

GUIDE /// **LA THERMIQUE**
DU BÂTIMENT



ÉDITORIAL

Plus de trente ans après le premier choc pétrolier, les perspectives d'une crise énergétique se profilent de nouveau à l'horizon : les gisements d'énergies fossiles se raréfient ; les coûts des énergies augmentent. De nouveaux, les économies d'énergie sont au cœur de l'actualité et des préoccupations.

À cet enjeu énergétique nouveau vient s'ajouter l'enjeu environnemental : les climats à la surface de la Terre sont bouleversés sous l'effet d'une accumulation excessive de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Nos conditions et nos modes de vie – surtout ceux de nos enfants – seront considérablement impactés si nous ne prenons pas au plus vite des mesures fortes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre causées par l'activité humaine.

Il s'avère que le bâtiment est au cœur de cette double problématique énergétique et environnementale. En Europe, ce secteur représente environ la moitié de la consommation énergétique totale (dont 60 % pour le chauffage et la climatisation) et des rejets de CO₂. Mais c'est aussi le secteur où, dès maintenant, on peut mettre en œuvre des solutions pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de CO₂. Et leur division par quatre est d'ores et déjà techniquement faisable et économiquement viable.

Pour relever ce challenge, il ne suffira pas de changer de mode de chauffage ou de tout miser sur les énergies renouvelables. Une condition incontournable de réussite réside dans la conception du bâtiment et dans la qualité de son enveloppe pour réduire le besoin de chauffage.

Dans ce guide, nous avons eu l'ambition de vous présenter de façon simple les principes et les solutions qui vont vous permettre de construire et de rénover des bâtiments qui seront sobres en énergie.

LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DE L'ISOLATION THERMIQUE

LES ENJEUX DE L'ISOLATION DES BÂTIMENTS 6

- L'enjeu climatique
- L'enjeu énergétique
- Les enjeux du confort thermique

L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS 12

- Des solutions pour un confort durable
- La stratégie des moyens d'une isolation confortable, durable et économe

- Un modèle d'action pour des bâtiments économes en énergie
- La contribution de la conception bioclimatique en neuf
- Les bénéfices d'une isolation réglementaire
- Les solutions d'avenir existent

LES ENJEUX TECHNIQUES DE L'ISOLATION THERMIQUE

L'ISOLATION DANS LA CONDUITE DU PROJET THERMIQUE 22

- La stratégie thermique
- La conception thermique

LES PRINCIPES DE LA THERMIQUE 24

- Comment se transmet la chaleur
- Chaleur et flux de chaleur dans une paroi
- Le pouvoir isolant des laines minérales

LE TRANSFERT DE CHALEUR DANS UNE PAROI 28

- Maîtriser les déperditions et les apports
- Les transferts au sein d'une paroi
- Déperditions thermiques dans une paroi
- Déperditions thermiques et produits réfléchissants

LES PONTS THERMIQUES 38

- Les ponts thermiques intégrés
- Les ponts thermiques de liaison structurels
- Le traitement des ponts thermiques

LE TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU ET D'EAU DANS UNE PAROI 45

- Le transfert d'eau sous forme liquide
- Le transfert d'eau sous forme de vapeur d'eau
- La condensation à la surface d'une paroi
- La condensation dans la masse d'une paroi
- Ventiler, une nécessité absolue
- Prévoir un pare-vapeur
- Choisir un pare-vapeur

LA PERMÉABILITÉ À L'AIR D'UN BÂTIMENT ET LA VENTILATION 56

- Les enjeux de la perméabilité à l'air
- Le traitement de la perméabilité à l'air
- La ventilation et les déperditions

LE CONFORT D'ÉTÉ 60

- Les effets de la chaleur

LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE, RT 2005 61

- Le champ d'application de la RT 2005
- Les orientations et les évolutions
- Les principes de la RT 2005
- Les exigences de la RT 2005
- La qualité du bâti et la maîtrise des déperditions
- Les déperditions Ubât référence
- Les déperditions maximales de la RT 2005
- Exemples de calcul
- Le diagnostic de performance énergétique

LES LABELS DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE 68

LES SOLUTIONS D'ISOLATION THERMIQUE

COMBLES	70
MURS	84
CLOISONS	94
SOLS	96
BARDAGES	100

TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES	106
TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE	114
TOITURES ÉTANCHÉES SUR BACS ACIER	128

CHAUFFAGE	130
CLIMATISATION	131
CALORIFUGE INDUSTRIEL	135

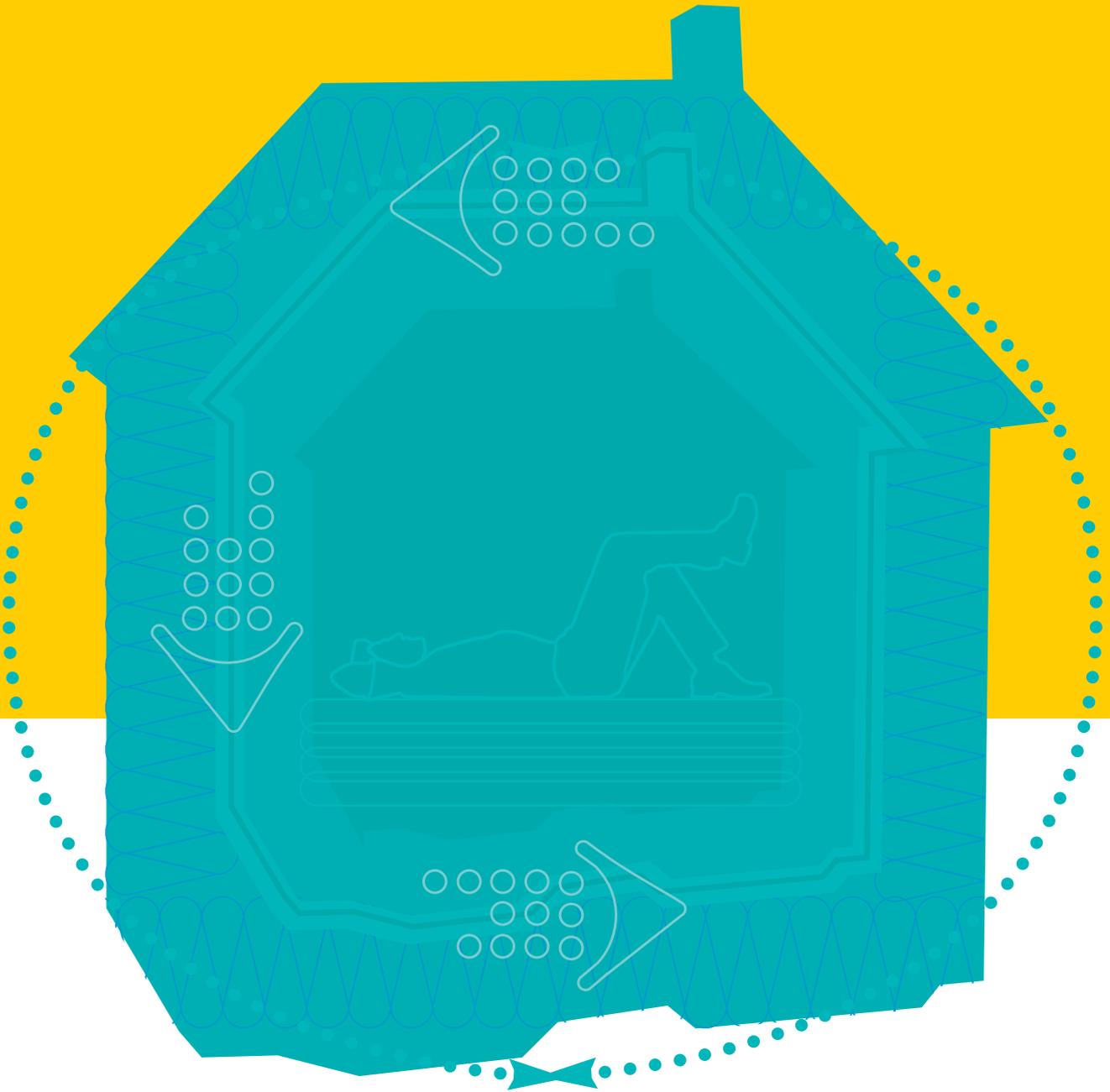
LES TEXTES DE RÉFÉRENCE 136

- Les DTU et normes
- La réglementation thermique RT 2005
- Atec
- Atex
- Cstbat
- Ate

LE MARQUAGE CE ET LA CERTIFICATION ACERMI 139

- Choisir le bon produit pour des performances garanties
- Isover : le choix de la certification
- Comprendre l'étiquette CE
- Les codes de désignation

ATTENDEZ PLUS DE L'INFORMATION 142





LES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX DE L'ISOLATION THERMIQUE

LES ENJEUX DE L'ISOLATION DES BÂTIMENTS

6

- L'enjeu climatique 6
 - Les chiffres clés des émissions de CO₂
- L'enjeu énergétique 7
 - La prise de conscience et le contexte réglementaire internationaux
 - En France, enjeux contrastés en neuf et en rénovation
- Les enjeux du confort thermique 9
 - Les autres enjeux du confort thermique

L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

12

- Des solutions pour un confort durable 12
- La stratégie des moyens d'une isolation confortable, durable et économe 12
 - La qualité de l'enveloppe
- Un modèle d'action pour des bâtiments économes en énergie 14
- La contribution de la conception bioclimatique en neuf 16
 - Orientation
 - Conception
 - Protection des parois vitrées
 - Aération et ventilation
 - Apports gratuits
- Les bénéfices d'une isolation réglementaire 18
- Les solutions d'avenir existent 19
 - La maison multi-confort, un concept développé par Saint-Gobain Isover
 - L'expérience de nos voisins européens
 - Effinergie, le premier label français



LES ENJEUX DE L'ISOLATION DES BÂTIMENTS

De tout temps, l'homme a cherché à se protéger des aléas du climat, tentant de réduire l'influence du vent, de se mettre à l'abri de la pluie, de la neige et du froid, de conserver la chaleur. Outre ces besoins élémentaires, depuis le premier choc pétrolier en 1973, la consommation d'énergie et les économies d'énergie sont devenues une préoccupation majeure. Plus récemment, cet enjeu est renforcé par des priorités environnementales tout aussi importantes.



L'ENJEU CLIMATIQUE

Les chiffres clés des émissions de CO₂

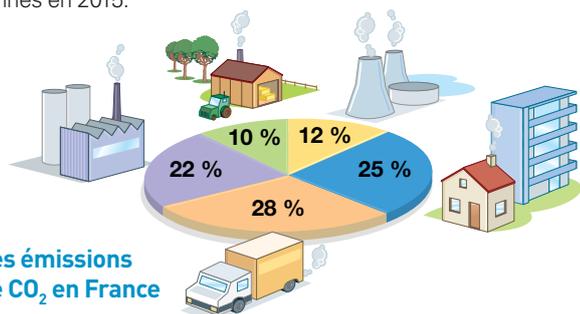
Le secteur du bâtiment rejette chaque année 25 % du total des émissions de CO₂, contre 28 % pour les transports, 22 % pour l'industrie, 12 % pour l'agriculture-sylviculture et 10 % pour les autres secteurs.

Si l'on considère les énergies consommées, le secteur du bâtiment représente à lui seul 45,8 % du total des énergies contre 27,7 % pour l'industrie, 23,9 % pour les transports et 2,6 % pour les autres secteurs.

Entre 1990 et 2005, les émissions de CO₂ du secteur des bâtiments « résidentiels et tertiaires » ont augmenté de 18 %. Celles des autres secteurs ont évolué ainsi :

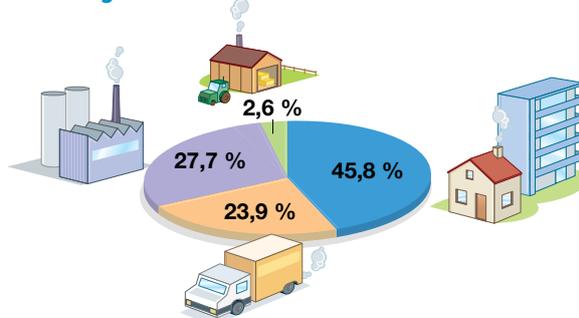
- + 22 % dans les transports,
- 18 % dans l'industrie,
- 28 % dans la production d'énergie
- 4 % dans l'agriculture
- 14 % dans le traitement des déchets.

Les secteurs du bâtiment et des transports sont les seuls à avoir eu une augmentation de leurs émissions durant cette période. Avec 110 millions de tonnes de CO₂ émis chaque année, le secteur des bâtiments résidentiels et tertiaires est la deuxième source d'émissions de gaz à effet de serre. Si aucun plan d'actions n'est engagé, ce chiffre passera à 125 millions de tonnes en 2015.



Les émissions de CO₂ en France

En France, le bâtiment consomme près de 46 % de l'énergie finale.



Le secteur du bâtiment résidentiel et tertiaire est le premier consommateur d'énergie, avec une augmentation de 30 % au cours des 30 dernières années.

ISOLER POUR PROTÉGER LA PLANÈTE



Les initiatives en matière énergétique dans le secteur de la construction, et l'isolation en particulier, sont une des façons les moins onéreuses pour réduire les émissions de dioxyde de carbone dans le neuf et dans l'existant.

L'isolation thermique permet, en réduisant la consommation de chauffage, de diminuer les émissions de polluants atmosphériques :

- oxyde de soufre responsable des pluies acides ;
- oxyde d'azote source de pics d'ozone ;
- dioxyde de carbone, principal responsable de l'effet de serre. L'isolation thermique est la solution durable contre la pollution atmosphérique.

L'énergie consommée lors de la fabrication de laines minérales est compensée par l'économie d'énergie réalisée pendant un mois de chauffage. Des calculs effectués sur une période de 50 ans prouvent que l'énergie économisée représente jusqu'à 100 fois celle qui a été nécessaire à la fabrication de l'isolant.



L'ENJEU ENERGETIQUE

Lutter contre le réchauffement climatique et contre les consommations excessives d'énergie, qui en sont la cause, est un enjeu important pour le secteur du bâtiment. Le logement représente le gisement d'économies le plus important. La commission européenne ne s'y est pas trompée au travers de la directive du 16 décembre 2002 : le bâtiment consommateur de plus du tiers de l'énergie globale vise l'amélioration de la performance énergétique, comme priorité.

La prise de conscience et le contexte réglementaire internationaux

Un cadre politique et une réglementation de plus en plus exigeante permettent de favoriser ces intentions en fixant des objectifs.



■ Monde

En 1997, le protocole de Kyoto fixe comme objectif mondial de diviser par 4 les émissions de gaz à effet de serre et donc les consommations d'énergie, dont celles des bâtiments, à l'horizon 2050.



■ Europe

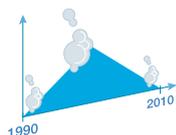
Le 16 décembre 2002, la directive 2002/91/CE est adoptée par le Parlement européen. Elle concerne la performance énergétique des bâtiments.



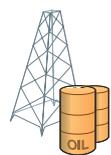
■ France

Le plan Climat, le programme national de lutte contre le changement climatique, la directive européenne « efficacité énergétique des bâtiments », la loi d'orientation sur l'énergie, définissent les grands axes de la politique énergétique jusqu'en 2020.

• Le plan climat 2004. Il reprend les objectifs du protocole de Kyoto et vise à ramener en 2010 les émissions de CO₂ à leur niveau de 1990.



• La « loi d'orientation énergétique » du 14 juillet 2005. Son objectif vise à diviser par 4 les émissions de CO₂, à maîtriser l'offre énergétique, à réduire la dépendance énergétique et à satisfaire la demande. Elle prévoit notamment une réduction de 40 % des consommations d'énergie en 2020, par rapport aux références de la RT 2000, en faisant également appel aux énergies renouvelables.



Elle fixe des exigences énergétiques lors de rénovations de bâtiment importantes.

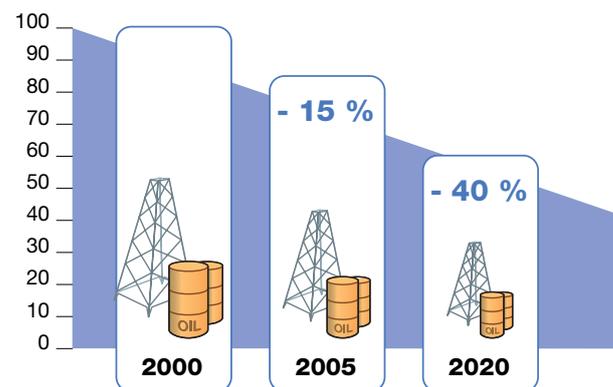


Elle prévoit la mise en place de certificats d'économie d'énergie (CEE) que devront justifier les fournisseurs d'énergie.

• La « loi de simplification du droit français ». Elle concerne les mesures relatives à l'efficacité

énergétique et intègre de nouvelles dispositions au code de la construction. Celles-ci définissent le contenu et l'utilité du diagnostic de performance énergétique (DPE). Ce document comprend « la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée pour une utilisation standardisée du bâtiment et une classification en fonction de valeurs références » (voir pages réglementations). Le DPE doit être fourni lors de la vente d'un bien depuis novembre 2006 et lors de la location à partir de juillet 2007.

• Les réglementations thermiques. La RT 2005 suit la RT 2000. Son objectif est de réglementer et de faire diminuer les consommations énergétiques des bâtiments de 15 % en augmentant la performance thermique des bâtiments et en baissant les consommations d'énergie pour le confort d'été (voir pages réglementations).



L'objectif annoncé est clair :

- moins 15 % de consommation en 2005,
- moins 40 % en 2020, par rapport à la RT 2000.

LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Le développement durable est une réponse à la remise en cause d'une croissance économique se faisant au détriment de l'homme et de son environnement. Agir en faveur du développement durable a pour objectif de préserver la planète pour les générations futures et maîtriser les consommations d'énergie, afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, est une des façons d'y participer. Or le bâtiment est le premier secteur consommateur d'énergie, bien devant les transports et l'industrie.

LES ENJEUX DE L'ISOLATION DES BÂTIMENTS

LE COÛT DE L'ÉNERGIE

Avec un prix du baril de pétrole en augmentation, le retour sur investissement d'une isolation de toiture sous climat tempéré est assuré. Les évitements de dépenses, jusqu'à 11 fois sur une période de 30 ans, justifient sans contexte la nécessité économique d'isoler.

Prix du pétrole	Impact économique (en billion €)	Retour sur investissement
22 \$ 	115	1 = 5 
33 \$ 	151	1 = 7 
70 \$ 	270	1 = 11 

Source : Eurima

En France, enjeux contrastés en neuf et en rénovation

Le paysage du bâtiment en France, en particulier celui de ses consommations énergétiques, est très différent selon qu'il s'agisse de constructions neuves ou existantes.

L'unité utilisée pour caractériser la consommation d'énergie dans un logement est le kWh par mètre carré par an. Un logement d'une surface de 100 m² dont la consommation globale pour le chauffage, les usages domestiques, l'eau chaude sanitaire, l'éclairage et les autres équipements électriques comme les équipements ménagers serait de 20 000 kWh/an aurait une performance énergétique de 200 kWh/m²/an.

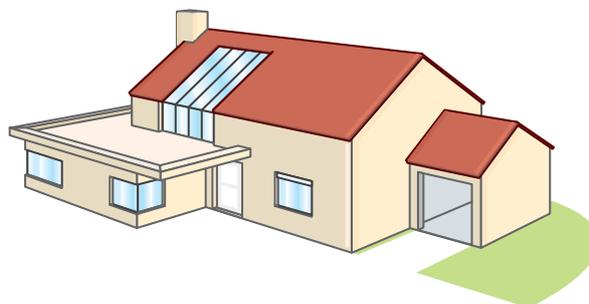
La disparité dans la consommation énergétique des bâtiments montre les consommations importantes des logements anciens par rapport aux logements plus récents. Malgré les exigences toujours plus fortes en matière de réglementation, la consommation globale d'énergie ne cesse de progresser (+ 14 % entre 1990 et 2003). Les causes sont l'augmentation de la surface des logements, du nombre de logements et les attentes des occupants en termes de confort.

Dans le neuf

Les déperditions du secteur du bâtiment et assimilé ont été divisées par 4 en 30 ans grâce aux réglementations successives (1974, 1977, 1982, 1988 et 2000).

Pour le secteur non résidentiel, on considère que les bâtiments scolaires sont en moyenne correctement isolés, que la partie hébergement des bâtiments hospitaliers ne répond qu'à la

réglementation de 1982 (pour les bâtiments construits après 1985), que les hôtels sont bien positionnés, que la situation est disparate pour les bâtiments administratifs et les bureaux.



Dans l'existant

Il n'existe pas de réglementation en cas de rénovation lourde, sauf certains cas d'agrandissement.

Le parc existant résidentiel est composé de 29,5 millions de logements ou maisons dont moins de 5 millions pour le secteur social, soit au total un peu plus de 2 milliards de m².

Le taux moyen de déconstruction est de l'ordre de 25 000 logements par an environ (0,1 % du parc selon les années).

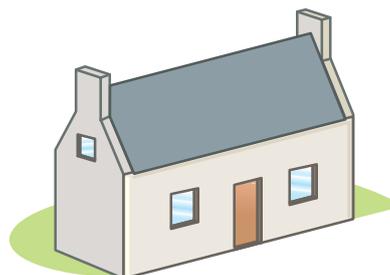
Il existe 2 millions de logements vacants pour cause d'insalubrité.

On peut estimer que 8,4 millions de logements sont correctement isolés au niveau de la réglementation de 1982, ce qui implique une isolation de l'ensemble des parois opaques et du double vitrage des ouvrants.

On estime que la consommation d'énergie pour le chauffage des bâtiments résidentiels est en moyenne de l'ordre de :

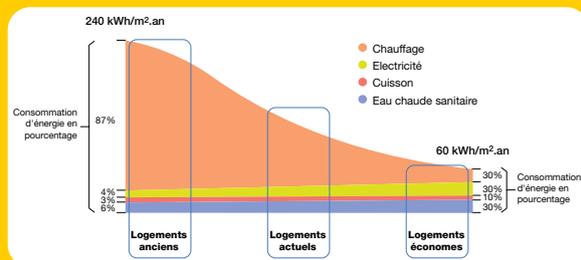
- 375 kWh d'énergie primaire/m² avant 1975,
- 200 kWh d'énergie primaire/m²/an pour la période 1975/2000,
- environ 100 kWh d'énergie primaire/m²/an après 2000 avec la réglementation thermique.

Le secteur non résidentiel représente environ 800 millions de m². Ce secteur étant plus difficile à estimer faute de statistiques satisfaisantes, la consommation moyenne pour le chauffage des bâtiments existants est de l'ordre de 200 kWh/m²/an.



LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE DANS LES LOGEMENTS

La part de l'énergie liée au chauffage est la plus importante. Le gisement d'économies potentielles est aussi très important. L'isolation des logements constitue un enjeu fort.



La consommation d'énergie pour le chauffage (87 %) peut être divisée par 2 sans difficulté en choisissant d'abord d'isoler. Cela équivaut à réduire le plus directement possible la demande en énergie du bâtiment et les déperditions associées. L'éclairage et les équipements électriques varient peu car leurs nombres augmentent.

La cuisson représente une part relativement stable. L'eau chaude sanitaire augmente en part relative et absolue, tant dans les logements anciens du fait de l'importance du chauffage que dans les logements actuels pour le niveau plus élevé de confort recherché.



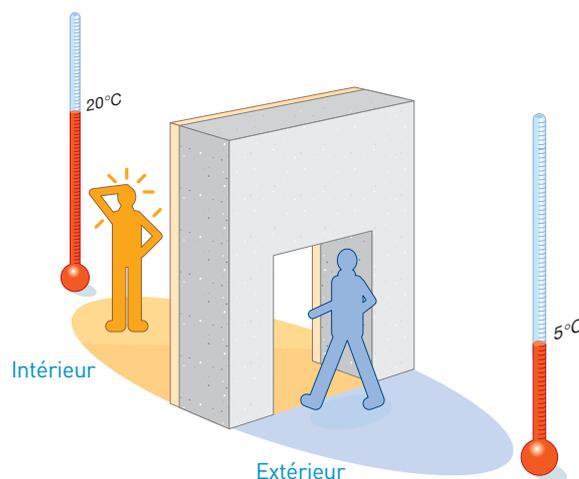
LES ENJEUX DU CONFORT THERMIQUE

Au-delà des économies d'énergie et des préoccupations environnementales, le confort thermique dépasse les seules préoccupations individuelles de température en répondant à d'autres préoccupations. Le confort thermique procure plus, et bien plus que le confort, lorsque la conception d'un bâtiment le favorise.



Une maison ou un logement confortable est bien sûr un lieu où les occupants « ressentent » le confort. Le sentiment de confort est un mélange de sensations qui est fonction de chaque personne, de son mode de vie, de ses habitudes.

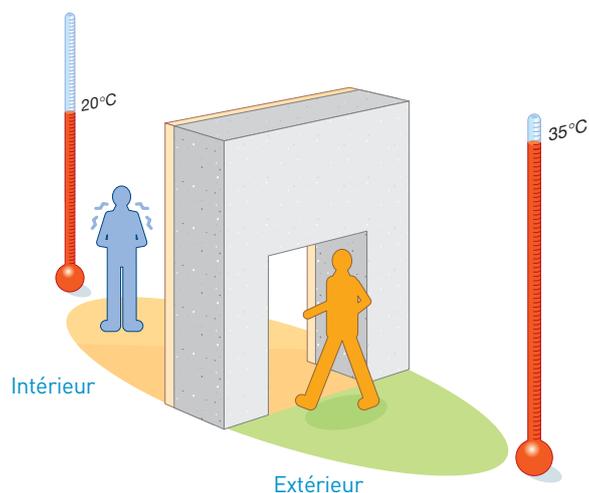
Néanmoins, l'hiver, en passant d'une température extérieure de moins 5 °C à une température intérieure de 20 °C, tout le monde éprouve une « sensation de chaud » et, l'été, en passant d'une température extérieure de 35 °C à une température intérieure de 20 °C, une réelle « sensation de froid ».



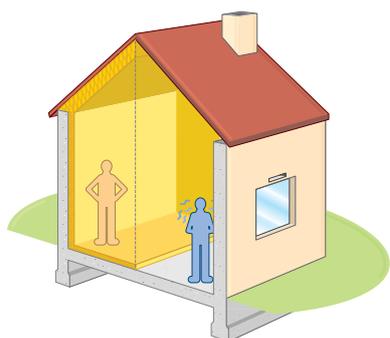
Le confort thermique concerne principalement la température intérieure des pièces, sa répartition harmonieuse dans l'espace et la qualité de l'air ambiant (taux d'humidité, propreté, salubrité). Pendant les périodes froides, il est raisonnable de vivre dans les pièces principales à une température de 19 à 20 °C, avec un taux d'humidité relatif à 50 %. Pour accéder à ce

LES ENJEUX DE L'ISOLATION DES BÂTIMENTS

confort tout en maîtrisant les consommations d'énergie, il convient de chauffer raisonnablement, d'avoir des portes et fenêtres bien étanches, de renforcer l'isolation thermique de chacune des parois du bâtiment et de maintenir un bon renouvellement d'air.



