.

Le bruit « résiduel » dans un logement a deux composantes principales : le bruit de la circulation routière transmis par la façade et le bruit des équipements à fonctionnement permanent de l'immeuble.

Bruit de circulation perçu dans le logement :
 $67 - 25 = 42 \text{ dB(A)}$

Bruit d'équipements : 30 dB(A)

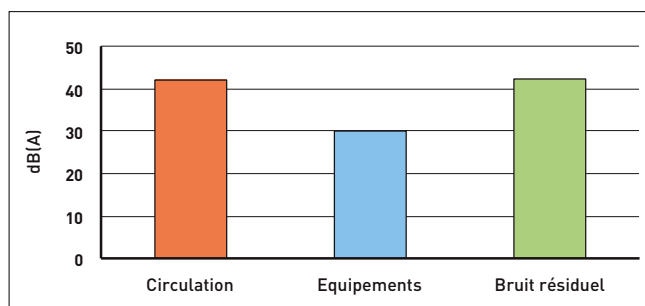
Bruit résiduel : 42 dB(A) (combinaison des deux bruits précédents) → Voir note A1 / Le décibel.

Supposons que les voisins produisent un bruit de 85 dB(A). En raison de l'isolement acoustique entre logements, par ailleurs relativement faible, il passe 40 dB(A) dans le logement étudié.

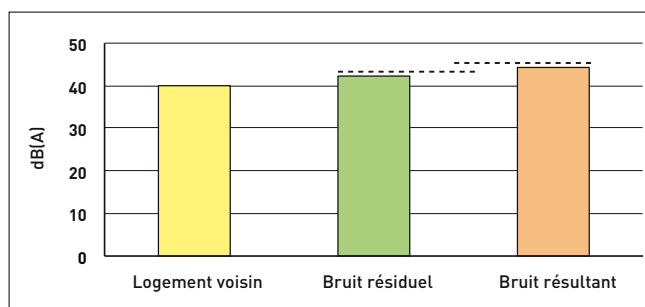
Ces 40 dB(A) qui « s'ajoutent » aux 42 dB(A) du bruit résiduel produisent un niveau résultant de 44 dB(A).

D'où une émergence de 2 dB(A) sur le bruit résiduel, avec une prédominance de bruit de circulation (graphique n°2 ci-contre : l'émergence correspond à l'écart entre les deux traits pointillés).

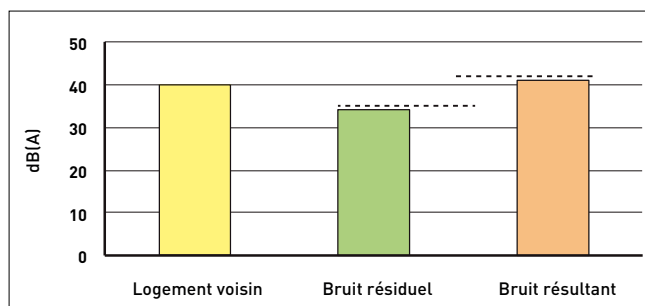
Dans ce cas, le bruit des voisins est difficilement perçu.



1. Bruit résiduel résultant de la combinaison entre le bruit de la circulation et les bruits d'équipement



2. Emergence entre le bruit résultant et le bruit résiduel : état initial avant traitement de façade



3. Emergence entre le bruit résultant et le bruit résiduel : état final après traitement de façade

Les occupants des logements se plaignant souvent des bruits extérieurs excessifs, lorsqu'il s'est agi de renforcer l'isolation thermique des façades de cet immeuble, il a été décidé d'en profiter pour améliorer l'isolement acoustique aux bruits extérieurs en recherchant une valeur voisine de celle exigée par la réglementation relative aux constructions neuves, soit 35 dB (protection requise en bordure d'une voie de catégorie 4) → Voir note A8 / Recommandations relatives aux performances acoustiques dans le bâti existant].

Avec cet isolement aux bruits extérieurs de 35 dB, le niveau de bruit de circulation perçu dans le logement est $67 - 35 = 32 \text{ dB(A)}$. Combiné avec le bruit d'équipements, cela donne un bruit résiduel de 34 dB(A).

La même discussion animée dans le logement voisin produit toujours un niveau de 40 dB, qui, combiné avec le niveau résiduel, conduit à un niveau résultant global de 41 dB(A).

Dans ce cas, l'émergence symbolisée sur le graphique n°3 ci-dessus par la distance entre les deux traits pointillés est de 6 dB(A), avec une prédominance du bruit en provenance des voisins.

Dans ce cas, le bruit des voisins est très facilement perçu.

RECOMMANDATIONS RELATIVES AUX PERFORMANCES ACOUSTIQUES DANS LE BATI EXISTANT

LES TEXTES APPLICABLES AU CAS DE LA RÉNOVATION

En rénovation, très peu de textes concernent la qualité acoustique des constructions. Toutefois, les habitations existantes, pourvu qu'elles aient été construites après le 1^{er} juillet 1970, ont été soumises, au moment de leur construction, à des exigences acoustiques réglementaires. La date de construction constitue donc un indicateur de référence pour estimer l'ordre de grandeur des performances acoustiques d'une maison ou d'un immeuble existant. L'historique de ces exigences est rappelé dans cette note technique.

Règlement de copropriété

Dans le cas de travaux divers dans un bâtiment existant, de nombreux règlements de copropriété comportent une clause prévoyant l'obligation de ne pas dégrader les performances acoustiques qui existaient avant les travaux.

Arrêté préfectoral relatif au bruit

L'arrêté préfectoral relatif aux bruits de voisinage comporte généralement un article intitulé « Locaux d'habitation » prévoyant les dispositions suivantes :

- « Les éléments et équipements des bâtiments doivent être maintenus en bon état de manière à ce qu'aucune diminution anormale des performances acoustiques n'apparaisse dans le temps ; le même objectif doit être appliqué à leur remplacement.

- Les travaux ou aménagements, quels qu'ils soient, effectués dans les bâtiments ne doivent pas avoir pour effet de diminuer sensiblement les caractéristiques initiales d'isolement acoustique.

- Toutes précautions doivent être prises pour limiter le bruit lors de l'installation de nouveaux équipements individuels ou collectifs dans les bâtiments. »

Avant que ces arrêtés préfectoraux n'aient été pris (dans le sillage de la loi bruit de 1992), c'était le règlement sanitaire départemental (RSD) qui s'appliquait.

Arrêté du 23 juin 1978

L'arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public (ERP) concerne toutes les installations nouvelles réalisées dans les

constructions neuves ou les bâtiments anciens. L'article 6 de cet arrêté précise notamment que :

- le niveau de pression acoustique du bruit engendré dans un logement, un bureau ou une zone accessible au public, par une chaufferie située dans le même bâtiment que ce local, ne doit pas dépasser 30 dB(A) ;

- le niveau de pression acoustique du bruit engendré par une chaufferie ne doit pas dépasser 50 dB(A) (niveau de bruit en façade).

Décret du 14 juin 2016 et arrêté du 13 avril 2017

Le décret du 14 juin 2016 et l'arrêté du 13 avril 2017, pris en application de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, rendent 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 dépassement des valeurs limites des cartes de bruit stratégiques des infrastructures routières et ferroviaires (cartes « c ») ou dans une zone de bruit d'un plan de gêne sonore. Les travaux importants d'isolation thermique de parois opaques donnant sur l'extérieur ne doivent pas avoir pour effet de réduire l'isolement acoustique aux bruits extérieurs de ces pièces. Un guide d'accompagnement du ministère chargé du logement, destiné à expliciter l'application de cette réglementation, sera disponible en juin 2017.. Pour plus de précisions, ➔ [Voir note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit : obligation de performances acoustiques minimales.](#)

ATTENTION : En cas de rénovation lourde ou de changement de destination, les objectifs visés (et les résultats atteints) doivent se rapprocher autant que possible des valeurs réglementaires. En effet, en l'absence de réglementation acoustique applicable au bâti ancien, en cas de litige, le juge évaluera au cas par cas si ces travaux ont rendu, ou non, le bâtiment impropre à sa destination. Pour fonder sa décision, le juge tient compte de la nature du bâti existant, de la nature des travaux, de l'écart entre les résultats et les seuils réglementaires, de la facilité ou de la difficulté avec laquelle les travaux auraient pu permettre d'atteindre les exigences applicables aux logements neufs.

ÉVOLUTION DES RÉGLEMENTATIONS ACOUSTIQUES DANS L'HABITAT

Date de la demande de permis de construire	Texte applicable
Du 1 ^{er} juil. 1970 au 30 juin 1976	Arrêté du 14 juin 1969
Du 1 ^{er} juil. 1976 au 31 déc. 1995	Arrêté du 22 déc. 1975
Du 1 ^{er} janv. 1996 au 31 déc. 1999	Arrêté du 28 oct. 1994
Depuis le 1 ^{er} janvier 2000	Arrêté du 30 juin 1999

TABLEAU A8-1 : Réglementation acoustique applicable à la date de construction d'un immeuble d'habitation ou d'une maison

Nota : L'arrêté du 30 juin 1999, n'est que la traduction en langage « européen » des exigences fixées par l'arrêté du 28 octobre 1994 : intervalle de fréquences utilisé (suppression de l'intervalle d'octave centré sur 4000 Hz), nouveau vocabulaire (ce qui était appelé isolement normalisé ou niveau de pression acoustique normalisé et devenu isolement acoustique standardisé ou niveau de pression acoustique standardisé) et modification notable de l'expression des niveaux de bruits de chocs (remplacement d'un niveau en dB(A) par un niveau obtenu par comparaison avec une courbe de référence).



Dans ce qui suit, nous examinerons l'évolution des exigences en utilisant l'expression des performances telles qu'elle doit se pratiquer actuellement.

Dans les tableaux qui suivent, pour l'habitat individuel indépendant (non mitoyen), les seules exigences à considérer concernent les « bruits extérieurs » et les « équipements individuels du logement » (tableaux dont les cases sont blanches).

Tous les arrêtés cités ci-dessus traitent des bruits produits à l'intérieur de l'immeuble ou de la maison : bruits aériens et bruits de chocs sur le sol produits à l'extérieur du logement testé, bruits d'équipements.

Les arrêtés du 28 octobre 1994 et du 30 juin 1999 traitent également de la correction acoustique des circulations communes et introduisent un isolement acoustique minimal vis-à-vis des bruits des trafics routier et ferroviaire.

ISOLEMENTS ACOUSTIQUES AUX BRUITS EXTÉRIEURS (TRAFICS ROUTIER, FERROVIAIRE ET AÉRIEN)

Cas général

Texte	Local de réception : pièces du logement testé	
	Pièce principale et cuisine	
Arrêté du 28 octobre 1994 et arrêté du 30 juin 1999	30 dB (A)	

Pour les demandes de permis de construire antérieures au 1^{er} janvier 2000, aucun isolement minimal n'était requis.

Bâtiment d'habitation situé dans un secteur affecté par le bruit des infrastructures de transport classées

Cette valeur minimale d'isolement de 30 dB pourra être augmentée lorsque le bâtiment d'habitation se situe dans une zone affectée par le bruit des infrastructures classées de transport terrestre, ferroviaire ou aérien (classements

définis par arrêtés préfectoraux et annexés aux PLU). Dans un tel cas, les maîtres d'ouvrage se doivent d'appliquer les prescriptions des textes suivants :

Texte	Date d'application (demande de permis de construire)	Observations
Arrêté du 6 octobre 1978	11 mai 1979	Ne traitent que des bruits de transports terrestres (routes et voies ferrées). Les isolements requis vont de 30 à 45 dB pour un bruit de trafic
Arrêté du 30 mai 1996	30 novembre 1996 (se reporter aux arrêtés préfectoraux)	
Arrêté du 23 juillet 2013 modifiant l'arrêté du 30 mai 1996	1 ^{er} janvier 2014	Traite des bruits de transports terrestres et prend également en compte les bruits d'avions, avec des isolements acoustiques de façades allant de 30 dB à 45 dB

Pour plus d'informations ➡ [Voir note A5 / Zones de bruit et objectifs d'isolement acoustique aux bruits extérieurs](#)

ISOLEMENTS ACOUSTIQUES STANDARDISÉS AUX BRUITS AÉRIENS (ÉMIS DANS L'AIR) EN RÉCEPTION DANS UN LOGEMENT (en dB)

Local d'émission : un autre logement

Texte réglementaire	Pièces du logement réception		
	Pièce principale	Cuisine, salle d'eau	Cabinet d'aisance
Arrêté du 14 juin 1969	50 dB	50 dB	50 dB
Arrêté du 22 décembre 1975	50 dB	47 dB	47 dB
Arrêté du 28 octobre 1994 et arrêté du 30 juin 1999	53 dB	50 dB	

Local d'émission : circulations communes intérieures au bâtiment

Texte réglementaire	Pièces du logement réception		
	Pièce principale	Cuisine, salle d'eau	Cabinet d'aisance
Arrêté du 14 juin 1969	40 dB	40 dB	40 dB
Arrêté du 22 décembre 1975	40 dB	37 dB	37 dB
Arrêté du 28 octobre 1994 et arrêté du 30 juin 1999 (*)	40 dB s'il n'y a qu'une ou deux portes entre la circulation et la pièce, sinon 53 dB	7 dB s'il n'y a qu'une ou deux portes entre la circulation et la pièce, sinon 50 dB	

* Les arrêtés de 1994 et 1999 imposent en outre une correction acoustique de la circulation commune (aire d'absorption équivalente supérieure ou égale au quart de la surface au sol).

Locaux d'émission : garage individuel d'un logement ou garage collectif

Texte réglementaire	Pièces du logement réception	
	Pièce principale	Cuisine, salle d'eau
Arrêté du 28 octobre 1994 et arrêté du 30 juin 1999	55 dB	52 dB

Locaux d'émission : local à usage commercial, artisanal ou industriel

Texte réglementaire	Pièces du logement réception		
	Pièce principale	Cuisine, salle d'eau	Cabinet d'aisance
Arrêté du 14 juin 1969	55 dB	55 dB	55 dB
Arrêté du 22 décembre 1975	55 dB	52 dB	52 dB
Arrêté du 28 octobre 1994 et arrêté du 30 juin 1999	58 dB y compris vis-à-vis des autres locaux d'activité	55 dB y compris vis-à-vis des autres locaux d'activité	

NIVEAUX DE BRUITS DE CHOCS

Les arrêtés de 1969, 1975 et 1994 exigent que les niveaux de bruits de chocs soient inférieurs à une valeur L_{nAT} (niveau en dB(A) mesuré à la réception lorsqu'une machine à chocs normalisée fonctionne sur le sol de l'immeuble à l'extérieur du logement testé). L'arrêté du 30 juin 1999, exprime ce niveau maximal en dB, sous la forme d'un L'_{nTW} obtenu en comparant la courbe du niveau mesuré en fonction de la fréquence avec une courbe de référence. Il n'y a pas de corrélation entre le L_{nAT} et le L'_{nTW} : toutefois on estime que la valeur du L_{nAT} est supérieure d'environ 7 dB à celle du L'_{nTW} .

Dans le tableau suivant, les deux valeurs sont indiquées, les valeurs réglementaires sont **en gras** et les valeurs estimées sont vert.

Dans tous ces textes, **seules les pièces principales des logements sont considérées comme pièces de réception.**

Texte	L_{nAT} en dB(A)	L'_{nTW} en dB
Arrêté du 14 juin 1969	70 dB(A)	63 dB
Arrêté du 22 décembre 1975	70 dB(A)	63 dB
Arrêté du 28 octobre 1994	65 dB(A)	58 dB
Arrêté du 30 juin 1999	65 dB(A)	58 dB

NIVEAUX DE BRUITS D'ÉQUIPEMENTS : NIVEAUX L_{nAT} , exprimés en dB(A)

Équipements individuels d'un logement voisin du logement testé (tel que plomberie)

Texte réglementaire	Pièces du logement testé		
	Pièce principale	Cuisine	Salle d'eau
Arrêté du 14 juin 1969	35 dB (A)	35 dB(A)	35 dB(A)
Arrêté du 22 décembre 1975	35 dB (A)	38 dB(A) 35 dB(A) pour la ventilation, toutes les bouches au débit minimal	
Arrêté du 28 octobre 1994 et arrêté du 30 juin 1999	30 dB (A)	35 dB(A)	

Équipements collectif de l'immeuble (tels que ascenseur, chaufferie, transformateur, vide ordures)

Texte réglementaire	Pièces du logement testé		
	Pièce principale	Cuisine	Salle d'eau
Arrêté du 14 juin 1969	30 dB (A)	30 dB(A)	30 dB(A)
Arrêté du 22 décembre 1975	30 dB (A)	38 dB(A)	
Arrêté du 28 octobre 1994 et arrêté du 30 juin 1999	30 dB (A)	35 dB(A)	

Équipements individuels du logement testé (appareil individuel de chauffage ou de climatisation)

Les deux arrêtés de 1994 et 1999 limitent le niveau sonore à ne pas dépasser à 35 dB(A) dans les pièces principales et à 50 dB(A) dans la cuisine.

Le niveau limite est augmenté dans une pièce principale ouverte par une baie libre sur la cuisine (cuisine américaine) pour atteindre 40 dB(A).

LOI RELATIVE A LA TRANSITION ÉNERGETIQUE ET À LA CROISSANCE VERTE

Caractéristiques acoustiques des bâtiments existants lors de travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit

Quand des travaux de rénovation importants (rénovation énergétique globale ou « travaux embarqués »), comportant le changement (ou la création) de parois vitrées donnant sur l'extérieur ou la réfection d'une toiture, sont réalisés dans un point noir du bruit ou un bâtiment situé dans une zone de bruit d'un plan de gêne sonore, les parois vitrées et/ou

la toiture doivent respecter des performances acoustiques minimales. Cette réglementation concerne les devis de travaux postérieurs au 1^{er} juillet 2017.

➡ Voir note A11 / Travaux de rénovation importants réalisés en zones de bruit : obligation de performances acoustiques minimales

AIDES FINANCIÈRES POUR LES TRAVAUX D'AMÉLIORATION ACOUSTIQUE

La possibilité d'une éventuelle aide financière pour les travaux d'amélioration acoustique ne concerne que les logements situés à l'intérieur d'une zone de bruit (voisinage d'un aéroport ou d'un grand axe de transport terrestre). Pour les particuliers situés hors zones de bruit, il n'y a aucune aide spécifique en acoustique. Cependant, malgré quelques points techniques d'incompatibilité mais où des

compromis sont généralement trouvés, l'isolation thermique va très souvent de pair avec l'isolation acoustique de l'enveloppe des bâtiments (attention toutefois à ne pas trop isoler des bruits extérieurs, ce qui ferait « apparaître » les bruits intérieurs à l'immeuble). Ainsi les aides financières pour l'isolation thermique peuvent venir renforcer l'isolation acoustique et inversement.

INSONORISATION AU VOISINAGE DES PRINCIPAUX AÉROPORTS

Les propriétaires des logements situés à proximité d'un aéroport concerné par un Plan de gêne sonore (PGS) peuvent percevoir une aide financière pour insonoriser leur logement. Cette aide est versée par le gestionnaire de l'aéroport et est applicable uniquement aux douze principaux aéroports de France.

Aéroports concernés

Les aéroports disposant d'un plan de gêne sonore sont les suivants : Bordeaux-Mérignac, Lyon-Saint-Exupéry, Marseille-Provence, Mulhouse-Bâle, Nantes-Atlantique, Nice-Côte d'Azur, Paris Charles-de-Gaulle, Paris-Orly, Paris Le Bourget, Strasbourg-Entzheim, Toulouse-Blagnac, Beauvais-Tillé.

Conditions pour bénéficier d'une aide

Peuvent bénéficier d'une aide à l'insonorisation les appartements ou maisons réunissant les deux conditions suivantes :

- Le logement se situe dans l'une des trois zones délimitées par le plan de gêne sonore (PGS, voir ci-après).
- Le logement est situé à l'extérieur de la zone définie par le plan d'exposition au bruit (PEB) en vigueur à la date de délivrance du permis de construire. Le PEB délimite les zones voisines des aéroports à l'intérieur desquelles la construction de logements est réglementée. Ce plan vise à empêcher que de nouveaux riverains soient gênés par des nuisances sonores.

Objectifs d'isolement acoustique

Le PGS se présente sous forme d'un rapport et d'une carte indiquant trois types de zones :

- la zone I dite de très forte nuisance comprise à l'intérieur de la courbe d'indice Lden 70 ;
- la zone II dite de forte nuisance, entre la courbe d'indice Lden 70 et Lden 65 ou 62 ;
- la zone III dite de nuisance modérée entre la limite extérieure de la zone 2 et Lden 55.

Les objectifs acoustiques fixés sont les suivants :

- en zone I : $DnAT \text{ rose} \geq 45 \text{ dB(A)}$;
- en zone II : $DnAT \text{ rose} \geq 40 \text{ dB(A)}$;
- en zone III : $DnAT \text{ rose} \geq 35 \text{ dB(A)}$.

ATTENTION !

Les objectifs acoustiques fixés dans le cadre du dispositif d'aide à l'insonorisation au voisinage des aéroports sont normalisés par rapport au spectre d'un bruit rose à l'émission (anciens indices acoustiques antérieurs à la réglementation entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2000). Alors que ceux du PEB sont pondérés selon un spectre de type bruit routier (nouveaux indices européens). Or, un isolement acoustique au bruit de trafic est différent d'un isolement acoustique au bruit rose (il lui est inférieur).

Fonctionnement du dispositif d'aide à l'insonorisation

Le riverain adresse une demande à l'aéroport et reçoit en retour un dossier type à remplir. Si celui-ci est recevable, le gestionnaire de l'aéroport notifie alors son accord de subvention pour un diagnostic acoustique. L'acousticien choisi par le riverain se déplace dans le logement et rédige un rapport contenant les prescriptions de travaux permettant d'atteindre les objectifs acoustiques du logement. En fonction de la zone du PGS et des caractéristiques propres au logement, les travaux types sont généralement :

- le remplacement des menuiseries,
- l'installation d'entrées d'air acoustiques dans les pièces sèches (sauf cas du double flux),
- le traitement des coffres de volets roulants,
- la mise en place d'une ventilation mécanique contrôlée,
- l'isolation des combles perdus et des rampants du toit.

Les demandes peuvent être effectuées de façon individuelle ou groupée. L'aide financière est attribuée dans la limite d'un plafond d'aide par pièce principale et par cuisine (voir tableau ci-dessous).

Plafond des travaux		Zone I du PGS	Zone II du PGS	Zone III du PGS
Par pièce principale	Logements collectifs	2000€	1850€	1525€
	Logements individuels	3500€	3200€	2900€
Cuisine		1850€	1375€	1075€



Des demandes peuvent également être faites pour des immeubles collectifs, mais le déroulé de la procédure est différent.

Selon les revenus du demandeur, le taux de prise en charge est compris entre 80 et 100% du coût de l'étude et des travaux. En cas de demande groupée (demande émanant d'un syndicat de copropriétaires, d'un organisme d'habitations à loyer modéré ou d'au moins cinq personnes physiques résidant dans la même commune), le taux de prise en charge est de 100% pour le diagnostic acoustique et de 95% pour les travaux.

A partir des travaux prescrits, une consultation d'entreprise et des devis de travaux sont réalisés et transmis au

gestionnaire de l'aéroport ou au bureau d'étude acoustique pour vérification. La décision d'attribution de l'aide est prise in fine lors d'une commission consultative d'aide aux riverains constituée de divers membres élus publics et privés (état, DGAC, maires, associations...). Une convention est envoyée au riverain qui peut alors lancer les travaux.

ATTENTION !

Il ne faut pas faire réaliser de diagnostic ni de travaux avant d'avoir reçu, signé et renvoyé le courrier de décision de subvention émise par le gestionnaire de l'aide.

INSONORISATION AU VOISINAGE DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT TERRESTRE

Résorption des points noirs du bruit

Les travaux du Grenelle de l'Environnement ont conduit l'Etat à prendre des engagements pour résorber en 5 à 7 ans les points noirs du bruit les plus dangereux pour la santé le long des infrastructures de transports terrestres (engagement n°153).

Rappelons qu'un Point Noir Bruit est une habitation voisine d'une infrastructure qui réunit simultanément les deux conditions suivantes

- un niveau de bruit en façade du bâtiment supérieur à 70 dB(A) le jour (6h00-22h00) ou à 65 dB(A) la nuit (22h00-6h00) pour les routes ; 73 dB(A) le jour ou 68 dB(A) la nuit pour les voies ferrées.

- un permis de construire antérieur au 6 octobre 1978 (date de publication du premier texte obligeant les constructeurs à protéger les logements du bruit extérieur préexistant), ou antérieur à la date de Déclaration d'Utilité Publique de l'ouvrage.

Pour les points noirs du bruit du réseau national, des opérations de protection à la source (murs antibruit, murets, enrobés moins bruyants) ou des opérations mixtes (associant action à la source et isolation de façade) sont menées par l'Etat. Il s'agit en général de co-financements Etat-Collectivités. Les subventions pour travaux d'isolation de façade varient entre 80 et 100% selon les ressources des bénéficiaires, dans la limite d'un plafond réglementaire.

Se renseigner en mairie, auprès du gestionnaire de l'infrastructure, en DREAL ou en DDT, pour savoir si le tronçon routier ou ferroviaire concerné fait l'objet d'un tel programme de résorption.

En dehors de ce dispositif, la directive européenne 2002/49 impose aux villes appartenant à des agglomérations de plus de 100 000 habitants ainsi qu'aux gestionnaires d'infrastructures de transports à fort trafic, de produire une cartographie du bruit pour déterminer les zones de bruit critique (ZBC). Sur la base de ces cartes sont élaborés tous les cinq ans des Plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE) destinés à réduire l'exposition des populations aux nuisances sonores.

Parmi les mesures prises dans ces PPBE figurent souvent des isolations acoustiques de façades. Se renseigner auprès de la mairie, ou auprès du gestionnaire de l'infrastructure, pour savoir si la commune ou l'infrastructure est soumise à cette directive européenne.

Enfin, en dehors de tout dispositif national ou européen, des communes volontaristes ont décidé d'aider sur leur propre budget les propriétaires désireux de réaliser l'isolation acoustique de leurs fenêtres. C'est le cas, par exemple, de Cambrai (qui a été récompensé par un Décibel d'Or pour cette initiative) et d'Aix-en-Provence. Se renseigner auprès de la mairie pour savoir si une telle mesure existe localement.

VISER UNE AMÉLIORATION A LA FOIS THERMIQUE ET ACOUSTIQUE

Beaucoup de matériaux présentent à la fois des qualités thermiques et des qualités acoustiques et répondent donc à cette double exigence : fenêtres Acotherm, doublages thermo-acoustiques des murs...

Les riverains d'aéroports, de routes ou de voies ferrées qui bénéficient d'aides pour réaliser des travaux d'isolation acoustique vis à vis des bruits extérieurs (façades, fenêtres, portes, toitures) doivent profiter de cette opportunité pour viser une plus grande performance énergétique de leur

logement. Pour un très faible surcoût, ils peuvent allier confort sonore et confort thermique.

A l'inverse, les personnes en situation d'exposition au bruit et qui ne bénéficient pas d'aide pour l'acoustique peuvent profiter de travaux à vocation thermique pour mieux se protéger des bruits extérieurs. Dès lors qu'un certain seuil de performance thermique est atteint, diverses aides existent : TVA à taux réduit, éco-prêt à taux zéro, crédit d'impôt, aides de l'ANAH, etc.

POUR EN SAVOIR PLUS

Une plaquette très complète sur les aides financières disponibles est téléchargeable sur le site **Rénovation info service** (www.renovation-info-service.gouv.fr)

PERFORMANCES ACOUSTIQUES DES BÂTIMENTS : LES INDICES ACOUSTIQUES

Note technique destinée aux lecteurs ayant déjà une certaine culture acoustique

PRÉAMBULE

L'expression des indices utilisés pour exprimer une performance acoustique peut sembler très complexe pour un non initié.

Par exemple l'isolement acoustique standardisé, en dB(A), d'une entrée d'air de la façade d'un bâtiment, pour un bruit de trafic routier est exprimé de la façon suivante :

$$D_{nT,A,tr}$$

Explication

D est le symbole d'un isolement acoustique. **D** comme différence (entre un niveau dans le milieu d'émission et un niveau à la réception)

D_{nT} est un isolement acoustique standardisé (calculé pour une durée de réverbération T_0 de référence).

D_{nT,e,A} montre que l'isolement acoustique standardisé de la façade est calculé en dB(A) ; il faudra donc utiliser un des termes d'adaptation associés à la valeur unique européenne.

D_{nT,A,tr} indique que le terme d'adaptation à utiliser est celui correspondant à un bruit à l'émission de type trafic routier (tr vient de trafic).

Différences entre les mesures in situ et les mesures en laboratoire

In situ, les résultats des mesures sont calculés pour une durée de réverbération de référence T_0 égale à 0.5 s. On dit alors que les valeurs obtenues sont standardisées.

En laboratoire les résultats des mesures sont calculés pour une aire d'absorption équivalente de référence A_0 égale à 10 m². Les valeurs obtenues sont dites normalisées.

Pour passer d'un isolement normalisé D_n , mesuré en laboratoire, à un isolement standardisé D_{nT} , mesuré in situ, il faut appliquer les corrections du tableau ci-dessous, en fonction du volume du local de réception :

En laboratoire, il n'y a pas de transmissions latérales ou parasites, en dehors de celles qu'on veut mesurer.

En laboratoire, les mesures se font généralement par intervalles de tiers d'octave, in situ, elles se font par intervalles d'octave.

In situ, les améliorations acoustiques perçues correspondent à des niveaux sonores ou des isolements bruts, sans correction due à la durée de réverbération du local (quand on remplace une fenêtre ou quand on place un silencieux sur un circuit de ventilation, on ne modifie pas la décoration et l'ameublement du local).

CARACTÉRISTIQUES DES ÉLÉMENTS DE CONSTRUCTION MESURÉES EN LABORATOIRE

Élément mesuré	Caractéristique	Symbole	Unité	Observations	Renvoi aux notes techniques (NT) et fiches travaux (FT)
Murs, planchers, cloisons, portes, fenêtres	Indice d'affaiblissement pondéré, avec ses termes d'adaptation, C pour un bruit rose à l'émission et C _{tr} pour un bruit de trafic routier à l'émission	$R_w (C ; C_{tr})$	dB	Il s'agit d'une caractéristique intrinsèque d'une paroi, indépendante de sa surface et des caractéristiques des locaux d'émission et de réception	NT A3 « performances acoustiques des parois » FT 1, FT 4
	Indice d'affaiblissement acoustique calculé en dB(A) pour un bruit rose à l'émission	$R_w + C$ (aussi appelé R_A)	dB		
	Indice d'affaiblissement acoustique calculé en dB(A) pour un bruit à l'émission de type trafic routier	$R_w + C_{tr}$ (aussi appelé $R_{A,tr}$)	dB		



Élément mesuré	Caractéristique	Symbole	Unité	Observations	Renvoi aux notes techniques (NT) et fiches travaux (FT)
Doublages	Efficacité au bruit aérien pour un bruit rose à l'émission	$\Delta(R_w+C)$ ou ΔR_A	dB	Les valeurs sont données pour des doublages de supports lourds (béton) ou légers (carreaux de plâtre par exemple)	NT A4 « performances acoustiques des doublages » FT 1
	Efficacité au bruit aérien pour un bruit de trafic à l'émission	$\Delta(R_w+C_{tr})$ ou $\Delta R_{A,tr}$	dB		
Éléments latéraux, liés ou non à la paroi de séparation	Isolement pondéré latéral normalisé	$D_{n,f,w}(C ; C_{tr})$	dB	Pour transférer les valeurs d'isollements acoustiques normalisées mesurées en laboratoire, en valeurs d'isollements standardisées utilisées in situ, il faut appliquer des corrections liées au volume des locaux	NT A3 « performances acoustiques des parois » NT A5 « zones de bruit et objectifs d'isolement aux bruits extérieurs » NT A6 « bruits d'équipements » FT 5, FT 6, FT10
Plafond suspendu commun aux deux locaux émission et réception	$D_{n,f}$ pour un plafond suspendu	$D_{n,c,w}(C ; C_{tr})$	dB		
Bouches d'entrée d'air, coffres de volets roulants...	Isolement pondéré normalisé pour un petit élément de construction	$D_{n,e,w}(C ; C_{tr})$	dB		
Revêtements de parois, plafonds suspendus	Indice d'absorption pondéré	α_w (avec éventuellement L, M ou H)		Les lettres L, M ou H indiquent que le matériau a un coefficient d'absorption supérieur d'au moins 0.25 à la courbe de référence. On indique L si le dépassement est à 250 Hz, M s'il est dans les fréquences moyennes (500 et 1 000 HZ) et H s'il est dans les fréquences aigües. (L, M ou H comme low, mean ou high en anglais)	
Planchers	Niveau de pression pondéré du bruit de choc normalisé	$L_{n,w}$	dB		
Revêtement de sol	Réduction du niveau de bruit de choc pondéré dû au revêtement de sol appliqué sur un plancher de référence	ΔL_w		La valeur de ΔL_w ne peut être utilisée que si le revêtement de sol est appliqué sur un plancher lourd (béton, béton cellulaire, briques creuses). Il ne peut pas être utilisé en cas de planchers à solives bois ou métal.	FT 2, FT 3
Source de bruit d'équipement	Niveau de puissance acoustique de la source	L_w	dB(A)	On a généralement besoin du spectre par intervalles de fréquences	NT A0 « notions de base simplifiées » NT A6 « bruits d'équipements » FT 8

CARACTÉRISTIQUES DES CONSTRUCTIONS MESURÉES IN SITU

Type de caractéristique	Valeur unique	Unité	Données utiles	Observations	Renvoi aux notes techniques (NT) et fiches travaux (FT)
Isolement acoustique entre deux locaux, calculé en dB(A) pour un bruit rose à l'émission	$D_{nT,A}$	dB	<p>R_A des éléments composant la paroi de séparation (mur, plancher, cloison, porte,...)</p> <p>$D_{n,f,w} + C$, pour certains éléments latéraux</p> <p>$D_{n,c,w} + C$, en cas de plafond suspendu commun à l'émission et à la réception</p> <p>$D_{n,e,w} + C$, en cas de présence d'un petit élément tel qu'une grille d'aération dans la paroi de séparation</p>	Ne pas confondre l'indice d'affaiblissement acoustique d'une paroi et l'isolement acoustique entre locaux séparés par cette paroi. Pour passer de l'indice R à un isolement D, il faut introduire l'influence de la dimension des locaux et des transmissions par les parois latérales. Pour les parois de séparation en maçonnerie lourde, l'isolement D est souvent inférieur de 5 à 6 dB à la valeur de l'indice. Pour les parois de séparation légères, l'écart en défaveur de l'isolement peut se situer entre 0 et plus de 10 dB. Les écarts élevés sont obtenus avec des parois de séparation très performantes.	<p>NT A7 « la gêne de voisinage »</p> <p>NT A8 « performances acoustiques dans le bâti existant »</p> <p>FT 3, FT 8</p>
Isolement de façade	$D_{nT,A,tr}$		<p>$R_{A,tr}$ des éléments composant la façade (parois opaques, fenêtres...)</p> <p>$D_{n,e,w} + C_{tr}$ des petits éléments incorporés dans la façade (entrées d'air, coffres de volets roulants...)</p>		<p>NT A5 « zones de bruit et objectifs d'isolement aux bruits extérieurs »</p> <p>NT A9 « Aides financières pour les travaux d'amélioration acoustique »</p> <p>FT 1, FT 2, FT 5, FT 6, FT 7, FT 10</p>
Niveau de pression pondéré du bruit de choc standardisé	$L'_{nT,w}$		<p>$L_{n,w}$</p> <p>ΔL_w</p>	Attention ! Le niveau de bruit de choc normalisé diminue lorsque le volume du local de réception augmente.	FT 3
Niveau de pression acoustique normalisé pour un bruit d'équipement	L_{nAT}	dB (A)	L_w	Les mesures continuent à se faire dans les intervalles d'octave centrés sur 125 à 4000 Hz, alors que pour les grandeurs précédentes, elles se font entre l'octave centrée sur 125 et 2000 Hz.	FT 8
Durée de réverbération, moyenne arithmétique des durées de réverbération dans les intervalles d'octave centrés sur 500, 1000 et 2000 Hz	T_r	s	Courbe du coefficient d'absorption d'un matériau par intervalles d'octave	Le coefficient d'absorption en valeur unique α_w n'est d'aucune utilité pour ce type de caractéristique de local	



TRAVAUX DE RÉNOVATION IMPORTANTS RÉALISÉS EN ZONES DE BRUIT : OBLIGATION DE PERFORMANCES ACOUSTIQUES MINIMALES

Quand des travaux de rénovation importants (rénovation énergétique globale ou « travaux embarqués »), comportant le changement (ou la création) de parois vitrées donnant sur l'extérieur ou la réfection d'une toiture, sont réalisés dans un point noir du bruit ou un bâtiment situé dans une zone de bruit d'un plan de gêne sonore, les parois vitrées et/ou la toiture doivent respecter des performances acoustiques minimales.

Ces performances minimales peuvent être respectées soit par réalisation de travaux d'isolation acoustique déterminés

dans le cadre d'une étude acoustique, soit par application d'exigences acoustiques par éléments (précisées dans deux tableaux en annexe de l'arrêté du 13 avril 2017).

Autre obligation : les travaux d'isolation thermique réalisés sur des parois opaques donnant sur l'extérieur ne doivent pas diminuer l'isolation aux bruits extérieurs initiale.

Cette réglementation concerne les devis de travaux à compter du 1^{er} juillet 2017.

BASE JURIDIQUE

Loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte

Ces dispositions découlent de l'article L. 111-11-3 du code de la construction et de l'habitation pris en application de l'article 14 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (loi TECV n° 2015-992 du 17 août 2015). Le décret n°2016-798 du 14 juin 2016 relatif aux travaux d'isolation acoustique en cas de travaux de rénovation importants précise les bâtiments concernés, les pièces du bâtiment et les éléments du bâti concernés par la performance acoustique, ainsi que les zones exposées au bruit. L'arrêté interministériel 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 offre deux possibilités de vérifier les exigences de performances acoustiques minimales requises :

- réalisation de travaux déterminés par une étude acoustique,
- respect d'exigences acoustiques par éléments.

Guide d'accompagnement

Un guide d'accompagnement a été publié afin de faciliter l'application de cette réglementation. Il explicite et illustre les bâtiments, types de travaux, zones de bruit concernées, et détaille les exigences de performances acoustiques. Il apporte également des informations sur les réglementations acoustiques applicables au fil du temps, sur les certifications et les programmes de limitation du bruit, rappelle les notions essentielles en acoustique du bâtiment. Enfin, il comporte un chapitre consacré à la compatibilité rénovation et aération.

ZONES, BÂTIMENTS ET TRAVAUX CONCERNÉS

Les zones de bruit concernées

Les bâtiments concernés par ce dispositif sont ceux situés dans les zones fortement exposées au bruit :

- zones de dépassement des valeurs limites des cartes de bruit routier et ferroviaire établies dans le cadre de la directive européenne sur le bruit dans l'environnement (consultables notamment en mairie des communes concernées), désignées dans l'arrêté sous l'appellation « cartes C » ;
- zones de bruit du plan de gêne sonore (PGS) des douze principaux aéroports français.

Les types de bâtiments concernés

Les types de bâtiments concernés par la performance acoustique sont :

- les pièces principales des bâtiments d'habitation,

- les pièces de vie des établissements d'enseignement (salles d'enseignement ou de repos des écoles maternelles, bureaux et salles de réunion),
- les locaux d'hébergement et de soins des établissements de santé,
- les chambres d'hôtel.

Les travaux de rénovation importants concernés

Les travaux de rénovation importants pris en considération sont les travaux de rénovation effectués soit en application de la réglementation thermique existant globale, soit en application du décret n°2016-711 du 30 mai 2016 relatif aux travaux d'isolation en cas de travaux de ravalement de façade, de réfection de toiture ou d'aménagement de locaux en vue de les rendre habitables. Le décret distingue donc deux types de travaux de rénovation importants :



- les travaux de rénovation énergétique globale, c'est-à-dire les bâtiments résidentiels et tertiaires respectant simultanément les trois conditions suivantes : Surface Hors Œuvre Nette (SHON) supérieure à 1000 m² ; date d'achèvement du bâtiment postérieure au 1^{er} janvier 1948 ; coût des travaux de rénovation « thermique » supérieur à 25% de la valeur hors foncier du bâtiment (ce qui correspond à 382 € HT/m² pour les logements et 326 € HT/m² pour locaux non résidentiels, valeurs au 1^{er} janvier 2017).
- les travaux de rénovation importants (ravalement, toiture, aménagement de pièces habitables de bâtiments annexes) tels que définis aux articles R. 131-28-7 à R. 131-28-11 du

code de la construction. Pour les travaux de ravalement, il s'agit des travaux comprenant « la réfection de l'enduit existant, le remplacement d'un parement existant ou la mise en place d'un nouveau parement, concernant au moins 50 % d'une façade du bâtiment, hors ouvertures ». Pour les travaux portant sur la toiture, il s'agit des travaux comprenant « le remplacement ou le recouvrement d'au moins 50 % de l'ensemble de la couverture, hors ouvertures ». Quant aux travaux d'aménagement de locaux, ils correspondent aux « travaux d'aménagement en vue de rendre habitable un comble, un garage annexe ou toute autre pièce non habitable, d'une surface minimale de plancher de 5 m², non enterrée ou semi-enterrée ».

PRINCIPE D'UNE VENTILATION GÉNÉRALE ET PERMANENTE EN MAISON INDIVIDUELLE

LES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES

Arrêté du 24 mars 1982

La réglementation actuelle (arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements, modifiée le 28 octobre 1983) doit être respectée dans les logements neufs.

En réhabilitation, en cas de modification du principe de fonctionnement de la ventilation, on recommande l'application de l'arrêté de 1982.