Une différence de température de quelques degrés entre la température ambiante et celle d'un mur ou d'une fenêtre fait frissonner et cela même si la température ambiante est de 19 °C. Le sentiment de gêne apparaît dès qu'il y a plus de 3 °C d'écart entre la température de l'air intérieur et la température des murs, c'est ce que l'on appelle « l'effet de paroi froide ».



Avoir des murs et des baies vitrées bien isolés fait gagner de la place car il est alors possible d'y placer à proximité un bureau ou un canapé sans risquer d'avoir froid. De même marcher sur un plancher non isolé provoque une sensation de « pieds gelés ».

Les autres enjeux du confort thermique

On s'aperçoit que l'isolation thermique, lorsqu'elle est bien conçue et correctement mise en œuvre, apporte d'autres bénéfices essentiels. C'est aussi en considérant les effets et les sources d'inconfort que l'on mesure ces mêmes autres bénéfices.

Les économies

À l'usage, les économies d'énergie directes et aussi celles liées à l'investissement des équipements de chauffage sont importantes. Il est évident que le dimensionnement d'un équipement de chauffage ne peut être réalisé qu'une fois définie le niveau d'isolation recherché. Choisir un équipement onéreux pour une maison non isolée se révélera dispendieux une fois l'isolation réalisée, car surdimensionné et non adapté.



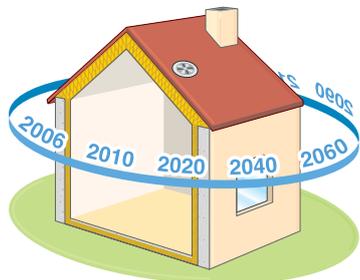
■ La qualité de l'air

Une maison confortable, isolée, étanche à l'air, ventilée garantira un air neuf et sain, sans excès de vapeur d'eau, sans risque de pathologie liée à une humidité ambiante mal contrôlée.



■ La pérennité du bâti

Corollaire de l'isolation, de la ventilation, le confort thermique durable apporte au bâtiment une longévité qui lui évite tous les désagréments identifiés. L'humidité engendre les moisissures et des désordres souvent irréversibles comme le salpêtre sur les parois, la condensation sur les parties froides du bâtiment, les spores dans l'air intérieur, le pourrissement des bois de charpentes, etc.





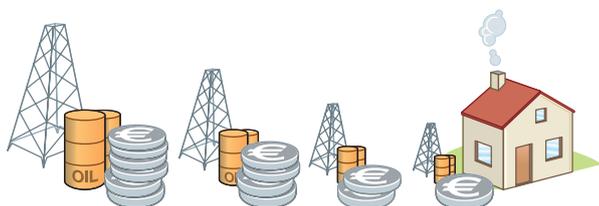
L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS

Lutter contre le réchauffement climatique, économiser l'énergie, construire des bâtiments à énergie positive, adopter des démarches « d'éco-conception », valoriser le confort d'été par des techniques d'énergie passives « bio climatiques », introduire les énergies renouvelables là où cela est possible et entreprendre des projets de constructions selon la démarche de haute qualité environnementale (HQE®) sont à la portée du secteur du bâtiment pour répondre à l'efficacité énergétique des bâtiments.



DES SOLUTIONS POUR UN CONFORT DURABLE

Dès maintenant les solutions techniques éprouvées existent en France ou en Europe. D'autres pays le démontrent d'ores et déjà, tels que l'Allemagne, les pays scandinaves ou encore la Suisse. Pour atteindre la performance finale recherchée, il faut combiner des solutions performantes en isolation des parois, en vitrage, en ventilation et en production de chaleur. Il faut intégrer dans ces bâtiments qui consommeront peu, les énergies renouvelables. Le choix ne se résume plus entre une bonne chaudière ou de l'isolation. Il faut cumuler les performances les plus efficaces, quelle que soit l'énergie utilisée pour le chauffage. Il est alors possible de réduire de 6 à 7 fois les consommations dans un bâtiment neuf et de 4 à 5 fois dans un bâtiment existant, c'est techniquement réalisable et économiquement viable.



LA STRATEGIE DES MOYENS D'UNE ISOLATION CONFORTABLE, DURABLE ET ECONOMIQUE

Le maître mot pour assurer avant tout une faible demande en énergie des bâtiments neufs ou rénovés est **la qualité de l'enveloppe** (cf. modèle d'action pour les bâtiments économes, pages 14-15).

- Associer isolation, étanchéité à l'air et ventilation est le meilleur moyen de préserver la qualité de l'air intérieur. Cette association évite notamment les risques de condensation provoquée par une trop forte humidité de l'air ambiant due à une production de vapeur d'eau excessive et à un manque de renouvellement de l'air. Cette vapeur d'eau se concentre sur les endroits froids : vitres, murs peu ou mal isolés, ponts thermiques. Au bout d'un moment, des taches noirâtres et des moisissures apparaissent, pouvant devenir dangereuses pour la santé et néfaste pour le bâti.
- La qualité de l'enveloppe. Il s'agit d'abord des parois étanches à l'eau, des parois bloquant les remontées capillaires du sol puis des parois isolées grâce à une isolation performante et continue, des parois étanches à l'air, une ventilation contrôlée et hygro-réglable (air neuf et ajusté en teneur en vapeur d'eau).

QUALITÉ DE
L'ENVELOPPE =

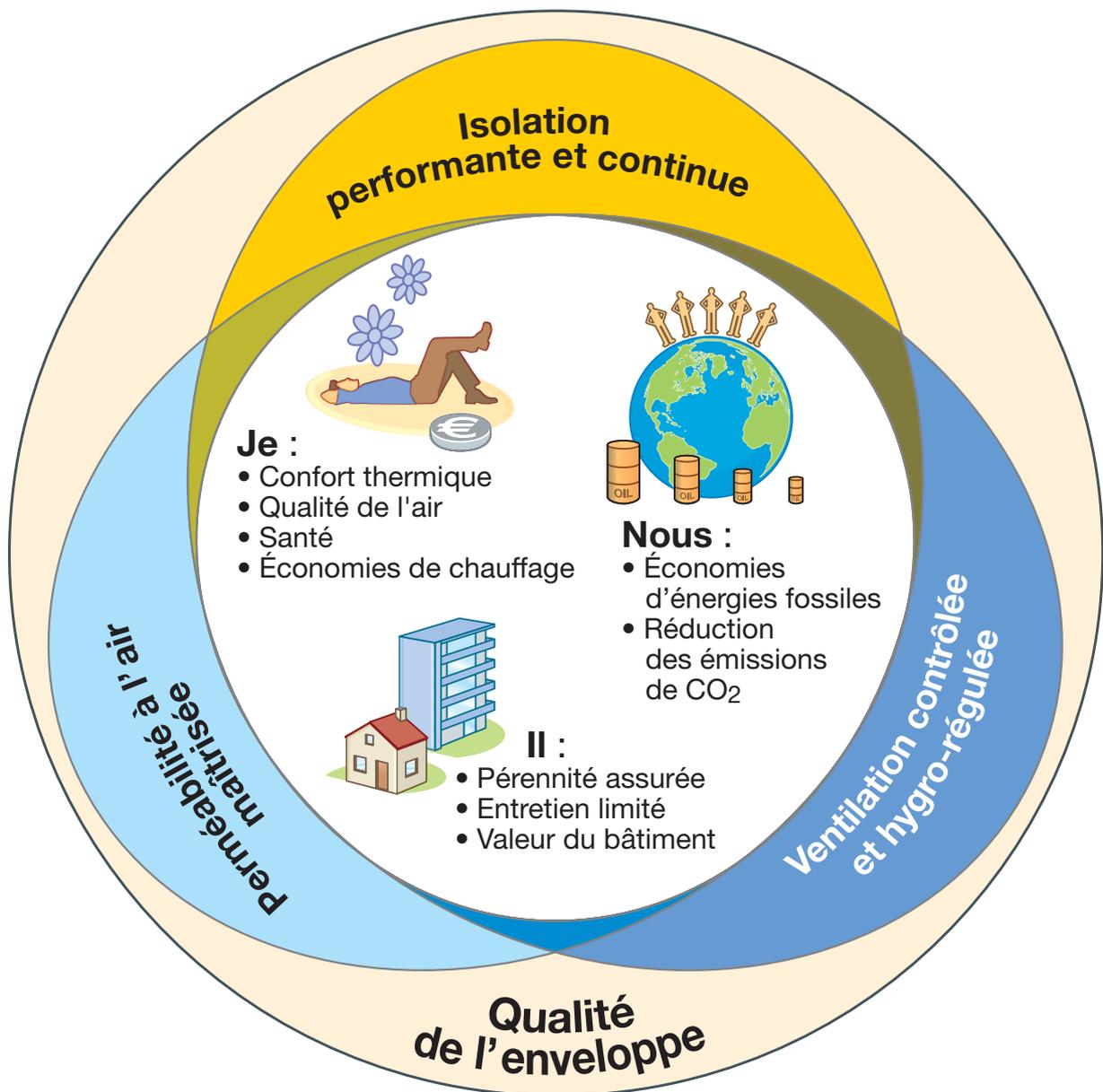


L'association à une enveloppe de qualité, d'équipements performants avec les meilleurs rendements possibles, de moyens de régulation efficaces, permet d'assurer et de renforcer **l'efficacité énergétique du bâti**.

La qualité de l'enveloppe

Une enveloppe de qualité pour une efficacité énergétique des bâtiments s'obtient par une stratégie de moyens économiques, accessibles, faciles à mettre en œuvre et apportant des bénéfices conjugués autant pour le confort individuel que pour la préservation de la planète.

Le bâtiment a tout à gagner.



☑ L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS



UN MODELE D'ACTION POUR LES BÂTIMENTS ECONOMES EN ENERGIE

Pour être efficace l'isolation et le choix de systèmes isolants doivent s'inscrire dans une approche globale. L'approche minimale passe par **la qualité de l'enveloppe** et **la qualité de l'air**. C'est seulement et d'abord à partir d'une enveloppe de qualité qu'un bâtiment peut prétendre à réduire sa demande en énergie. Les systèmes et produits isolants contribuent à plusieurs titres à la qualité de l'enveloppe.

Objectif efficacité énergétique	Il faut agir pour	diminuer les déperditions de chaleur							
	En traitant	la qualité de l'enveloppe pour les économies et le confort							
	Pour y parvenir, il est indispensable de	freiner le flux de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur				étancher les parois à l'air			
	Les enjeux et cibles à traiter	parois opaques		parois vitrées		parois opaques et vitrées			
	Les moyens mis en œuvre	les produits et systèmes d'isolation	les choix constructifs	les choix constructifs des systèmes isolants	les fenêtres et vitrages	les qualités des liaisons parois opaques et vitrées	le choix des matériaux et systèmes composant les parois et la qualité de leur mise en œuvre		
	Les critères à retenir	le choix d'un isolant performant (résistance thermique la plus forte)	la réduction des ponts thermiques structuraux par le choix de systèmes isolants adaptés	le choix de systèmes isolants avec ponts thermiques intégrés fortement réduits	le choix de fenêtres isolantes et double vitrages performants (ITR, Isolation Thermique Renforcée)	la réduction des ponts thermiques de liaison par le choix d'isolants adaptés (calfeutrement...)	le choix de l'ensemble des parois de l'enveloppe à rendre étanche à l'air	le choix de produits ou systèmes isolants continus, ou systèmes avec pare-vapeur ou membrane contribuant à l'étanchéité à l'air	le choix de produits ou systèmes freinant ou régulant les transferts de vapeur d'eau dans les parois

Faire les bons choix	bien isoler, une priorité				bien ventiler	
Comprendre pour agir	le fonctionnement thermique des matériaux	le fonctionnement thermique des parois		l'étanchéité à l'air d'une paroi		les transferts de vapeur d'eau dans une paroi
Repérage du guide	pages 24 et 25	pages 28 et suivantes		page 60	pages 56 et suivantes	pages 45 et suivantes

En résumé

Les critères d'action d'une isolation réussie (confort, santé et économies) sont indissociables et portent, par ordre de priorité, sur :

- une conception architecturale favorable aux économies d'énergie et aux apports gratuits,
- le choix de solutions d'isolation performantes,
- des choix constructifs adaptés,
- une qualité de mise en œuvre irréprochable,
- une étanchéité à l'air des parois,
- une ventilation mécanique contrôlée des locaux,
- le choix d'équipements et de régulation opportuns, adaptés et intégrés,
- l'appel aux énergies renouvelables lorsque cela est possible.

		favoriser les apports d'énergie gratuits		réduire les besoins en énergie pour le chauffage	réduire les besoins en énergie pour l'eau chaude sanitaire	faire appel aux énergies renouvelables	
le renouvellement et la qualité de l'air pour la santé et le confort		les apports recyclés	l'inertie de la construction	les apports solaires	les équipements de chauffage et de régulation	les systèmes de production d'ECS	les ressources disponibles en rapport avec les besoins
ventiler les espaces intérieurs		concevoir le bâtiment selon une approche bioclimatique		concevoir le système de chauffage comme un système global intégré à la construction et à son environnement	concevoir le système globalement, intégré à la construction, selon le type d'énergie	pouvoir adapter les équipements au type d'énergie renouvelable disponible	
la régulation de l'hygrométrie et des transferts de vapeur d'eau	l'assainissement des locaux et le renouvellement de l'air	la maîtrise des flux de chaleur en cycles jour/nuit et été/hiver par une conception, des choix de matériaux adaptés		le mode de chauffage, les caractéristiques des équipements solaires et non solaires, l'implantation des équipements, le réseau de distribution	les caractéristiques des équipements, leur localisation, la configuration du réseau de distribution	la régulation et la prise de relais avec les énergies non renouvelables	
les isolants et/ou les pare-vapeur	la ventilation mécanique contrôlée						
le choix de système de ventilation	le choix de systèmes « récupérateurs » d'énergie type ventilation double flux						

une nécessité absolue

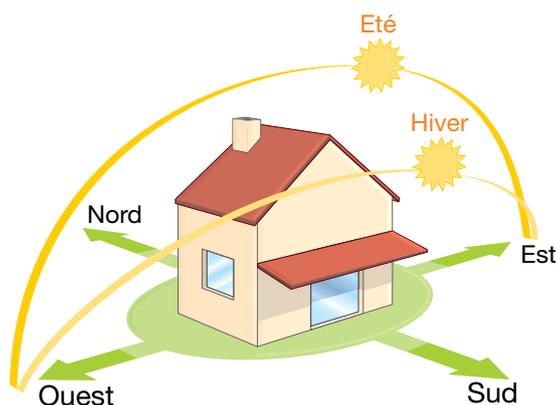
intégrer la conception bio-climatique		recourir aux énergies renouvelables en fonction des possibilités locales
<ul style="list-style-type: none"> • les orientations et l'intégration sur le site • l'architecture, • les apports gratuits 		
pages 16 et suivantes		

☑ L'EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS



LA CONTRIBUTION DE LA CONCEPTION BIOCLIMATIQUE EN NEUF

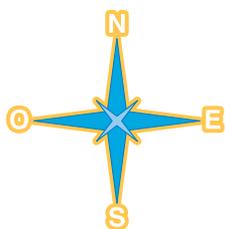
Au-delà du contrôle des déperditions pour la qualité de l'enveloppe du bâtiment, d'autres critères, à retenir lors de conception d'un bâtiment, permettent de réduire encore les déperditions et de profiter des apports énergétiques, notamment solaires.



Pour les bâtiments neufs, des mesures doivent être prises en amont pour exploiter les possibilités de protection passive, en fonction de la localisation géographique. En France, des zones climatiques ont été définies, dans le cadre de la réglementation thermique (RT 2005), et fixent aux constructions des règles de conception leur permettant d'améliorer la prise en compte des apports solaires.

La première démarche est de prendre en considération le climat de la région où se situe la construction et éventuellement un microclimat qui peut être lié à la topographie environnante : colline exposée, front de mer, vallon encaissé et humide. Il faut également tenir compte des zones de bruit éventuelles dans l'environnement du projet, limitant la possibilité d'ouvrir les fenêtres pour ventiler et faire sortir la chaleur accumulée le soir.

☑ Orientation



L'implantation et l'orientation du bâtiment ou de la maison et des différentes pièces doivent être étudiées de manière à trouver le meilleur compromis entre confort thermique d'hiver et confort thermique d'été, selon la région et le site.

Mis à part les cas de climat extrême, l'objectif est de récupérer au maximum les apports solaires en hiver et de réduire ces mêmes apports en été, notamment les rayonnements directs du soleil. D'une manière générale, si le confort d'été est prioritaire, les orientations ouest et sud sont à éviter, surtout en présence de grandes baies vitrées, verrières et serres (sauf usage à exclusif d'espace tampon). Les bâtiments « traversants », avec deux façades ayant des orientations différentes, permettent d'aérer facilement.

☑ Conception

L'architecture intérieure a également un rôle à jouer. Elle peut agir sur la profondeur, la forme et l'aménagement des pièces exposées au rayonnement direct du soleil. De même, chaque zone de vie doit être positionnée en fonction du moment de la journée où les personnes y passent le plus de temps. Par exemple, dans une maison, le séjour peut être placé au sud ou à l'ouest, les chambres et la cuisine à l'est, la salle de bains au sud. Les pièces de dessert et de service, celliers, garage, locaux techniques... peuvent être utilisées comme autant d'espaces tampon orientés au nord.

Une fois la meilleure orientation définie, le concepteur doit faire en sorte que le bâtiment acquière une bonne inertie. Un haut niveau d'isolation sur toutes les parties du bâtiment, et spécialement de la toiture, contribue à la diminution des apports de chaleur. En outre, des parties de construction semi-enterrées peuvent permettre de profiter de la fraîcheur du sol.

☑ Protection des parois vitrées



La distribution des ouvertures constitue un enjeu important. Mieux vaut éviter les expositions directes est ou ouest qui suivent la courbe du soleil. L'exposition ouest est la plus déconseillée car elle cumule la chaleur de matinée et l'exposition directe du soleil l'après-midi. L'exposition sud est souvent la plus intéressante pour respecter le confort d'été et récupérer les apports solaires gratuits l'hiver.

Dans les régions chaudes, il est conseillé de multiplier les fenêtres afin de pouvoir les ouvrir le soir et ventiler naturellement. Néanmoins ces fenêtres, ainsi que les autres baies vitrées, doivent absolument être pourvues de protections solaires, surtout les surfaces vitrées horizontales ou inclinées et celles verticales en façade est à ouest. Les stores extérieurs sont thermiquement plus efficaces que les stores intérieurs, car ils évitent l'échauffement de la baie vitrée ; la lame d'air située entre le store et la baie vitrée doit être ventilée afin qu'elle aussi ne s'échauffe pas.

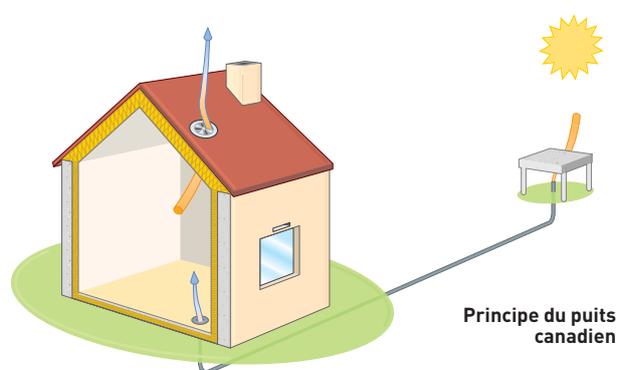
Un autre type de protection, fixe celui-ci, peut être réalisé au niveau de la construction. Les pare-soleil, les brise-soleil, les balcons, les avancées de toiture, les décrochements de façade sont de véritables éléments architecturaux qui participent à la façade et au confort. Maçonnés ou rapportés, verticaux ou horizontaux, ils ont l'avantage d'agir en permanence sans intervention humaine. Les occultations horizontales fixes sont aussi appelées casquettes. Leurs emplacements et leurs dimensions doivent être étudiés pour une protection moyenne

de façon à plus ou moins laisser passer le rayonnement solaire selon les saisons. Un autre moyen consiste à planter des arbres ou des arbustes, plutôt à l'ouest pour créer une ombre l'après-midi et en soirée. Il est judicieux de choisir des plantations à feuilles caduques, qui laissent ainsi passer les rayons du soleil l'hiver. De même, une végétalisation de la façade et de la terrasse participe à l'apport de fraîcheur.

↘ Aération et ventilation

Il est conseillé d'organiser une stratégie de ventilation, de manière à évacuer la chaleur. Les stores et volets doivent rester fermés pour garder une ambiance fraîche, la ventilation doit être adaptée pour limiter les infiltrations de chaleur extérieure dans la journée et récupérer l'air frais du dehors pendant la nuit.

↘ Apports gratuits

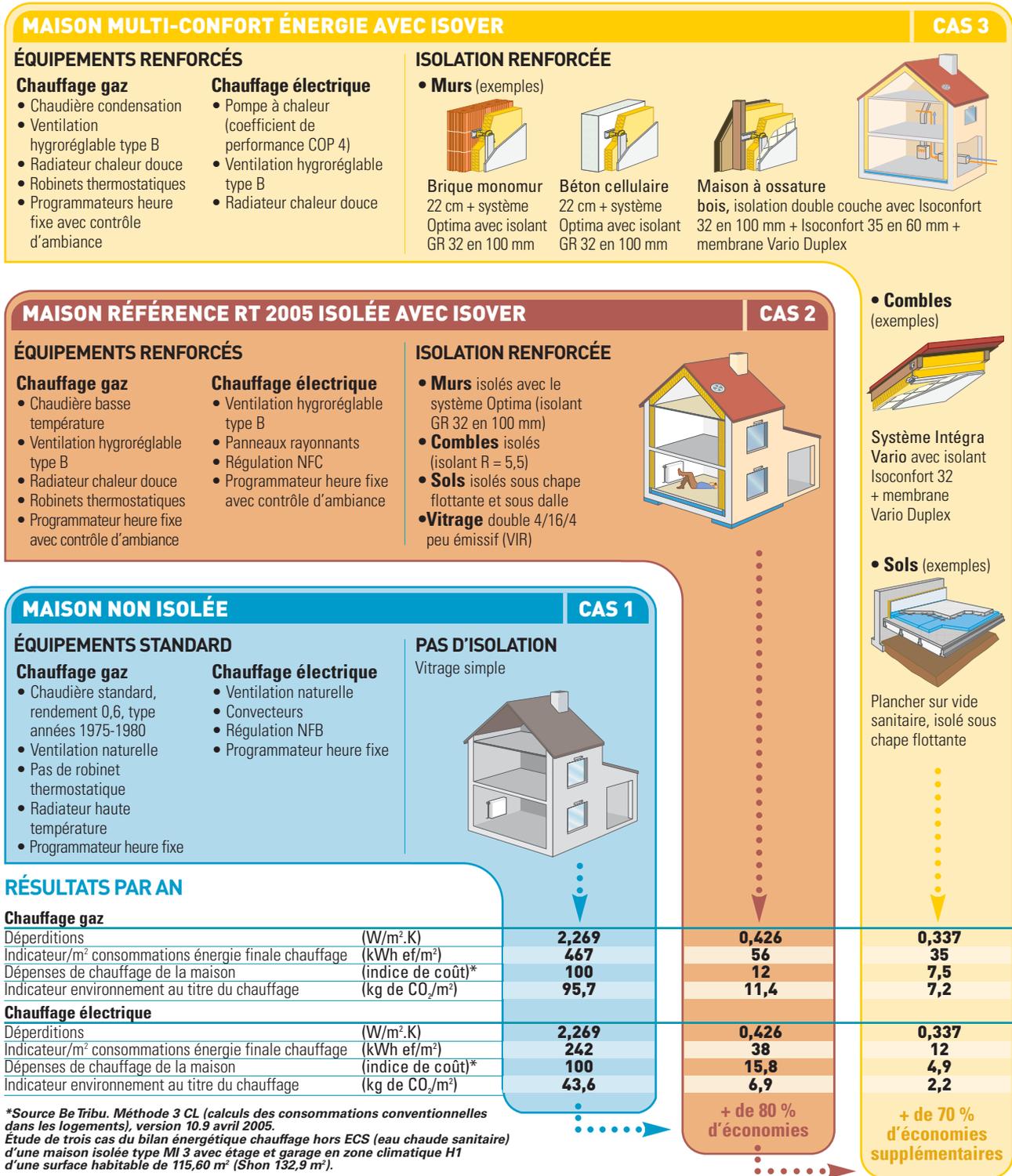


Au-delà des apports solaires, d'autres solutions complémentaires permettent de gagner des degrés toujours précieux comme les puits canadiens ou provençaux, des solutions intéressantes. Ils ont pour but de limiter les consommations d'énergie liées au chauffage et à la climatisation, ou même éviter l'installation d'un système de climatisation. Le principe consiste à faire circuler dans des tuyaux placés à une profondeur de 1,5 à 2 mètres dans le sol, sur une longueur de 25 à 30 mètres, l'air neuf de renouvellement destiné à être introduit dans le bâtiment. En hiver, le sol à cette profondeur est plus chaud (de l'ordre de 12 °C) que la température extérieure, l'air froid est donc préchauffé lors de son passage dans les tuyaux. En été, le sol est à l'inverse plus froid que la température extérieure, l'air est donc rafraîchi lors de son passage dans les tuyaux. Ce système peut augmenter ou réduire la température de 2 à 5 °C.



LES BÉNÉFICES D'UNE ISOLATION RÉGLEMENTAIRE

Une maison référence RT 2005, c'est une bonne qualité de l'enveloppe, du bâti, de la ventilation, des équipements de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Elle peut permettre de diviser par 8 les déperditions, ainsi que les consommations et les émissions de CO₂. Le concept de maison multi-confort d'ISOVER va plus loin et permet de préparer les réponses aux futures réglementations thermiques.



*Source Be Tribu. Méthode 3 CL (calculs des consommations conventionnelles dans les logements), version 10.9 avril 2005.
 Étude de trois cas du bilan énergétique chauffage hors ECS (eau chaude sanitaire) d'une maison isolée type MI 3 avec étage et garage en zone climatique H1 d'une surface habitable de 115,60 m² (Shon 132,9 m²).