Date	Description	Principe
Avant 1937	La ventilation s'effectue par les conduits de cheminée, les défauts d'étanchéité et l'ouverture des ouvrants	Ventilation aléatoire
1937-1958	Le Règlement sanitaire de la Ville de Paris fixe les conditions minimales de ventilation. Le décret n°55-1394 du 22 octobre 1955 fixant les règles générales de construction des bâtiments d'habitation (article 8) instaure des règles d'aération dont les conditions sont fixées dans l'arrêté du 14 novembre 1958, texte qui généralise le principe de la ventilation permanente pièce par pièce.	Ventilation permanente pièce par pièce
1969	L'arrêté du 22 octobre 1969 fixe de nouvelles dispositions pour une ventilation générale et permanente	Ventilation générale et permanente
1982	L'arrêté du 24 mars 1982 fixe les débits extraits depuis les pièces principales vers les pièces de service. La ventilation est permanente et ne peut être arrêtée. En maison individuelle, en zone H2 ou H3, il est possible de déroger à ce principe de l'aération permanente.	Ventilation générale et permanente + modulation du débit en cuisine
1983	L'arrêté du 28 octobre 1983 introduit la possibilité de modulation automatique du débit extrait, par exemple en fonction de l'humidité, sous certaines conditions.	Ventilation générale et permanente + modulation du débit en cuisine + modulation automatique

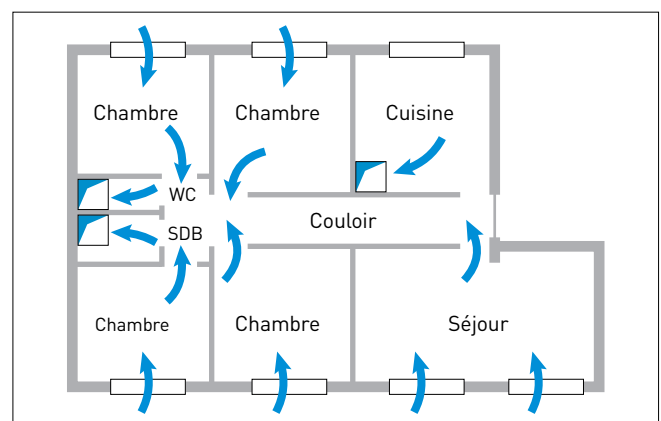
PRINCIPE D'UNE VENTILATION GÉNÉRALE ET PERMANENTE

L'aération des logements doit pouvoir être **générale et permanente** au moins pendant la période où la température oblige à maintenir les fenêtres fermées et la circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement des pièces principales vers les pièces de service (ou pièces humides).

Le terme «générale» signifie que c'est l'ensemble du bâtiment qui est ventilé (principe du balayage).

En conséquence, le système d'aération doit comporter :

- des entrées d'air dans toutes les pièces principales, réalisées soit par des orifices en façades, soit par des conduits horizontaux ou verticaux, soit par un dispositif mécanique ;
- des évacuations d'air dans les pièces de service, au moins dans les cuisines, salles de bains et de douches, cabinets d'aisance et séchoirs intérieurs lorsque ceux-ci fonctionnent par ventilation, réalisées soit par des conduits verticaux à tirage naturel, soit par un dispositif mécanique pouvant assurer un renouvellement d'air d'environ une



Ventilation générale d'un logement
Principe du balayage

fois le volume des pièces principales par heure dans les conditions climatologiques normales d'hiver ;

- des passages de section suffisante assurant la libre circulation de l'air des pièces principales vers les pièces de service.

Le terme « Permanente » correspond au moins à la période où la température extérieure oblige à maintenir les fenêtres fermées, c'est-à-dire au moins en saison de chauffe.

Cas des logements situés dans des zones exposées au bruit :

L'arrêté du 24 mars 1982 précise également que l'aération doit pouvoir être permanente en toute saison dans les bâtiments soumis à un isolement acoustique renforcé (le long des axes de transport terrestre et au voisinage des aéroports),

QUELS DÉBITS D'AIR ?

Les débits d'air extrait (mini et maxi) sont imposés par la réglementation. ➔ Voir note V3 / La réglementation relative à la ventilation

ATTENTION ! : Il faut aussi, bien évidemment, que l'air « neuf » puisse rentrer dans le logement en quantité suffisante, c'est-à-dire en « compensation » de l'air extrait. Hormis pour les systèmes hygroréglables dont le dimensionnement est particulier et soumis à avis technique, le dimensionnement des entrées d'air autoréglables en simple flux ou des bouches de soufflage en double flux, s'effectue en tenant compte, d'une part, du « débit maxi extrait » (fixé par la réglementation) et, d'autre part, du « débit de fuite » du logement (lié à sa perméabilité à l'air).

LES NÉCESSITÉS ET LES MOYENS

Faire que l'air « neuf » puisse entrer

Il faut des entrées d'air ou des amenées d'air (grilles ou bouches).

Il faut faire rentrer l'air par ces grilles. On peut pour cela :

- Le pousser mécaniquement (insufflation mécanique)
- L'aspirer mécaniquement (extraction mécanique)
- Le laisser rentrer naturellement (tirage naturel)

En faisant attention à :

- ne pas laisser passer ou transmettre trop de bruit (isolement acoustique vis-à-vis de l'extérieur notamment en présence d'une infrastructure de transports bruyante, bruit de ventilateur se propageant via les conduits dans le cas du double flux) (cf. Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation) ➔ Voir note A8 / Performances acoustiques dans l'existant
- ne pas faire rentrer trop de pollution en même temps (prévoir une filtration en cas de pollution du milieu extérieur)

Evacuer l'air « vicié »

- Il faut des sorties d'air ou des extractions d'air (grilles ou bouches)
- Il faut faire sortir l'air par ces grilles. On peut pour cela :
 - le tirer ou l'aspirer : mécaniquement ou avec assistance (réseau de conduits et ventilateurs)
 - le laisser sortir : naturellement (conduit vertical)

En faisant attention à :

- ne pas le rejeter n'importe où ni éventuellement dans n'importe quel état (en double flux, filtration nécessaire pour ne pas encrasser l'échangeur) ➔ Voir note V2 / Qualité de l'air intérieur : enjeux et solutions

en application de l'arrêté du 6 oct. 1978 relatif à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation contre les bruits de l'espace extérieur [aujourd'hui remplacé par l'arrêté du 23 juil. 2013 relatif aux modalités de classement des infrastructures de transports terrestres et à l'isolement acoustique des bâtiments d'habitation dans les secteurs affectés par le bruit]. Cela permet d'assurer un renouvellement d'air suffisant lorsque l'exposition au bruit est trop importante pour permettre l'ouverture des fenêtres (bruit ext. élevé).

En simple flux on écrit :

$$S \geq Q_{\text{extr-max}} - Q_f$$

Avec :

S = somme des modules des entrées d'air ;

Q_f = débit de fuite du logement.

Pour le dimensionnement des entrées d'air, on se reportera au DTU 68.3 (« Installations de ventilation mécanique »).

En double flux on écrit :

$$Q_{\text{extr-max}} \geq Q_{\text{sou-max}} + Q_f$$

Avec :

$Q_{\text{sou-max}}$ = débit maxi de soufflage (grand débit) ;

Q_f = débit de fuite du logement.

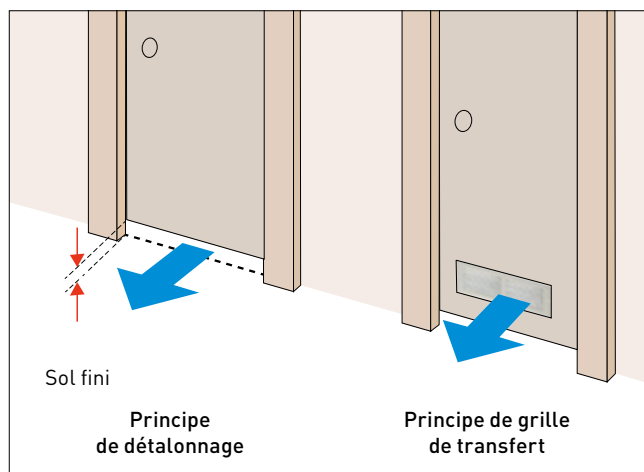
- ne pas faire trop de bruit (moteur, rejet) vis-à-vis du logement (cf. arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation) ou des voisins (décret du 31 août 2006 codifié au code de la santé publique). ➔ Voir note A6 / Les bruits d'équipements et note A7 / La gêne de voisinage

Permettre à l'air de « balayer » le logement

- Il faut détalonner les portes intérieures ou installer des grilles de transfert d'air pour que l'air puisse circuler dans le logement suivant la règle du balayage.

En faisant attention :

- à l'état initial des détalonnages des portes (intervention de différents corps de métiers dans la construction)
- au devenir de ce détalonnage si l'on modifie les revêtements intérieurs (c'est fréquent) ou les portes intérieures.



Garantir un fonctionnement permanent et durable

Le « moteur » assurant la ventilation, qu'il soit naturel ou mécanique, doit pouvoir fonctionner en permanence, quelle que soit la saison.

En ventilation mécanique, le moteur électrique, à condition de ne jamais l'éteindre, garantit le fonctionnement permanent. Encore faut-il assurer une maintenance correcte de l'équipement, ce qui en pratique n'est malheureusement pas toujours le cas.

En ventilation naturelle, le « moteur » est basé principalement sur le tirage thermique. Or ce tirage peut ne pas fonctionner idéalement : lorsque la température extérieure est supérieure à la température dans le logement (en intersaison et en été) ; lorsqu'il y a peu de tirage thermique (trop faible différence de hauteur entre l'entrée d'air et la sortie d'air), comme cela peut se présenter en maison individuelle (voir mise en garde ci-contre).

D'où le développement de systèmes hybrides – surtout appliqués en collectif –, où une ventilation mécanique (éventuellement basse pression, ou un système à induc-

tion d'air) vient suppléer la ventilation naturelle durant les périodes où le tirage thermique est insuffisant.

ATTENTION ! Dans les maisons individuelles à un étage (ou deux), si des chambres sont à l'étage (et par ex. la cuisine au RdC), le tirage thermique en hiver a tendance à faire entrer l'air par le RdC et à le faire ressortir, à l'étage, par les entrées d'air statiques des chambres. L'air circule alors en balayage inverse : l'air neuf rentre dans la cuisine au RdC et l'air vicié de la cuisine monte vers les pièces situées à l'étage !

La maintenance des installations, condition sine qua non d'un fonctionnement pérenne des installations

Dans une maison individuelle, l'essentiel de la maintenance consiste à nettoyer les entrées d'air et les bouches d'extraction, et à vérifier le bon fonctionnement de l'extracteur (pas toujours facile d'accès). En double flux, il faut nettoyer les filtres de l'échangeur et les changer régulièrement. Les conduits n'ont généralement pas à être nettoyés ni contrôlés, hormis pour vérifier la présence de fuites éventuelles dues à des raccords qui auraient bougé et se seraient desserrés. Mais si l'installation est soignée, ce risque est peu probable.

Les entrées d'air



Entrée d'air hygroréglable acoustique
(doc. ALDES)



Grille de ventilation
naturelle (doc. ANJOS)



Petit terminal fixe
métallique (doc. ALDES)

Les bouches d'extractions et les grilles



Grille d'extraction
hygroréglable basse pression
(doc. AERECO)



Bouche d'extraction
hygroréglable (doc.
ANJOS)



Grille d'extraction
hygroréglable pour ventilation
naturelle (doc. AERECO)

Les caissons et les centrales

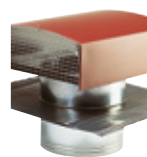


Caisson simple flux
(doc. UNELVENT)



Centrale double flux
(doc. FRANCE AIR)

Sortie de toiture



Sortie de toiture, maison
individuelle (doc. ALDES)

Grille de transfert



Grille de transfert
(doc. ANJOS)

Les gaines



Gainés souples



Gainés rigides



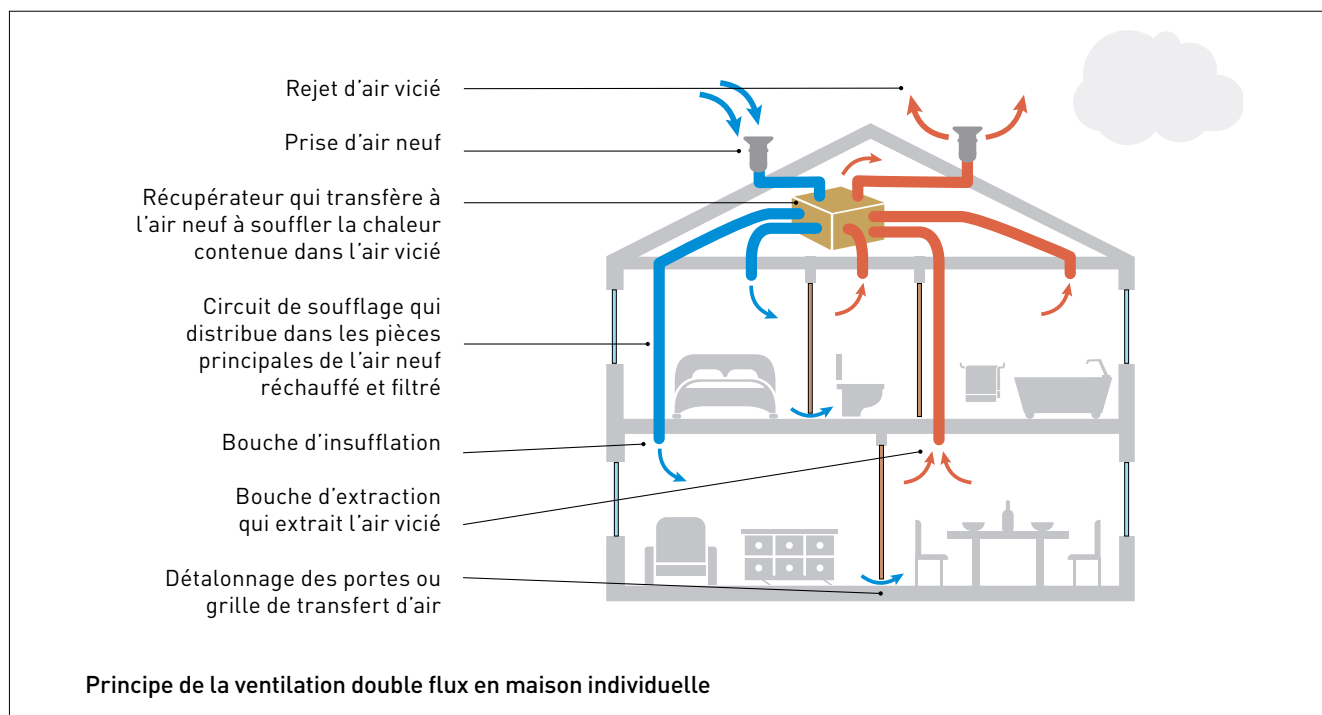
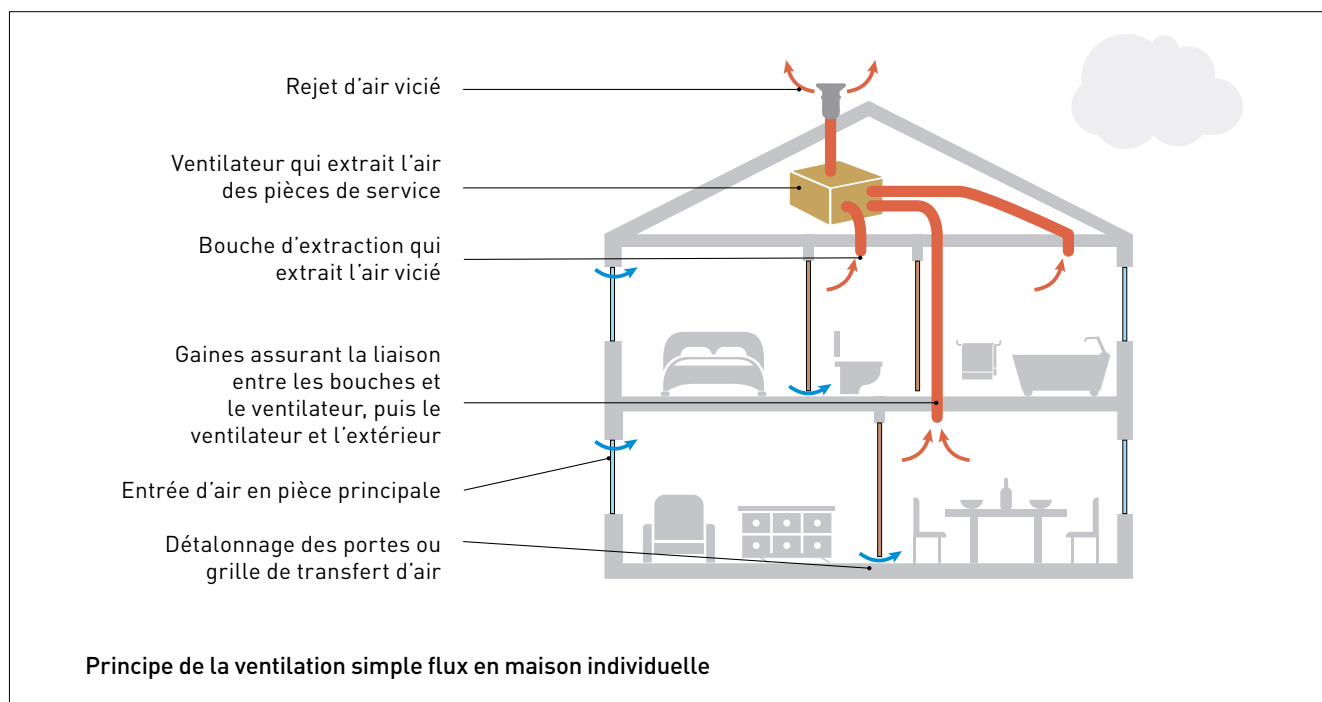
Gainés isolés



Gainés semi-rigides
en matériaux isolants

EXEMPLES DE SOLUTIONS

➔ Voir Fiche travaux 8 / Installation d'une ventilation mécanique



QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR : ENJEUX ET SOLUTIONS

Les polluants extérieurs qui entrent dans un logement et l'occupation des locaux qui est source d'autres pollutions doivent être pris en compte dans la qualité de l'air intérieur (QAI) des locaux. Les émissions en composés organiques volatils (COV) et composés organiques semi-volatils (COSV)

des matériaux de construction et de décoration proviennent essentiellement des colles, enduits, peintures, vernis et autres produits de finition. Ces produits sont souvent très néfastes pour la santé.

LES ÉMISSIONS PROPRES À L'OCCUPATION DU LOGEMENT

Air extérieur pollué, certains matériaux de construction, appareils à combustion, équipements, ameublement, produits d'entretien et de bricolage, activité humaine (cuisine, douche, etc.), mode de vie des occupants (tabagisme, aération insuffisante ou occultée, etc.), bio-contaminants (poussières, allergènes, acariens, etc.)... les sources de pollution de l'air intérieur sont multiples.

On distingue trois catégories principales de pollutions :

- les composés chimiques,
- les facteurs physiques,
- les agents biologiques.

Les composés chimiques

• La présence de composés chimiques dans l'environnement intérieur provient surtout des matériaux de construction, des meubles, des articles de décoration et des produits d'entretien. Ils peuvent contenir des substances chimiques qui, dans certaines conditions, ont la propriété de se volatiliser dans l'air ambiant et de constituer un risque pour la santé. Certaines substances chimiques présentes dans l'environnement extérieur peuvent également se retrouver à l'intérieur des locaux, comme les pesticides utilisés pour l'entretien des espaces verts qui peuvent persister très longtemps dans le sol.

• **Les composés organiques volatils (COV)** constituent un ensemble de substances dont le point commun est de s'évaporer plus ou moins rapidement à température ambiante : benzène, styrène, toluène, trichloroéthylène et d'autres substances très volatiles comme le formaldéhyde et l'acétaldéhyde. Les COV entrent dans la fabrication de nombreux produits et matériaux, comme les peintures, vernis, colles, moquettes, nettoyeurs ou tissus. Les COV ont des effets divers sur la santé : irritation des muqueuses et du système pulmonaire, nausées, maux de tête et vomissements.

• Certains COV, comme le benzène, sont associés à des leucémies ou à des cancers, notamment dans les cas d'exposition professionnelle ; d'autres composés sont suspectés d'être toxiques pour la reproduction.

• Le formaldéhyde est présent dans de très nombreux produits d'usage courant, comme le bois aggloméré et le contreplaqué, les mousses isolantes, les laques, les colles, les vernis, les encres, les résines, le papier ou les

- **Air extérieur** : SO₂, NO_x, O₃, CO, particules, composés organiques, métaux, odeurs
- **Occupants non fumeurs** : CO₂, odeurs, bactéries,
- **Occupants fumeurs** : CO₂, odeurs, bactéries, CO, NO₂, composés organiques, particules
- **Matériaux de construction** : radon, aldéhydes, fibres, composés organiques volatils, odeurs
- **Circuits aérauliques** : poussières, microorganismes, odeurs
- **Sol** : radon, composés organiques volatils, odeurs
- **Eau** : radon, composés organiques volatils
- **Meubles** : aldéhydes, composés organiques volatils, fibres, odeurs
- **Machines de bureau** : composés organiques, particules, ozone, odeurs
- **Combustions** : NO_x, SO₂, CO₂, CO, composés organiques, particules, métaux, odeurs
- **Animaux** : microorganismes, allergènes, odeurs
- **Plantes** : spores, pollens, allergènes, odeurs
- **Divers** : ammoniac, composés organiques volatils, poussières, microorganismes, odeurs

Données d'après Roger Cadiergues - La qualité de l'air intérieur - Guide RefCad nR15.a - www.xpair.com

Les principales sources de pollution intérieure

produits ménagers. Le formaldéhyde est un irritant des voies respiratoires supérieures, classé cancérigène certain chez l'homme par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) depuis juin 2004.

En présence d'humidité, les colles sont susceptibles d'être hydrolysées et d'émettre des formaldéhydes secondaires. Pour limiter ce phénomène :

- éviter les matériaux encollés,
- choisir des matériaux vendus spécifiquement pour les pièces humides (ils contiennent des colles mélamine urée-formol qui sont plus résistantes à l'hydrolyse que les colles urée-formol traditionnelles),
- positionner soigneusement le pare-vapeur, si possible immédiatement sous le matériau de parement, afin de limiter le transfert d'humidité vers les colles.



- Les composés organiques semi volatils (COSV) rencontrés dans les logements sont les phtalates des poussières domestiques et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) détectés dans l'air intérieur.

Les facteurs physiques

Par leurs caractéristiques physiques, certains paramètres peuvent porter atteinte à la santé. En particulier :

- l'amiante, minéral naturel fibreux qui a été intégré dans la composition de matériaux de construction, est cancérigène ;
- les particules en suspension dans l'air, présentes dans les bâtiments soit par transfert depuis l'extérieur (trafic automobile...) soit parce qu'elles sont émises par la combustion (tabac, chauffage, encens...), par la cuisson des aliments ou les activités de ménage. Parmi leurs possibles impacts sanitaires, on citera l'aggravation de l'asthme et des bronchites chroniques, un risque accru de maladie cardiovasculaire et le cancer du poumon ;
- le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle présent dans les bâtiments par effet de confinement. Particulière-

ment présent dans les sols granitiques, il est cancérigène (voir plus loin le paragraphe sur le radon).

Les agents biologiques (ou biocontaminants)

- Les moisissures, les bactéries, les virus, les pollens sont des agents biologiques présents à l'extérieur comme à l'intérieur des bâtiments. Ils peuvent se développer dans les moquettes, les revêtements muraux, les matériaux d'isolation, les installations sanitaires, les circuits de distribution d'eau ou les systèmes de climatisation.

Selon l'âge et l'état de santé des personnes et le type d'agents biologiques, l'inhalation de ces biocontaminants peut entraîner des rhinites ou des allergies et, dans les cas extrêmes, des infections respiratoires et pulmonaires, comme l'asthme ou la légionellose.

- La chaleur, l'humidité, l'insuffisance d'entretien des locaux, la mauvaise maintenance des installations d'eau chaude sanitaire et de climatisation favorisent la prolifération de nombreux agents biologiques, ce qui augmente les risques de leur diffusion dans l'air intérieur et dans l'eau.

LES POLLUANTS EXTÉRIEURS QUI ENTRENT DANS LE LOGEMENT, LES PARTICULES FINES

- Les particules fines PM10 (diamètre inférieur à 10 µm) qui entrent dans les logements sont issues principalement des travaux d'intérieur, des activités humaines telles que le chauffage (notamment les cheminées à foyer ouvert ou fermé ou les poêles à bois mal réglés), la combustion de biomasse à l'air libre, les hydrocarbures des véhicules à moteur, les centrales thermiques et de nombreux procédés industriels. Le moyen le plus efficace d'éviter que ces particules entrent dans les logements consiste à les filtrer avant leur entrée dans les pièces principales, ce qui nécessite la mise en œuvre d'une ventilation de type **VMC double flux équipée d'un filtre de catégorie fin F5** sur l'entrée d'air neuf. Attention, plus un filtre est fin, plus il s'encrasse rapidement. En zone fortement polluée, il faut prévoir un préfiltre plus grossier en amont de la centrale double flux.

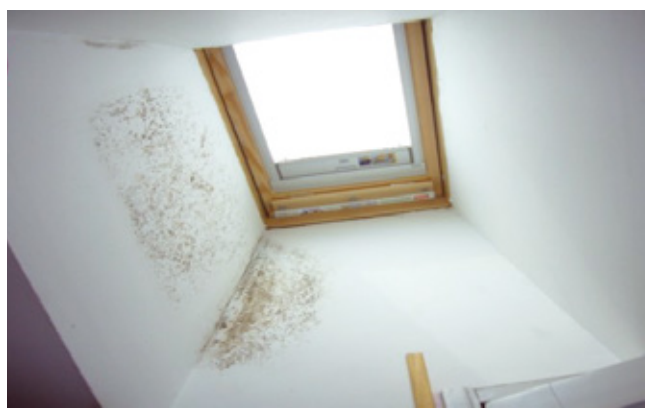


Filtre M5 pour l'extraction et filtre F7 pour l'insufflation
(doc. FRANCE AIR)

LES POLLUANTS DUS AU MÉTABOLISME ET À L'ACTIVITÉ DES OCCUPANTS

La problématique des **moisissures**, des **champignons**, comme la mэрule, dont le développement est lié à l'humidité, est étudiée dans la [Note H1 / Humidité dans les logements](#). Une solution, par un renouvellement d'air suffisant, est intégrée dans les [Notes V1 et V3](#).

- Les fumeurs ne devraient fumer qu'à l'extérieur du logement et loin des entrées d'air. Aérer lors de l'utilisation de produits d'entretien.
- Le **monoxyde de carbone CO** est un gaz inodore et invisible qui peut être mortel. [Voir fiche 9 / Installation d'un système de chauffage à eau chaude](#) et [Fiche 11 / Installation d'un poêle à bois](#).
- Utiliser des produits de bricolage ou d'entretien en tenant compte de l'étiquetage COV (voir page suivante) ; faire des pauses lors des travaux, aérer les locaux concernés pendant les travaux et plusieurs jours après en mettant les émetteurs de chauffage à l'arrêt ; traiter rapidement les dégâts des eaux.



Rampant de toiture contaminé par les moisissures (doc. ESPACE9)

- Pour les **produits allergènes et les moisissures**, voir [Note H1 / Humidité dans les logements](#).

LES POLLUANTS VENANT DU SOUS-SOL

Humidité

• Les remontées capillaires d'humidité, la formation de salpêtre sont étudiées dans la [Note H1 / Humidité dans les logements](#).

Le risque radon

• Le radon, gaz radioactif d'origine naturelle inodore et incolore, provient de la désintégration de l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. Il est présent partout à la surface de la planète ; il provient surtout des sous-sols granitiques et volcaniques ainsi que de certains matériaux de construction ; 31 départements de l'Hexagone sont touchés.

Le radon et ses descendants solides pénètrent dans les poumons avec l'air intérieur respiré.

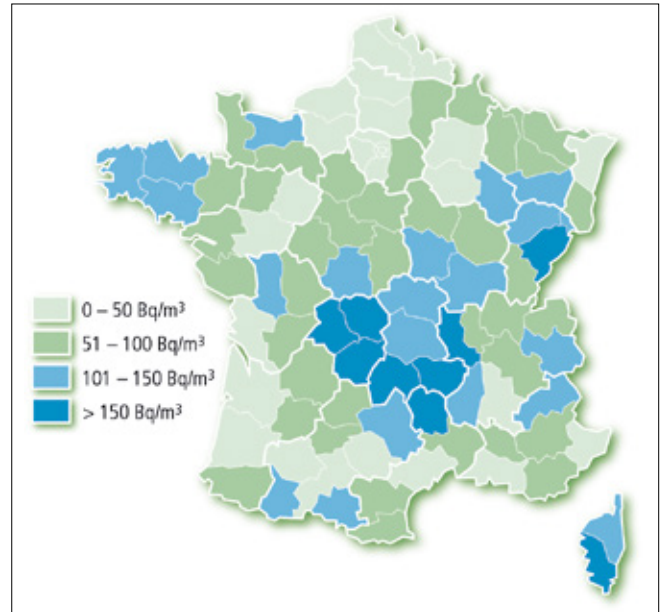
C'est la deuxième cause du cancer du poumon, après le tabac, avec environ 2000 décès chaque année en France ; le radon est un véritable fléau pour la rénovation des bâtiments.

Le site www.irsn.fr offre la possibilité de connaître le potentiel radon à l'échelle d'une commune. Ce niveau de risque relatif ne préjuge en rien des concentrations présentes dans une habitation. Celles-ci dépendent de multiples autres facteurs (étanchéité de l'interface entre le bâtiment et le sol, taux de renouvellement de l'air intérieur...).

Évaluer l'exposition au radon d'une habitation nécessite de mesurer les concentrations à l'aide de dosimètres qu'il est possible de placer soi-même. Pour que cette mesure soit représentative, elle doit être effectuée dans les pièces de vie principales, sur une durée de plusieurs semaines et de préférence pendant la période hivernale. Le coût d'acquisition et de déploiement de ces détecteurs s'élève à quelques dizaines d'euros. Il est également possible de confier la prestation de dosimétrie à un organisme agréé pour la mesure du radon.

Les solutions

• La rénovation énergétique des logements peut favoriser l'exposition au radon, lorsqu'elle n'est pas accompagnée d'un système de ventilation efficace. En zone à risque, une



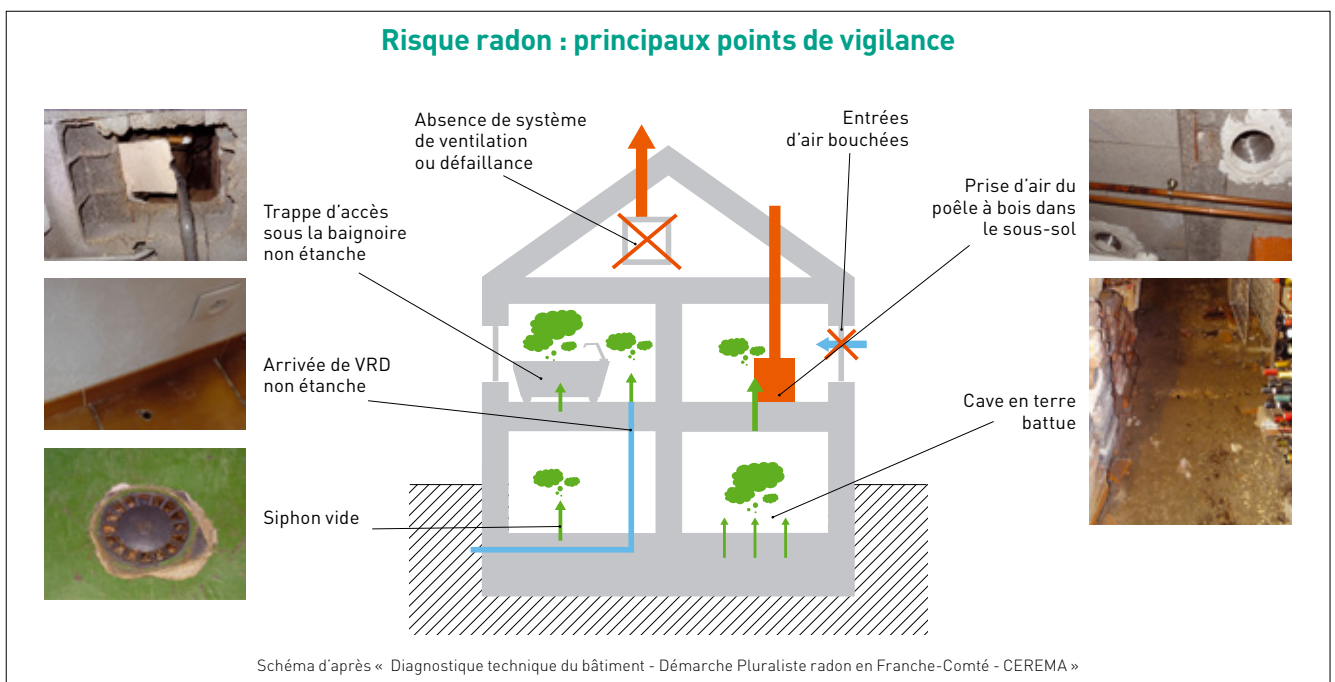
Carte de France représentant la concentration en radon dans l'air des habitations par département (doc. ART PRESSE / IRSN)

ventilation des vides sanitaires ou une légère surpression des locaux, par une ventilation double flux, sont recommandées.

• Les maisons ayant un dallage sur terre-plein devraient avoir un plancher bas le plus étanche possible sur un hériçon de pierre assez épais et ventilé par des orifices situés aux deux extrémités.

• Les maisons sans dallage sur terre-plein devraient être dotées d'un sous-sol, d'un vide sanitaire ou encore d'un vide technique bien ventilé par des orifices ou des gaines situés aux deux extrémités (création d'une circulation d'air traversante) ou encore par des ventilateurs adaptés. La mise en dépression du soubassement peut aussi s'envisager.

• Economiser l'énergie sans renouveler l'air des logements accroît le risque d'exposition au radon, par une augmentation de sa concentration dans les locaux des bâtiments étanches et mal ventilés !



L'ÉTIQUETAGE DES ÉMISSIONS EN COV ET COSV DES PRODUITS DE CONSTRUCTION ET DE DÉCORATION

Étiquetage

• Depuis le 1^{er} septembre 2013, les produits de construction et de décoration sont munis d'une étiquette qui indique leur niveau d'émission en polluants volatils. Cette information doit être apposée sur le produit ou sur son emballage.

La lettre en grand format correspond à la classe d'émission la plus pénalisante obtenue pour 10 substances prises individuellement. La concentration en composés organiques volatils totaux (COVT) a également été retenue dans l'étiquetage, afin de se prémunir de la présence éventuelle d'autres composés que les 10 polluants volatils évalués individuellement.

La classe A+ indique un niveau d'émission très faible, la classe C, un niveau d'émission très élevé. Le niveau d'émission est indiqué par la concentration d'exposition, exprimée en $\mu\text{g}\cdot\text{m}^3$.

Les 10 polluants volatils visés par la procédure d'étiquetage ont été choisis parce que classés comme substances dangereuses, par les effets qu'ils produisent lors de leur inhalation et de leur présence dans les logements. Une liste indicative des produits concernés est consultable sur le site du ministère de l'Environnement : www.developpement-durable.gouv.fr/Chapitre-I-Mode-d-emploi-de-l.html

- La plupart des produits de construction et de décoration, destinés à un usage intérieur, sont concernés :
 - les revêtements de sol, de murs et de plafonds,
 - les cloisons et les plafonds suspendus,
 - les produits d'isolation,
 - les menuiseries extérieures et intérieures (portes et fenêtres),
 - les produits destinés à la pose ou à la préparation des composants précédents (colles, enductions),
 - les vernis et les peintures.



A noter que l'étiquette peut aussi être imprimée en niveaux de gris.

Classes	A+	A	B	C
Formaldéhyde	<10	<60	<120	>120
Acétaldéhyde	<200	<300	<400	>400
Toluène	<300	<450	<600	>600
Tétrachloroéthylène	<250	<350	<500	>500
Xylène	<200	<300	<400	>400
1,2,4-Triméthylbenzène	<1000	<1500	<2000	>2000
1,4-Dichlorobenzène	<60	<90	<120	>120
Ethylbenzène	<750	<1000	<1500	>1500
2-Butoxyéthanol	<1000	<1500	<2000	>2000
Styrène	<250	<350	<500	>500
COVT (Total COV)	<1000	<1500	<2000	>2000

Seuils limites des concentrations d'exposition ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) définissant les quatre classes d'émission

Interdiction des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou toxiques pour la reproduction (CMR)

- Quatre produits prioritaires (trichloréthylène, benzène et deux types de phtalates) doivent respecter un seuil d'émission maximal de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Arrêté du 30 avril 2009 relatif aux conditions de mise sur le marché des produits de construction et de décoration contenant des substances cancérigènes, mutagènes ou reprotoxiques de catégorie 1 ou 2 et son arrêté modificatif du 28 mai 2009).

LES PRÉCAUTIONS À PRENDRE POUR AMÉLIORER LA QAI

- Afin de réduire les risques liés à une mauvaise qualité de l'air intérieur, il convient :
 - de limiter les sources de pollution ;
 - de s'assurer d'une ventilation suffisante des locaux pour éviter le confinement ;
 - d'aérer de façon régulière environ dix minutes par jour en toute saison (en cas de pic de pollution, aérer aux

heures les moins polluées, soit en tout début ou toute fin de journée).

- La meilleure solution consiste à prévoir, dimensionner et installer un système de ventilation performant, général et permanent comme une VMC hygroréglable, voire une VMC double flux en maison individuelle, équipée d'un filtre performant.

POUR EN SAVOIR PLUS...

- Les bons gestes pour un bon air - Quelques conseils pour améliorer la qualité de l'air à l'intérieur des logements - Observatoire de la qualité de l'air intérieur.
- Guide pratique « Un air sain chez soi ». Des solutions et des pratiques pour améliorer la qualité de l'air intérieur - Ademe - Mai 2015.
- Guide traitement anti-humidité les 53 Questions / Ré-

ponses pour régler les problèmes d'humidité de votre maison - meilleurchoix.info - 2011.

- Fiche CSTB sur l'étiquetage des émissions de COV des produits de construction et de décoration.
- Guide de la pollution de l'air intérieur - DGALN - avril 2009.
- La qualité de l'air intérieur - Roger Cadiergues - Guide RefCad nR15.a - www.xpair.com.

RÉGLEMENTATION RELATIVE À LA VENTILATION DANS LE BÂTI EXISTANT

MISE AU POINT PRÉALABLE SUR LES RÉFÉRENTIELS

Pour les particuliers comme pour les prescripteurs et les acteurs de la construction, il n'est pas facile de s'y retrouver entre les réglementations, la normalisation, la certification, les labels... pas facile de savoir, notamment, ce qui est obligatoire et ce qui ne l'est pas.

- La **réglementation** (décrets, arrêtés, circulaires) est du ressort de l'Etat, elle est **obligatoire** et s'impose à tous. Exemples : la réglementation thermique (en construction neuve ou en rénovation), la réglementation acoustique (en construction neuve), etc.
- Les **normes** concernent les produits et matériaux, les installations, les services, la qualité, etc. Elles sont d'application volontaire pour la plupart (gérées par l'AFNOR), mais certaines deviennent obligatoires lorsqu'elles sont imposées par la réglementation. Une norme, référencée dans un contrat, s'impose à toutes les parties. Les normes NF DTU

(Documents Techniques Unifiés) traitent de la conception et de l'exécution des ouvrages. Ces normes sont d'application contractuelle, ce sont souvent les compagnies d'assurances, dans le cadre de la garantie décennale, qui imposent que les travaux soient réalisés conformément aux DTU et aux Avis Techniques (les DTU concernent le domaine traditionnel, les Avis Techniques concernent les produits innovants ou nécessitant des règles bien particulières pour leur utilisation).

- La **certification** est volontaire, elle permet de garantir, par un organisme indépendant (accrédité par le COFRAC), la conformité d'un produit, d'un processus, etc. par rapport à un référentiel, qui peut être une norme. Le label fonctionne comme la certification mais offre a priori moins de garanties (cela dépend de l'organisme qui délivre le label) ; tous deux conduisent généralement à un marquage des produits (ex. marque NF), des processus (ex. label Qualitel), etc.

LES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES EN VENTILATION

Arrêté du 24 mars 1982

La réglementation actuelle (arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements) doit être respectée dans le neuf et en réhabilitation uniquement si le principe de fonctionnement de la ventilation est modifié. Sinon, la réglementation en vigueur à l'époque de la construction s'applique (voir tableau ci-dessous).

L'Arrêté du 24 mars 1982 définit :

- Les composants du système d'aération : entrées et sorties d'air, extraction, règle du balayage...

- Les **débits d'air extraits** des logements en fonction du nombre de pièces, de la présence de dispositifs de réglage ou de modulation (par ex. hygro).

- Des dispositions générales concernant la présence d'appareils à combustion, la présence de hottes de cuisines, le confort lié aux entrées d'air, l'accessibilité des composants pour le nettoyage.

Sur la notion de « **ventilation générale et permanente** »

➔ [Voir la note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente](#)

Date	Description	Principe
Avant 1937	La ventilation s'effectue par les conduits de cheminée, les défauts d'étanchéité et l'ouverture des ouvrants	Ventilation aléatoire
1937-1958	Le Règlement sanitaire de la Ville de Paris fixe les conditions minimales de ventilation. Le décret n°55-1394 du 22 octobre 1955 fixant les règles générales de construction des bâtiments d'habitation (article 8) instaure des règles d'aération dont les conditions sont fixées dans l'arrêté du 14 novembre 1958, texte qui généralise le principe de la ventilation permanente pièce par pièce.	Ventilation permanente pièce par pièce
1969	L'arrêté du 22 octobre 1969 fixe de nouvelles dispositions pour une ventilation générale et permanente	Ventilation générale et permanente
1982	L'arrêté du 24 mars 1982 fixe les débits extraits depuis les pièces principales vers les pièces de service. La ventilation est permanente et ne peut être arrêtée. En maison individuelle, en zone H2 ou H3, il est possible de déroger à ce principe de l'aération permanente.	Ventilation générale et permanente + modulation du débit en cuisine
1983	L'arrêté du 28 octobre 1983 introduit la possibilité de modulation automatique du débit extrait, par exemple en fonction de l'humidité, sous certaines conditions.	Ventilation générale et permanente + modulation du débit en cuisine + modulation automatique



LES DÉBITS RÉGLEMENTAIRES DE VENTILATION DANS L'HABITAT : DÉBITS EXTRAITS

Les débits d'air imposés par la réglementation sont les débits extraits des pièces humides ou des pièces de services (cuisines, sdb, wc, buanderies, etc.).