LES SOLUTIONS D'AVENIR EXISTENT

La maison multi-confort, un concept développé par Saint-Gobain Isover

isover
Maison multi-confort

La maison multi-confort est celle qui permet de réduire de plus de 80 % sa consommation d'énergie pour le chauffage par rapport à une maison non isolée. Elle existe déjà avec des matériaux courants, des équipements banalisés, des instruments de régulation et une conception adaptée. La maison multi-confort utilise des composants passifs, comme des isolants et des fenêtres très performants, pour diminuer sa demande en énergie. Parfaitement étanche à l'air, elle exploite en permanence un air neuf, sain et à la bonne température, elle utilise sous toutes les formes les apports énergétiques, énergie du sol, du soleil, des équipements, des occupants. Elle sait aussi réguler, là où il le faut et quand il le faut, ses besoins en chaleur et air neuf.

Un confort de vie

Les bâtiments, y compris ceux respectant les dernières réglementations, sont dépassés en matière d'efficacité énergétique. Le standard multi-confort s'appuie sur des niveaux de consommation et d'efficacité énergétique qui vont bien au-delà des réglementations actuelles. Il est alors possible de profiter d'une température intérieure de confort alors qu'à l'extérieur il ne fait que 10 °C.

Grâce à son haut niveau d'isolation, des parois et vitrages, sa ventilation contrôlée, son emploi efficace et optimal des sources d'énergies et de la chaleur, la maison multi-confort est toujours à bonne température.

L'expérience de nos voisins européens

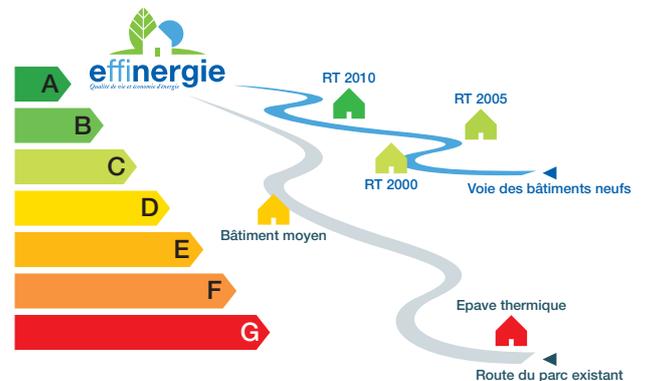
La France a accumulé un certain retard par rapport à ses voisins européens. En Allemagne, l'institut indépendant de recherche Passivhaus a apporté son savoir-faire pour la réalisation de « maison passive » depuis 1991. Ce bâtiment est quasi autonome pour ses besoins de chauffage. Il se contente des apports solaires, des apports métaboliques (habitants, machines) et d'une bonne isolation. Le chauffage à partir de ressources traditionnelles est un simple appoint. En Suisse, les cantons de Zurich et de Berne ont créé, à la fin des années quatre-vingt, un standard Minergie pour une quantité réduite d'énergie consommée. Depuis Minergie est devenu un label de qualité, un standard de construction, qu'il s'agisse de bâtiments neufs ou rénovés.

Le premier label français

Le bâtiment « basse énergie » que va promouvoir Effinergie se situe entre les bâtiments conformes aux exigences réglementaires actuelles ou programmées et les constructions expérimentales type « maisons passives » qui atteignent des performances très élevées mais à des coûts et à des conditions non encore adaptés au marché français courant. Les seuils de performances à atteindre selon le standard Effinergie seront, par exemple, pour les constructions résidentielles neuves, en moyenne nationale de 50 kWh.ep/m²/an pour la totalité des usages réglementaires (chauffage + eau chaude sanitaire + ventilation + climatisation). Les exigences seront déclinées et différenciées entre le neuf et la rénovation et les types de bâtiment, d'une part, et selon les zones climatiques, d'autre part, pour tenir compte des spécificités climatiques des régions. Il est en effet aisé d'admettre qu'en région Nord-Pas-de-Calais, on puisse avoir plus facilement besoin de 65 kWh.ep/m²/an, alors qu'en Provence-Alpes-Côte-d'Azur, on se satisfait grandement de 40 kWh.ep/m²/an.

Le standard Effinergie s'inscrit pleinement dans le contexte réglementaire et normatif français et européen. Le label Effinergie donne un cadre formel sur lequel tout entrepreneur de travaux pourra s'appuyer, tant en construction neuve qu'en rénovation, pour respecter les normes, les règles et les règlements en vigueur. Effinergie souhaite pleinement contribuer à accompagner et favoriser l'émergence en France d'une politique de promotion de la très haute performance énergétique. Le label Effinergie fera l'objet d'une certification par une tierce partie indépendante.

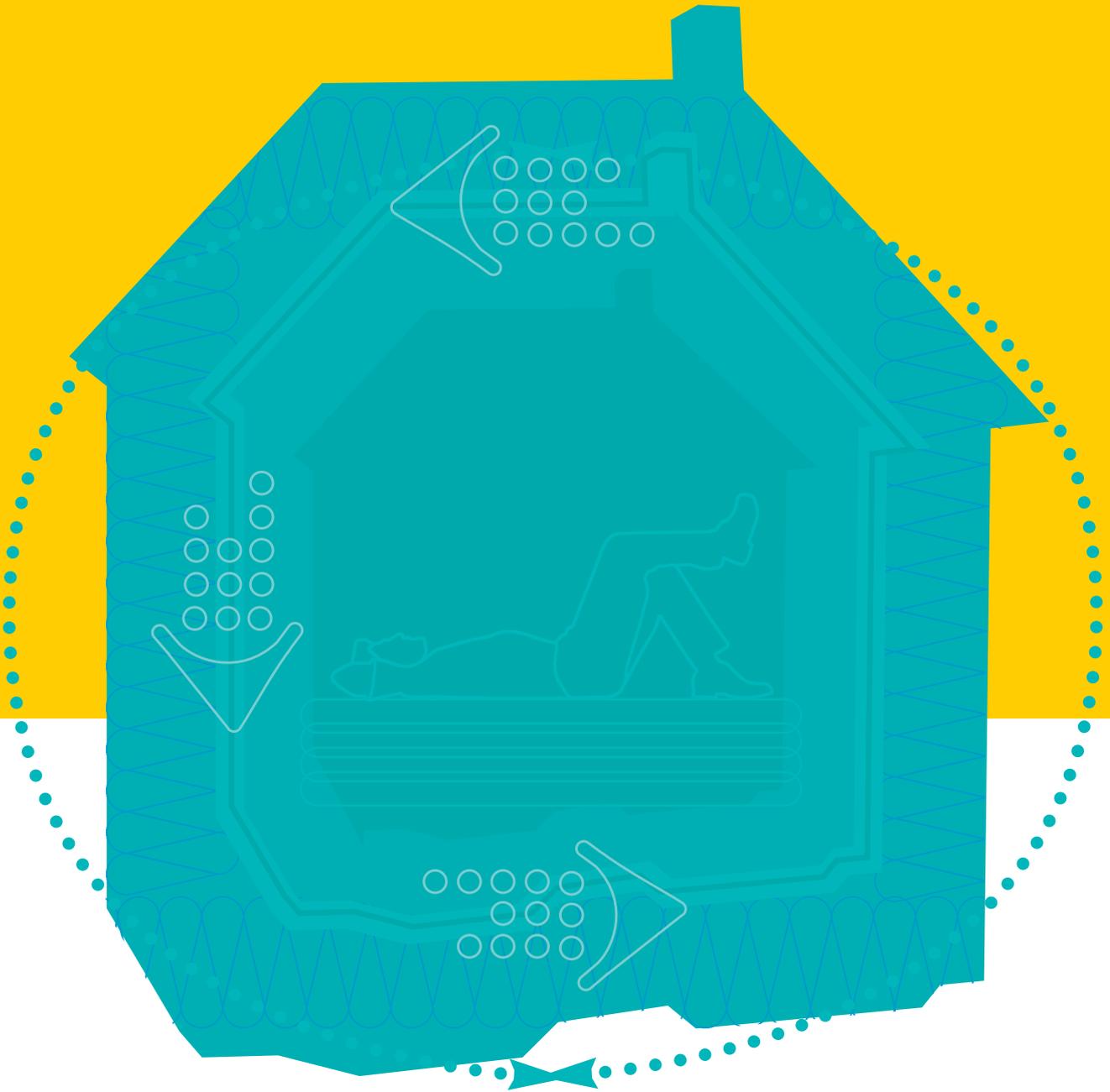
Pour en savoir plus : www.effinergie.org



BÂTI ET ÉQUIPEMENTS DE QUALITÉ

- Isolation performante et continue
- Étanchéité à l'air
- Ventilation hygro-réglable contrôlée (renouvellement d'air, évacuation de la vapeur d'eau)
- Rendement énergétique optimisé (double flux, géothermie...)
- Régulation de la température





LES ENJEUX TECHNIQUES DE L'ISOLATION THERMIQUE

Dans toute construction neuve, la thermique est une préoccupation transversale qui doit conditionner le projet à chaque étape et impliquer tous les acteurs et corps d'état à différents titres. La connaissance des principes de fonctionnement thermiques des matériaux et des parois, des phénomènes les régissant, tels que les déperditions et transferts de vapeur d'eau, permettent par ailleurs de répondre efficacement aux exigences de la réglementation.

L'ISOLATION DANS LA CONDUITE DU PROJET THERMIQUE 22

- La stratégie thermique 22
- La conception thermique 23

LES PRINCIPES DE LA THERMIQUE 24

- Comment se transmet la chaleur ? 24
- Chaleur et flux de chaleur dans une paroi 24
 - Chaud et froid
- Le pouvoir isolant des laines minérales 26
 - Performance des laines de verre et des laines de roche

LE TRANSFERT DE CHALEUR DANS UNE PAROI 28

- Maîtriser les déperditions et les apports 28
- Les transferts au sein d'une paroi 29
 - La conduction
 - La convection
 - Le rayonnement
 - La résistance thermique d'une paroi
 - Les résistances superficielles d'une paroi
 - La résistance thermique des lames d'air
 - L'évolution de la température dans les parois
- Déperditions thermiques dans une paroi 33
- Déperditions thermiques et produits réfléchissants 36
 - Calcul des performances des produits réfléchissants
 - Principe en paroi courante
 - Déperditions comparées : produit mince réfléchissant et doublage isolant
 - Déperditions comparées : produit mince réfléchissant et système isolant sous ossature

LES PONTS THERMIQUES 39

- Les ponts thermiques intégrés 39
- Les ponts thermiques de liaison structurels 40
- Le traitement des ponts thermiques 41
 - L'isolation des sols
 - L'isolation des planchers d'étage
 - L'isolation des refends ou cloisons
 - L'isolation de la toiture

LE TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU ET D'EAU DANS UNE PAROI 45

- Le transfert d'eau sous forme liquide 46
- Le transfert d'eau sous forme de vapeur d'eau 47
 - L'humidité relative
 - La condensation
- La condensation à la surface d'une paroi 48
 - Empêcher la condensation de surface
- La condensation dans la masse d'une paroi 50
 - La migration de vapeur d'eau
 - La perméabilité à la vapeur d'eau
 - Le mode de migration de la vapeur d'eau dans une paroi
- Ventiler, une nécessité absolue 52
- Prévoir un pare-vapeur 53
- Choisir un pare-vapeur 54

LA PERMÉABILITÉ À L'AIR D'UN BÂTIMENT ET LA VENTILATION 56

- Les enjeux de la perméabilité à l'air 56
- Le traitement de la perméabilité à l'air 57
- La ventilation et les déperditions 58

LE CONFORT D'ÉTÉ 60

- Les effets de la chaleur 60
 - Le principe d'inertie
 - Le confort d'été

LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE, RT 2005 61

- Le champ d'application de la RT 2005 61
- Les orientations et les évolutions 61
 - Objectif maîtrise énergétique
 - De nouvelles exigences
- Les principes de la RT 2005 62
 - Évaluer les consommations
- Les exigences de la RT 2005 63
- La qualité du bâti et la maîtrise des déperditions 64
 - Les zones climatiques de la RT 2005
- Les déperditions Ubât référence 65
- Les déperditions maximales de la RT 2005 66
- Exemples de calcul 66
- Le DPE : diagnostic de performance énergétique 67
 - La vocation du DPE

LES LABELS DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE 68



L'ISOLATION DANS LA CONDUITE DU PROJET THERMIQUE

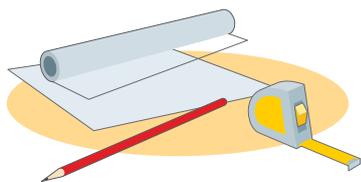
La conduite d'une stratégie pour la thermique du bâtiment doit amener à sa meilleure performance énergétique. Une réflexion en amont aux différentes étapes conduit inmanquablement à des réponses techniques pertinentes et économiques.



LA STRATEGIE THERMIQUE

La difficulté d'intégration de la problématique thermique tout au long du déroulement d'un projet est liée :

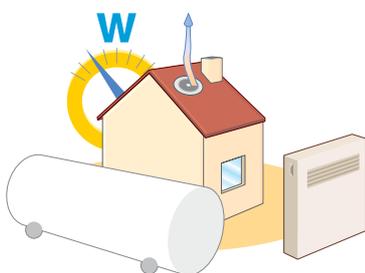
- au nombre des acteurs qui doivent intervenir à toutes les phases du projet : maître d'ouvrage, maîtres d'œuvre, bureaux d'études, entreprises, fournisseurs ;



- à la double contrainte réglementaire et technique ;



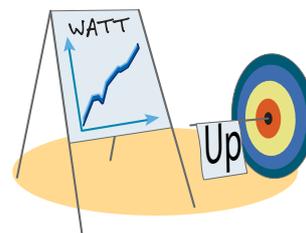
- à la multitude des facteurs qui doivent être combinés : déperditions des parois, ventilation, choix des systèmes de génération, de distribution, d'émission et de régulation de chauffage ;



- aux choix de confort ;



- aux choix de performance énergétique ;



- aux choix environnementaux.



La conduite du projet thermique s'appuie en amont sur une vision claire des points essentiels constituant l'environnement et les exigences du projet :

- le contexte réglementaire (RT 2005, DTU) ;
- la programmation ou cahier des charges : les objectifs du maître d'ouvrage en matière de thermique, et en particulier les coûts d'exploitation projetés.

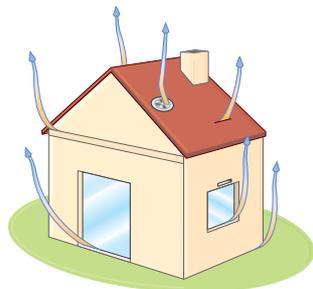


LA CONCEPTION THERMIQUE

La conduite du projet thermique s'appuie en phase de conception sur une vision claire des paramètres interactifs influant sur la performance énergétique globale du bâtiment.

Déperditions :

- les déperditions (planchers, murs, toitures) des éléments de l'enveloppe du bâtiment incluant les ponts thermiques intégrés aux parois et les ponts thermiques structuraux ;
- les ouvertures et baies vitrées liées à la conception architecturale ;
- la ventilation et le renouvellement d'air.



Apports :

- les apports solaires (directs, indirects ou liés à la conception architecturale) ;
- l'éclairage naturel et artificiel.



Équipements :

- le chauffage : type d'énergie, la production, la distribution, la régulation-programmation ;
- l'eau chaude sanitaire : type d'énergie, la production, le stockage, la distribution ;
- l'éclairage : consommations.



Éléments de confort et label :

- la ventilation de confort et le contrôle de l'hygrométrie ;
- les protections solaires liées au confort d'été ;
- l'inertie thermique (choix des matériaux et conceptions architecturales).



Il est important, au fil de la conception de l'ouvrage, d'établir les liens privilégiés entre les critères de décision correspondant à chaque phase de la conception architecturale du projet et qui, dès le départ, influent sur le profil énergétique d'un bâtiment. Le degré de prise en compte de ces paramètres est fortement lié au niveau d'étape du projet et dans tous les cas étroitement associé à la conception architecturale et à l'avant-projet.

Étapes du projet	Program-mation	Avant-projet sommaire	Avant-projet détaillé	Projet	Chantier
Déperditions (Up)	-	-	Δ	-	-
Apports gratuits	-	Δ	-	-	-
Équipements	-	-	Δ	Δ	-
Éléments de confort label	-	Δ	Δ	-	-

Δ étape où les paramètres du projet thermique doivent être particulièrement pris en compte

- étape où les paramètres du projet thermique sont pris en compte de façon moindre

Le choix du système de construction, de l'architecture, de l'orientation du bâtiment, des apports solaires induits, conditionne largement le projet sous l'angle de la thermique. Le modèle thermique des pages 14 et 15 permet de suivre les enjeux, les moyens et les critères techniques à retenir pour assurer la meilleure efficacité énergétique du bâtiment.



LES PRINCIPES DE LA THERMIQUE

Limiter les transferts de chaleur en maîtrisant les échanges thermiques : en hiver, diminuer les déperditions calorifiques et donc ralentir les flux de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur. En été, c'est ralentir la progression de la chaleur et limiter les consommations d'énergie liées à la climatisation.

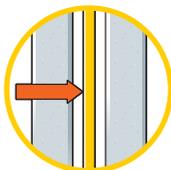


COMMENT SE TRANSMET LA CHALEUR ?

Les principes généraux de la transmission de la chaleur sont universels et les mêmes mécanismes se retrouvent, à différents niveaux d'importance, dans tous les échanges thermiques de l'enveloppe d'un bâtiment.

Les différents modes de transmission de la chaleur

■ Transmission de la chaleur par **conduction** (concerne principalement les corps solides) et les fluides.



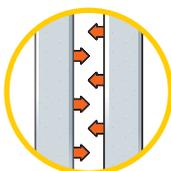
Plus le matériau est isolant, moins il y a de conduction.

■ Transmission de la chaleur par **convection** (concerne principalement les gaz et les fluides). L'air circule par différence de température entre deux points en raison de la variation de masse volumique. Par exemple, l'air chaud monte et la chaleur se dissipe en « frottant sur les parois ».



Plus l'air est immobile, moins il y a de convection.

■ Transmission de la chaleur par **rayonnement** (infrarouge). Toute matière absorbe et émet un rayonnement en fonction de sa température et de son émissivité, l'échange de chaleur se faisant en fonction du vecteur de propagation (air ou vide). Le transfert de chaleur par rayonnement ne nécessite pas de vecteur de propagation.



Plus le rayonnement est réfléchi ou absorbé, moins il y a de transfert ou d'échange thermique.

Lorsque deux corps de températures différentes sont en présence, le corps le plus chaud rayonne plus d'énergie qu'il n'en absorbe et le corps le plus froid absorbe plus d'énergie qu'il n'en rayonne. Cela dépend de leur émissivité.

EN RÉSUMÉ

Dans un bâtiment, les trois modes de transmission de la chaleur sont présents simultanément avec des importances plus ou moins grandes. La conduction est le mode de transmission majoritaire dans les systèmes constructifs du bâtiment. Isoler correspond à limiter ces trois modes de transfert. N'agir que sur l'un des trois n'est pas suffisant pour assurer une isolation efficace.



CHALEUR ET FLUX DE CHALEUR DANS UNE PAROI

Chaud et froid

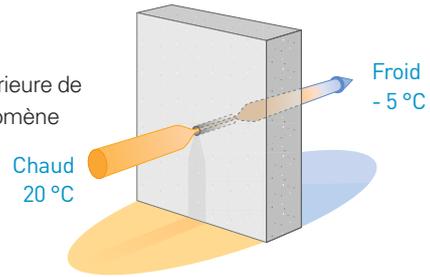
Tous les matériaux sont composés de particules élémentaires en perpétuel mouvement.

L'apport de chaleur ou d'énergie contribue à augmenter l'agitation interne des molécules du matériau, qui alors se réchauffe.

Par conséquent, le refroidissement de ce même matériau contribue à une diminution de l'agitation interne ou une restitution de l'énergie. C'est le refroidissement du matériau qui contribue à la diminution de l'agitation moléculaire.

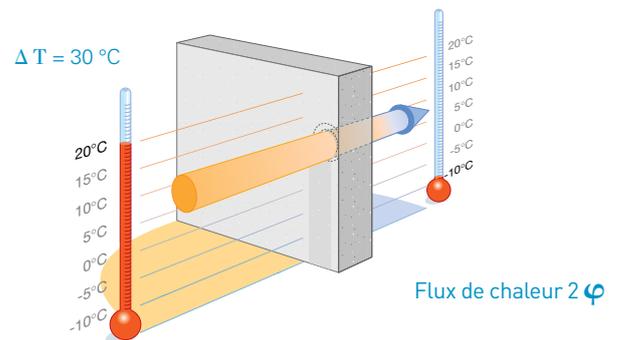
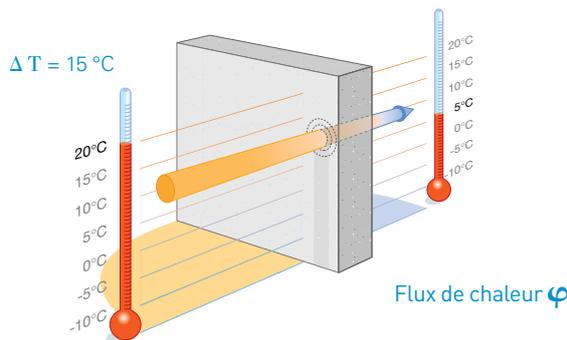
■ Fuite de la chaleur

Quand la température extérieure est de moins 5 °C et la température intérieure de 20 °C, la différence entre ces deux niveaux de température crée un phénomène physique de transfert d'énergie qui provoque la fuite de la chaleur.



■ Flux de la chaleur

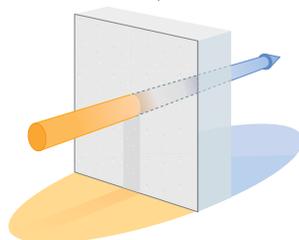
Cette fuite d'énergie ou de chaleur est appelée flux de chaleur symbolisé par φ (phi). Il augmente quand l'écart de température augmente lui aussi. Pour une même paroi, de nature et d'épaisseur identiques, et pour un écart de température deux fois plus grand, la fuite de chaleur se traduit par un effet double. Le flux de chaleur φ est la quantité d'énergie ou de chaleur passant au travers de 1 m² de paroi pendant une seconde.



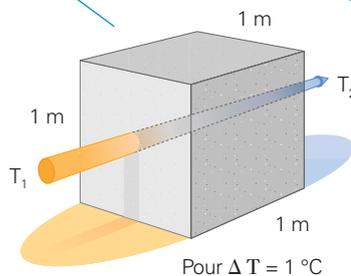
Si, pour un écart de température de 15 °C, le flux de chaleur est égal à φ , pour un écart de température de 30 °C (double), le flux de chaleur sera alors égal à 2φ .

La loi fondamentale de Fourier, régissant le flux de chaleur φ (phi) dans une paroi homogène, s'exprime par la formule :

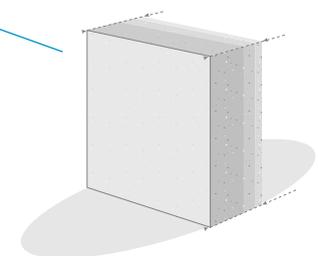
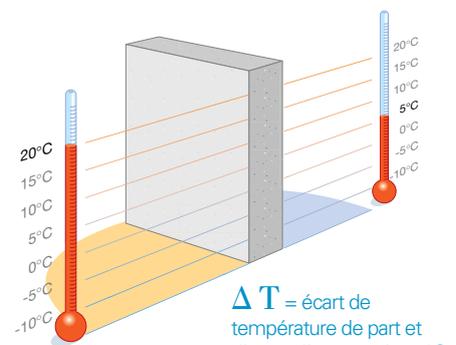
$$\varphi = \lambda \frac{\Delta T}{e}$$



φ = flux de chaleur en **W/m²**



λ = conductivité thermique en **W(m.K)**



e = épaisseur de la paroi en **mètres**

Cette loi fondamentale montre que le flux de chaleur traversant une paroi dépend :

- du lambda λ du matériau constituant la paroi : plus son lambda est faible, plus la paroi est isolante (pour une paroi d'épaisseur égale) ;
- de l'épaisseur de la paroi ;
- de l'écart de température entre extérieur et intérieur.

La conduction de la chaleur dans les matériaux

La conduction, ou coefficient de conductivité thermique, est exprimée en $W/(m.K)$ et représente la quantité d'énergie traversant $1 m^2$ de paroi pour un mètre d'épaisseur de matériau et pour une différence de température de 1 K entre les deux faces, pendant l'unité de temps. Elle est dénommée λ (lambda), valeur normalisée. Elle est conventionnellement mesurée pour une température moyenne du matériau de $10^\circ C$.

La conductivité thermique λ est une caractéristique constante, intrinsèque et propre à chaque matériau. Elle permet d'évaluer l'aptitude du matériau en question à plus ou moins laisser passer un flux de chaleur.

Quelques exemples de valeurs de conductivité

Conducteurs	λ W/(m.K)
Cuivre	380,000
Acier	52,000
Granit	3,500
Béton courant	1,750
Plâtre enduit	0,460
Pierre, marbre	0,290
Bois dur	0,230
Bois tendre	0,220
Béton cellulaire	0,120
Liège comprimé	0,100
Verre	1,000

Isolants	λ W/(m.K)
Laines minérales	0,030 à 0,040
Air sec immobile	0,025

À épaisseur égale, une laine minérale ($\lambda : 0,032$) est 100 fois plus isolante qu'un granit et, comme tous les isolants qui emprisonnent l'air, elle réussit à atteindre les meilleures performances thermiques. Est défini comme isolant tout produit dont la résistance thermique déclarée R_D à une température de $10^\circ C$ est supérieure à $0,25 m^2.K/W$ et dont la conductivité thermique déclarée λ à une température de $10^\circ C$ est inférieure à $0,060 W/(m.K)$, norme NF/EN 13 162.

La résistance thermique R

Elle dépend du λ (lambda) et de l'épaisseur du matériau. En isolant, le but recherché est de diminuer le flux de chaleur traversant une paroi. Plus la résistance au flux de chaleur offerte par un matériau d'une épaisseur donnée est élevée, plus le matériau est isolant.

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

R = résistance thermique exprimée en $m^2.K/W$.

e = épaisseur du matériau exprimée en m

λ = lambda en $W/(m.k)$

Exemple : pour atteindre une même résistance thermique

$R = 5$, il faut :

$$16 \text{ cm de laine minérale à } \lambda = 0,032 ; 5 = \frac{0,16}{0,032} ;$$

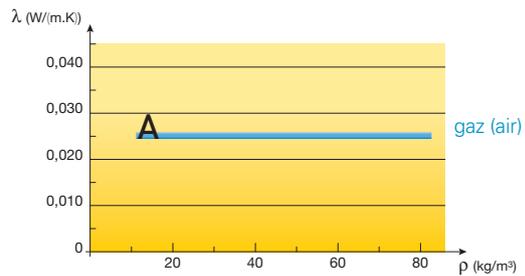
$$\text{ou } 17,5 \text{ m de granit, } \lambda = 3,5 ; 5 = \frac{17,5}{3,5}$$

LE POUVOIR ISOLANT DES LAINES MINÉRALES

Dans les matériaux poreux, comme les laines minérales, la transmission de la chaleur s'effectue :

- A) Par conduction gazeuse (air).
- B) Par conduction dans la matière (dans sa partie solide).
- C) Par rayonnement infrarouge.