- **Débits « maxi »** : Les débits extraits dans chaque pièce de service doivent pouvoir atteindre simultanément ou non les valeurs données dans le tableau 1 ci-contre en fonction du nombre de pièces principales du logement.

- **Débits « mini »** : Des dispositifs individuels de réglage peuvent permettre de réduire les débits définis précédemment, sous les conditions suivantes. En règle générale, le débit total extrait et le débit réduit de cuisine sont au moins égaux aux valeurs données dans le tableau 2 ci-contre.

- **Débit « réduit » modulé** : Lorsque l'aération est assurée par un dispositif mécanique qui module automatiquement le renouvellement d'air du logement, de telle façon que les taux de pollution de l'air intérieur ne constituent aucun danger pour la santé et que puissent être évitées les condensations, sauf de façon passagère, les débits définis par le tableau ci-dessus peuvent être réduits (système sous Avis Technique). En tout état de cause, le débit total de l'air extrait est au moins égal à la valeur donnée par le tableau 3 ci-contre.

Tableau 1	Débits d'air exprimés en m ³ /h				
Nombre de pièces principales	Cuisine	Salle de bains ou douche commune ou non avec un WC	Autre salle d'eau	WC	
				Unique	Multiple
1	75	15	15	15	15
2	90	15	15	15	15
3	105	30	15	15	15
4	120	30	15	30	15
5 et plus	135	30	15	30	15

Tableau 2	Nombre de pièces principales						
	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimal en m ³ /h	35	60	75	90	105	120	135
Débit minimal en cuisine en m ³ /h	20	30	45	45	45	45	45

Tableau 3	Nombre de pièces principales						
	1	2	3	4	5	6	7
Débit total minimal en m ³ /h	10	10	15	20	25	30	35

LE DIMENSIONNEMENT DES ENTRÉES D'AIR

L'air « neuf » doit pouvoir rentrer dans le logement en quantité suffisante, c'est-à-dire en « compensation » de l'air extrait. Hormis pour les systèmes modulés ci-dessus dont le dimensionnement est particulier et soumis à avis technique, le dimensionnement des entrées d'air autoréglables en simple flux, ou des bouches de soufflage en double flux, s'effectue en tenant compte, d'une part, du « débit maxi extrait » (ci-dessus) et, d'autre part, du « débit de fuite » du logement (lié à sa perméabilité à l'air).

En **simple flux**, on écrit :

$$S \geq Q_M - Q_f$$

Avec :

S = somme des modules des entrées d'air

Q_f = débit de fuite du logement

Exemple de dimensionnement dans le Tableau ci-contre extrait du DTU 68.3

En **double flux**, on écrit :

$$Q_{\text{extr-max}} \leq Q_M + Q_f$$

Avec :

Q_{sou-max} = débit maxi de soufflage

Q_f = débit de fuite du logement

Le calcul du dimensionnement des entrées d'air présentes dans un même logement doit être mené pour une dépression ΔP égale au maximum à 20 Pa, au débit d'air maximal, Q_M, susceptible d'être extrait du logement.

Exemple de dimensionnement (cas courant) :

Nombre de pièces principales	Débit total maximum extrait Q _M (m ³ /h)	Somme des modules dans chaque pièce principale	
		Différence de pression maximale : 20 Pa	
		Séjour	Autre pièce principale
1	90	90	Sans objet
	105	90	Sans objet
2	120	60	30
3	150	60	30
4	180	45	30
5	210	45	30
6	210	45	22
7	225	45	22

Valeurs du débit de fuite Q_f sous 20 Pa :

Nombre de pièces du logement	Valeur de Q _f sous 20 Pa (m ³ /h)	
	Immeubles collectifs	Maisons individuelles
1	20	30
2	30	45
3	40	60
4	50	75
5	60	90
6	70	105
7	80	120

DISPOSITIONS GÉNÉRALES CONCERNANT LA PRÉSENCE D'APPAREILS À COMBUSTION, LE CONFORT LIÉ AUX ENTRÉES D'AIR, L'ACCESSIBILITÉ DES COMPOSANTS POUR LE NETTOYAGE

Appareils à combustion

En cas d'installation d'appareils à combustion dans un logement, le système d'aération doit pouvoir assurer les débits nécessaires à leur bon fonctionnement.

Lorsque l'évacuation de l'air est faite par un dispositif mécanique, les conduits de fumée et foyers situés dans le logement, fonctionnant par tirage naturel, doivent être tels que la dépression créée dans le logement par l'évacuation mécanique de l'air ne puisse entraîner d'inversion de tirage, notamment lors de l'allumage de certains foyers. Une attention particulière doit être portée dans le cas de l'utilisation d'une hotte de cuisine raccordée sur l'extérieur, qui peut créer ponctuellement une forte dépression dans le logement.

⇒ Voir la note V1 / Principe d'une ventilation générale et permanente en maison individuelle

Les conduits de fumée situés dans le logement ne peuvent être raccordés à un dispositif mécanique que si :

- l'évacuation de l'air de ventilation est également obtenue par un dispositif mécanique ;
- les deux dispositifs mécaniques sont communs ou ne peuvent fonctionner que simultanément ;
- en cas de panne du dispositif mécanique servant à l'évacuation des fumées ou des gaz brûlés, celle-ci est assurée

par tirage naturel à moins que la combustion ne soit automatiquement arrêtée.

Dans ce dernier cas, le rallumage ne peut intervenir qu'en toute sécurité.

Qu'il s'agisse de conduit à tirage naturel ou de dispositif mécanique, une évacuation des produits de combustion d'appareils à gaz ou à hydrocarbures liquéfiés, raccordés, peut servir de sortie d'air, à condition qu'une plaque scellée indique qu'on ne peut y raccorder un appareil utilisant un autre combustible.

Confort lié aux entrées d'air

Les caractéristiques et l'emplacement des entrées d'air doivent être tels qu'il n'en résulte ni inconfort pour les occupants ni désordre pour la construction et les équipements. Ces dispositifs peuvent être auto-réglables ou réglables par l'occupant, mais non obturables. Est considéré comme répondant à ces exigences, un système de distribution d'air, éventuellement traité avant son introduction dans le logement.

Nettoyage des composants

Les dispositifs d'entrée et de sortie d'air doivent pouvoir être facilement nettoyés. Les dispositifs mécaniques doivent pouvoir être facilement vérifiés et entretenus.

NF DTU 68.3 : TRAVAUX DE BÂTIMENT – INSTALLATIONS DE VENTILATION MÉCANIQUE (22 JUIN 2013)

Le DTU 68.3 est la norme de référence pour le dimensionnement et la mise en œuvre des installations de ventilation mécanique (VMC Simple Flux, VMC Gaz).

• **Partie 1-1-1** : Règles de conception technique, de dimensionnement, de mise en œuvre et de mise en service des installations de ventilation résidentielles. Cette partie, qui s'applique à tous types d'installation VMC, constitue le tronc commun à toutes les parties normatives.

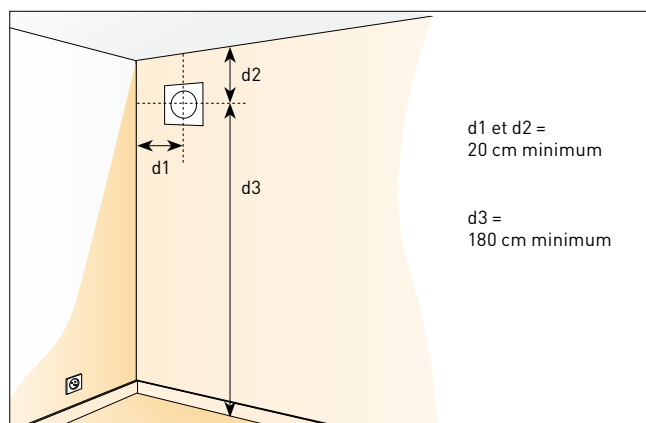
• **Partie 1-1-2** : Règles de conception technique, de dimensionnement, de mise en œuvre et de mise en service des installations VMC simple flux autoréglable. Elle ne s'applique que conjointement à la partie 1-1-1.

• **Partie 1-1-3** : Règles de conception technique, de dimensionnement, de mise en œuvre et de mise en service des installations VMC gaz. Elle ne s'applique que conjointement aux parties 1-1-1 et 1-1-2.

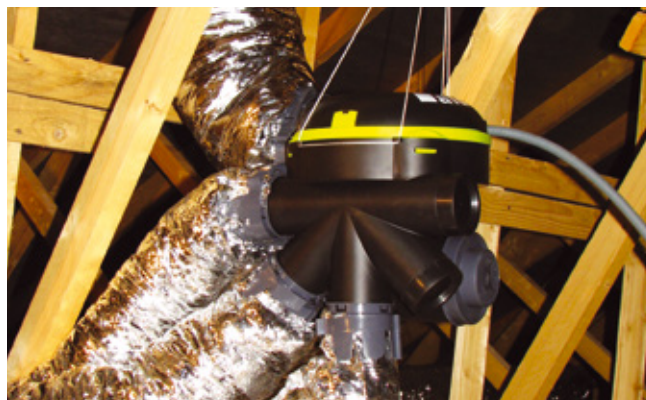
• **Partie 1-2** : Critères généraux de choix des matériaux utilisés pour l'exécution des ouvrages d'installations de ventilation entrant dans le champ d'application des parties P1-1-1, P1-1-2 et P1-1-3.

• **Partie 2** : Clauses administratives spéciales aux marchés de travaux d'exécution des installations de ventilation entrant dans le champ d'application des parties P1-1-1, P1-1-2 et P1-1-3.

REMARQUE : D'autres parties, actuellement en préparation, viendront compléter ces cinq premières parties (P. 1-1-4 : ventilation double flux, etc.)



DTU : positionnement d'une bouche d'extraction



DTU : suspension du groupe d'extraction sans contact (doc. ALDES)

RÉGLEMENTATION ACOUSTIQUE ET VENTILATION

Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation

Impacts acoustiques des équipements de ventilation

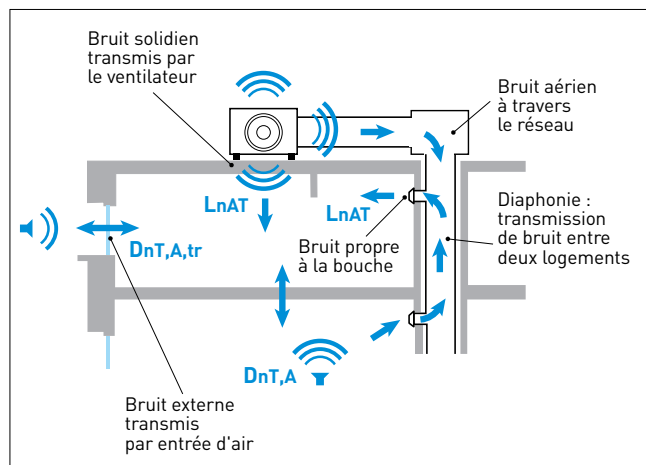
Les composants des systèmes de ventilation ont des impacts sur l'acoustique intérieure et extérieure des logements : isolement acoustique aux bruits extérieurs via les entrées d'air en façade, isolement acoustique entre appartements desservis par un même réseau de ventilation via les conduits et bouches d'extraction, bruit propre des bouches ou des caissons.

Exigences de résultats :

Performance	Indice	Composant concerné	Exigences
Niveau de pression acoustique normalisé dans les pièces du logement	L_{nAT}	Bouche d'extraction, entrée d'air et caisson (individuel ou collectif)	Maximum 30 dB(A) (pièces principales) ou 35 dB(A) (cuisines fermées) (cf. Note A6)
Isolement acoustique vis-à-vis de l'extérieur (bruit de trafic)	$D_{nT,A,tr}$	Entrée d'air	Minimum 30 dB (pièces principales et cuisines) (cf. Note A5)
Isolement acoustique entre les logements	$D_{nT,A}$	Bouche d'extraction	Minimum 53 dB (pièces principales) ou 50 dB (cuisines et salles de bains)

Adjonctions ou transformations d'équipements du logement

Dans le cas des adjonctions ou transformations d'équipements d'un logement, le Règlement Sanitaire Départemental Type (dernière mise à jour du 04/10/2004 ou l'arrêté départemental relatif aux bruits de voisinage) précise que ces équipements doivent satisfaire aux dispositions de la réglementation en vigueur. Ce qui signifie que toute transformation ou ajout d'un équipement de ventilation doit satisfaire à l'arrêté du 30 Juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation.



Système de ventilation : impact sur le bruit dans les logements

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

➡ Voir la note A6 / Les bruits d'équipements

POUR EN SAVOIR PLUS...

- Arrêté du 24 mars 1982 relatif à l'aération des logements (JO du 27 mars 1982, page 942) mod. par arrêté du 28 octobre 1983 (JO 15 nov. 1983)
- NF DTU 68.3 – Travaux de bâtiment – Installations de ventilation mécanique – Règles de calcul, dimensionnement et mise en œuvre (AFNOR, 22 juin 2013)

- Arrêté du 30 juin 1999 relatif aux caractéristiques acoustiques des bâtiments d'habitation (JO du 17 juillet 1999)
- Circulaire du 9 août 1978 relative à la révision du règlement sanitaire départemental type (dernière mise à jour du 04/10/2004).

PERMÉABILITÉ À L'AIR DE L'ENVELOPPE EN HABITAT INDIVIDUEL

LES EXIGENCES RÉGLEMENTAIRES DE L'HABITAT NEUF

La RT 2012

Les exigences relatives à la perméabilité à l'air de la réglementation thermique (Arrêté du 26 octobre 2010 relatif aux caractéristiques thermiques et aux exigences de performance énergétique des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles de bâtiments) ne s'appliquent qu'aux logements neufs.

La RT 2012 reprend l'exigence de perméabilité à l'air de l'enveloppe d'une maison individuelle fixée par le label BBC 2005 : **une perméabilité ou un débit de fuite surfacique, sous une pression très faible de 4 Pa, appelée Q4Pa, surf, inférieure à un seuil de 0,6 m³/(h.m²).**

Cette exigence doit être vérifiée soit par une mesure avant la livraison, soit par une démarche qualité.

La RT 2012 ne prévoit des tests d'étanchéité à l'air que pour l'habitat, parce que dans cette catégorie de bâti,

des résultats de mesures ont été analysés depuis plus de quinze ans.

Certains labels Effinergie+ et BEPOS Effinergie devraient demander des valeurs plus faibles, donc plus contraignantes.

En rénovation

En rénovation de logements, **pour des raisons de confort thermique et acoustique**, la prochaine réglementation thermique RT Ex par éléments demandera à très court terme une mesure de la perméabilité à l'air, avec une valeur seuil à ne pas dépasser.

En attendant la publication de ce texte, un objectif de perméabilité réaliste en rénovation pourrait être :

Q4Pa, surf < 0,8 m³/(h.m²)

MÉTHODOLOGIE DE MESURE EN MAISON INDIVIDUELLE

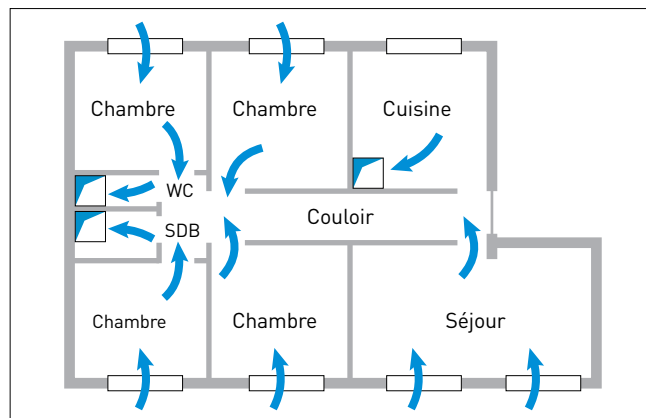
La maison individuelle est équipée par exemple d'un système de ventilation de type VMC hygroréglable ou double flux qui respecte le principe d'une ventilation générale et permanente par balayage avec des entrées d'air neuf en pièce principale et des bouches d'extraction en pièces humides, conformément au schéma ci-contre.

Pour la mesure, les orifices spécifiques du système de ventilation, les entrées d'air comme les bouches d'extraction doivent être occultés ; les siphons des canalisations d'évacuation d'eau usée doivent être remplis et les boudes des éviers, des lavabos, des douches et des baignoires doivent être fermés.

La mesure de la perméabilité à l'air peut alors être envisagée. Elle est effectuée conformément à la norme NF EN ISO 13.829 « Performance thermique des bâtiments - Détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments - Méthode de pressurisation par ventilateur ».

Les mesures doivent être réalisées par un organisme, une entreprise et, surtout, un personnel agréé. Voir la liste sur le site www.effinergie.org ou sur le site du ministère de l'environnement à la rubrique rt-batiment.

- Un total de sept mesures sont effectuées entre 10 et 70 pascals de dépression, afin de tracer la droite de régression qui donne la valeur à 4 Pa du débit de fuite en m³.h.
- Ensuite, il est nécessaire de connaître les surfaces de déperditions de la maison, toutes les surfaces des murs,



Ventilation générale d'un logement
Principe du balayage

des menuiseries et des portes ainsi que les surfaces, en projection horizontale, des toitures inclinées ou des terrasses :

Q4Pasurf = QFuites/(surfaces déperditives) en m³/(h.m²)





Blower door ou porte soufflante (doc. SIMOTEST)

• La **porte soufflante** est placée dans l'encadrement de la porte d'entrée, elle comporte un bâti extensible avec une toile (rouge sur la photo), qui se place dans l'ouvrant et un ventilateur (blanc sur la photo), inséré dans la toile tendue ; le ventilateur est relié à un ordinateur, situé près de l'opérateur, afin d'être piloté lors des mesures. En dépression, l'extracteur rejette l'air du débit de fuite vers l'extérieur. C'est une solution facile à transporter, à installer et à piloter, c'est la plus répandue dans le réseau des entreprises qui pratiquent l'infiltrométrie.



Perméoscope (doc. ALDES)

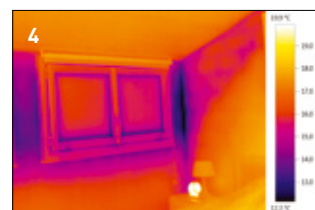
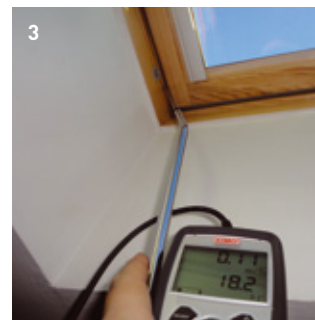
• Le **perméoscope** comporte une turbine (en gris et jaune sur la photo), qui est reliée à la bouche d'extraction de la cuisine. Le système de ventilation doit être arrêté afin de permettre le rejet d'air extrait. Le perméoscope est relié à un ordinateur qui le pilote. Cette solution permet une mesure de perméabilité à l'air de l'enveloppe d'un logement, porte d'entrée comprise, ainsi que des réseaux d'une VMC.

LOCALISATION DES FUITES

Moyens de détection

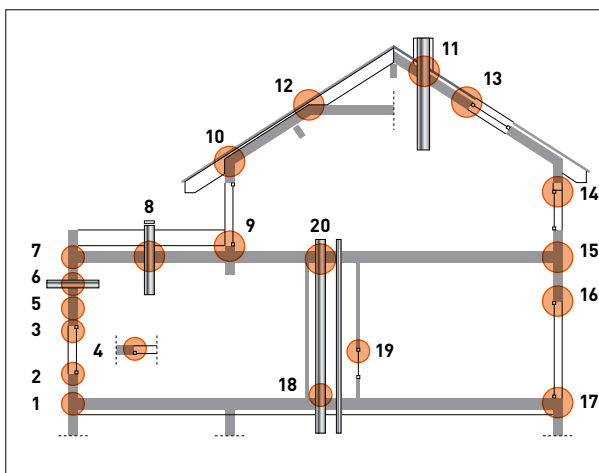
À la fin de la mesure, si les résultats sont insatisfaisants, il est recommandé de rechercher les fuites éventuelles :

- soit avec une poire à fumée [1], ou une production de fumée artificielle [2],
- soit avec un anémomètre [3],
- soit avec une caméra thermique, par thermographie infrarouge [4],
- soit encore, pour les plus expérimentés, en passant la main devant les zones potentielles de défauts.



(1, 2 et 3 : doc. SIMOTEST - 4 : doc. TESTO)

Les points sensibles de l'étanchéité à l'air



- 1 Liaison entre un mur de façade et un plancher bas
- 2 à 4 Liaison entre une menuiserie et les quatre cotés du tableau
- 5 Liaison entre un mur de façade et un plancher courant
- 6 Traversée d'une paroi par une canalisation
- 7 Liaison entre un mur de façade et un plancher terrasse
- 8 Traversée d'un plancher terrasse par une canalisation
- 10 Liaison entre un mur de façade et une toiture inclinée
- 11 Traversée d'une toiture inclinée par une canalisation
- 12 Liaison entre un plafond et une toiture inclinée
- 13 Liaison entre une toiture inclinée et une fenêtre de toit
- 14 Liaison entre un mur de façade et un bloc baie avec coffre de VR
- 15 Liaison entre un mur de façade et un plancher courant
- 16 Liaison en linteau entre une façade et une porte d'entrée
- 17 Liaison en seuil entre le plancher et la porte d'entrée
- 18 Traversée d'un plancher bas par une canalisation
- 19 Trappe d'accès d'une gaine technique
- 20 Traversée d'un plancher intermédiaire par une canalisation

LES STRATÉGIES DE RÉDUCTION DE LA PERMÉABILITÉ À L'AIR

Étanchéité continue dans les trois dimensions

Le principe fondamental, pour permettre une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe consiste à prévoir une **étanchéité continue dans les trois dimensions**.

- En logement neuf, des coupes et des perspectives aident tant les concepteurs que les équipes travaux dans cette démarche : ils doivent pouvoir suivre cette « barrière étanche » sur des perspectives avec un crayon sans le décoller de la feuille !
- En rénovation, il est important de **dessiner des coupes à grande échelle des jonctions** entre les composants des parois et les divers éléments rencontrés puis de **rechercher la continuité de cette « barrière d'étanchéité »**.

Tous les corps de métiers doivent être sensibilisés sur l'intérêt du traitement de l'étanchéité à l'air.

Passage des réseaux

- Les réseaux d'électricité, de téléphone, de ventilation, de gaz, et les réseaux d'alimentations ou d'évacuations d'eau, surtout ceux reliés aux locaux non chauffés ou qui traversent la barrière d'étanchéité, constituent les points sur lesquels il faut agir en priorité.
- Ces réseaux doivent être conçus pour **traverser la « barrière étanche » en un minimum de points**.
- Une stratégie efficace consiste à **ne réaliser qu'une pénétration unique pour chaque réseau**, puis à ne distribuer les circuits qu'à l'intérieur de l'enveloppe du volume chauffé, sans avoir à percer cette barrière d'étanchéité. Le problème se résume alors à traiter correctement cette pénétration unique.
- Pour les passages du réseau électrique, la solution performante consiste à **placer le tableau électrique d'abonné en volume chauffé**, puis à travailler dans l'enveloppe étanche sans jamais la traverser.
- **Un vide technique de 5 cm**, éventuellement rempli par une laine de verre, **entre la barrière étanche et le nu intérieur** de la construction permet de résoudre les problèmes.

- La traversée de l'enveloppe du logement par des canalisations doit être réalisée par des **collerettes autocollantes** adaptées en diamètre. L'arrivée des réseaux électrique et téléphone doit être effectuée par une **membrane en silicone** percée uniquement par les fils de l'alimentation.

Gros œuvre

- Au niveau du gros-œuvre, les finitions intérieures et extérieures doivent prendre en compte les joints verticaux non maçonnés des systèmes de montage à joints minces ou des joints verticaux non maçonnés.
- L'étanchéité doit être continue autour des réservations et des traversées de mur ou de toiture (entrée d'air acoustique, ventouse de chaudière, conduit de fumées).
- Aux liaisons entre façades maçonnées et planchers à poutrelles avec hourdis maçonnés ou plâtras, il faut colmater les fissures éventuelles.

Menuiseries extérieures

- Les fuites d'air par les **ouvertures** sont surtout le fait de **joints entre dormant et ouvrants** qui ne seraient pas comprimés sur toute leur périphérie.
- **La déformation des portes** donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé est une cause fréquente de mauvaise étanchéité à l'air. Les **portes d'accès aux locaux non chauffés** (cellier, cave), ainsi que les **trappes de visite** des éventuelles gaines de plomberie ou les trappes d'accès aux combles, doivent être placées dans une feuillure sur un joint périmétrique comprimé, sur les quatre côtés, par le système de fermeture.
- Les menuiseries extérieures sont concernées aux **jonctions avec le gros œuvre** :
 - en tableau avec ou sans coffre de volet roulant, en linteau mais surtout en allège de fenêtre ou en seuil de porte-fenêtre ou de porte d'entrée ;
 - un coffre de volet roulant devant être facilement démontable, les jonctions entre les différentes parois du coffre ne sont pas toujours étanches, en sous-face ou en jouées.

POUR EN SAVOIR PLUS...

Les guides Minifil du Cerema de Lyon

- Les solutions présentées ne sont ni exhaustives ni définitives, les **schémas** couvrent une majorité de cas rencontrés, ils servent de document de base et doivent être **adaptés à chaque projet** ou chaque chantier de rénovation.
- Les principales recommandations :
 - choisir les **matériaux et les systèmes manufacturés** en fonction de leur condition de stockage, de leur tolérance dimensionnelle, de leur **facilité de mise en œuvre** dans leur environnement immédiat, en tenant compte du taux d'humidité maximum acceptable par les supports existants ;
 - **éviter tout bricolage ou rattrapage !** Il faut simplifier le traitement des points singuliers par l'analyse des liaisons avec chaque composant en place ;
 - **ordonnancer les tâches par métier** et assurer un suivi de la mise en œuvre ainsi qu'une traçabilité de bonne exécution, puis réaliser une **mesure de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe en fin de travaux**.

Guides ou mémentos sur l'étanchéité à l'air	Fiches techniques
00 Organiser la qualité, les dispositions constructives	Les matériaux de construction
01 CARNET MINIFIL COB	L'analyse du secteur résidentiel
02 = ITI : Isolation Thermique par l'Intérieur	L'analyse des secteurs tertiaires
03 = ITE : Isolation Thermique par l'Extérieur	
04 = ITR : Isolation Thermique Répartie	



RT EXISTANT PAR ÉLÉMENT – EXIGENCES RELATIVES AUX ENTRÉES D'AIR

RÉGLEMENTATION THERMIQUE PAR ÉLÉMENT DANS LES BÂTIMENTS EXISTANT

La réglementation thermique des bâtiments existants vise à assurer une amélioration significative de la performance énergétique d'un bâtiment existant lorsqu'un maître d'ouvrage entreprend des travaux susceptibles d'apporter une telle amélioration. Les mesures réglementaires sont différentes selon l'importance des travaux entrepris par le maître d'ouvrage :

- Pour les rénovation très lourdes de bâtiments de plus de 1000 m², achevés après 1948, rénovations dont le coût des travaux relatifs à l'amélioration thermique s'élèvent à plus de 25 % de la valeur du bâtiment, la réglementation définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové (RT Existant globale).
- Pour tous les autres cas de rénovation, la réglementation définit une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé (RT Existant par élément).

Textes de référence de la RT Existant par élément

Jusqu'au 31 décembre 2017 : arrêté du 3 mai 2007

A compter du 1^{er} janvier 2018 : arrêté du 22 mars 2017 modifiant l'arrêté du 3 mai 2007

Ces arrêtés concernent des bâtiments existants concerne les bâtiments existants résidentiels et non-résidentiels,

à l'exception de ceux soumis aux mesures concernant les rénovations lourdes. Ces obligations s'appliquent :

- aux bâtiments de moins de 1000 m², quels que soit l'importance des travaux portant sur la thermique entrepris ;
- aux bâtiments de moins de 1000 m² qui font l'objet de travaux de rénovation plus légers (qui ne reprennent pas l'ensemble des postes susceptibles d'améliorer la performance énergétique).
- elle s'applique également à tous les bâtiments construits avant 1948, quelle que soit l'importance des travaux à vocation thermique entrepris.

Lorsqu'un maître d'ouvrage décide de remplacer/installer un élément d'isolation, un équipement de chauffage, de production d'eau chaude, de refroidissement, de ventilation ou un équipement d'éclairage (ce dernier poste ne concerne que les bâtiments tertiaires), il doit installer des produits de performance supérieure aux caractéristiques minimales mentionnées dans l'arrêté.

Les exigences ont pour ambition de cibler les techniques performantes tout en tenant compte des contraintes de l'occupant, ce qui permettra, en intervenant sur suffisamment d'éléments, d'améliorer significativement la performance énergétique du bâtiment dans son ensemble.

CHANGEMENT DES FENÊTRES : EXIGENCES RELATIVES AUX ENTRÉES D'AIR

En cas de remplacement des fenêtres, la RT Existant par élément fixe l'obligation d'équiper d'entrée d'air toute nouvelle fenêtre ou porte fenêtre, sauf dans les locaux déjà munis d'entrées d'air ou de bouches d'insufflation d'air :

- « Art. 12.-I.-Dans les salles de classe et dans les salles de réunion des établissements d'enseignement ou de formation professionnelle du premier et du second degré, ainsi que dans les salles de repos et dans les salles d'activité des établissements d'accueil collectif d'enfants de moins de six ans, les nouvelles fenêtres et portes-fenêtres installées doivent être équipées d'entrée d'air, sauf dans les locaux déjà munis d'entrées d'air ou de bouches d'insufflation d'air.
- « Art. 12.-II.-Dans les locaux d'habitation et les locaux d'hébergement, les nouvelles fenêtres et portes-fenêtres installées dans les pièces principales doivent être équipées d'entrées d'air, sauf dans les locaux déjà munis d'entrées

d'air ou de bouches d'insufflation d'air. La somme des modules de ces entrées d'air doit au moins être de 45 pour les chambres et 90 pour les séjours. Cette valeur peut être réduite lorsque l'extraction d'air mécanique permet un dimensionnement inférieur. »

Dans les logements, les valeurs élevées exigées (45 m³/h pour les chambres et 90 m³/h pour les séjours), peuvent nécessiter plusieurs entrées d'air pour chaque pièce, permettent d'assurer la ventilation dans les cas les plus défavorables (lorsqu'il n'existe pas de système de ventilation). Pour optimiser ces niveaux, « lorsque l'extraction d'air mécanique permet un dimensionnement inférieur », il convient de réaliser un diagnostic ventilation selon l'époque de construction du bâtiment et selon la typologie de ventilation (cf. NF DTU 68.3, recommandations professionnelles RAGE 2012 et avis techniques).



LES SOURCES D'HUMIDITÉ

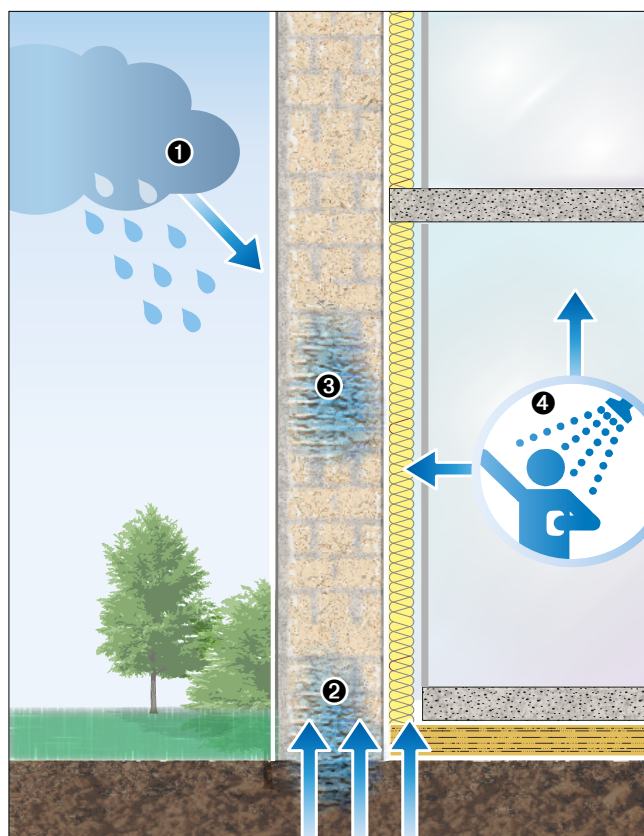
Les bâtiments construits avant la seconde guerre mondiale, et même juste après pendant la période de reconstruction, représentent environ 10 millions de logements, soit pratiquement un tiers du parc immobilier de l'Hexagone. Durant cette période, le bâti a été réalisé par des techniques traditionnelles souvent sensibles à l'humidité ambiante.

La plupart du temps, les composants utilisés n'ont qu'une faible résistance à la diffusion de la vapeur d'eau. Or, la présence d'humidité dans les logements peut se traduire par des pathologies du bâti potentiellement néfastes pour la santé des occupants et la qualité de l'air intérieur.

Tous les travaux de rénovation devront donc être engagés avec une réflexion en amont visant à garantir la pérennité du bâti, de sa structure et de son enveloppe vis-à-vis de l'humidité. Cette réflexion porte tant sur la conception des solutions envisagées que sur les précautions lors de leur mise en œuvre.

Les sources d'humidité :

- ❶ Migration de la pluie au travers des parois non étanches,
- ❷ Remontées capillaires depuis le sol par tout mur en contact avec le sol,
- ❸ Humidité des matériaux de construction (dus aux dégâts des eaux notamment)
- ❹ Production de vapeur d'eau par l'occupation des locaux (respiration, transpiration, cuisson des aliments, douches et bains).



Les sources d'humidité dans les constructions

LES TROIS PRINCIPAUX DÉSORDRES CAUSÉS PAR L'HUMIDITÉ DES PAROIS

Le salpêtre

Mécanisme d'apparition

Les remontées capillaires véhiculent l'eau souterraine au travers des parois. Au contact de l'oxygène de l'air et du carbonate de potassium présent dans les maçonneries, cette eau chargée en bactéries et en ammoniac donne lieu à la formation de **nitrate de potassium** : c'est le **salpêtre**.

Le salpêtre n'est pas un champignon, c'est un dépôt blanchâtre composé de sels minéraux apparaissant au bas des murs lorsque l'humidité du sol a pénétré dans des locaux mal ventilés.

Lors de l'assèchement, les sels minéraux présents dans les maçonneries se trouvent privés d'humidité et migrent en surface pour pomper l'humidité de l'air ambiant. Cela provoque une concentration de sels minéraux en surface, les dépôts de salpêtre se manifestent sous la forme de



Dépôt de salpêtre signe d'humidité (doc. ISOSEC)



Dépôt de mэрule dans l'habitat intérieur (doc. ISOSEC)

cristaux blancs, de fibres blanches, de poils blancs et d'efflorescences qui peuvent conduire à des détachements de plaques entières.

Les champignons lignivores (la mэрule)

Mécanisme d'apparition

- Les champignons lignivores (dégradant le bois) se nourrissent de la cellulose du bois.

- **La mэрule**, le plus répandu de ces champignons, a dans sa phase végétative l'aspect d'une masse cotonneuse blanche à jaunâtre d'épaisseur 5 à 60 mm. Au contact d'une source de lumière, elle prend une consistance crépue de teinte rouille brun, avec une odeur de champignon: c'est la phase de reproduction, avec un développement très rapide et dévastateur.

Risques pour les constructions

- La mэрule ronge la maison de l'intérieur, en s'attaquant aux éléments en bois : charpente, planchers, cloisons, plafonds, escaliers et plinthes. Les bois non traités deviennent bruns et s'effritent par destruction de leur cellulose. Quant aux bois traités, ils gonflent avant de craqueler. Infiltrant les joints de ciment, la mэрule pénètre les briques poreuses et dégrade les murs, mais n'a pas le pouvoir de détruire la maçonnerie.

Risques pour la santé

- Les contaminations fongiques, la mэрule en particulier, sont susceptibles d'induire chez les occupants diverses pathologies respiratoires telles que les allergies et l'asthme.

Remède

En cas de doute, il faut faire réaliser par un spécialiste un audit des éléments concernés et confier à une entreprise compétente le remplacement de tous les éléments en bois dégradés par les champignons lignivores.

Les arachnides (acariens)

Mécanisme d'apparition

L'humidité favorise l'apparition des arachnides, de petites araignées microscopiques appelées communément acariens. Dans les habitations, les acariens se logent dans

la literie, les tapis et moquettes, les rideaux, les canapés et les peluches. Ils se nourrissent de débris de peaux, de poils, de résidus alimentaires et de moisissures. Leur reproduction est très rapide surtout en automne et au printemps car ils supportent mal un climat froid et sec. Ils prolifèrent avec une humidité relative de 75% et une température située entre 26 et 32°C, comme celle d'un matelas installé, la nuit, dans une pièce chauffée à 21°C.

Risques pour la santé

Par les protéines de leur carapace et leurs déjections, les acariens provoquent des réactions allergiques : asthme, rhinites, problèmes respiratoires.

Remède

Dans les chambres à coucher, il faut maintenir l'humidité relative sous le seuil des 50% et la température de l'air entre 16 et 18°C.



Un acarien (doc. ISOSEC)

LA MIGRATION DE LA PLUIE AU TRAVERS DES MURS

Définir les bonnes solutions

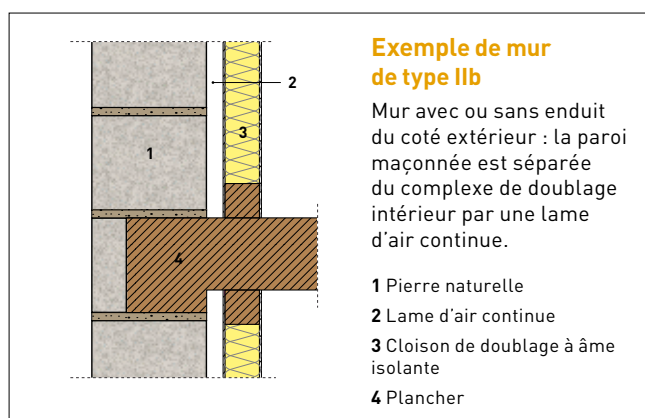
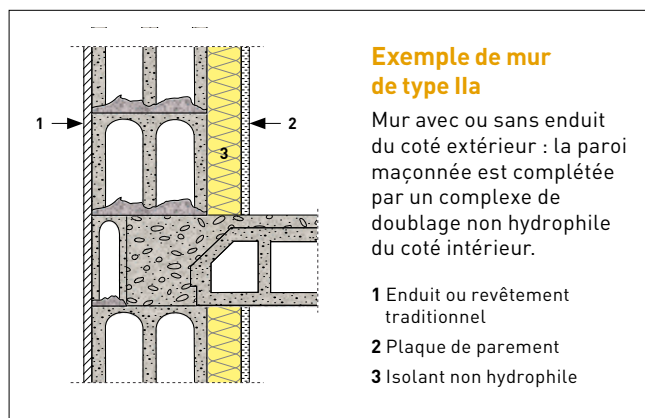
- **DTU** : Concernant la migration de la pluie au travers des parois verticales, il est possible de s'appuyer sur les données de la norme **NFP 10.202** ou **NF DTU 20.1** (octobre 2008 et juillet 2012) concernant « les ouvrages neufs en maçonneries de petits éléments ». Dans sa partie 3, le DTU 20.1 définit quatre types de murs (type I, IIa, IIb, III et IV) par ordre de sensibilité décroissante à la pluie.

Suivant la hauteur du bâtiment (prise ici inférieure à 18 m) et le type d'environnement (grand centre urbain ; périphérie des grands centres urbains, villes petites et moyennes ; rase campagne ; bord de mer et villes côtières), le DTU 20.1 donne les solutions adaptées pour chaque type de mur.

- En isolation thermique par l'intérieur (ITI), il faudrait toujours rechercher un mur de **type IIa** comportant une coupure de capillarité intérieure grâce à la présence d'un isolant non hydrophile (qui ne craint pas l'eau).

- En bord de mer, on privilégiera la présence d'une lame d'air continue (**type IIb**).

Un enduit extérieur étanche à la pénétration de l'air et de l'eau de pluie, mais laissant traverser la vapeur d'eau, suffit souvent (ciment ou enduit hydraulique). Pour la rénovation d'une maison, il est conseillé de compléter ce système par un doublage intérieur composé d'un isolant non hydrophile : polystyrène expansé (PSE), voire élastifié (PSEE), ou laine minérale (**type IIa**).



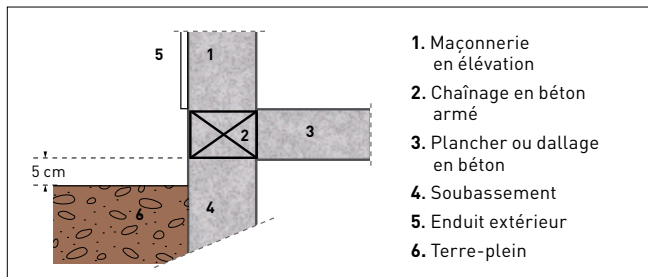
LES REMONTÉES CAPILLAIRES DEPUIS LE SOL

DTU

- Les remontées capillaires, depuis le sol par un mur maçonné, sont également analysées dans le DTU 20.1.