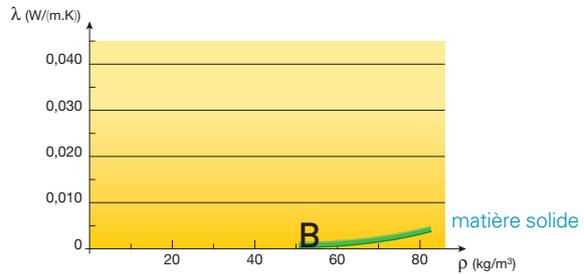
Transfert de chaleur dans l'air emprisonné (conduction gazeuse)



La conductivité de l'air emprisonné dans les pores de la laine est constante, quelle que soit la densité de la laine.



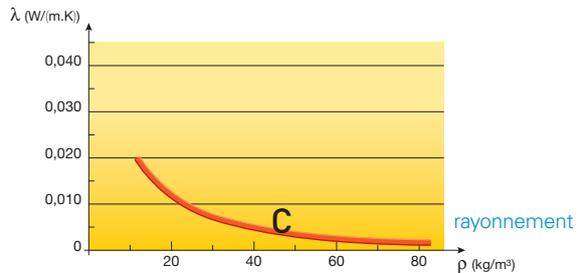
Transfert de chaleur dans la matière seule (conduction dans la matière)



La conductivité dans la seule matière solide est influencée par la masse volumique de l'isolant : plus léger est l'isolant, meilleure est la performance.



Transfert de chaleur par rayonnement



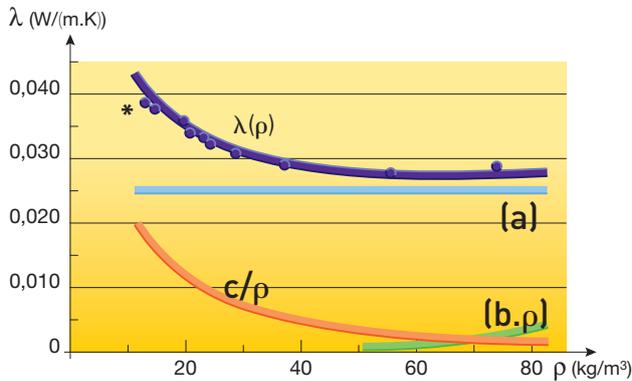
La contribution par rayonnement à la conductivité dépend de la masse volumique de l'isolant.

Transmission de chaleur

$$= A + B + C$$

Mécanismes de transferts de chaleur dans une laine minérale

Les différents mécanismes de transfert de la chaleur dans une laine minérale montrent clairement que **la contribution de l'air emprisonné** dans la matière représente l'apport le plus important à la performance laines minérales : l'air immobile est isolant.



*La courbe violette représente la conductivité de la laine minérale est la résultante des trois autres courbes.

$\lambda(\rho)$ = conductivité thermique de la laine minérale

a = contribution conduction gazeuse

b.ρ = contribution conduction matière

c/ρ = contribution rayonnement

$$\lambda(\rho) = a + b \cdot \rho + \frac{c}{\rho}$$

Performance des laines de verre et des laines de roche

La performance n'est pas proportionnelle à la masse volumique (kg/m³), tant en thermique qu'en acoustique.

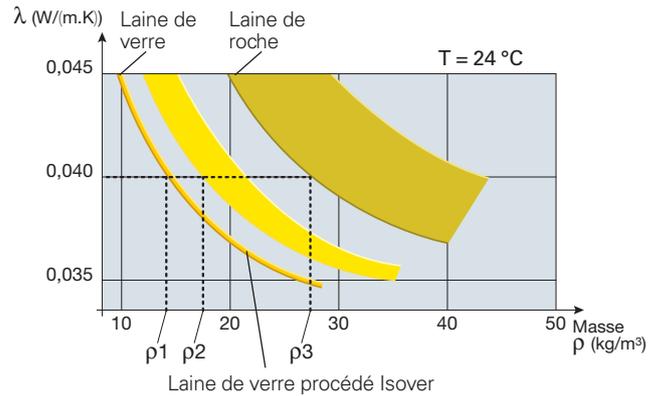
La masse volumique est dite « apparente » car elle associe la masse de la seule phase solide au volume total occupé par l'isolant seul.

Cela représente donc la quantité de matière :

- Pour la laine de verre : fibres + résines ou liants pour 1 m³.
- Pour la laine de roche : fibres + résines ou liants + matières non fibrées (liées au process) pour 1 m³.

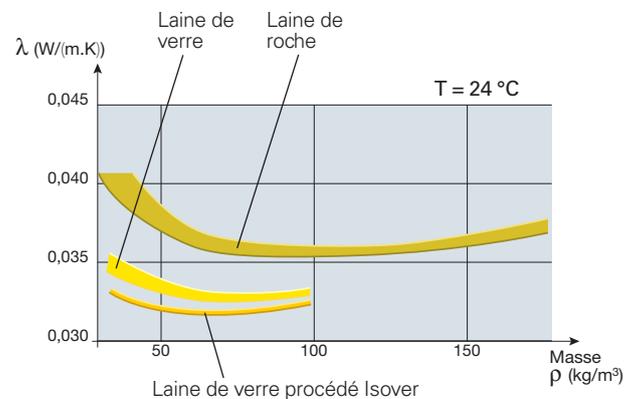
Les infibrés participent au poids, mais pas à la performance.

Avec les procédés actuels, la laine de verre ou de roche, pour des performances égales, auront, du fait du process, des masses volumiques différentes.



Exemple, pour un $\lambda = 0,040$, il faut :

- laine de verre Isovér = 12 kg/m³
- laine de verre classique = 16 kg/m³
- laine de roche = 28 kg/m³



ISOLER AVEC LES LAINES MINÉRALES

Les laines minérales constituent la meilleure solution pour isoler, puisqu'elles sont des matériaux poreux, c'est-à-dire que l'enchevêtrement des fibres de petit diamètre constitue une multitude d'interstices où l'air est emprisonné. Le coefficient de conductivité thermique λ (lambda) de l'air ainsi immobilisé dans la laine, à une température de 10 °C, est de 0,025 W/(m.K).

La conductivité thermique des laines minérales se rapproche donc de celle de l'air immobile.

La conductivité thermique des laines minérales dépend :

- de la nature de la laine ;
- de la masse volumique du produit ;
- de la température d'utilisation.

La performance des laines minérales, en particulier des laines de verre, constitue le meilleur compromis pour isoler entre prix, poids et performances thermiques. La laine de verre se positionne avantageusement, ne présente pas d'infibrés grâce à son process de fabrication. 100 % de la matière, sous forme de laine, contribue à la performance. Le produit justifie de λ performants 0,032 W/(m.K), voire 0,030 W/(m.K), il reste souple et léger à manipuler.



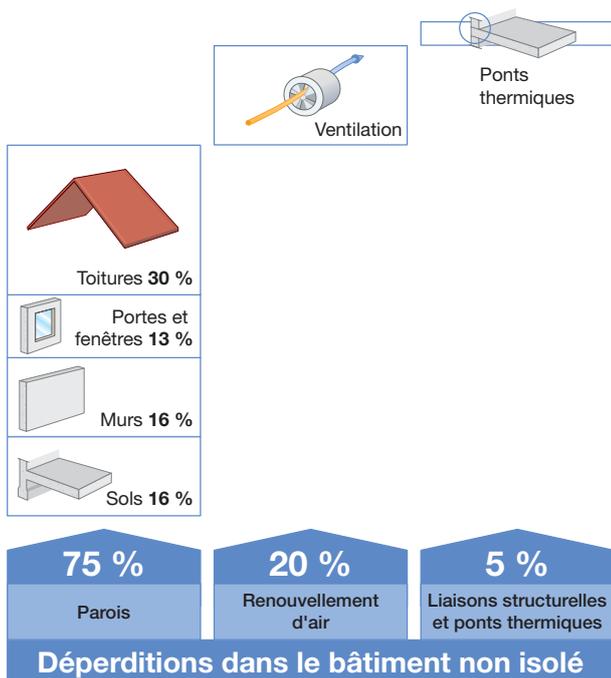
LE TRANSFERT DE CHALEUR DANS UNE PAROI

Les transferts thermiques dans une construction sont de différentes natures. Ils sont fonction des matériaux composants les parois, les murs, les sols, les planchers ou les toitures. Tout l'enjeu de l'isolation sera d'évaluer et de maîtriser ces phénomènes pour un habitat confortable en hiver comme en été.

MAÎTRISER LES DÉPERDITIONS ET LES APPORTS

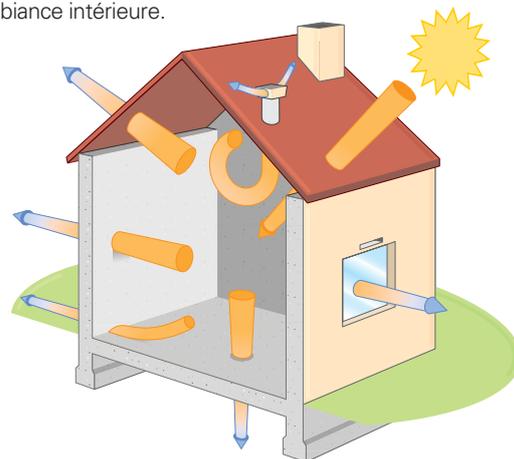
Déperditions dans un bâtiment non isolé

Les déperditions dans les parois (Up) représentent un champ d'attention et d'économie important ainsi que la perméabilité à l'air.



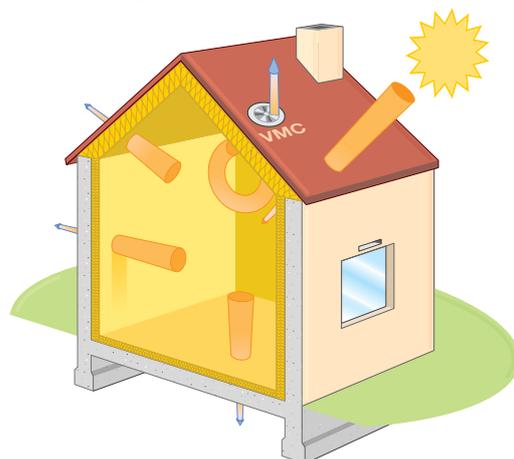
Maison non isolée

En hiver, les déperditions sont maximales au niveau de l'ensemble des parois opaques et vitrées et des liaisons structurales. La ventilation naturelle n'est pas contrôlée et augmente les déperditions. En été, le soleil surchauffe l'ambiance intérieure.



Maison bien isolée

En hiver comme en été, les transferts de chaleur sont réduits sur l'ensemble des parois. La ventilation mécanique contrôlée optimise le renouvellement d'air pour le moins de déperditions possible. Selon l'orientation, la taille des baies, le mode de vie des occupants, les apports gratuits d'énergie peuvent représenter jusqu'à 20 % des besoins. Ils réduisent d'autant les besoins d'énergie.

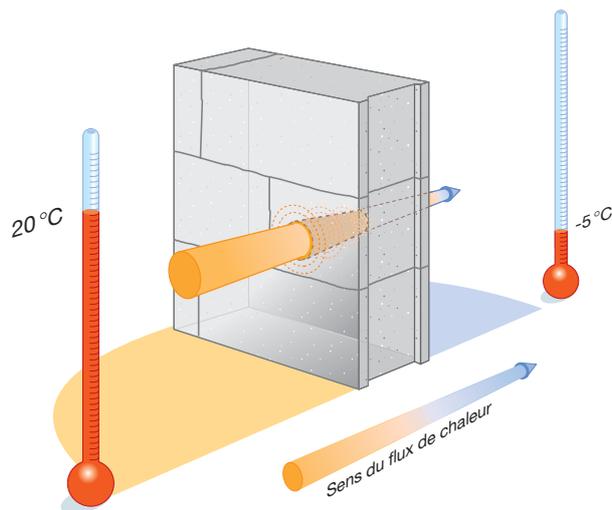




LES TRANSFERTS AU SEIN D'UNE PAROI

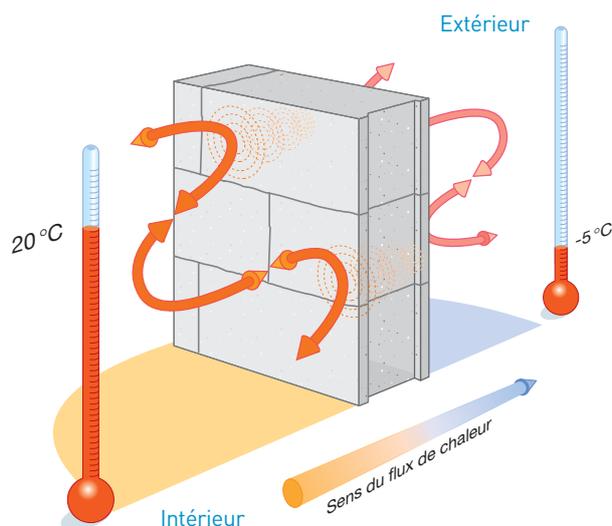
Les grands principes de la thermique et de ses modes de transmission associés – la conduction, la convection, le rayonnement – se retrouvent dans une paroi simple.

La conduction



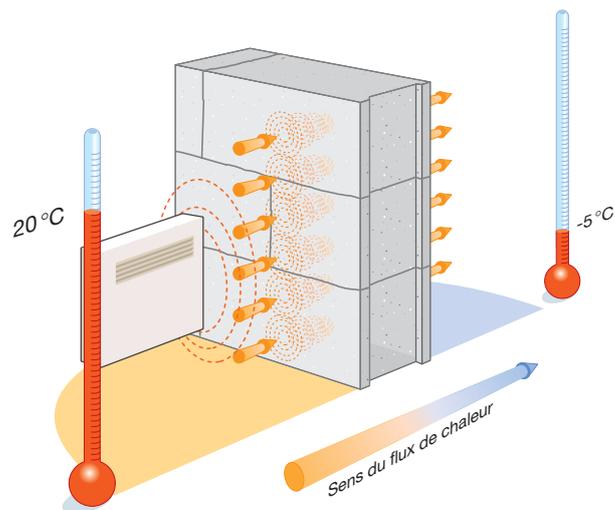
La conduction est la transmission d'énergie ou de chaleur par la matière même de la paroi (sa partie solide). On dit qu'une paroi conduit plus ou moins bien la chaleur selon sa résistance thermique.

La convection



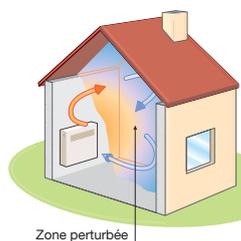
La convection est l'échange entre un corps gazeux et un autre corps, qu'il soit liquide, solide ou gazeux. Au niveau d'une paroi, c'est le mouvement de l'air provoqué quand la température de ce dernier est différente de celle de la paroi. Le local chauffé cède de la chaleur à la paroi par convection.

Le rayonnement

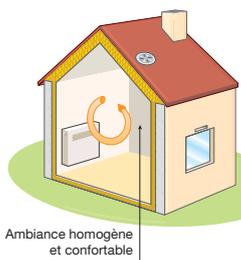


Le rayonnement se manifeste quand des corps chauds émettent des rayons porteurs d'énergie qui sont absorbés par d'autres corps et alors transformés en chaleur. Au niveau d'une paroi, le rayonnement se traduit par celui des émetteurs de chaleur cédant leur chaleur à la paroi.

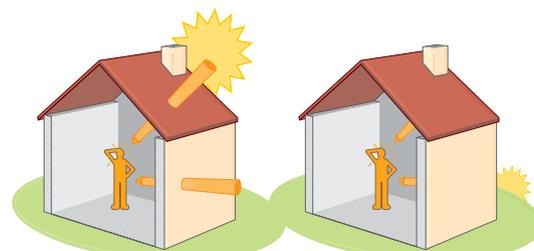
Illustration des principes de transfert thermique



A • L'existence de paroi à faible résistance thermique entraîne la création d'une zone perturbée par les courants de convection. La pièce chauffée cède de la chaleur à la paroi par convection (air en circulation), et par rayonnement des émetteurs de chauffage en particulier.



B • Les parois isolées permettent l'obtention d'une ambiance à température homogène, source de confort.



C • Même après rafraîchissement de l'air, les parois surchauffées pendant la journée sont cause d'une sensation d'oppression due au rayonnement calorifique.

LE TRANSFERT DE CHALEUR DANS UNE PAROI

Il n'est pas possible d'empêcher les transferts de chaleur, mais il est possible de les freiner fortement. Isoler, c'est associer aux parois des matériaux qui diminuent ces transferts de chaleur en augmentant leur résistance thermique.

La résistance thermique d'une paroi

1. Pour obtenir la résistance thermique de la paroi, il est nécessaire d'additionner les résistances des différents éléments qui la composent ainsi que les résistances superficielles internes et externes de la paroi (échanges avec l'air de l'ambiance intérieure et extérieure).

2. Dans une paroi isolée, chaque élément homogène qui la compose possède ses propres caractéristiques et propriétés thermiques.

3.

$$R = R_{\text{mur}} + R_{\text{laine}} + R_{\text{parement}} + \sum r_{\text{si}} \text{ et } r_{\text{se}}$$

$R_{\text{mur}} : \frac{\text{épaisseur mur}}{\lambda_{\text{mur}}}$ (selon nature et caractéristiques matériau)
 $R_{\text{laine}} : \frac{\text{épaisseur laine}}{\lambda_{\text{laine}}}$ (selon caractéristiques laine)
 $R_{\text{parement}} : \frac{\text{épaisseur parement}}{\lambda_{\text{parement}}}$ (selon nature et caractéristiques parement)
 $\sum r_{\text{si}} \text{ et } r_{\text{se}} : \text{résistances superficielles intérieure et extérieure}$ (selon nature paroi et sens du flux)

La somme des résistances thermiques des matériaux homogènes composant la paroi et les résistances superficielles intérieure et extérieure donne la résistance thermique totale de la paroi.

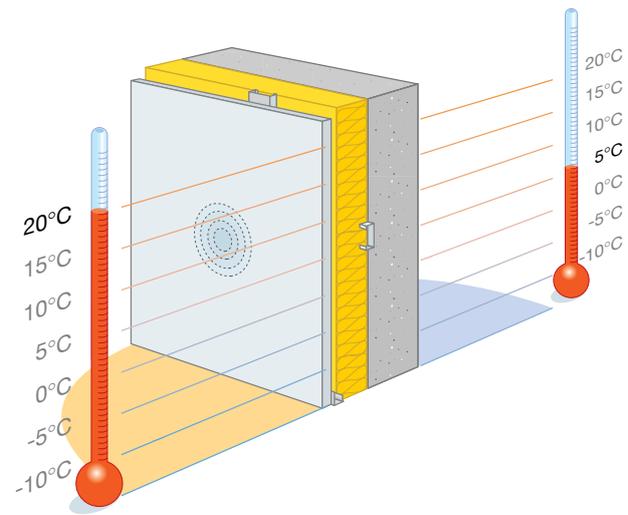
4.

$$R \text{ en } \text{m}^2.\text{K}/\text{W} = \sum R + r_{\text{si}} + r_{\text{se}}$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{mur}} + R_{\text{laine}} + R_{\text{parement}} + R_{\text{superficielles intérieure}} (r_{\text{si}}) \text{ et } R_{\text{superficielles extérieure}} (r_{\text{se}})$$

Plus la résistance cumulée au flux de chaleur R est grande, plus la paroi résiste à la transmission de chaleur et meilleur est son pouvoir isolant.

Résistance thermique d'une paroi



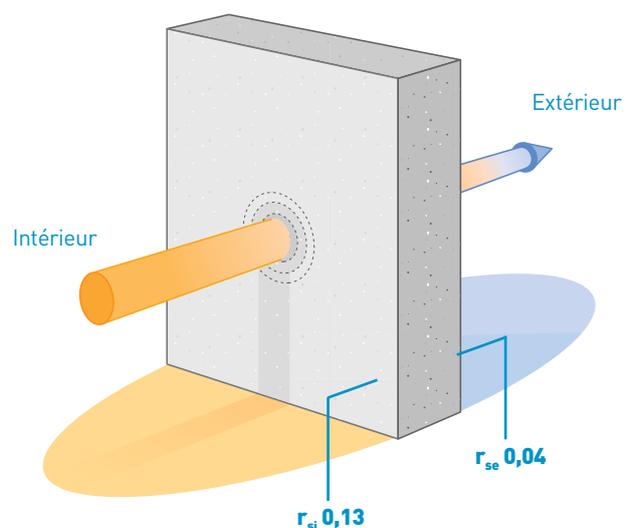
Nota : seules les résistances se cumulent, les λ ne s'additionnent pas.

Les résistances superficielles d'une paroi

Chaque paroi génère des résistances superficielles en fonction de sa nature et du sens du flux de chaleur.

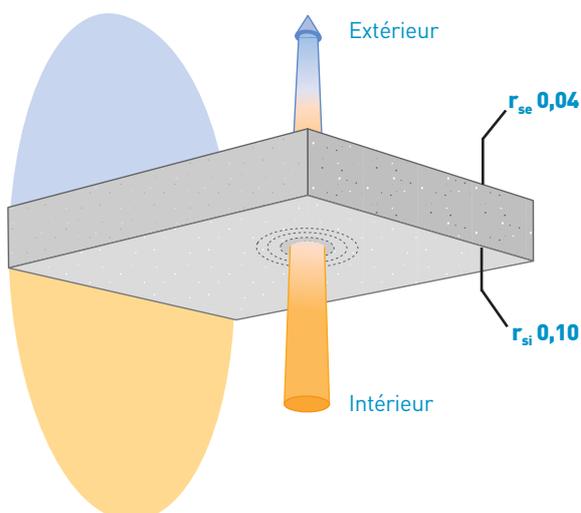
Conventionnellement admises dans les calculs thermiques d'un projet pour tenir compte des échanges thermiques par convection et rayonnement, côté extérieur et intérieur, ces résistances sont données selon les règles Th-U sur la base de normes européennes.

Résistances superficielles des parois verticales sur l'extérieur

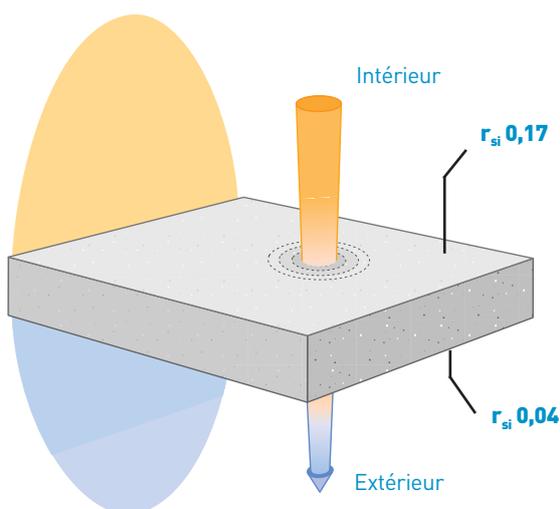


Parois verticales $\sum r_s = 0,17 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$

Résistances superficielles des parois horizontales



Flux ascendant $\Sigma r_s = 0,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$



Flux descendant $\Sigma r_s = 0,21 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Résistance superficielle (m². K/W)

	r_{si}	r_{se}	Σr_s
Paroi verticale	0,13	0,04	0,17
Paroi horizontale (flux ascendant)	0,10	0,04	0,14
Paroi horizontale (flux descendant)	0,17	0,04	0,21

Règles ThU CSTB

La résistance thermique des lames d'air

Dans une paroi ou un système constructif, une lame d'air **non ventilée** contribue à la performance thermique globale. Dans ce cas, les résistances associées en fonction de l'épaisseur de la lame d'air et du sens du flux de chaleur sont données selon les règles **Th-bât**.

Résistances thermiques de lames d'air non ventilées R (m². K/W)

Épaisseur de la lame d'air (mm)			
	Flux ascendant	Flux horizontal	Flux descendant
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,16	0,17	0,17
25	0,16	0,18	0,19
50	0,16	0,18	0,21
100	0,16	0,18	0,22
300	0,16	0,18	0,23

Ces valeurs correspondent à une température moyenne de la lame d'air de 10 °C.

Les valeurs intermédiaires peuvent être obtenues par interpolation linéaire.

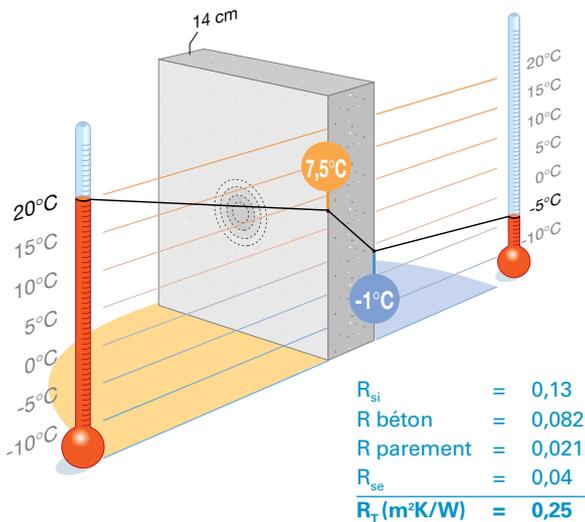
LE TRANSFERT DE CHALEUR DANS UNE PAROI

L'évolution de la température dans les parois

Lorsque la température de surface de la paroi intérieure est similaire à celle de l'ambiance, l'occupant ressent une sensation de confort. La paroi est sèche et saine. À l'inverse, lorsque la paroi est froide, l'écart de température entre l'air ambiant et cette paroi est important. L'occupant ressent un effet de paroi froide, de la condensation (eau contenue dans l'air) apparaît sur la paroi. Cette condensation nuit à la qualité et à la pérennité des murs et des ouvrages.

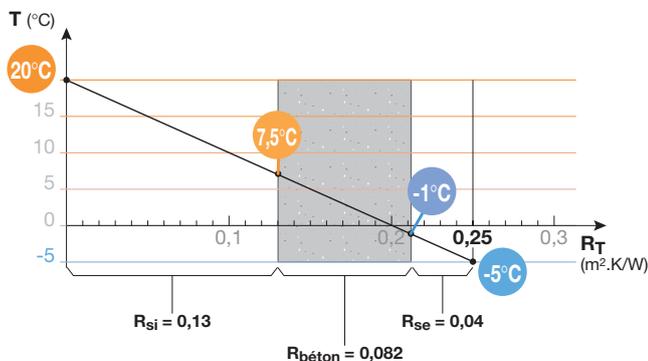
Outre le fait d'augmenter la résistance thermique d'une paroi, l'isolation permet de garantir un faible différentiel de température entre l'ambiance intérieure et la surface intérieure du mur. Plus cette différence est faible (3 °C de différence maximum), meilleure est la sensation de confort.