Chaînage en béton à l'air libre

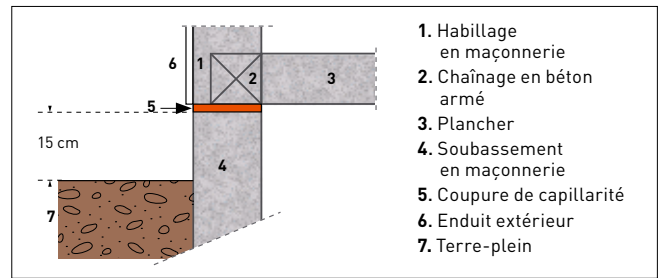
- La meilleure protection contre les remontées d'humidité est assurée par la présence d'un **chaînage en béton armé** situé à l'air libre et disposé au niveau du plancher bas ou du dallage sur toute l'épaisseur des maçonneries de soubassement.



Protection contre les remontées d'humidité

Coupure de capillarité

- En l'absence de chaînage, une **coupure de capillarité**, située à 15 cm au moins au-dessus du sol définitif peut être réalisée, par une bande de feuille bitumineuse armée plastique ou élastomère, posée à sec sur une couche de mortier de ciment de 2 cm d'épaisseur et protégée. La recherche de l'existence d'une coupure de capillarité compte parmi l'un des critères de l'analyse de l'état existant.



Coupure de capillarité

- Dans les murs humides des premiers niveaux, la présence d'une couche de salpêtre est le signe de remontées capillaires qui doivent faire l'objet d'un traitement préventif (voir paragraphe précédent).

Cas de la rénovation

- En rénovation, en l'absence des dispositifs précédents, on aura recours au **procédé d'injection de résine**. Il s'agit de percer le mur au plus près de la base, tous les 10 à 12 cm, afin d'injecter à basse pression une résine venant combler les porosités du mur et polymériser rapidement. On obtient une barrière d'étanchéité qui interdit à l'eau de remonter et au salpêtre de se former.

L'effet de mèche (la loi de Jurin)

- C'est une humidité ascensionnelle, de hauteur fixe et limitée par le diamètre des capillaires des matériaux : l'eau stagne et génère une humidité de surface uniquement au-dessus de la zone imprégnée, alors que la forme des remontées capillaires ondule ; il n'y a que des taches d'humidité sans efflorescence due à la présence d'eau, les effets secondaires sont minimes.

LA PRODUCTION DE VAPEUR D'EAU À L'INTÉRIEUR DES LOCAUX

Condensation superficielle

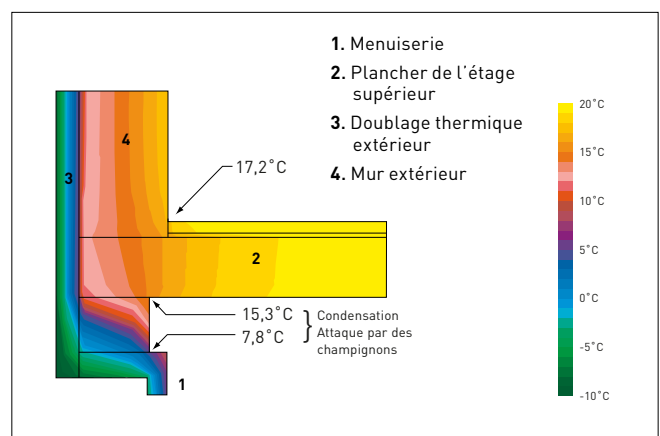
- L'occupation des locaux crée de la vapeur d'eau qui risque de condenser de façon superficielle sur les parois froides, car mal isolées. Par ordre de risque d'apparition :

- simple vitrage,
- paroi peu ou pas isolée,
- rupture d'isolation (pont thermique).

- Aucune condensation ne se produit sur un double vitrage ou sur un châssis moderne en bois, en bois-alu, en PVC ou en aluminium à rupture de pont thermique.

- Une paroi bien isolée, en mur ou en plancher bas et haut, permet d'éviter toute condensation en partie courante car la température de surface s'élève.**

- Subsiste alors néanmoins le risque de condensation au niveau des **ponts thermiques** situés généralement à la jonction d'une façade avec un plancher ou un refend, ou à la périphérie des baies vitrées. Ce dernier cas se rencontre notamment en isolation thermique par l'extérieur (ITE) lorsque les châssis menuisés sont situés au nu intérieur (pose en feuillure) ou en tunnel (voir figure ci-contre).



Isothermes de linteau de fenêtre avec ITE : risque de condensation et d'attaque par des champignons (schéma d'après « Isolations thermiques STYROFOAM »)

- Une solution de ventilation efficace des locaux, par un système spécifique tel qu'une VMC, permet de limiter, en toutes saisons, les risques de condensations superficielles.**

➔ Voir notes techniques V1 et V3

Condensation dans la masse

• Le risque de condensation dans la masse apparaît, au « point de rosée », lorsque certaines conditions d'ambiances intérieures et extérieures sont réunies, notamment la température et l'humidité. Ce sont les résistances thermiques et les résistances à la diffusion de la vapeur d'eau de chaque composant de la paroi qui déterminent s'il y a condensation ou non.

En isolation thermique par l'intérieur (ITI), aux saisons caractérisées par un air extérieur fortement humide et une température extérieure de 10°C (mois des « giboulées », en novembre et mars), la vapeur d'eau condense temporairement à la frontière entre le mur support et l'isolant. Cette eau est stockée temporairement, soit dans la lame d'air des plots de colle (doublage collé), soit sur le mur support côté intérieur (doublage sur ossature métal ou bois). Cette eau se vaporise à nouveau dès que les conditions extérieures deviennent plus favorables (baisse de l'humidité, rayonnement solaire qui réchauffe la peau extérieure du mur de façade).



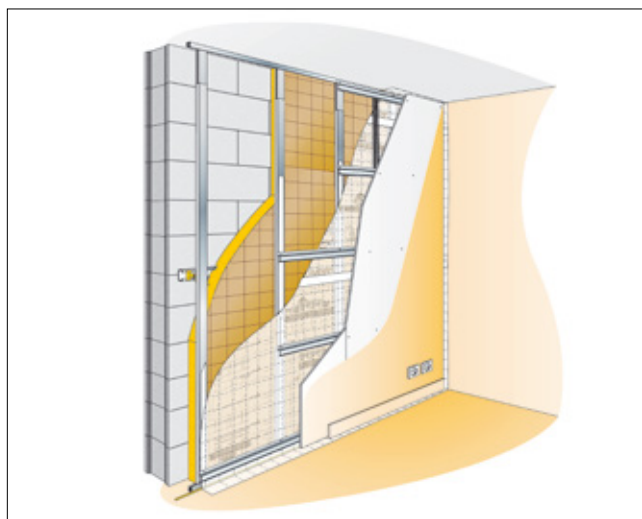
KIT VMC simple flux Eolix SRI 2 (doc. ATLANTIC)

• Une ventilation efficace des locaux, par un système spécifique comme une VMC hygro-réglable, permet de limiter tant les risques de condensation superficielle que les condensations dans la masse.

Pare vapeur : indispensable ?

Parois verticales

• Le DTU 20-1 précise que « pour des logements normalement chauffés et ventilés, sans sur-occupation, un **pare vapeur**, situé coté face chaude de l'isolant, n'est pas nécessaire » pour les parois verticales. De fait, les conden-



En complément du traitement thermo-acoustique, l'intégration d'une membrane hygro-régulante traite l'étanchéité à l'air et prévient d'éventuels risques de condensation dans la paroi (Doc. d'après ISOVER)

sations temporaires sont évacuées par évaporation dès que le degré hygrométrique de l'air extérieur diminue, surtout si un rayon de soleil vient assécher l'environnement.

• Un mur extérieur dont la couche isolante n'est pas munie d'un pare-vapeur ou comporte une membrane hygro-régulante du côté face chaude de l'isolant, constitue néanmoins un bon complément à l'élimination de la vapeur d'eau intérieure assurée par la VMC, notamment lorsque les intempéries se conjuguent à des températures extérieures voisines de 10°C, comme c'est souvent le cas en mars ou en novembre. La membrane hygro-régulante (Sd variable de 0.4 à 25m) peut aussi participer au traitement de l'étanchéité à l'air du mur.

Parois horizontales

• Toute paroi horizontale doit en revanche comporter un pare vapeur situé du côté face chaude de l'isolation :

- papier kraft en comble et rampant,
- film de polyéthylène sous dallage ou sous chape flottante,
- feutre bitumineux en toiture terrasse.

• Ces exigences, notifiées dans les DTU de la construction neuve, permettent d'éviter l'apparition d'humidité et de cernes en sous face de plaques de plâtre ou de plancher lourd.

LES PRÉCAUTIONS À PRENDRE POUR ÉVITER TOUT RISQUE LIÉ À L'HUMIDITÉ

Audit des parois

• Un audit des parois, surtout des murs extérieurs ou de refends, est impératif pour relever la présence d'humidité et/ou de salpêtre.

Salpêtre

• En ITI comme en ITE, le salpêtre devra être curé par grattage et faire l'objet d'un **traitement préventif par « électro-osmose-phorèse »**. Cette technique d'assèchement des maçonneries combine l'application d'un courant électrique de faible intensité (qui repousse les remontées capillaires) et des injections ponctuelles assez rapprochées de produit hydrofuge de type résine destinées à créer une barrière continue et obtenir une sorte de coupure de capillarité. (Un autre procédé dit géomagnétique peut également être envisagé).

Enduits à base de polymère

Il faut déposer, retirer ou gratter, les enduits à base de polymère qui ne permettent pas la bonne migration de la vapeur d'eau au travers des parois verticales anciennes : murs maçonnés, poutrelles en bois ou en métal, ainsi que tous les éléments en bois des parois en contact avec l'extérieur (panneaux, pans de bois et menuiseries).

Précautions relatives à l'ITI

• Avec l'ITI, vérifier que l'**eau condensée temporairement** à la frontière de l'isolant et du mur support, même en présence d'un pare-vapeur, n'est pas comprise entre deux étanchéités : celle du mur support et celle constituée par un éventuel pare-vapeur inséré entre l'isolant et le parement intérieur. Les pare-vapeur ne sont en réalité que des

freins-vapeur, le papier kraft étant le moins performant d'entre eux : ils **laissent passer une petite partie de la vapeur d'eau** qui risque de condenser en mi saison.

Précautions relatives à l'ITE

- Une isolation thermique par l'extérieur ITE ne comporte que peu de risque de condensation dans la masse.

- On s'efforcera toutefois de réduire les ponts thermiques engendrés à la périphérie, en plancher bas surtout, voire en plancher haut, à la jonction avec une toiture inclinée ou une terrasse, ou sur un mur mitoyen. L'isolation thermique et la protection devront être retournées jusqu'aux dormants des baies vitrées, ce qui n'est pas simple à réaliser en allège de fenêtre ou en seuil de porte fenêtre, mais aussi en partie supérieure en présence d'un coffre de volet roulant.

POUR EN SAVOIR PLUS...

- Règles de l'art Grenelle de l'Environnement (RAGE) - Stratégies de rénovation par des Fiches de Solutions techniques - dont les Fiches 1 à 4 Solutions techniques d'isolation par l'intérieur et par l'extérieur

- Traitement anti-humidité - Les 53 questions/réponses pour régler les problèmes d'humidité de votre maison - Guide meilleurchoix.info - 2011



LES MATÉRIAUX ISOLANTS

Dans cette note technique, sont examinés les isolants thermiques qui peuvent avoir certaines caractéristiques acoustiques intéressantes. En ce qui concerne les propriétés acoustiques, les matériaux isolants peuvent être séparés en deux catégories : les matériaux à cellules fermées et les matériaux à cellules ouvertes (ou matériaux dits fibreux).

Dans les matériaux à cellules fermées, l'air (ou le gaz les constituant) est bloqué dans les cellules structurelles du matériau et ne peut donc pas y circuler. Exemples : polystyrènes, mousses polyuréthane à cellules fermées... Sauf traitement particulier pour les assouplir (comme c'est le cas pour le polystyrène élastifié), ces matériaux sont généralement relativement raides puisque l'air (ou

le gaz) y est emprisonné. Les isolants thermiques rigides à cellules fermées ont des performances acoustiques généralement faibles. Ils peuvent même, dans certains cas, dégrader la performance acoustique de la paroi qu'ils isolent.

Dans les matériaux à cellules ouvertes, l'air circule dans le matériau fibreux ou poreux. Exemples : laines de verre ou de roche, matériaux à base de fibres végétales, animales ou issues de divers recyclages, mousses et laines synthétiques (polyuréthane à cellules ouvertes, mélamine). Ces matériaux sont généralement plus souples (raideur dynamique plus faible) que ceux à cellules fermées et sont donc généralement plus efficaces du point de vue acoustique.

LES PROCÈS VERBAUX DE L'ACERMI

Les certificats ACERMI (Association pour la CERTification des Matériaux Isolants) indiquent les caractéristiques thermiques des isolants : leur conductivité thermique, Δ en W/m.K et la résistance thermique R en m².K/W, pour plusieurs épaisseurs.

Ils donnent également des critères d'aptitude à l'emploi, définis par le **classement ISOLE** :

- **I pour Incompressibilité**, ensemble de propriétés mécaniques en compression, classée de I1 à I5 ;
- **S comme Stabilité** dimensionnelle, comportement aux mouvements différentiels, classée de S1 à S5 ;

- **O pour le comportement à l'eau** classée de O1 à O3 ;
- **L comme limites** de performances mécaniques en traction, classées de L1 à L4 ;
- **E pour le comportement aux transferts de vapeur d'eau**, classés d'E1 à E5.

Sont concernés par la certification ACERMI, les isolants fabriqués en usine, en vrac, sous forme de plaques, de panneaux ou de rouleaux, destiné à l'isolation des planchers et soubassements, des murs et des parois verticales ainsi que des toitures en piédroits, en rampants et en combles.

LES MATÉRIAUX ISOLANTS TRADITIONNELS

Les laines minérales

Les laines minérales, de verre ou de roche volcanique, sont fondues dans des fours à très haute température ; le magma est envoyé dans « une assiette » afin d'obtenir des fibres qui sont ensuite rassemblées par des résines avant de parcourir un tapis pour les refroidir et calibrer leur densité et leur épaisseur.

Laines minérales et émissions de COV

La plupart des laines minérales satisfont au niveau d'émissions A+. Certaines marques ont fait l'effort d'aller plus loin que l'étiquetage sanitaire A+, grâce à des compositions sans émission de COV ni de formaldéhyde.



Laine de verre gamme G3
(isolant GR32) (doc. ISOVER)



Laine de roche - EasyRock
(doc. ROCKWOOL)



Laine de verre - PureOne
(doc. URSA)

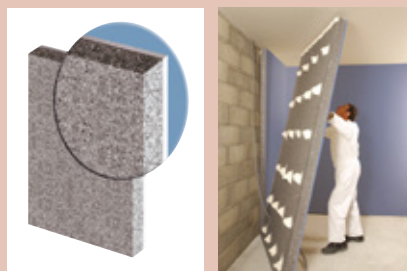
Les mousses plastiques :

PSEE / PSE : quelle différence de prix ?

Le polystyrène expansé (PSE) est un isolant exclusivement thermique. Sa variante à la fois thermique et acoustique n'est autre que le polystyrène expansé élastifié (PSEE). Relativement souple, le PSEE possède des qualités d'isolation acoustique assez voisines de celles des laines minérales. On peut retenir comme ordre de grandeur que la différence de prix entre un PSEE et un PSE est de 5% environ. Sachant que le prix du matériau compte pour un tiers seulement du coût du matériau une fois posé, on peut considérer comme faible le surcoût de la solution à la fois thermique et acoustique.



Complexe de doublage Pregymax (PSEE+ plaque de plâtre) (doc. SINIAT)



Complexe de doublage à base de polystyrène expansé graphité de couleur grise (doc. PLACO SAINT- GOBAIN)

Les mousses de polyuréthane PU et les polystyrènes extrudés PSX

Les mousses de polyuréthane PU ou de polystyrène extrudé PSX passent dans des filières pour les étirer et réduire la taille de chaque bille, ce qui améliore la conductivité thermique mais augmente leur rigidité et dégrade encore leurs performances acoustiques.



Mousse de polyuréthane PU (doc. KNAUF)



Polystyrène extrudé, PSX (doc. DOW)

Les mousses synthétiques à cellules ouvertes

Les mousses synthétiques à cellules ouvertes telles que la mélamine ou le polyuréthane à cellules ouvertes offrent de bonnes performances en correction acoustique (matériaux absorbants) mais sont aussi peu performants en isolation acoustique que la mousse PU à cellules fermées et le PSX.

Les flocages thermiques

Ces solutions, à base de laine de roche ou de laine de laitier peuvent être appliquées aujourd'hui en forte épaisseur, de 10 à 20 cm. Les flocages possèdent généralement un Avis Technique.

Leur conductivité thermique λ va de 0,041 à 0,045 W/(m.K).

Les flocages sont réalisés en sous-face de plancher sur des locaux non chauffés, comme un parking ou un local d'activités, ils permettent aussi d'isoler les retombées et la sous-face des

poutres de reprise, réduisant l'impact de ces ponts thermiques. Ils apportent une résistance au feu supérieure à 240 minutes. Le seul point faible concerne la réduction de l'indice d'affaiblissement acoustique initial du plancher, située entre - 3 et - 5 dB.

Certains industriels, comme Promaspray ou Eurisol, proposent une solution acoustique avec l'incorporation d'un grillage et d'un papier kraft comme élément de désolidarisation acoustique sous un plancher lourd en béton.

TABLEAU RÉSUMÉ DES CARACTÉRISTIQUES DES ISOLANTS TRADITIONNELS

Types d'emplois :	ChA ou ChT chape Acoustique ou Thermique	C comble
D doublage	T terrasse	R rampant
S sol	TI terrasse inversée	V en vrac
ST sol sur terre-plein		

Catégories de produits	Isolant thermique	Types d'emploi	Conductivité Thermique λ	Isolation acoustique
Laines	de verre	D ChA C R V	0.032 à 0.040	++
	de roche	D S ChA C R V	0.034 à 0.039	++
	de chanvre	D C R	0.036 à 0.045	+ à ++
Polystyrène expansé	PSE standard	D ST ChA ChT T	0.030 à 0.035	-
	PSEE (élastifié)	D ChA	0.030 à 0.035	+ à ++
	PSX ou XPS (extrudé)	TI	0.028 à 0.030	--
Mousse de polyuréthane		S ChT T (D)	0.023 à 0.028	- à --
Ouate de cellulose		D C R V	0.038 à 0.044	+ à ++

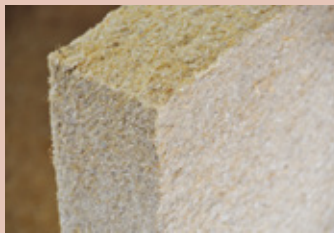
LES MATÉRIAUX ET LES PRODUITS BIO-SOURCÉS

Ces isolants incorporent des matières premières issues d'une ressource renouvelable liée au monde vivant d'origine végétale ou animale, ou des matières premières minérales :

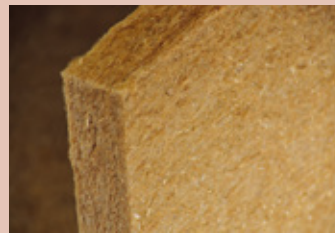
- les matériaux les plus connus proviennent du monde **végétal**, comme le chanvre, le lin, la paille, la ouate de cellulose, le coton ou la fibre de bois ;

- viennent ensuite les **fibres animales** comme la laine de mouton ou les plumes de canard et même le recyclage de vêtements usagers.

Quelques exemples d'isolants bio-sourcés



Laine de ouate et chanvre /
Panneau Biofib'Ouate
(doc. CAVAC BIOMATÉRIAUX)



Laine de chanvre / Panneau
Biofib'Chanvre isolation
(doc. CAVAC BIOMATÉRIAUX)



Ouate de cellulose / Panneau
Univercell
(doc. SOPREMA)



Laine de Bois
Panneau semi-rigides Steicoflex
(doc. STEICO)



Laine de bois et de verre
Panneau Isoduo36
(doc. ISOVER)



Coton recyclé / Panneau
Métisse Rt
(doc. LE RELAIS)

QUELQUES CARACTÉRISTIQUES DES ISOLANTS BIO-SOURCÉS

Conductivité thermique λ voisine de 0,040 W/(m.K)

Attention aux bilans environnementaux ! Certains isolants bio-sourcés nécessitent un traitement thermique pour les déshydrater et chimique pour les stabiliser et les ignifuger, par ajout :

- de fibres en polyester (résine) pour la stabilité structurelle,
- de carbonate de soude pour retarder tout départ d'incendie,
- de sel de bore ou d'un fongicide contre les parasites.

L'analyse complète du cycle de vie est essentielle pour apprécier le caractère de « développement durable » d'un produit, d'où l'importance d'une évaluation technique : fiche de déclaration environnementale et sanitaire FDES, avis technique AT, avis technique européen ATE, mais aussi procès-verbal délivré par l'association pour la certification des matériaux isolants ACERMI.

Caractéristiques acoustiques

Les laines composées de matériau fibreux (lin, chanvre, coton, jute, coco, fibre de bois, plumes de canard, ouate de cellulose) ont un comportement acoustique positif voisin des laines minérales, lorsque leurs fibres sont disposées dans le sens longitudinal.

Les structures complexes (copeaux de bois, paille, maïs, aiguille de pin, roseaux déchiquetés) ont un comportement acoustique qui dépend de la souplesse du produit fini et de l'orientation des composants.

Le tableau suivant rassemble les résultats en dB de mesures d'isolation acoustique aux bruits aériens réalisées en laboratoire sur une cloison en simple ossature métallique de type 72/48 avec une plaque de plâtre BA13 sur chaque parement et un matelas isolant de 45 mm en son milieu :

Produit	Fabricant	Type d'isolant	Rw	RA = Rw + C	RAtr = Rw + Ctr
Cloison 72/48 sans isolant		Air	32	31	27
UniverCell	SOPREMA	Ouate de cellulose	41	39	33
Florarol	ISOVER	Chanvre	40	38	32
Batiplum	NAPTURAL	Plume de canard	41	38	32
Métisse	LE RELAIS	Laine de coton	42	39	33
Laine de verre	ISOVER	Laine de verre	42	39	33

Tous les isolants testés dans cette cloison ont un comportement acoustique voisin (à 1 dB près), ou identique, à celui de la laine de verre.

Cela semble logique, car tous les produits testés ont de très bonnes qualités d'absorption acoustique, qualités primordiales recherchées, en plus de leur souplesse, pour les isolants mis à l'intérieur d'une cloison double. On devrait constater la même similitude de résultats acoustiques dans le cas d'un complexe de doublage de mur lourd, lorsque le parement du complexe est fixé à une ossature métallique.

Pour un complexe de doublage collé sur une paroi support, composé d'un isolant contrecollé sur le parement (souvent une plaque de plâtre), la qualité recherchée pour l'isolant est son pouvoir absorbant acoustique, mais surtout sa rigidité (ou sa souplesse) en tant que ressort. Actuellement,

il n'y pas de résultat d'essais en laboratoire sur de tels complexes comportant un produit bio-sourcé.

Ouate de cellulose : où en est-on ?

La ouate de cellulose est fabriquée à partir de 85% de journaux recyclés et adjonction d'adjuvants ignifugeants et fongicides. Les additifs à base de sels de bore utilisés initialement dans ces isolants ont été interdits en août 2011 par la directive européenne biocide, au profit des sels d'ammonium, lesquels ont été à leur tour interdits car dégageant de l'ammoniac en présence d'humidité. L'usage des sels de bore a été à nouveau admis en tant qu'ignifugeant par la Commission chargée de formuler les avis techniques (CCFAT). Laquelle a prolongé la validité des avis techniques des produits à base de ouate de cellulose contenant des sels de bore jusqu'au 30 juin 2016.

LES MATÉRIAUX ISOLANTS SPÉCIAUX

Le verre cellulaire, appelé aussi « mousse de verre » (une seule marque Foamglas)

Il s'agit du plus ancien des isolants « spéciaux » obtenu à partir de verre recyclé (bouteilles, parebrises de voitures...) refondu après avoir ajouté divers minéraux (sable, dolomites, calcaire) pour obtenir un nouveau verre. Celui-ci est broyé en poudre fine à laquelle on ajoute du carbone, puis passé au four pour obtenir une mousse de verre.

Le produit léger (voisin de 100 kg/m³), résistant et stable, est composé de très petites cellules fermées ce qui le rend



Panneau Foamglas T4+ Le verre cellulaire (doc. FOAMGLAS)

étanche à l'air et à l'humidité. Il est utilisé sur les sols et murs enterrés, en façade et en terrasse. Son coefficient de conductibilité est de $0,041 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ pour le FOAMGLAS T4+, le plus utilisé.

En acoustique, en dehors de ses caractéristiques d'absorption, il est quasiment neutre dans les problèmes d'isolation (pas de gain, pas de perte d'indice d'affaiblissement acoustique).

Les produits minces réfléchissants PMR

Les produits minces réfléchissants PMR (ou IMMR, pour isolant mince multicouche réfléchissant), sont composés de feuilles d'aluminium ou aluminisées, assemblées par des couches intermédiaires de différentes natures :

- un film de polyéthylène avec ou sans bulle,
- une ouate synthétique,
- une mousse de polyéthylène expansé,
- un feutre ou une laine de diverses origines, minérale, animale ou végétale.

Les PMR ont une épaisseur comprise entre 5 et 30 mm, présentés sous forme de rouleaux en général, de plaques ou de panneaux ; ce sont de véritables millefeuilles.

Ces produits doivent avoir obtenu un Avis Technique du groupe spécialisé GS 20 et être mis en œuvre avec la présence d'une lame d'air non ventilée sur chaque face, ce qui réalise un complexe de 8 à 10 cm d'épaisseur pour un coefficient de déperdition U_p voisin de $1 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

En raison de leur faible masse surfacique et de l'absence d'absorbant en face externe, les produits réfléchissants offrent une performance d'isolation acoustique aux bruits aériens limitée. Leur association avec un isolant fibreux permet de réaliser une isolation thermique avec performance acoustique.

Les Super Isolants à Pression Atmosphérique (SIPA)

Ce sont des matériaux qui peuvent être percés et découpés. Ils possèdent une conductivité thermique comprise entre $0,015$ et $0,020 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$

Ce sont des matériaux composites élaborés à partir d'aérogel de silice, ils sont composés de plus de 95% d'air et de 5% d'une structure de silice amorphe.

Les aérogels de silice, ou nanogel de silice, peuvent prendre la forme de granules translucides insérés entre deux parois de verre ou de polycarbonate en éclairage zénithal naturel d'un gymnase, d'un atelier d'une piscine etc. Ils ont un $\lambda \approx 0,020 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$.



Aérogel de Silice (doc. ENERSENS)

Les granules d'aérogel de silice peuvent être mêlées à des mortiers avec un $\lambda \leq 0,030 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, Le mélange est appliqué à l'extérieur des façades, en forte épaisseur, à l'aide des machines de projection standards, ce qui simplifie la mise en œuvre de l'ITE.

Les granules d'aérogel de silice peuvent également être imprégnées sur un « feutre de fibres non tissées ».

Le complexe appelé « blanket », peut traiter les ponts thermiques (bâtiment neuf ou rénovation).

En épaisseur 10 mm, un matelas isolant composé de silice microporeuse et de fibres polyester (issues du recyclage) peut atteindre un affaiblissement acoustique aux bruits aériens R_w de l'ordre de 15 dB.

Les panneaux d'isolation sous vide PIV (ou VIP pour *vacuum insulation panel*)

Ils possèdent une âme ou cœur à base de silice microporeuse encapsulée à basse pression dans une enveloppe multicouche thermo-soudée, afin de maintenir le vide et conserver au panneau sa très faible conductivité thermique. La valeur de la conductivité thermique d'un PIV est voisine de $0,004 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ au centre du panneau sans tenir compte des effets de bord. Une valeur fiable du « λ utile », pour tenir compte du vieillissement et des ponts thermiques périphériques, est comprise entre $0,007$ et $0,010 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, soit environ trois fois plus qu'un isolant atmosphérique standard ou deux fois mieux qu'un super isolant à pression atmosphérique SIPA.

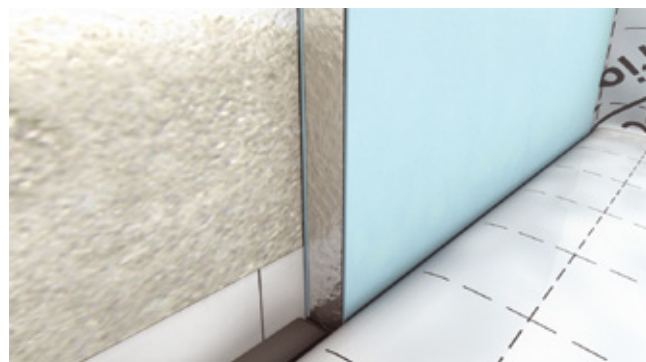
Le produit reste coûteux, il existe en format figé, avec l'impossibilité de le découper sur le chantier. Un PIV ne peut pas être percé lors de son utilisation. Il peut être utilisé en partie opaque de mur rideau ou d'une porte, ou intégré dans des panneaux de doublages collés.

En rénovation, des panneaux rigides épais (38 mm pour $R = 2,85 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) intégrés à des doublages, évitent de perdre trop de surface.

A ce jour, peu de données acoustiques existent concernant les PIV. En remplissage de parois de doublage, associés à des parements lourds, ils pourraient représenter une solution à la fois thermique et acoustique intéressante.



Panneaux d'Isolation sous vide SlimVac (doc. SINIAT)



Panneaux d'isolation sous vide Isovip (doc. SAINT-GOBAIN ISOVER)

DÉFINITION DES TERMES TECHNIQUES NÉCESSAIRES À LA BONNE COMPRÉHENSION DU GUIDE

Allège : partie d'un mur située entre le plancher et l'appui de fenêtre.

Autoréglable : se dit d'un système ou d'un composant (entrée d'air, bouche d'extraction) de ventilation qui maintient un débit d'air constant, indépendamment des écarts de pressions qui peuvent se produire (dans le réseau de ventilation ou de part et d'autre d'un composant, comme par exemple la surpression causée par le vent sur une façade de bâtiment).

Calorifugeage : matériau qui réduit les déperditions de chaleur, nécessaire pour isoler les canalisations de chauffage et d'eau chaude sanitaire, en particulier dans les locaux non chauffés.

Capillarité : phénomène par lequel les liquides remontent dans un conduit étroit. Dans une terre ou dans une maçonnerie aux fines particules, l'eau remonte en surface à travers le réseau capillaire.

CFC (Chlorofluorocarbures) : substances chimiques servant en majorité dans l'industrie du froid, dans les climatiseurs, qu'ils soient intérieurs ou dans une voiture et dans les réfrigérateurs, congélateurs, industriels ou domestiques.

Chaînage : en horizontal, c'est une sorte de petite poutre en béton armé destinée à raidir une construction en maçonnerie ; en vertical, c'est un poteau intégré à la maçonnerie qui sert de liaison aux chaînages horizontaux.

Chape flottante : c'est un élément de fin du gros-œuvre qui permet de réaliser une isolation thermique et/ou acoustique en plancher bas sur un local non chauffé ou un dallage. Une chape flottante est désolidarisée du gros œuvre : du plancher support par les sous-couches acoustique et thermique relevées et des murs verticaux lourds par une bande de relevé ; attention au pont phonique éventuel entre le revêtement de sol et la plinthe.

Condensation : retour de la vapeur d'eau à l'état liquide.

Conductivité thermique : la conductivité thermique [λ en W/m.K] d'un matériau est la capacité à conduire [λ élevé] ou à freiner [λ faible] le flux de chaleur qui le traverse.

Coupe tirage : dispositif de réglage du débit d'alimentation en air (tirage) d'un appareil de combustion.

COV (Composés Organiques Volatils) : famille de produits chimiques à base de carbone. Normalement gazeux dans l'atmosphère, ils sont émis par de nombreux produits intérieurs.

Efflorescence : phénomène de perte d'eau de cristallisation, dans l'air sec, pouvant aboutir à la transformation en poudre de certains cristaux.

Evaporation : passage de la phase liquide d'une substance à sa phase gazeuse.

Flux de chaleur : quantité de chaleur par unité de temps, en W, qui traverse une paroi de surface S (en m²) et de coefficient de déperditions U (en W/m²K), cette paroi sépare les ambiances entre deux locaux ou entre un local et l'extérieur de températures respectives θ_i et θ_e : $\phi = U.S.(\theta_i - \theta_e)$.

Granulométrie : répartition des éléments selon leur taille dans le cas d'un matériau fractionné (qui sépare les éléments selon leurs propriétés respectives).

Hydrophobe : se dit d'un composé soluble dans les corps gras mais insoluble dans l'eau.

Hygrométrie : l'hygrométrie caractérise l'humidité relative de l'air, à savoir la proportion de vapeur d'eau qu'il contient. Elle ne prend pas en compte l'eau présente sous forme liquide ou solide.

Hygroréglable : se dit d'un système ou d'un composant (entrée d'air, bouche d'extraction) de ventilation qui se règle en fonction du taux d'humidité ambiant.

Isolant non hydrophile : un isolant est dit non hydrophile (ou hydrophobe), si, placé au contact de l'eau, il est susceptible d'absorber une quantité négligeable de cette eau.

Isolant thermique : selon la RT2012, un matériau est considéré comme isolant thermique si sa conductivité thermique est telle que : $\lambda \leq 0,065$ W/m.K.

Jouée : épaisseur de mur dans une ouverture telle qu'une porte, une fenêtre, un soupirail.

Lden : niveau de bruit énergétique moyen sur la période de 24 heures, pour lesquelles on applique un coefficient de pondération pour les périodes de la soirée (+5 dB(A)) et de la nuit (+10 dB(A)).

Lignivore : se dit d'un champignon qui ronge et dévore le bois.

Linteau : élément architectural qui sert à soutenir les matériaux du mur au-dessus d'une baie, d'une porte, ou d'une fenêtre.

Microémulsions : type spécial d'émulsion thermodynamiquement stabilisée dans lequel les gouttelettes dispersées sont extrêmement fines (< 100 nm).

Mur en maçonneries : une paroi en maçonnerie de petits éléments est un ouvrage vertical, réalisé par un assemblage à joints de mortier, de moellon, de pierre naturelle, de blocs de terre cuite, de blocs de béton ou de béton cellulaire autoclavé. Les maçonneries traditionnelles sont montées :
- soit par trois cordons de joints minces (< 6 mm par collage filant),
- soit par des joints épais au mortier de ciment sur toute l'épaisseur du mur (entre 1 et 2 cm).



Mycotoxine : produit du métabolisme secondaire des moisissures exerçant un pouvoir toxique réel pour le consommateur.

Pare-vapeur ou frein vapeur : film plus ou moins étanche qui freine le passage de la vapeur d'eau. Un pare vapeur, encore appelé frein vapeur en isolation thermique par l'intérieur, doit être situé sur la face chaude de l'isolation, entre l'isolant et le parement intérieur ; ce peut être un papier kraft, un film en polyéthylène ou une feuille d'aluminium dont la propriété principale est d'apporter une résistance plus ou moins grande à la diffusion de la vapeur d'eau intérieure des locaux.

Peinture microporeuse : peinture qui empêche la pluie de pénétrer mais permet l'évacuation de la vapeur d'eau contenue à l'intérieur du mur.

Perméabilité : caractère d'un solide qui laisse un fluide le pénétrer.

Perméance : la perméance (P) permet d'évaluer le niveau de perméabilité à la vapeur d'eau d'un matériau homogène pour une épaisseur donnée.

Point de rosée : le point de rosée est l'endroit où la température, soit superficielle soit interne à une paroi, se rapproche de la température de condensation de la vapeur d'eau intérieure, d'un local ou d'une paroi. Ce peut-être un pont thermique où, dans certaines conditions de forte humidité extérieure et de température moyenne (généralement située autour de 10°C), des condensations apparaissent. Le plus souvent, en régime d'hiver ou de moyenne saison, la vapeur d'eau intérieure à un local migre au travers des murs depuis l'intérieur vers l'extérieur, et il apparaît un « point de rosée » où cette vapeur d'eau condense parce que la température a chuté. En ITI, ce point se situe souvent à la frontière entre le mur maçonné et l'isolation.

Polysiloxanes : nom scientifique pour les silicones.

Pont thermique : zone ponctuelle ou linéaire qui, dans l'enveloppe d'un bâtiment, présente une moindre résistance thermique (jonction de deux parois par exemple). Les ponts thermiques constituent un point froid où l'humidité peut condenser. En ITI, ils sont fréquemment rencontrés à la jonction d'un mur extérieur avec un plancher ou un refend intermédiaires ; en ITE, ils se situent à la jonction entre le mur extérieur et un plancher bas ou haut, ou au pourtour des menuiseries.

Porosité : la porosité est l'ensemble des interstices (connectés ou non) d'une roche ou d'un autre matériau pouvant contenir des fluides (liquide ou gaz).

Radon : le radon est un gaz radioactif d'origine naturelle inodore et incolore. Il provient de la désintégration de

l'uranium et du radium présents dans la croûte terrestre. Il est présent partout à la surface de la planète et provient surtout des sous-sols granitiques et volcaniques ainsi que de certains matériaux de construction. C'est le risque de cancer du poumon qui motive la vigilance à l'égard du radon dans les habitations. Le radon et ses descendants solides pénètrent dans les poumons avec l'air respiré. La présence de radon dans un local s'évalue en Bq/m³, c'est-à-dire en nombre de désintégrations par s et par m³, on la mesure généralement à l'aide de dosimètres sur une longue période (plusieurs semaines).

Sd : Résistance à la diffusion de vapeur d'eau d'un matériau. Plus la valeur Sd est élevée, plus le matériau est étanche à la vapeur. Sd s'exprime en mètres et indique l'épaisseur de lame d'air équivalente. $Sd = \mu \times e$ où μ est le coefficient de résistance à la diffusion de vapeur d'eau d'un matériau et e son épaisseur en mètres.

Sels hygroscopiques : sels ayant la propriété d'absorber et de retenir l'humidité de l'air et de fixer les poussières.

Sels minéraux : constituants qui restent (sous forme de cendres) après calcination des tissus organiques.

Solvants organiques : un solvant est un liquide qui a la propriété de dissoudre et de diluer d'autres substances sans les modifier chimiquement et sans lui-même se modifier (l'eau est le solvant le plus courant). Un solvant est dit organique s'il renferme au moins un atome de carbone lié à un atome d'hydrogène.

Tableau de menuiserie : parties verticales de l'ouverture, dont la profondeur correspond à l'épaisseur du mur

Trumeau : partie d'un mur ou d'une cloison comprise entre deux baies ou deux portes-fenêtres.

Type de mur : classement des murs en fonction de leur résistance à la pénétration de la pluie :

- **Murs de TYPE I** ne comportant ni revêtement étanche sur le parement extérieur, ni coupure de capillarité dans leur épaisseur ;

- **Murs de TYPE II** : sans revêtement étanche sur le parement extérieur, mais avec une coupure de capillarité continue réalisée par un isolant non hydrophile type IIa ou par une lame d'air continue type IIb ;

- **Murs de TYPE III** : la coupure de capillarité est constituée par une lame d'air continue qui débouche sur l'extérieur par un orifice appelé exutoire pour l'eau condensée ;

- **Murs de TYPE IV** : l'étanchéité à la pluie est assurée par un revêtement étanche situé en avant de la paroi en maçonnerie, comme un bardage.

LA COLLABORATION

Depuis novembre 2007, le CIDB a initié une démarche d'information sur le thème de la cohérence entre les objectifs d'efficacité énergétique, de qualité de l'air intérieur et de confort sonore dans les constructions. Avec six journées techniques à ce jour organisées sur ce thème, le CIDB est au premier plan de l'information et de la sensibilisation à ces enjeux. Avec cette initiative portée par l'ADEME de formaliser sur ce sujet un message pédagogique tout à la fois technique et opérationnel, se présente donc une opportunité sans précédent, pour le CIDB et son comité de rédaction, de concrétiser une réflexion nourrie, depuis des années et même des décennies pour certains d'entre eux, sur ce sujet d'une approche équilibrée respectant à la fois les lois de la thermique, de l'acoustique et de la qualité de l'air intérieur.



LE CIDB EN BREF

Le Centre d'information et de documentation sur le bruit (CIDB) est un lieu de ressources et de diffusion de l'information vouée à la promotion de la qualité de notre environnement sonore. Le CIDB est l'interlocuteur privilégié tant du grand public que des quelque 1 000 organismes publics ou privés intervenant dans le domaine de la gestion de l'environnement sonore. Association reconnue d'utilité publique créée en 1978 à l'initiative du ministère chargé de l'Environnement, le CIDB a pour principales missions d'informer, de sensibiliser, de documenter et de former sur le thème de la protection de l'environnement sonore.

www.bruit.fr

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition écologique et solidaire et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

LES COLLECTIONS DE L'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE, CONFORT ACOUSTIQUE ET QUALITÉ DE L'AIR

EN HABITAT INDIVIDUEL

Ce guide invite à mener une réflexion transversale, multicritères, respectueuse des équilibres à trouver pour un projet de rénovation énergétique d'un logement individuel. Cet ouvrage technique aborde les notions indispensables à connaître pour qui veut concilier les trois exigences que sont l'efficacité énergétique, la qualité de l'air intérieur (avec la ventilation) et le confort acoustique.

Organisé en fiches travaux couvrant l'essentiel des situations de rénovation thermique ou énergétique, ce document permet :

- de comprendre les phénomènes physiques en jeu,
- de disposer d'éléments d'aide à la définition et à la conception technique du projet, dans une prise en compte globale de la performance du projet,
- d'identifier les bonnes et mauvaises pratiques en termes de complémentarité acoustique, thermique, qualité de l'air intérieur et ventilation.

Les problématiques techniques évoquées dans les fiches travaux sont explicitées de manière plus approfondie dans des notes techniques sur : l'acoustique des constructions, la ventilation et la qualité de l'air des constructions, l'humidité dans les constructions, les matériaux d'isolation.



www.ademe.fr



8686



ISBN 979-10-297-0300-3

9 791029 703003