Chute de température dans une paroi non isolée

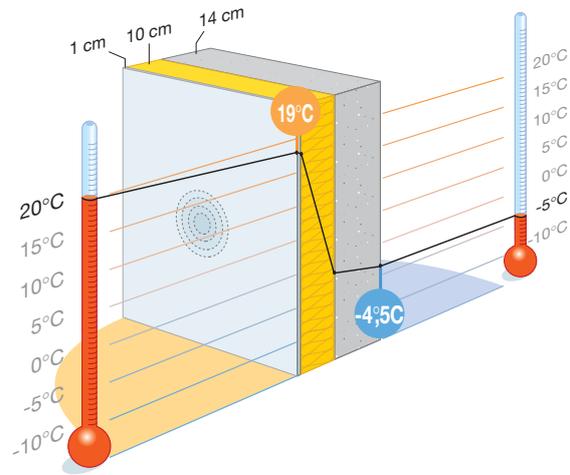


Profil des températures d'un mur nu

Température à la surface intérieure du mur de 7,5 °C, source d'inconfort, de point de rosée et de condensation.

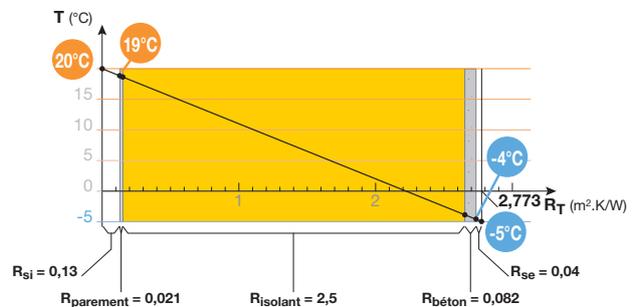


Chute de température dans une paroi isolée



Profil des températures : effet de l'isolation

Température à la surface intérieure de la paroi de 19 °C, source de confort, mur sain.



Pour une paroi d'épaisseur équivalente, les courbes du bas (contribution respective à la résistance thermique de chaque élément de la paroi) montrent comment la température chute selon qu'il y ait ou non un isolant qui s'oppose au transfert de chaleur du chaud vers le froid.



DEPERDITIONS THERMIQUES DANS UNE PAROI

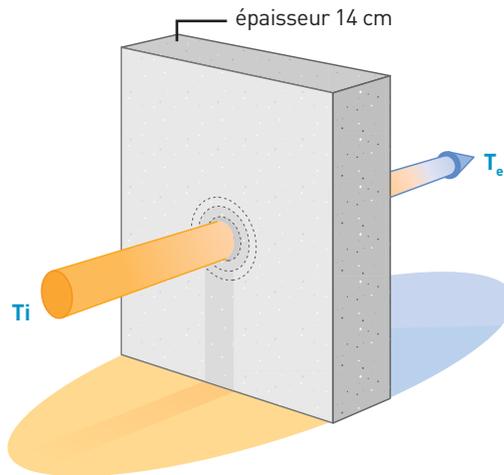
À l'inverse de la résistance thermique, le coefficient de transmission thermique surfacique d'une paroi en partie courante (déperdition) exprime le flux de chaleur qui passe à travers une paroi ayant une surface de 1 m², pour une différence de température de 1 °C entre les deux ambiances séparées par cette paroi : c'est le coefficient conventionnellement appelé **Uc**.

- La résistance totale de la paroi inclut la somme des résistances de la paroi + les résistances superficielles.
- Plus le coefficient **Uc** est grand, plus les déperditions de chaleur sont importantes. Plus il est petit, moins il y a de déperditions.

$$Uc \text{ (W/m}^2\text{.K)} = \frac{1}{\text{Résistance totale de la paroi}}$$

Uc = déperditions dans une paroi en partie courante homogène
 Up = déperditions dans une paroi avec ponts thermiques intégrés ou hétérogène

Mur en béton non isolé



$$R \text{ mur} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,14}{1,7^*} = 0,082$$

$$\text{Résistances d'échanges superficielles} = 0,17$$

$$R \text{ (m}^2\text{.K/W)} = 0,25$$

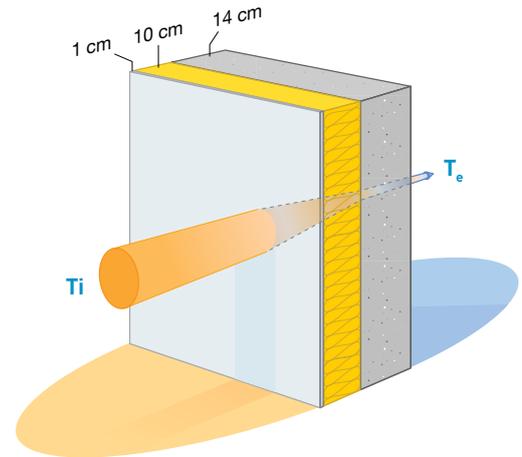
* λ béton = 1,7 W/(m.K).

λ Coefficient de transmission thermique Uc en partie courante

$$Uc = \frac{1}{0,25} = 4 \text{ (W/m}^2\text{.K)}$$

Pour 100 m² de paroi et pour 15 °C d'écart de température entre l'intérieur (20 °C) et l'extérieur (5 °C), les déperditions d'un mur béton de 14 cm non isolé sont de
4 W/(m².K) x 100 m² x 15 K = 6 000 W
 soit l'équivalent de 100 ampoules de 60 watts allumées en permanence.

Mur en béton, isolant laine de verre, parement en plâtre



$$R \text{ plâtre} : \frac{e}{\lambda} = \frac{0,01}{0,46^*} = 0,021$$

$$R \text{ laine « GR 32 100 mm »} = 3,15$$

$$R \text{ mur} = 0,082$$

$$\text{Résistances d'échanges superficielles} = 0,17$$

$$R \text{ (m}^2\text{.K/W)} = 3,42$$

Coefficient de transmission thermique Uc en partie courante

* λ plâtre = 0,46 W/(m².K).

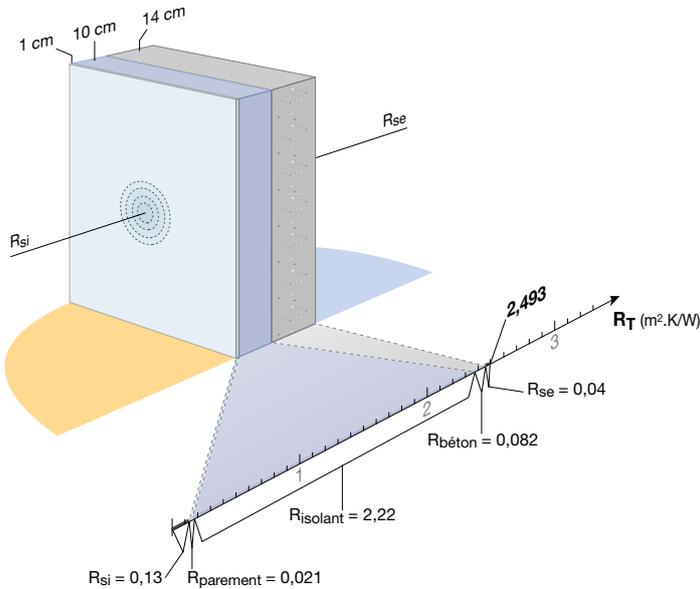
$$Uc = \frac{1}{3,42} = 0,29 \text{ (W/m}^2\text{.K)}$$

Pour 100 m² de paroi et pour 15 °C d'écart de température entre l'intérieur (20 °C) et l'extérieur (5 °C), les déperditions d'un mur béton de 14 cm isolé sont de
0,29 W/(m².K) x 100 m² x 15 K = 435 W
 soit 14 fois moins que le mur non isolé.

CHOISIR DES ISOLANTS PERFORMANTS COMME LES LAINES MINÉRALES

À épaisseur équivalente de paroi (25 cm), les principes de la thermique appliquée au bâtiment montrent qu'il est possible de faire varier de façon sensible la performance globale de la paroi (meilleure résistance thermique) en choisissant des isolants performants (faible conductivité thermique).

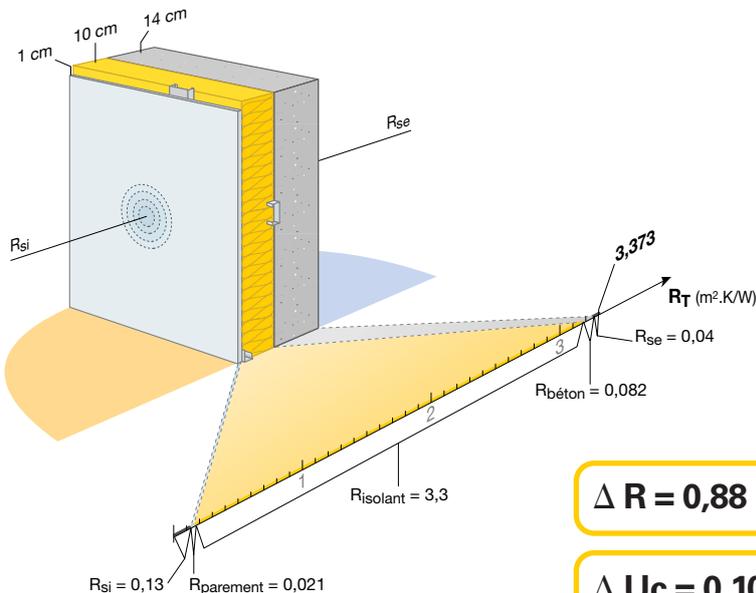
ISOLANT À $\lambda = 0,045$ (W/m.K)



R_{si}	= 0,13
R parement plâtre	= 0,021
R isolant : $0,10/0,045$	= 2,22
R béton	= 0,082
R_{se}	= 0,04
ΣR (m^2K/W)	= 2,493

Déperditions U_c :
 $1/R = 0,401 W/m^2.K$

ISOLANT LAINE DE VERRE À $\lambda = 0,032$ (W/m.K) (GR 32 REVÊTU KRAFT)



R_{si}	= 0,13
R parement plâtre	= 0,021
R isolant laine de verre GR 32	= 3,10
R béton	= 0,082
R_{se}	= 0,04
ΣR (m^2K/W)	= 3,373

Déperditions U_c :
 $1/R = 0,296 W/m^2.K$

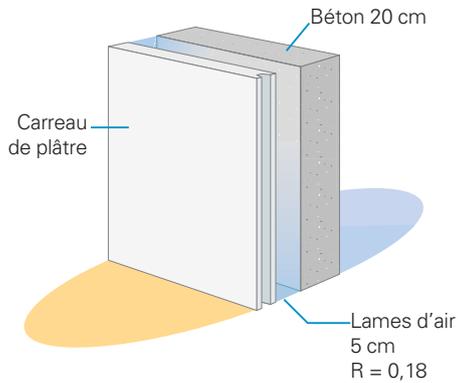
$\Delta R = 0,88$ ($m^2.K/W$)

$\Delta U_c = 0,105$ ($W/m^2.K$)

Soit + 35 % de résistance thermique en utilisant une laine de verre $\lambda = 0,032$ W/m.K. On a donc intérêt à choisir un isolant qui, à épaisseur égale, avec un niveau de conductivité thermique le plus bas possible, assure la résistance thermique la plus forte possible. Le GR 32, isolant en laine de verre, est donc particulièrement performant.

LAME D'AIR OU LAINE MINÉRALE : LE BON CHOIX

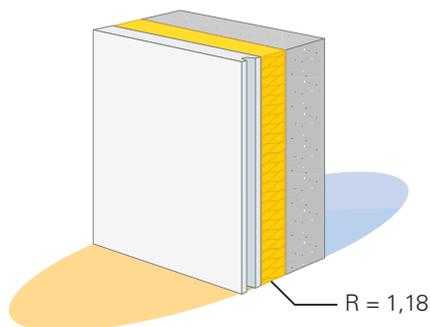
À épaisseur égale de la paroi totale, la solution la plus performante est bien celle qui consiste à remplir la lame d'air avec un isolant. C'est aussi la garantie de mettre en œuvre une paroi où les phénomènes de convection seront les plus réduits possible.



R superficielle interne	= 0,13
R carreaux de plâtre	= 0,11
R lame d'air non ventilée d'épaisseur 50 mm	= 0,18
R béton	= 0,11
R superficielle externe	= 0,04

Résistance totale = **0,57 m².K/W**

La résistance de la lame représente 31 % du total.



En remplaçant la lame d'air par une laine de verre de 45 mm d'épaisseur $\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$, la résistance totale est augmentée de 1 et devient

1,57 m².K/W

$$R_{\text{laine}} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,045}{0,038} \approx 1,18 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

La résistance de la laine de verre représente 75 % du total. La laine de verre remplissant la lame d'air multiplie par 2,75 la résistance thermique de la paroi.



À SAVOIR

- Choisir par définition un isolant dont le coefficient de conductivité thermique λ est le plus faible possible.
- Choisir un isolant à base de laine minérale car elle emprisonne l'air et apporte la meilleure contribution pour une isolation performante.
- Choisir un isolant à base de laine minérale aux performances acoustiques sans égales.

LE TRANSFERT DE CHALEUR DANS UNE PAROI

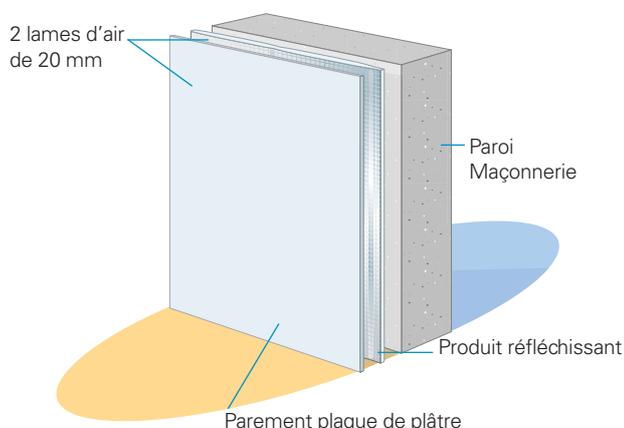


DEPERDITIONS THERMIQUES ET PRODUITS REFLECHISSANTS

Calcul des performances des produits réfléchissants

Les performances thermiques des systèmes intégrant des produits réfléchissants sont calculables. Les résultats des calculs sont en accord avec les mesures lorsque l'on prend en compte simultanément les trois modes de transfert de chaleur : conduction, convection et rayonnement.

Principe en paroi courante



Les produits réfléchissants sont disposés verticalement dans une cavité avec deux lames d'air de 20 mm de part et d'autre, selon les recommandations du CSTB (note GS 20, mai 2004, page 38).

HYPOTHÈSE DE CALCUL

température de surface	face froide	T1	0 °C
	face chaude	T2	20 °C
émissivité	parois	eb	0,90
	surfaces	er	0,16 ou 0,12
épaisseur des lames d'air			≥ 20 mm
épaisseur du produit réfléchissant			7 ou 14 mm

Le résultat du calcul de résistance thermique du système (produit réfléchissant et lames d'air) est différent selon que le transfert par convection est pris en compte ou non.

TRANSFERT DE CHALEUR PAR CONDUCTION, CONVECTION ET RAYONNEMENT

	Déperditions U _c
avec un produit réfléchissant de 7 mm R _{système} = 1,04 m ² .K/W	0,96 W/m ² .K
avec un produit réfléchissant de 14 mm R _{système} = 1,25 m ² .K/W	0,80 W/m ² .K

Rapport d'études : Physibel rapport 9710 A.

Déperditions comparées : produit mince réfléchissant et doublage isolant

Exemple

Si l'on compare les U_p (déperditions totales tenant compte des ponts thermiques intégrés), la performance d'un produit mince réfléchissant est largement conditionnée :

- par l'existence de lames d'air continues et non ventilées de part et d'autre ;
- par la pose tendue du film réfléchissant ;
- par le maintien de l'émissivité dans le temps ;
- par la prise en compte du risque de condensation dû au choix de l'emplacement et de la nature du film dans la paroi.

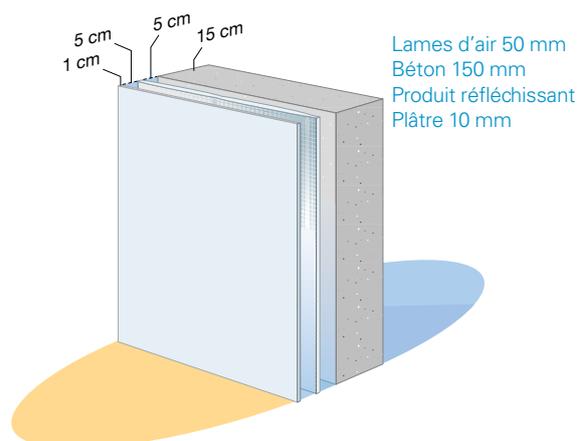
L'émissivité* est la propriété qu'a un matériau d'émettre de la chaleur. C'est un coefficient sans dimension compris entre 0 et 1, par exemple une feuille d'aluminium ε = 0,05.

L'émissivité est une caractéristique physique de surface d'un matériau. Elle dépend de son état de surface, de sa couleur et du fait qu'elle soit en contact (en échange) avec l'air.

Plus le coefficient d'émissivité d'un matériau est faible, moins il transmet de flux de chaleur par rayonnement. Exemple d'un doublage ayant un encombrement identique de 120 mm, l'un avec produit réfléchissant et ses deux lames d'air requises, l'autre avec isolant traditionnel.

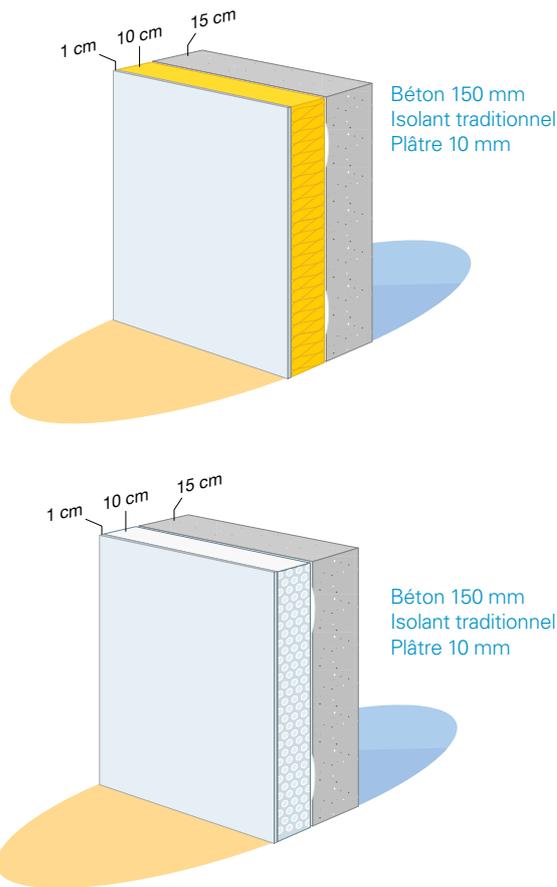
*La faible émissivité est une propriété de réflexion dans le rayonnement infrarouge thermique. Ce n'est pas parce qu'un matériau est brillant (il réfléchit la lumière) qu'il réfléchit les infrarouges thermiques.

AVEC UN SYSTÈME INTÉGRANT UN PRODUIT RÉFLÉCHISSANT



	U _c	R _{système}
Produit réfléchissant d'épaisseur 10 mm	0,63 W/m ² .K	1,58 m ² .K/W
d'épaisseur 14 mm	0,59 W/m ² .K	1,69 m ² .K/W

AVEC UN DOUBLAGE ISOLANT TRADITIONNEL



La performance dépend de la conductivité thermique du produit.

$$R_{\text{paroi}} = 0,12^* + R_{\text{isolant}} + R_{\text{se}} + R_{\text{si}}$$

	R_{isolant}	R_{paroi}	U_c
isolant avec $\lambda = 0,038$	2,63 m ² .K/W	2,92 m ² .K/W	0,34 W/(m ² .K)
isolant avec $\lambda = 0,036$	2,78 m ² .K/W	3,07 m ² .K/W	0,32 W/(m ² .K)
isolant avec $\lambda = 0,032$	3,12 m ² .K/W	3,41 m ² .K/W	0,29 W/(m ² .K)
isolant avec $\lambda = 0,028$	3,57 m ² .K/W	3,86 m ² .K/W	0,26 W/(m ² .K)
isolant avec $\lambda = 0,025$	4,0 m ² .K/W	4,29 m ² .K/W	0,23 W/(m ² .K)

*où 0,12 = $R_{\text{béton}} + R_{\text{plâtre}}$

$$R_{\text{paroi}} = R_{\text{béton}} + R_{\text{plâtre}} + R_{\text{si}} + R_{\text{se}} \text{ (où } R_{\text{si}} + R_{\text{se}} = 0,17)$$

On suppose le cas d'un flux horizontal.

Conclusion : les déperditions en partie courante sont supérieures pour le système intégrant un produit réfléchissant.

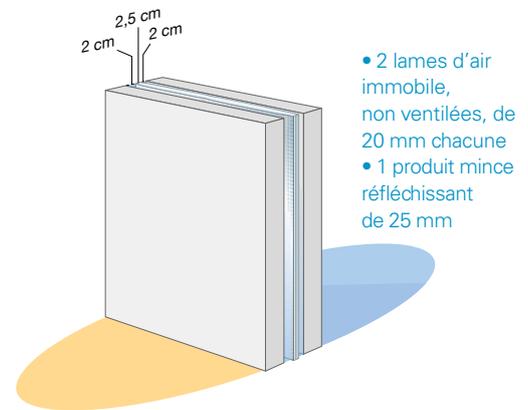
Déperditions comparées : produit mince réfléchissant et système isolant sous ossature

Les déperditions U_p sont largement supérieures avec le système intégrant un produit mince réfléchissant, comparé avec le système Optima et un isolant revêtu kraft. La contribution de l'alu dans le système Optima (avec isolant revêtu kraft alu) est de 8,5 %. La laine minérale assure à elle seule l'essentiel de la performance.

PRODUIT MINCE RÉFLÉCHISSANT

Configuration

Isolant 25 mm d'épaisseur – Résistance thermique intrinsèque : $R = 0,75 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ – surfacé sur chaque face d'un revêtement peu émissif : $\epsilon = 0,05$



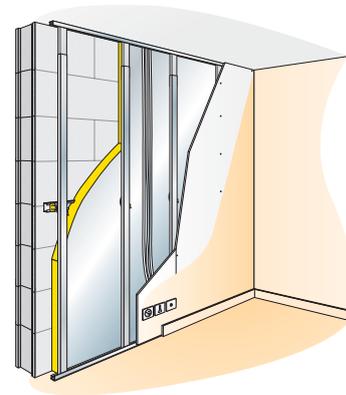
- 2 lames d'air immobile, non ventilées, de 20 mm chacune
- 1 produit mince réfléchissant de 25 mm

Dans le meilleur des cas $U_p = 0,48 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$
si une seule lame d'air : $U_p = 0,71$
Calculs réalisés selon norme EN ISO 10211

SYSTÈME OPTIMA AVEC ISOLANT GR 32 ROULÉ REVÊTU KRAFT ALU

Configuration

Isolant GR 100 mm d'épaisseur, revêtu sur une face d'un revêtement alu peu émissif : $\epsilon = 0,05$ (mesuré avant et après vieillissement par le CSTB). Mise en œuvre dans le système Optima en murs avec lame d'air 18 mm.



$U_p = 0,260 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$

Soit un gain de 8,5 % par rapport à la même solution avec un isolant GR revêtu kraft ($U_p = 0,285$).

LE POINT OFFICIEL SUR LES PRODUITS MINCES RÉFLÉCHISSANTS

Le GS 20 et le CSTB font le point sur les produits réfléchissants

Le Groupe Spécialisé « produits et procédés spéciaux d'isolation » (GS 20) de la Commission chargée de formuler les Avis techniques a rédigé, en 2004, une note d'information à l'attention des prescripteurs, entreprises, artisans et particuliers dans l'attente des premiers avis techniques sur les produits minces réfléchissants. En effet, selon les experts du GS 20, les produits minces réfléchissants présentent des caractéristiques thermiques de mise en œuvre particulières qu'il convient de bien connaître pour éviter de sérieuses déconvenues.

Les produits minces réfléchissants connaissent un développement important depuis 1980, mais nombreux sont les particuliers et les professionnels qui achètent ces produits en méconnaissance de leurs performances réelles en œuvre et des dommages qui peuvent affecter certains ouvrages (ossature bois, charpente, chape flottante) en cas de pose inadaptée.

C'est pourquoi les experts techniques du GS 20 ont estimé nécessaire de rédiger une note d'information à destination des utilisateurs de ces produits pour préciser leurs performances et leurs conditions de mise en œuvre.

RÉSISTANCE THERMIQUE

En l'état des connaissances et des essais réalisés en Amérique du Nord et en Europe, ces produits sont susceptibles d'apporter un complément d'isolation modeste aux parois des bâtiments dans les fourchettes suivantes de résistance thermique, exprimée en $m^2.K/W$, suivant l'ouvrage et le mode de pose adopté :

R = 0,1 à 0,4 $m^2.K/W$ pour une pose directe sans lame d'air en plancher ;

R = 0,2 à 1 $m^2.K/W$ pour pose avec réservation d'une lame d'air en mur et toiture ;

R = 0,3 à 1,7 $m^2.K/W$ pour une pose avec réservation de deux lames d'air non ventilées.

Cette résistance s'ajoute à celle du support (0,3 $m^2.K/W$ environ pour un mur en parpaing creux). Pour mémoire,

les niveaux moyens de résistance thermique des parois des constructions neuves doivent être très supérieurs. Ils varient de 2 pour planchers à 4 $m^2.K/W$ selon la paroi et la zone climatique.

POSE ET LAME D'AIR

Plus les lames d'air sont ventilées, plus la performance thermique diminue. Un jour d'un millimètre de largeur suffit pour la faire chuter. Qui plus est, la circulation d'air dépose un film de poussières qui réduit encore davantage la performance thermique.

PERMÉABILITÉ À LA VAPEUR D'EAU

Sauf exception, ces produits sont très étanches à la vapeur d'eau en provenance de l'intérieur des logements. Ils peuvent donner lieu à des condensations importantes comme une vitre s'ils sont posés sans précautions particulières, par exemple directement sous les tuiles d'un toit ou du côté extérieur d'une ossature en bois ou en métal. Avec le temps, l'accumulation d'humidité pourra provoquer le pourrissement du bois ou la corrosion du métal.

APPLICATION SOLS

L'utilisation de ces produits en sous-couche de chape rapportée sur un plancher impose de vérifier que le fabricant a fait procéder aux essais établissant que son produit présente une résistance à l'écrasement suffisante, conformément à la norme NF P 61-203. Si ce n'est pas le cas, il est fort probable que la chape se fissurera par la suite.

Ces produits nécessitent donc une mise en œuvre très soignée et de prendre des précautions en fonction de leurs caractéristiques et de l'utilisation qui en est faite. Les Avis techniques qui seront prochainement formulés préciseront le domaine d'emploi et les prescriptions de mise en œuvre à respecter pour des produits aux caractéristiques dûment vérifiées.

La commission « Contrôle et prévention » (C2P) du CSTB a transmis cette note aux assureurs. L'intégralité du document est disponible sur le site Internet du CSTB, www.cstb.fr



LES PONTS THERMIQUES

En thermique appliquée au bâtiment, on ne peut pas limiter son attention aux flux de chaleur des parois en partie courante (Uc). Il est également nécessaire de tenir compte, d'une part, des ponts thermiques intégrés à la paroi et, d'autre part, des ponts thermiques de liaison (planchers, refends) qui constituent des points singuliers de la construction générant des fuites de chaleur ou déperditions thermiques.

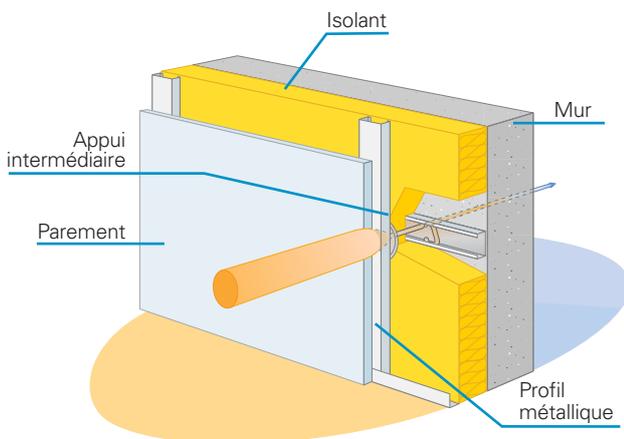


LES PONTS THERMIQUES INTEGRES

Une paroi est presque toujours composée de plusieurs composants assemblés entre eux, par collage, vissage ou assemblage mécanique. Il est nécessaire de prendre en compte ces assemblages ou ponts thermiques intégrés. À l'inverse, lorsque deux parois se rencontrent, il s'agit de ponts thermiques structuraux.

Ajoutés au **Uc**, les ponts thermiques intégrés permettent de calculer le coefficient de déperdition ou transmission thermique **Up** d'une paroi ou d'un système. Ils sont ramenés à une unité de surface de paroi.

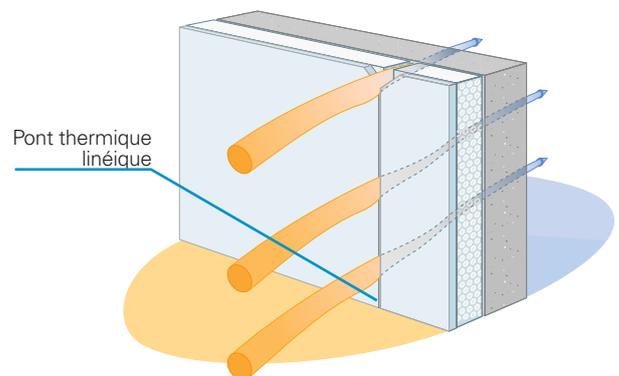
Les ponts thermiques ponctuels correspondent à des éléments de construction ponctuels intégrés à la paroi et susceptibles d'entretenir un flux de chaleur ou une déperdition.



Exemple de la cause d'un pont thermique ponctuel.
L'appui intermédiaire servant d'entretoise entre la fourrure verticale et le mur.

Nommé χ (**ki**) et exprimé en **W/K** (Watt par 1 °K d'écart), un pont thermique ponctuel est le flux de chaleur passant au travers d'un point singulier pour une différence de 1 °C entre les deux ambiances.

Les ponts thermiques linéiques correspondent à des éléments ou liaisons continus dans la construction d'une paroi et sont susceptibles d'entretenir un flux de chaleur ou une déperdition.



Nommé ψ (**psi**) et exprimé en **W/m.K.**, un pont thermique linéique est le flux de chaleur passant au travers d'un mètre linéaire pour une différence de 1 °C entre les deux ambiances.

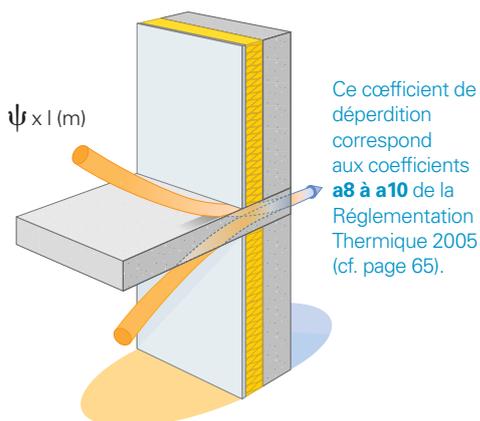


LES PONTS THERMIQUES DE LIAISON STRUCTURELS

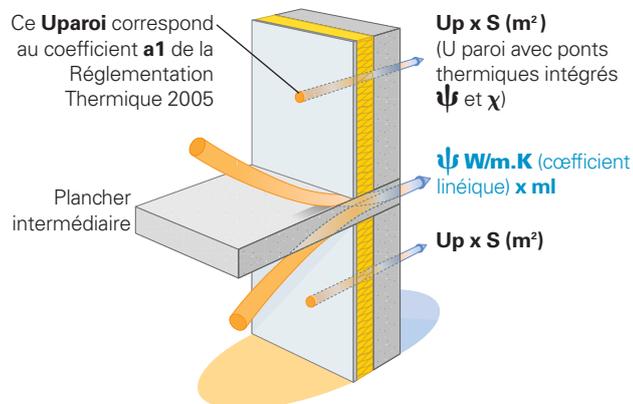
Les déperditions dues aux liaisons structurelles contribuent au calcul des déperditions surfaciques au stade de la définition du calcul du total des déperditions du bâtiment : **Ubât projet**. C'est aussi un coefficient linéique ψ . Les ponts thermiques correspondent aux liaisons, le plus souvent structurelles, planchers refends, angles, fenêtres-parois, etc. Leurs valeurs sont données dans les **règles ThU** ou par calcul.

L'intégration des ponts thermiques de liaison dans le calcul du **Ubât** correspond à la moyenne pondérée des déperditions thermiques de l'ensemble des parois d'un bâtiment. Le **Ubât** permet d'exprimer de façon synthétique la performance globale d'un bâtiment pour 1 m² de paroi (cf. chapitre réglementation thermique page 63).

Le pont thermique de liaison est calculé en fonction de sa longueur et est ramené à une surface de paroi.



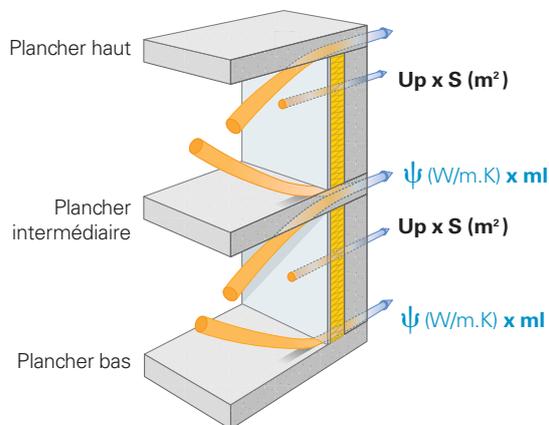
Les ponts thermiques de liaison s'ajoutent aux déperditions surfaciques Up



$U_{paroi} = \text{coefficient } U_c + \text{ponts thermiques intégrés } \chi \text{ et } \psi$
La valeur ψ est fonction des matériaux, de leur épaisseur et du type de jonction. Elle peut être égale à 0 lorsqu'il y a continuité de l'isolant (voir règles ThU).

Affectation des ponts thermiques

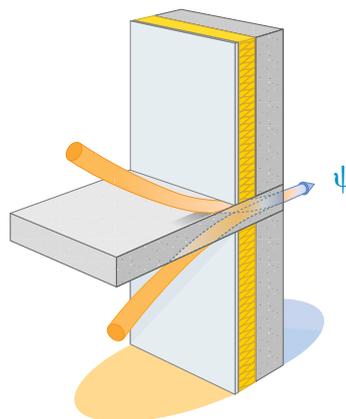
Les ponts thermiques doivent être affectés à chaque paroi et à chaque fonction (toiture, refend, plancher...). Ils doivent être répertoriés et ajoutés aux déperditions de la paroi.



LES VALEURS DE PONTS THERMIQUES SONT DIFFÉRENTES SELON LES TRAITEMENTS DE CES DERNIERS

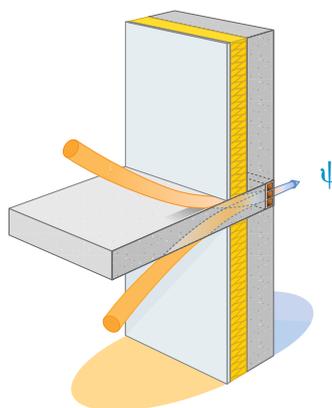
Valeur du pont thermique

Exemple : refend ou plancher qui pénètre dans le mur (ép. = 20 cm)



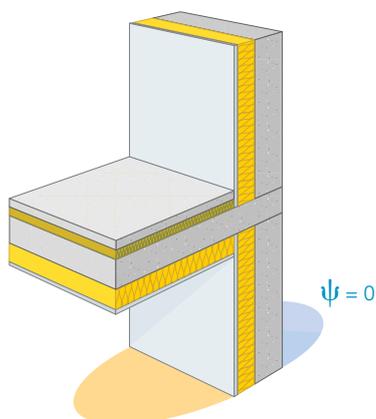
Diminution du pont thermique

Exemple : briques alvéolées en about de dalle.



Suppression du pont thermique

Exemple : calfeutrement complet mur et plancher grâce à une continuité totale de l'isolation thermique.



Le coefficient ψ s'exprime en **W/m.K**.
(watt par mètre linéaire pour 1 °C d'écart de température).



LE TRAITEMENT DES PONTS THERMIQUES

Pour éviter la discontinuité de l'isolant, deux traitements peuvent être envisagés (intérieur ou extérieur), tout en sachant que la construction à ossature poteau-poutre intégrant l'isolant dans la paroi minimise les ponts thermiques.

■ L'isolation par l'extérieur

L'isolation par l'extérieur consiste à envelopper le bâtiment d'un manteau isolant. Dans l'existant, une isolation par l'extérieur peut être envisagée lors d'une réhabilitation totale ou un ravalement de façade, après avoir consulté les règles d'urbanisme de la commune. À défaut d'isoler tout le bâtiment par l'extérieur, isoler les murs pignons exposés au vent et aux intempéries est toujours intéressant thermiquement. Une isolation par l'extérieur doit tenir compte des caractéristiques et des exigences de façade, ainsi que des points singuliers (fenêtres, portes...). Elle nécessite une réalisation scrupuleuse de la continuité thermique, notamment portes, fenêtres, balcons. Si ce n'est pas le cas, elle est alors inefficace. Elle doit par ailleurs être mise en œuvre selon les Avis Techniques des systèmes.

■ L'isolation par l'intérieur

La « boîte dans la boîte », particulièrement adaptée aux parements en plaques de plâtre et aux dalles flottantes, offre à la fois une très bonne isolation thermique et une très bonne isolation acoustique aux bruits aériens et aux bruits d'impact. Des solutions de bon sens permettent de traiter efficacement les ponts thermiques de liaison par une isolation par l'intérieur.

↘ L'isolation des sols

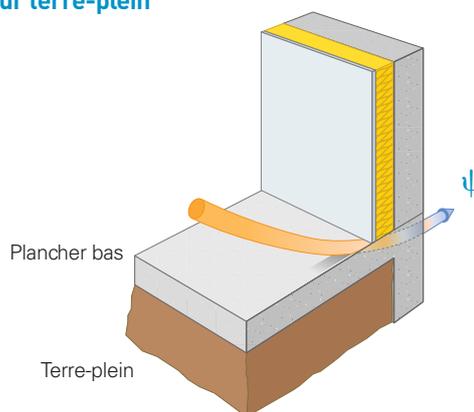
Le pont thermique inclut toutes les déperditions par le sol. Celles-ci se calculent en multipliant ψ par le périmètre l du terre-plein.

$$D_{\text{sol}} = \psi \cdot l$$

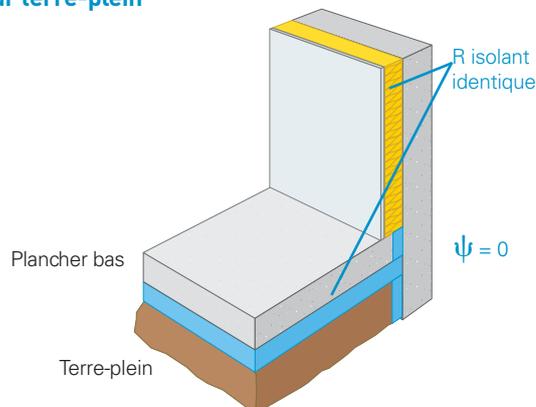
La valeur ψ dépend :

- du niveau du plancher par rapport au sol extérieur ;
- de la résistance thermique de l'isolant et de sa pose en périphérie ou sur toute la surface.

Sur terre-plein



Sur terre-plein



La désolidarisation de la dalle porteuse est assurée par une isolation continue.

LES PONTS THERMIQUES

Sur vide sanitaire, cave ou local non chauffé

Les déperditions dues au sol (de surface S et de périmètre l) comprennent les déperditions surfaciques : $U_c \times S$ et les déperditions linéiques : $\psi \times l$.

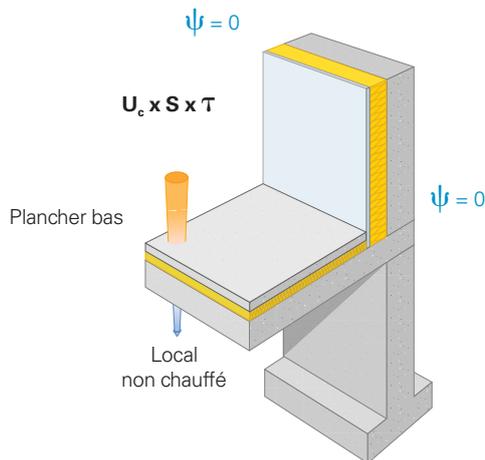
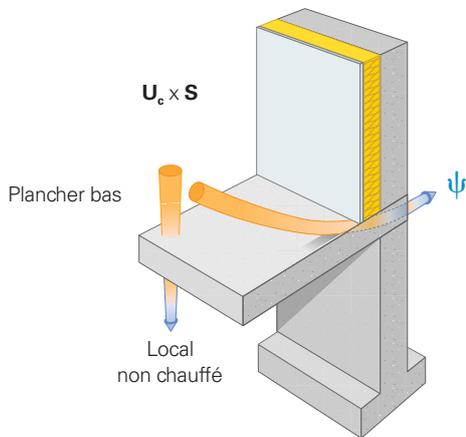
Déperdition due au sol

$$U_{\text{sol}} = U_c \cdot S + \psi \cdot l$$

L'isolation se traite sous, dans ou sur la dalle :

- isolant en sous-face de plancher ;
- isolant hourdis entre poutrelles ;
- isolant en dalle flottante.

La valeur U dépendra de l'importance de la liaison.

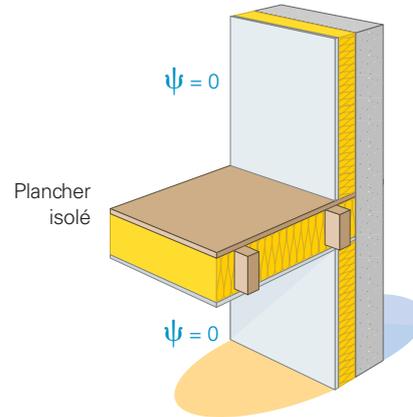


La chape flottante désolidarisée supprime les ponts thermiques.

L'isolation des planchers d'étage

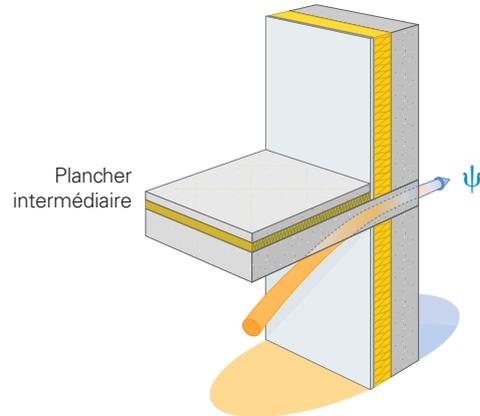
Avec plancher bois

L'isolation est intégrée à la paroi plancher, il n'y a pas de fuite thermique, ou faible selon le montage.



Avec plancher béton

Avec dalle flottante pour assurer la continuité de l'isolant à la jonction.

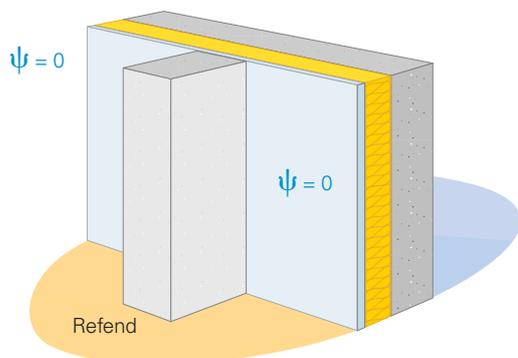
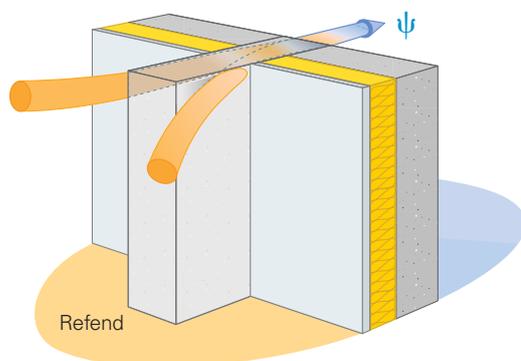


La chape flottante permet de supprimer le pont thermique en rive de plancher. Le pont thermique en rive de plafond subsiste. Dans le cas de chauffage par le sol, l'isolant en sous-face de la chape limite les pertes de calories.

↳ L'isolation des refends ou cloisons

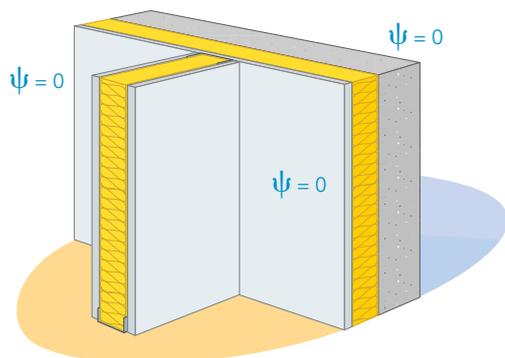
Refend

Les ponts thermiques dépendent de la liaison des deux murs (hauteur d'étage commune).



Cloison légère

La cloison de séparation est montée indépendamment du gros œuvre.

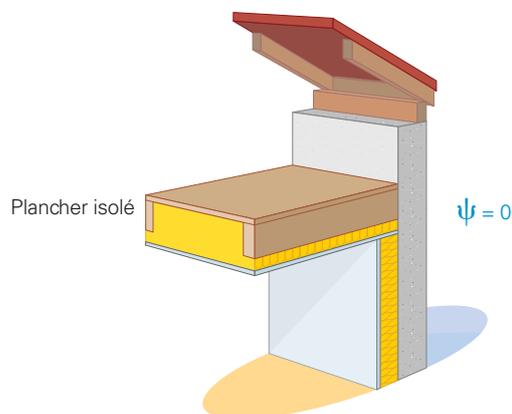


Désolidariser le refend ou utiliser des cloisons légères minimise les ponts thermiques.

↳ L'isolation de la toiture

Avec charpente bois

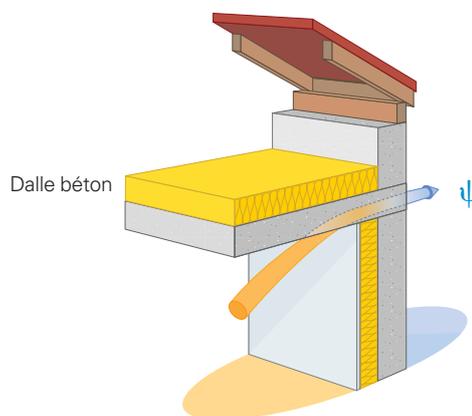
L'isolation est intégrée dans la paroi plafond, il n'y a pas de fuite thermique.



L'isolation intégrée dans la paroi supprime les ponts thermiques. Le plafond est réalisé par un parement plâtre ou bois. L'étanchéité à l'air de la liaison isolant du mur-plancher doit être réalisée avec soin.

Avec dalle béton

Les plafonds réalisés avec des dalles béton favorisent les ponts thermiques qui ne peuvent être supprimés.



LES BONS RÉFLEXES

Dans la réglementation thermique, la seule valeur utile pour exprimer les déperditions thermiques est le coefficient **Up**. Il permet d'être comparé avec les valeurs références réglementaires en fonction des zones climatiques pour chaque type de paroi.

- Concevoir des systèmes constructifs de liaisons de parois minimisant les ponts thermiques structurels.
- Choisir un isolant ou un système offrant un U_{paroi} le plus faible possible.
- Choisir des solutions à base de système présentant une mise en œuvre facilement maîtrisable pour garantir un niveau de performance in situ très proche des valeurs calculées en laboratoire.
- Assurer le remplissage des vides d'air de la construction et assurer la continuité thermique de l'isolant.

À RETENIR

Enjeux et recommandation pour l'isolation des parois.

4 enjeux :

- empêcher la chaleur de passer à travers les parois ;
- bien tirer partie de la chaleur du soleil ;
- garantir un bon confort thermique été comme hiver ;
- offrir une performance énergétique durable.

4 recommandations :

- très bien isoler la toiture, les murs et le sol ;
- choisir des vitrages et des menuiseries performants ;
- limiter les ponts thermiques ;
- adopter une conception bioclimatique.





LE TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU ET D'EAU DANS UNE PAROI

Dans un bâtiment, le bon niveau de température intérieure et l'hygrométrie sont des points cruciaux pour le confort. Cependant, le taux d'humidité peut aussi affecter l'enveloppe du bâtiment, soit sur sa face intérieure, soit en traversant les murs eux-mêmes. Des dégâts peuvent apparaître dans les pièces trop humides et froides. La différence de température entre partie isolée et partie non isolée suppose que des courants de convection sont plus importants au contact des surfaces ou des points les plus froids. Il en résulte des traces de poussières ou des spectres de moisissure plus rapides à ces endroits.

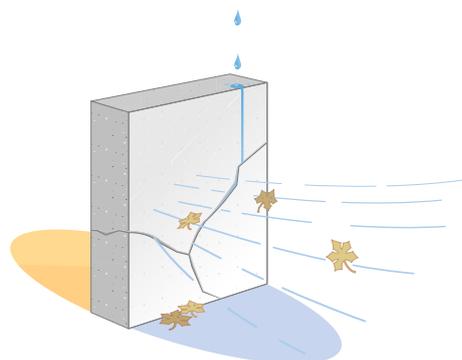
Il est important de ne pas confondre les différents types de transfert d'humidité dans une construction et de dissocier **les transferts d'eau sous forme liquide des transferts d'eau sous forme de vapeur d'eau**. Les causes d'humidité dans une construction sont multiples mais elles ne sont jamais le fait d'une isolation conçue et posée correctement : **nous verrons que ventiler est une nécessité absolue** (cf. page 52).

Le transfert d'humidité et de vapeur d'eau peut se faire à partir :

■ de l'extérieur :

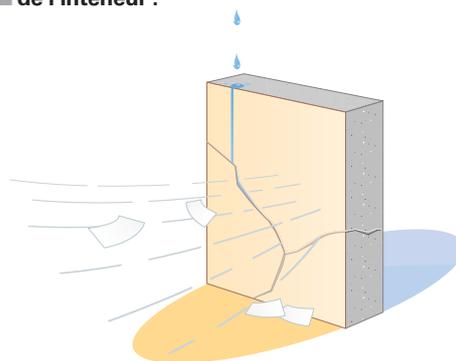


- pluie, neige poudreuse.



- fuites et courants d'air dans les joints et fissures des murs.

■ de l'intérieur :



- fuites et courants d'air dans les joints et fissures des murs.



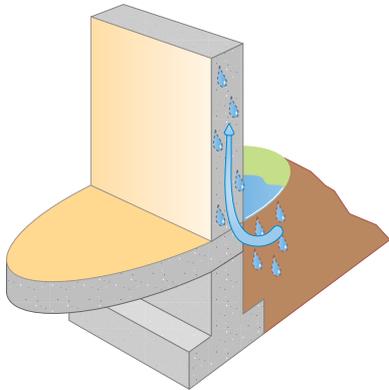
- production de vapeur d'eau due à la température, à l'usage du local, à l'activité humaine.

LE TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU ET D'EAU DANS UNE PAROI



LE TRANSFERT D'EAU SOUS FORME LIQUIDE

L'humidité ascensionnelle



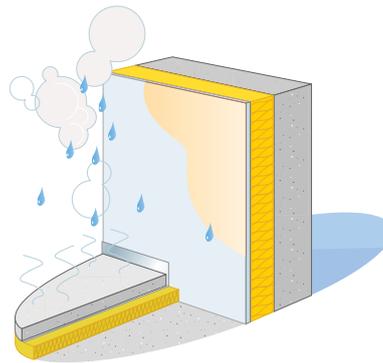
L'humidité par capillarité est principalement due à une coupure d'étanchéité inadéquate, détériorée ou tout simplement inexistante. Dans certains cas, la capillarité des murs permet à l'humidité de monter jusqu'à 1,5 m de hauteur.

L'humidité traversante



L'humidité traversante constitue un autre problème important : l'eau pénètre à travers les murs le long des joints de la construction, surtout sur les façades exposées à la pluie. Les murs extérieurs sont humides en permanence et au moindre pont de mortier ou élément homogène les traversant, l'eau s'infiltrerait inexorablement et finirait par apparaître sur le mur intérieur.

L'humidité pendant la construction



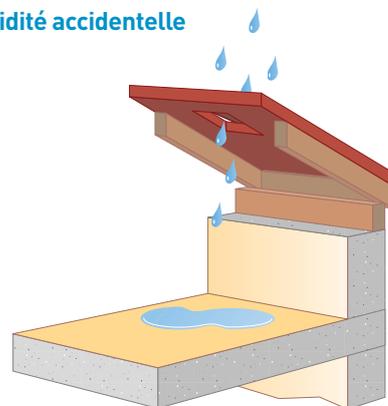
Une construction à peine terminée peut contenir jusqu'à plusieurs dizaines de litres d'eau (mortier, plafonnage, briques, chape...). Avant d'entamer les travaux de finition (peinture, pose du plancher...), il faut d'abord bien aérer et chauffer les lieux jusqu'à ce que la majeure partie de l'humidité de construction se soit évaporée.

L'humidité interne à l'habitation



Les occupants émettent eux-mêmes ou par leurs occupations de l'humidité : transpiration, respiration, vapeur dans la salle de bains, ménage, cuisine... Il est nécessaire de veiller à toujours maintenir une ventilation suffisante.

L'humidité accidentelle



Une infiltration accidentelle peut se produire, par exemple à travers la toiture. Elle est souvent causée par des tuiles instables ou que le vent a déplacées. Même des voitures éclaboussant fréquemment un mur, en roulant dans une flaque d'eau, constituent une source d'infiltration accidentelle.



LE TRANSFERT D'EAU SOUS FORME DE VAPEUR D'EAU

L'eau se présente sous trois états : liquide, solide ou gazeux. Si l'on refroidit suffisamment l'eau, elle passe en phase solide (glace). Si on la réchauffe, elle passe en phase gazeuse (vapeur d'eau).

↳ L'humidité relative

L'humidité de l'air est exprimée en pourcentage, rapport de pression de vapeur d'eau et de pression dite saturante. Quand il y a 50 % d'humidité dans l'air, cela signifie que dans un volume d'air d'un mètre cube, la masse de vapeur d'eau contenue dans cet air est à la moitié de celle qui pourrait être contenue à la pression de vapeur d'eau saturante.

Quand la quantité de vapeur d'eau dans l'air reste constante mais que la température baisse, l'humidité relative atteint à un certain moment le taux de 100 %. C'est ce que l'on appelle la saturation. Si la température continue à baisser, la vapeur se transforme en gouttelettes. Le point de rosée correspond à la température à laquelle la vapeur d'eau contenue dans l'air commence à se condenser. Celle-ci se condense tout d'abord sur les surfaces les plus froides comme les fenêtres, mais aussi sur un mur intérieur plus froid que le reste de la pièce en raison d'une isolation mal posée ou inexistante.

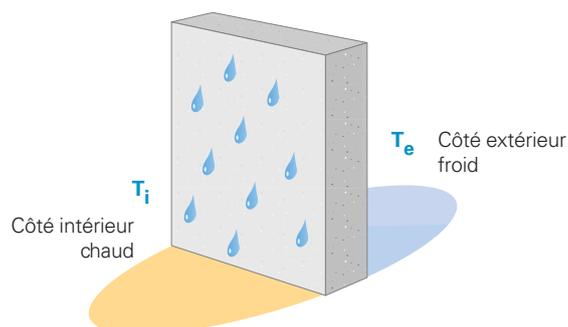
La vapeur d'eau peut être exprimée en quantité d'eau par kg d'air sec.

$$HR = \frac{m \text{ vapeur (g/m}^3\text{)}}{m \text{ vapeur saturante (g/m}^3\text{)}} \times 100$$

↳ La condensation

En ce qui concerne le transfert d'humidité sous forme de vapeur d'eau, on distingue la condensation de surface qui se produit à la surface de la paroi et la condensation interne qui réside dans l'épaisseur de la paroi.

La condensation de surface

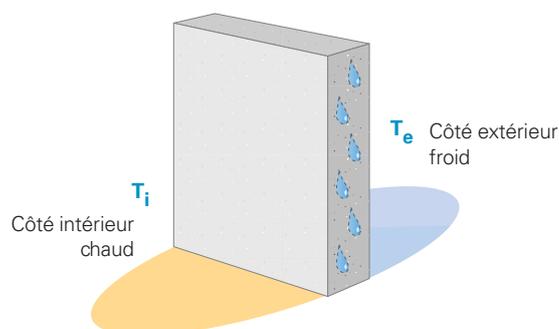


La condensation de surface constitue un problème fréquent. L'air ambiant se compose à la fois d'air sec et de vapeur d'eau. Plus la température est élevée, plus la proportion de vapeur peut être importante. Plus l'air est froid, moins il peut contenir de vapeur d'eau. Quand l'humidité contenue dans l'air est élevée, cette vapeur se condense sur les surfaces froides.

• Exemple : le miroir d'une salle de bains se couvre de buée quand une personne prend une douche chaude. De même, un mur mal isolé plus froid que l'ambiance intérieure fera se condenser à sa surface la vapeur d'eau contenue dans l'air. La vapeur d'eau se condense en priorité sur la paroi la plus froide.

Les condensations de surface peuvent se produire toutes les fois que la température de surface interne d'une paroi est égale ou inférieure à la température du point de rosée de l'air ambiant.

La condensation interne



Lorsqu'une paroi est perméable à la vapeur d'eau, il peut se produire de la condensation dans le cœur même de la paroi. La migration de la vapeur d'eau dans l'épaisseur d'une paroi est due à la différence des pressions de vapeur partielles aux bords (surfaces) de la paroi et aux caractéristiques de résistance à la vapeur d'eau des éléments ou matériaux constitutifs de la paroi. Elle est donc la conséquence de différences de pression de vapeur et de température autour d'une paroi (toiture ou mur, par exemple).

La présence d'une isolation thermique entraîne de plus grandes différences de température dans les parois isolées ; la condensation va se former dans l'épaisseur des matériaux du côté froid de la paroi mais pas dans l'isolation.

LE TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU ET D'EAU DANS UNE PAROI



LA CONDENSATION A LA SURFACE D'UNE PAROI

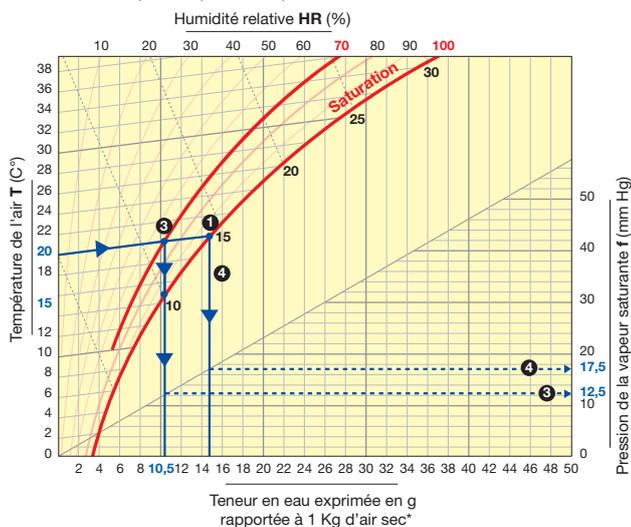
Les phénomènes de condensation de surface peuvent être facilement appréciés et contrôlés. Le plus souvent, il s'agit d'un problème de défaut d'isolation (point froid sur une paroi) ou d'une absence d'isolation. Le diagramme de Mollier permet d'identifier, en fonction de l'humidité relative de l'air ambiant et de la température de l'ambiance, la température de paroi minimum à préserver pour ne pas atteindre le point de rosée : point de saturation où la vapeur d'eau se transforme en eau.

La vapeur d'eau va toujours dans le sens du gradient de pression de vapeur d'eau, en général du chaud vers le froid et par le chemin le plus court et le plus rapide. S'il y a une dégradation dans une paroi, la vapeur d'eau passe par ce point faible et sa diffusion au sein de la paroi n'est pas répartie. Il y a apparition de « fantôme » ou de traces noires. C'est le cas, par exemple, des prises de courant non étanches à l'air et des bas de plinthes. Plus la paroi est homogène et étanche à l'air, moins il y a risque de voir apparaître des traces de condensation.

Prévoir la condensation

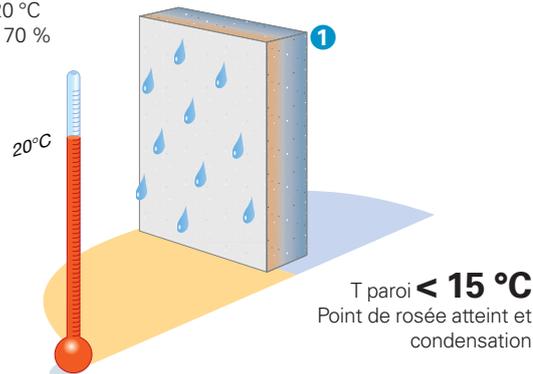
Pour un air ambiant intérieur de 20 °C à 70 % d'humidité relative :

- 1 Le point de rosée sur la surface interne de la paroi apparaîtra si la température de la paroi est ≤ 15 °C.
- 2 Si la température de la paroi est > 15 °C, il n'y a aucun phénomène de condensation.
- 3 La pression de vapeur d'eau partielle : 12,5 mm de mercure est la pression de vapeur correspondant à une température de 20 °C et 70 % d'humidité relative.
- 4 Si cette humidité relative évoluait jusqu'à 100 %, on atteindrait un niveau de pression dite saturante (17,5 mm de mercure) provoquant un point de rosée en surface.

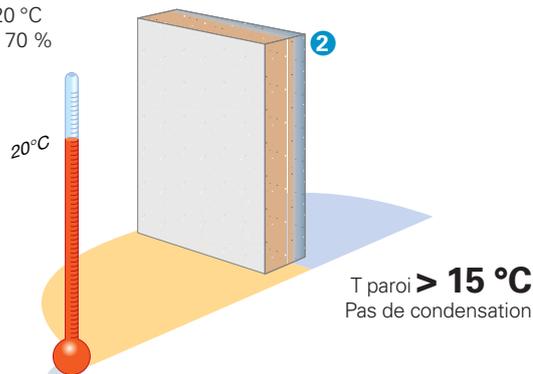


- 1 Température du point de rosée : 15 °C
 - 3 Pression de vapeur partielle : 12,5 °C
 - 4 Pression de vapeur saturante : 17,5 °C
- *1 m³ d'air = 1,29 kg

Ti : 20 °C
HR : 70 %

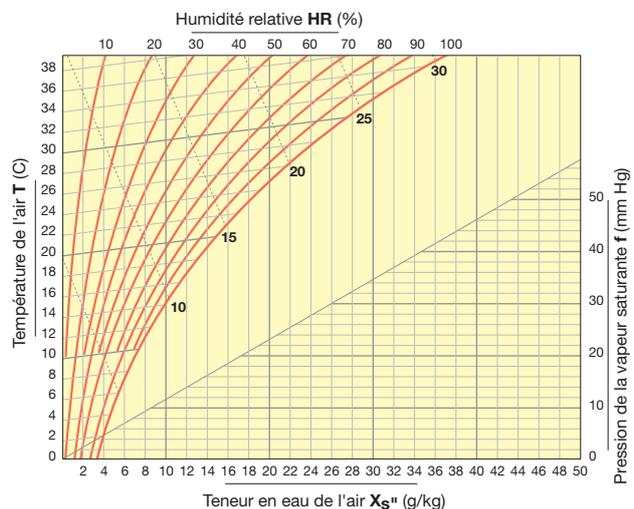


Ti : 20 °C
HR : 70 %



Le diagramme complet de Mollier

Il présente sous forme d'abaque les différentes variables de température et d'humidité relative permettant d'évaluer rapidement les conditions d'apparition d'un phénomène de condensation de surface.



Empêcher la condensation de surface

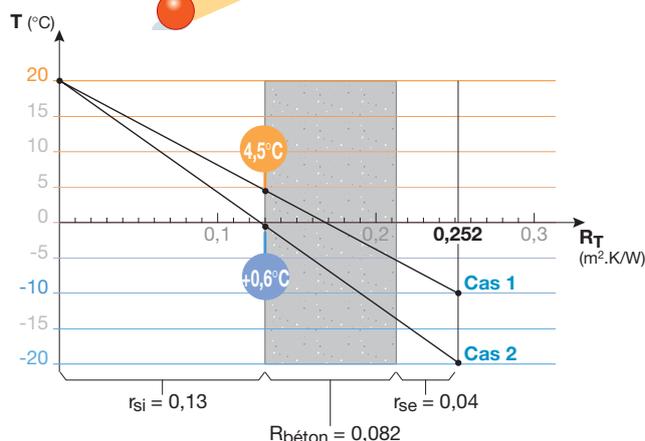
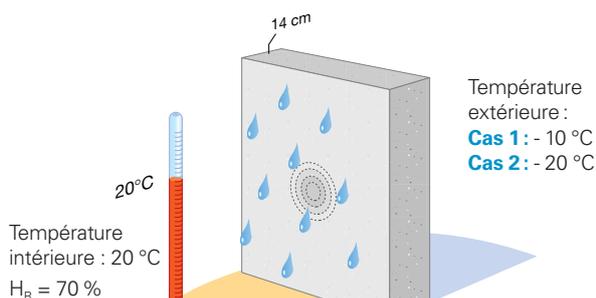
Solution pour y remédier : isoler permet de réduire les ponts thermiques, d'augmenter les températures en surface de paroi et d'éviter les phénomènes de condensation de surface. Intégrer les paramètres des phénomènes de condensation au moment de la conception d'une isolation est le meilleur moyen d'en mesurer et d'en éviter les effets néfastes.

■ Exemple avant isolation

Une paroi simple en béton de 14 cm. Le calcul de la résistance totale de la paroi permet de définir le profil de température pour deux hypothèses (méthode graphique selon proportions des résistances thermiques de chaque composant de la paroi) :

Résistance thermique de la paroi

$$\begin{aligned} \text{Résistance superficielle intérieure } (r_{si}) &= 0,13 \\ R_{\text{béton}} = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,14}{1,7} &= 0,082 \\ \text{Résistance superficielle extérieure } (r_{se}) &= 0,04 \\ \hline \Sigma R \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)} &= 0,25 \end{aligned}$$



Cas 1

$T_{\text{ext}} = -10\text{ °C}$

$T_{\text{surface}} = 4,5\text{ °C}$

Cas 2

$T_{\text{ext}} = -20\text{ °C}$

$T_{\text{surface}} = 0,6\text{ °C}$

Selon Mollier :

Il y a phénomène de condensation dans les 2 cas.

$T_{\text{air}} = 20\text{ °C}$ - $HR = 70\%$

$T_{\text{rosée}} < 15\text{ °C}$

Profil de température et point de rosée

Le profil de température permet de définir les températures de surface intérieure pour les deux hypothèses : 0,6 °C et 4,5 °C. Les conditions de température intérieure (20 °C) et de température de surface intérieure de paroi (0,6 et 4,5 °C) pour 70 % d'humidité relative définissent (d'après le diagramme de Mollier) une température de point de rosée pour toute température de paroi inférieure à 15 °C. Immanquablement, si le local est chauffé à 20 °C alors qu'il fait

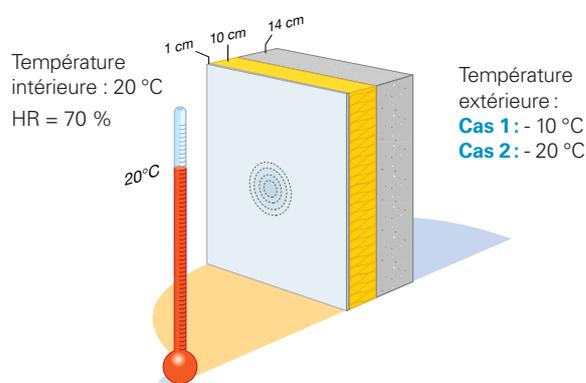
- 10 °C dehors, la température de surface intérieure sera à 4,5 °C (inférieure à 15 °C), des phénomènes de condensation se produiront sur la surface interne du mur.

Une isolation s'impose pour ramener la température de surface interne de la paroi à une valeur supérieure à celle correspondant au point de rosée.

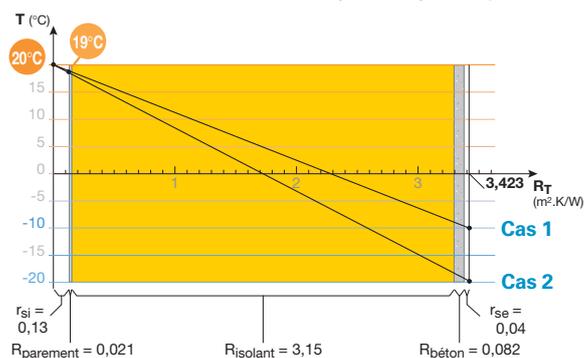
■ Exemple après isolation

L'isolation va permettre d'augmenter la résistance thermique de la paroi et faire augmenter la température de sa surface interne.

Résistance thermique de la paroi isolée



$$\begin{aligned} \text{Résistance superficielle intérieure } (r_{si}) &= 0,13 \\ \text{Résistance plâtre 1 cm} &= 0,021 \\ \text{Résistance plâtre 10 cm} &= 3,15 \\ \text{Résistance mur béton 14 cm} &= 0,082 \\ \text{Résistance superficielle extérieure } (r_{se}) &= 0,04 \\ \hline \Sigma R \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)} &= 3,423 \end{aligned}$$



Cas 1

$T_{\text{ext}} = -10\text{ °C}$

$T_{\text{surface}} = 19\text{ °C}$

Cas 2

$T_{\text{ext}} = -20\text{ °C}$

$T_{\text{surface}} = 19\text{ °C}$

T surface = 19 °C dans les 2 cas : T paroi > 15 °C = pas de phénomène de condensation

Le nouveau profil de température de la paroi isolée montre que la température de surface intérieure est de 19 °C (au-dessus du point de rosée calculé d'après l'abaque de Mollier à 15 °C) et que, dans cette configuration, il n'y a plus du tout de phénomène de condensation de surface.

LE TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU ET D'EAU DANS UNE PAROI



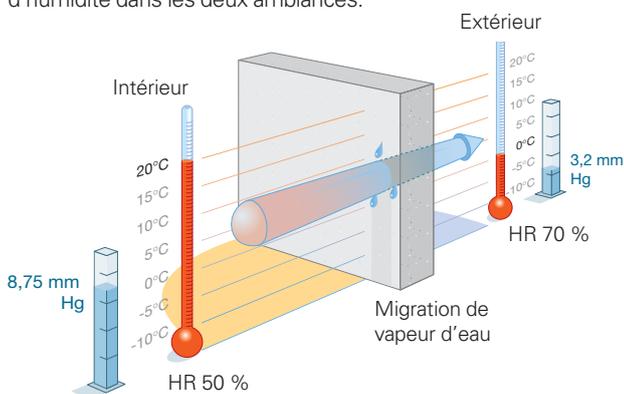
LA CONDENSATION DANS LA MASSE D'UNE PAROI

Lorsque le point de rosée est supprimé en surface intérieure de paroi, on peut imaginer que le point de condensation a été « repoussé » dans l'intérieur de la paroi. Ce n'est pas si simple, il est important de considérer comment agit le flux de vapeur d'eau de part et d'autre d'une paroi dont les ambiances peuvent être différentes en termes de température et de taux d'humidité relative. Dans une paroi, **les pressions de vapeur vont se répartir en fonction des matériaux constitutifs de la paroi et de leurs résistances à la vapeur d'eau respectives**. La chute de pression la plus grande concernera le matériau présentant la plus grande résistance et inversement (de la même manière que la chute de températures dans une paroi est fonction des différentes résistances thermiques rencontrées). Il faut donc évaluer les résistances à la vapeur d'eau présentes.

La migration de vapeur d'eau

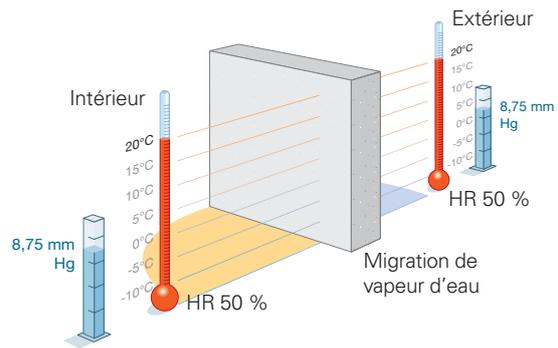
Entre deux ambiances, intérieure et extérieure, il y a toujours :

- un flux de chaleur entre l'ambiance la plus chaude et l'ambiance la plus froide ;
- une migration de vapeur d'eau dépendant de la pression aux bornes de la paroi, dans le sens de la plus forte vers la plus faible. Cette pression dépend des températures et des taux d'humidité dans les deux ambiances.



Entre deux ambiances, intérieure et extérieure, il n'y a pas :

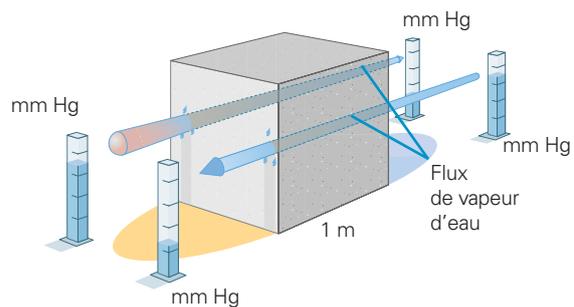
- de flux de chaleur quand les ambiances intérieure et extérieure sont à la même température,
- de migration de vapeur d'eau lorsque les ambiances intérieure et extérieure sont à la même température et au même taux d'humidité relative.



La perméabilité à la vapeur d'eau

La connaissance des flux de vapeur d'eau entre deux ambiances suppose, pour en maîtriser les effets, de connaître la façon dont se comportent les matériaux constructifs et isolants vis-à-vis d'elle. La perméabilité à la vapeur d'eau d'un matériau, π , représente la quantité d'humidité traversant une épaisseur d'un mètre de matériau par heure pour une différence de pression partielle de 1 mmHg (millimètre de mercure) entre ses 2 faces.

g/m.h.mmHg (grammes par épaisseur, par heure et par millimètre de mercure)



$$\pi = \text{g/m.h.mm Hg}$$

Nota : la **pression partielle** peut être exprimée en pascal (1 mm de mercure [mm Hg] = 133,3 pascals).

Valeurs de perméabilité de différents matériaux

	perm/m
Béton (selon la composition)	0,01 à 0,002
Brique pleine	0,008
Brique creuse	0,015
Plâtre	0,01
Sapin	0,001
Contreplaqué	0,0007

Isolants

Laines minérales nues	0,05 à 0,07
Polystyrène expansé (selon la masse volumique)	0,0018 à 0,0045

Plus la valeur est faible, moins le matériau est perméable à la diffusion de vapeur d'eau

■ La perméance

Pour évaluer le niveau de perméabilité d'un matériau homogène pour une épaisseur donnée, on définit sa valeur de perméance : rapport de perméabilité π sur son épaisseur pour une unité d'écart de pression.

$$P = \frac{\pi}{e}$$

P = perméance, en **g/m².h.mmHg**
(grammes par mètre carré heure x millimètre de mercure)

■ La résistance à la diffusion de vapeur d'eau

L'inverse de la perméance est la capacité qu'un matériau possède à résister à la vapeur d'eau ou résistance à la diffusion de vapeur d'eau.

$$R_D = \frac{1}{P}$$

R_D = résistance à la diffusion de vapeur d'eau, en **m².h. mmHg/g**

■ Le mode de migration de la vapeur d'eau dans une paroi

Les quantités de vapeur d'eau pouvant apparaître dans une construction peuvent être très variables selon qu'elles sont engendrées par la diffusion ou les fuites d'air.

Type de phénomène

Masse de vapeur d'eau transportée

Fuite d'air

Mouvement de vapeur d'eau engendré par des inétanchéités dans le pare-vapeur

Fissure de 1 mm x 1 m et une différence de pression int.-ext. de 2 Pa

34 g/h

Fissure de 1 mm x 1 m et une différence de pression int.-ext. de 20 Pa

660 g/h

Diffusion

Mouvement de vapeur d'eau engendré par la diffusion

Avec $S_d^* = 0,25$ m

2,2 g/h/m²

(matériau à faible résistance à la diffusion de vapeur d'eau)

Avec $S_d^* = 200$ m

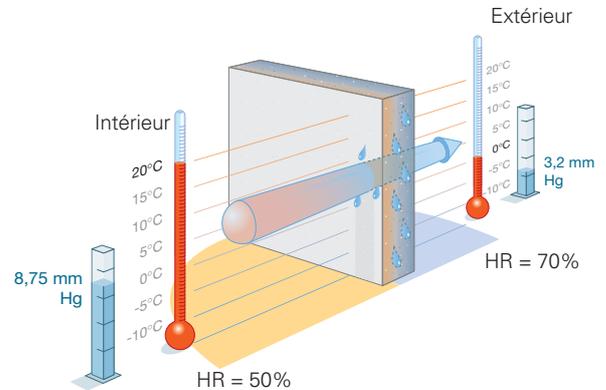
0,2 g/h/m²

(matériau à forte résistance à la diffusion de vapeur d'eau, type bitume)

*Cf page 54 : Choisir un pare-vapeur.

■ Diffusion dans la paroi par différence de pression entre l'extérieur et l'intérieur

Dans ce cas, la quantité de vapeur d'eau transportée est non négligeable et peut contribuer à saturer d'humidité l'isolation et la paroi.

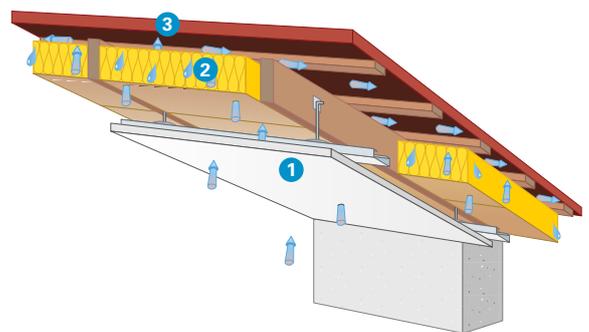


■ Diffusion de vapeur d'eau dans la paroi par surpression de l'intérieur vers l'extérieur

La diffusion de vapeur peut apparaître dans tout matériau poreux et est fonction du gradient de pression présent sur les faces supérieure et inférieure. La quantité d'eau transportée, dans ce cas est non négligeable et peut contribuer à saturer d'humidité la paroi.

Climat extérieur à 10 °C/80 % HR :

pression de vapeur partielle = 208 Pa



Pression atmosphérique intérieure = activité humaine + usage + quantité d'eau/kg air sec à 20 °C/50 % HR :

pression de vapeur partielle = 1 170 Pa (surpression)

- 1 La vapeur d'eau n'est plus évacuée par la ventilation.
- 2 En l'absence d'étanchéité à la vapeur d'eau, celle-ci se diffuse dans la paroi.
- 3 La pression de vapeur d'eau vers l'extérieur provoque de la condensation au contact des éléments froids de la paroi et en particulier sur les pièces de bois sensibles à l'humidité.

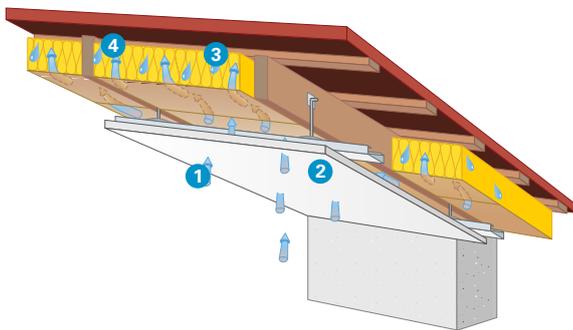
LE TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU ET D'EAU DANS UNE PAROI

■ Circulation par convection

La vapeur d'eau peut circuler par convection (mouvement d'air humide). Dans ce cas, les masses d'eau transportées sont beaucoup plus importantes. Cette vapeur d'eau passe souvent dans les fissures ou passages non étanches, qui peuvent se trouver partout dans la construction.

L'air chaud intérieur est mis en mouvement par la différence de température et la différence de pression de vapeur d'eau entre intérieur et extérieur, et va atteindre une zone froide (par exemple sous l'écran de sous-toiture).

L'air chaud ainsi refroidi ne peut plus conserver sous sa forme gazeuse la totalité de la vapeur d'eau : le taux d'humidité de cet air va dépasser les 100 %, le surplus de vapeur d'eau va passer à l'état liquide (condensation).



- 1 La vapeur d'eau n'est pas évacuée par la ventilation.
- 2 Quand il n'y a pas d'étanchéité à l'air, la vapeur d'eau se diffuse dans la paroi.
- 3 Les différences de pression n'étant pas suffisamment importantes, des phénomènes de condensation se produisent.
- 4 La vapeur d'eau condense sur les pièces de bois de la charpente, sensible à l'humidité.

Nota : la perméance d'une laine de verre (100 mm) sans pare-vapeur est de 0,5 à 0,7 g/m².h.mm Hg et celle d'une laine de verre (100 mm) revêtue d'un pare-vapeur kraft de 0,03 à 0,1 g/m².h.mm Hg

À SAVOIR

Il est indispensable de supprimer les phénomènes de convection liés aux défauts de construction. Un flux d'air froid ou une mauvaise étanchéité à l'air engendre :

- une surconsommation d'énergie pour le chauffage,
- des zones froides et humides favorisant le développement de champignons et risquant d'altérer les éléments de structure comme par exemple les bois de charpente de toiture.



VENTILER : UNE NECESSITE ABSOLUE

Afin de diminuer l'apparition de condensation, il faut évacuer la vapeur d'eau produite par l'activité humaine en aérant et en ventilant. La ventilation doit être adaptée au débit d'air à évacuer en fonction de l'humidité produite.

L'homme produit en moyenne par sa respiration entre 150 à 250 grammes d'eau sous forme de vapeur d'eau par heure et par évaporation du corps :

- au repos 38 grammes par heure à 18 °C et 65 grammes par heure à 25 °C,
- en mouvement, bien davantage.

Production de vapeur d'eau	litre/jour
Par personne	1,7 – 4,4 l/jour
Cuisine	1,4 – 6,0 l/jour
Salle de bains	1,2 – 2,4 l/jour
Lessive	0,0 – 1,2 l/jour
Plantes	1,2 – 4,8 l/jour

Soit en moyenne : 12 litres de vapeur d'eau par jour !

Le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB) estime entre 8 et 10 litres la quantité de vapeur d'eau dégagée quotidiennement en moyenne par une famille de 4 personnes (2 adultes et 2 enfants), soit 2,5 tonnes par an !

Si ventiler est une nécessité, un bâtiment constitué de parois étanches à l'air ne peut pas se satisfaire d'une ventilation dite naturelle. En effet, celle-ci s'appuie sur un principe physique simple : le tirage thermique, qui reste très aléatoire en termes de constance et d'efficacité pour répondre aux besoins. Une ventilation mécanique contrôlée s'impose donc pour assurer une aération permanente et ciblée des locaux.

Plusieurs types de ventilations mécaniques sont possibles :

■ **Ventilation mécanique autoréglable**, qui assure un renouvellement d'air permanent mais qui ne tient pas compte du taux d'humidité ambiant, de la température de l'air ou du nombre d'occupants.

■ **Ventilation mécanique « intelligente »** ou régulée, qui module le débit du renouvellement d'air en fonction des besoins, en tenant compte en particulier de l'hygrométrie ambiante (VMC hygro-réglable) ou du nombre d'occupants (VMC asservie au CO₂, à la détection de présence).

■ **Ventilation double flux**

L'optimisation d'une ventilation mécanique peut consister en un système de double flux, dans lequel l'extraction de l'air vicié et l'apport d'air neuf sont mécaniques. Ce système équipé d'un récupérateur de chaleur sert au préchauffage de l'air neuf.

Dans une telle configuration, une isolation performante (produits isolants performants), une étanchéité à l'air des parois, une ventilation optimisée, **l'isolation est alors synonyme de confort, d'économie d'énergie et d'évitement d'émissions de CO₂.**





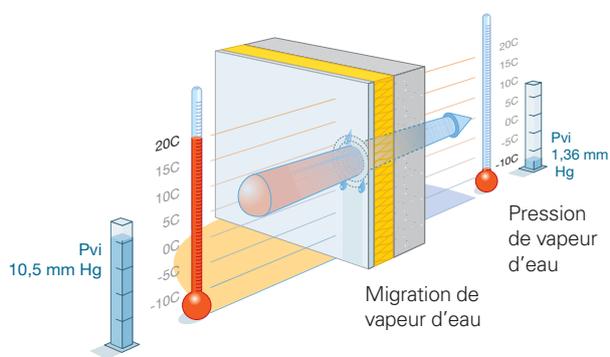
PREVOIR UN PARE-VAPEUR

Quand est-il nécessaire de prévoir un pare-vapeur ? Entre deux ambiances de température et de taux d'humidité relative sensiblement différents, on est à peu près sûr de devoir « gérer » un phénomène de condensation à l'intérieur de la paroi. La solution consiste à opposer, à la pression de vapeur d'eau traversante, des matériaux offrant une résistance à la diffusion de vapeur d'eau.

Exemple

Mur isolé sans pare-vapeur

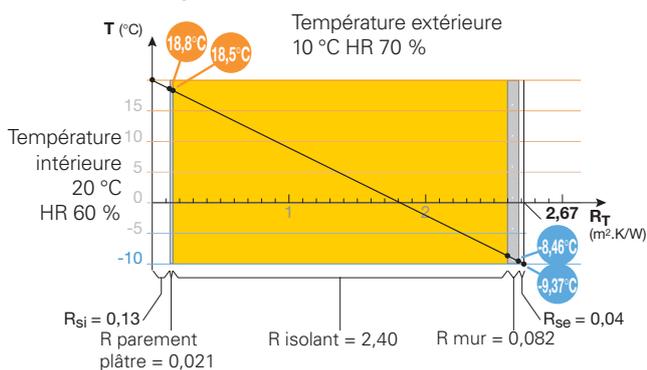
Conditions intérieures/extérieures



Pression de vapeur d'eau

D'après le diagramme de Mollier, la pression de vapeur d'eau intérieure P_{vi} est de 10,5 mmHg et la pression de vapeur d'eau sur la face extérieure P_{ve} est de 1,36 mmHg.

Profil de température



Résistance superficielle intérieure (r_{si})	= 0,13
Résistance plâtre	= 0,021
Résistance laine (Calibel 10+80)	= 2,40
Résistance mur	= 0,082
Résistance superficielle extérieure (r_{se})	= 0,04

$$R \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)} = 2,67$$

Le profil des températures permet de déterminer les différents niveaux des pressions de vapeur saturante. Le niveau de pression de vapeur saturante (100 % HR) dépend de la température aux différents points considérés dans la paroi.

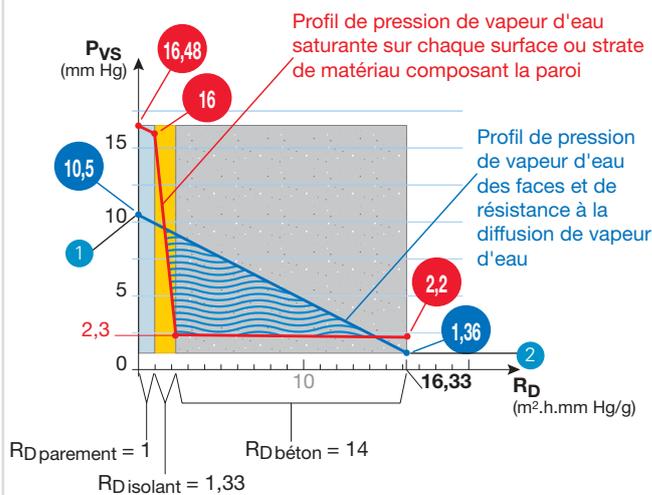
Pression de vapeur d'eau saturante

	Température °C	P_{vs}
Air intérieur	20	17,53
Surface interne	18,8	16,48
Surface plâtre/laine	18,5	16
Surface laine/mur	-8,46	2,3
Surface externe	-9,37	2,2
Air extérieur	-10	1,95

Les différents niveaux de pression de vapeur saturante sur chaque surface ou strate composant la paroi permettent, après comparaison avec les pressions partielles de chaque élément de la paroi, de vérifier pourquoi et où un phénomène de condensation se manifeste dans la paroi.

Tableau des résistances à la diffusion de vapeur d'eau de la paroi

	e	π	$e/\pi = R_D$
Plaque de plâtre	0,01	0,01	1
Laine de verre	0,08	0,06	1,33
Mur	0,14	0,01	14
Total (m².h.mm Hg/g)			16,33



- 1 Pression de vapeur d'eau intérieure 10,5 mmHg
- 2 Pression de vapeur d'eau face externe 1,36 mmHg

À l'intersection des deux courbes de pression est délimitée une surface qui, hachurée sur la coupe de la paroi, constitue une zone de risque de condensation.

LE TRANSFERT DE VAPEUR D'EAU ET D'EAU DANS UNE PAROI

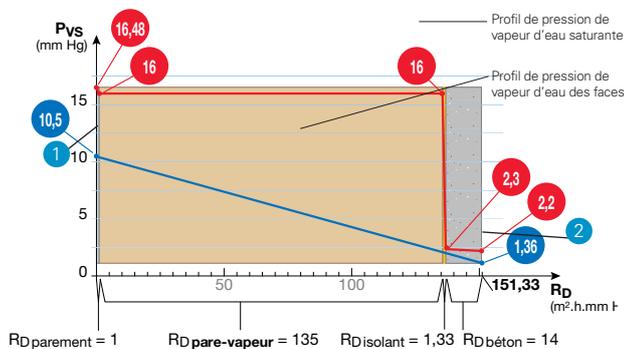
Exemple

Même mur isolé avec pare-vapeur : suppression de la condensation

Le calcul de la résistance totale de la paroi à la diffusion de vapeur d'eau est donné par la somme des résistances de chaque composant homogène de la paroi. On négligera la résistance thermique du pare-vapeur.

Tableau des résistances à la diffusion

	e	π	$e/\pi = R_D$
Plaque de plâtre	0,01	0,01	1
Pare-vapeur			135
Laine de verre	0,1	0,06	1,33
Mur	0,14	0,01	14
Total (m².h.mm Hg/g)			151,33



- ① Pression de vapeur d'eau intérieure 10,5 mmHg
- ② Pression de vapeur d'eau extérieure 1,36 mmHg

Le pare-vapeur démontre bien son rôle de résistance à la diffusion de vapeur d'eau. Dans ce cas, les profils de pression de vapeur n'ont pas d'intersection et ne délimitent donc plus de zone de risque.



CHOISIR UN PARE-VAPEUR

Les pare-vapeur sont caractérisés par leur aptitude à résister plus ou moins à la diffusion de vapeur d'eau. Le coefficient S_d , exprimé en mètres, représente la résistance d'un pare-vapeur par rapport à celle qui correspondrait à une épaisseur équivalente d'une couche d'air.

S_d est donc défini comme l'épaisseur de la couche d'air ayant une diffusion équivalente en mètre.

$$S_d \text{ (m)} = \mu \cdot e$$

Résistance à la diffusion de vapeur d'eau d'un pare-vapeur

$\frac{\pi \text{ air}}{\pi \text{ du pare-vapeur}}$

Épaisseur du pare-vapeur

- plus la valeur S_d est élevée, moins le produit laisse passer de vapeur d'eau, il est plus ou moins résistant à la diffusion de la vapeur d'eau,
- plus la valeur S_d est faible, plus le produit laisse passer de vapeur d'eau, il est perméable à sa diffusion.

Exemples de quelques caractéristiques S_d appliquées à des matériaux du bâtiment.

Une grande perméabilité (faible résistance à la vapeur d'eau) correspond à une valeur $\mu = 1$ (μ est le rapport de la diffusion de vapeur d'eau d'un matériau à celle de l'air. μ est un facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau, rapport sans dimension (exemple pour l'air $\mu = 1$).

Matériaux	Épaisseur	Valeur μ (sans dimension)	S_d
Air	1 m	1	1 m
Plaque de plâtre	12,5 mm	8	0,1 m
Bois	24 mm	40	0,96 m
Plaques de fibres de bois	18 mm	5	0,09 m
Enduits (chaux-plâtre)	15 mm	10	0,15 m
Polystyrène	120 mm	30	3,60 m
Bitume	4 mm	60000	240 m
Papier kraft (pare-vapeur)	< 1 mm		3 m
Feutre bitumineux	< 3 mm		10 m

Les classes des locaux pour le choix d'un pare-vapeur

Le classement des locaux pour le choix d'un pare-vapeur est lié à la quantité de vapeur d'eau produite par l'activité, au renouvellement d'air nécessaire et à son évacuation. Quatre classes climatiques permettent une estimation de la vapeur d'eau produite dans un bâtiment.

Classe	Pression de vapeur annuelle moyenne	Fonction du bâtiment
I	1 100 à 1 165 Pa	Hall de stockage de matières sèches, églises, salles de sport peu utilisées
II	1 165 à 1 370 Pa	Grandes maisons, écoles, magasins, bureaux non climatisés, infirmeries
III	1 370 à 1 500 Pa	Maisons sociales, appartements, maisons de repos, bâtiments faiblement climatisés (humidité relative jusqu'à 60 %)
IV	plus de 1 500 Pa	Piscines, locaux industriels humides, laveries, bâtiments fortement climatisés (humidité relative supérieure à 60 %)

■ À ces classes correspond un taux de renouvellement de l'air dans le local

$$\frac{W}{n}$$

W = quantité de vapeur produite à l'intérieur du local : g/h.
n = taux de renouvellement d'air : m³/h.
Résultat : g/m³.

On définit ainsi 4 types de locaux :

Local à faible hygrométrie $\frac{W}{n} \leq 2,5 \text{ g/m}^3$

Local à hygrométrie moyenne $2,5 < \frac{W}{n} \leq 5 \text{ g/m}^3$

Local à forte hygrométrie $5 < \frac{W}{n} \leq 7,5 \text{ g/m}^3$

Local à très forte hygrométrie $\frac{W}{n} > 7,5 \text{ g/m}^3$

■ Les pare-vapeur sont classés en fonction de leur résistance à la diffusion de vapeur d'eau

Code	μ .d-eq* (sd)	Matériaux
E1	2 à 5 m	Feuille PE < 0,1 mm, feuille PVC < 1 mm
E2	5 à 25 m	Feuille PE > 0,1 mm, feuille PVC > 1 mm, alu laminé, voile de verre bitumé
E3	25 à 200 m	Bitume armé ou polymère, feuille PIB
E4	> 200 m	Bitume armé d'une feuille métallique, systèmes bitumineux multicouches

* μ .d-eq : valeur d'équivalente ou coefficient de résistance à la vapeur du produit x l'épaisseur de la couche.

LES CONSEILS ISOVER

ISOLATION, PARE-VAPEUR ET VENTILATION

■ Dans tous les cas, il faut assurer une isolation thermique suffisante et veiller à ce que la température de surface intérieure de paroi reste au-dessus de la température de point de rosée.

■ Les isolants doivent être posés sur des parois ou éléments de structure sains et les ponts thermiques doivent être évités en assurant une continuité de l'isolant.

■ En outre, compte tenu des effets indissociables et interactifs des facteurs isolation/hygrométrie/ventilation, il est primordial d'assurer conjointement la continuité d'une isolation thermique performante et la bonne étanchéité à l'air des parois. Il est notamment dangereux de mettre en place des pare-vapeur sans avoir la capacité réelle d'en assurer la continuité.

■ Dans plus de 90 % des cas, une bonne ventilation associée au principe de continuité thermique et d'étanchéité à l'air suffit à éviter les risques de condensation mais, dans les autres cas tels que maisons ossature bois, grandes cuisines, piscines, patinoires, constructions en climat de montagne..., il convient de réaliser des parois totalement étanches à la vapeur d'eau et à l'air.

■ Il est par ailleurs conseillé d'équiper le bâtiment d'une ventilation mécanique contrôlée hygro-réglable permettant de renouveler l'air avec le moins de déperditions possible et le seul air nécessaire à ce renouvellement. Il faut néanmoins s'assurer que cette ventilation a un débit suffisant permettant d'extraire la vapeur d'eau produite.

■ Choisir des produits intégrant un pare-vapeur facilite leur manipulation et empêche la diffusion de vapeur d'eau. La résistance à la diffusion de vapeur d'eau doit diminuer pour chaque couche de matériaux composant la paroi, du côté chaud vers le côté froid : le pare-vapeur doit donc toujours être orienté vers le volume chauffé.

■ Pour éviter la diffusion de vapeur d'eau intempestive, il faut s'assurer que le pare-vapeur soit continu en le rendant jointif au moyen d'un ruban adhésif approprié et pérenne. Les jonctions avec les parois de liaison (murs latéraux et plafonds) doivent être aussi étanchées ainsi que passages éventuels des réseaux de gaine.

■ Dans le cas où il n'y a pas de lame d'air entre l'isolation et l'écran de sous-toiture, et sous réserve d'Avis technique spécifique à cette technique de pose, ce dernier doit être de type HPV et de valeur **Sd** la plus faible possible, le pare-vapeur situé sous l'isolant doit présenter des valeurs **Sd** les plus fortes possibles.

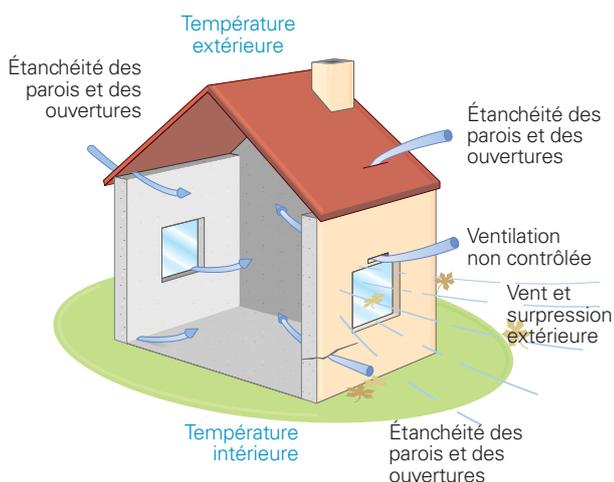
■ Dans les cas de toiture ventilée (lame d'air entre le dessus de l'isolant et l'écran de sous-toiture), il faut se référer au DTU de la série 40.



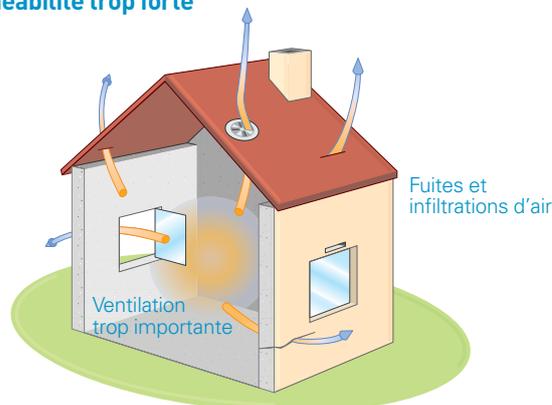
LA PERMÉABILITÉ À L'AIR D'UN BÂTIMENT ET LA VENTILATION

Ventiler pour évacuer la vapeur d'eau excessive et pour la qualité de l'air ne peut se faire de façon optimale et efficace qu'à partir d'une enveloppe extérieure du bâtiment étanche à l'air. La perméabilité à l'air du bâtiment est un enjeu essentiel trop souvent délaissé. Elle peut conduire à annihiler les efforts de contrôle des réductions de déperditions.

Les origines d'infiltration d'air résultent de paramètres externes ou internes :



Perméabilité trop forte



Les fuites d'air liées à une mauvaise étanchéité à l'air du bâti peuvent provoquer des déperditions pouvant aller jusqu'à 18 % et autant de surcoût de consommation de chauffage, hors eau chaude sanitaire. *Source : Ademe.*



LES ENJEUX DE LA PERMÉABILITÉ À L'AIR

Une trop forte perméabilité à l'air des parois du bâtiment engendre de nombreux effets négatifs.

■ Les enjeux d'un point de vue énergétique

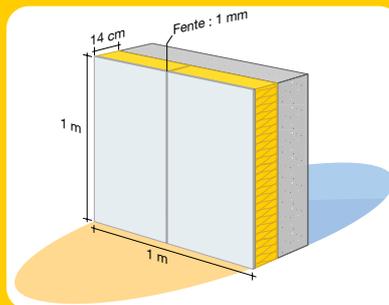
Lorsque les pressions et les courants d'air sont supérieurs à ceux occasionnés par les systèmes de ventilation, le renouvellement d'air est « à double emploi » :

- perméabilité trop forte et ventilation trop importante,
- fuite et phénomènes d'infiltration d'air parasite s'ajoutant à la ventilation,
- ouverture des portes et fenêtres s'ajoutant aussi à la ventilation.

À SAVOIR

Étanchéité à l'air et économie d'énergie

Sur une surface d'isolation de 1 m² et d'une épaisseur de 14 cm, une fente d'une largeur de 1 mm dans le système isolant, due à un mauvais jointoiment et mise en œuvre de l'isolation, entraîne 4,8 fois plus de déperditions de chaleur que l'ensemble de la surface isolante.



Source : Institut allemand de physique du bâtiment de Stuttgart, DB Z 12/89. Conditions de la mesure : T_i : 20 °C, T_e : - 10 °C, différence de pression 20 Pa.

■ Perméabilité de référence

Afin d'associer étanchéité à l'air de l'enveloppe et ventilation contrôlée pour une optimisation du contrôle des déperditions, la réglementation fixe des exigences en matière d'étanchéité du bâti, les valeurs références de la RT 2005 ou par défaut les valeurs des règles Th.C.

Ces valeurs sont exprimées en $\text{m}^3/\text{h}.\text{m}^2$ sous une pression de 4 Pa.

Bâtiment	Perméabilité de référence ($\text{m}^3/\text{h}.\text{m}^2$ sous 4 Pa)	Perméabilité par défaut ($\text{m}^3/\text{h}.\text{m}^2$ sous 4 Pa)
Collectif, tertiaire	1,2	1,7
Maison individuelle	0,8	1,3

■ Les consommations

L'impact de la perméabilité à l'air d'un bâtiment montre l'importance de l'enjeu sur les consommations et le coefficient C (cf. chapitre RT 2005). Il dépend aussi du type de ventilation.

	Coefficient C (kWh EP/an) avec perméabilité référence	Coefficient C (kWh EP/an) avec perméabilité par défaut	Ecart sur le coefficient C
Ventilation simple flux	39 132	39 770	+ 1,6 %
Ventilation double flux	34 883	36 257	+ 3,8 %

Source : Ademe, fiche OX, maison de 100 m^2 en zone H2.

■ Les enjeux d'un point de vue confort thermique

Celui-ci est affecté et provoque une impression de froid à cause :

- des transferts thermiques et des écarts de température de surface et d'ambiance qui provoquent une impression de froid,
- de la vitesse d'air qui donne une impression de courant d'air,
- des températures en deçà du seuil de confort liées à des déperditions trop importantes.

■ Les enjeux d'un point de vue qualité de l'air intérieur

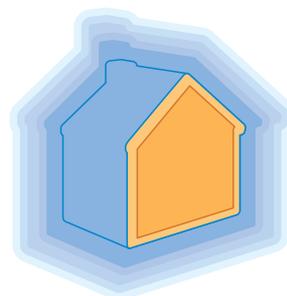
Le transfert d'air peut être chargé en polluants ; une trop forte perméabilité peut affecter la qualité de l'air respiré par les occupants.

■ Les enjeux d'un point de vue conservation du bâti

Le transfert d'air humide peut provoquer des pathologies et des désordres liés à la condensation sur et dans les parois.



LE TRAITEMENT DE LA PERMEABILITE A L'AIR



La perméabilité à l'air est un sujet qui montre qu'il doit être le plus souvent traité dès la conception de l'ouvrage. Certains choix peuvent se révéler désastreux, surtout s'ils se reproduisent de nombreuses fois dans une construction. L'étanchéité de l'enveloppe est atteinte dès lors que ses composants font l'objet d'une attention particulière. C'est le cas en particulier du blocage des lames d'air souvent présentes entre l'isolant et la maçonnerie. D'autres points singuliers doivent être surveillés :

- en plafond sous combles, avec l'étanchéité des trappes d'accès et la limitation de la ventilation des combles,
- la jonction des menuiseries extérieures avec les autres parties de la construction,
- l'étanchéité des coffres et les commandes manuelles des volets roulants,
- les tableaux électriques, prises de courant, interrupteurs et prises de téléphone,
- les liaisons ouvrants/dormants des portes palières et des menuiseries extérieures,
- les points lumineux en plafond, équipement électrique,
- les arrivées des réseaux dans le logement (eau, téléphone),
- les bas de doublages et liaisons dormant/doublage,
- les gaines électriques...

LA PERMÉABILITÉ À L'AIR D'UN BÂTIMENT ET LA VENTILATION

LES CONSEILS ISOVER

Tous les efforts qui consistent à ventiler et à quantifier, de façon pertinente et fine, le seul air nécessaire à renouveler ne peuvent être réalisés que dans un couple isolation/ventilation où :

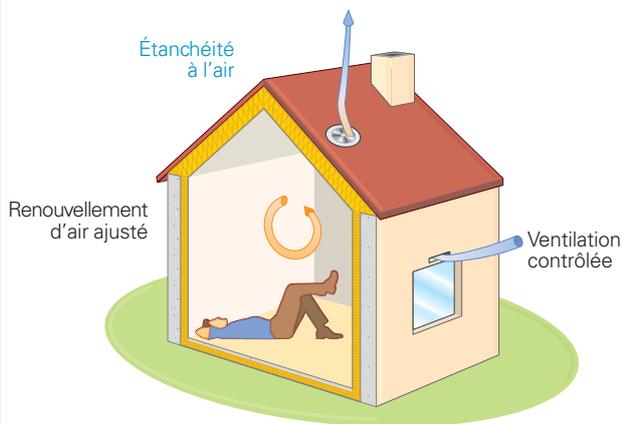
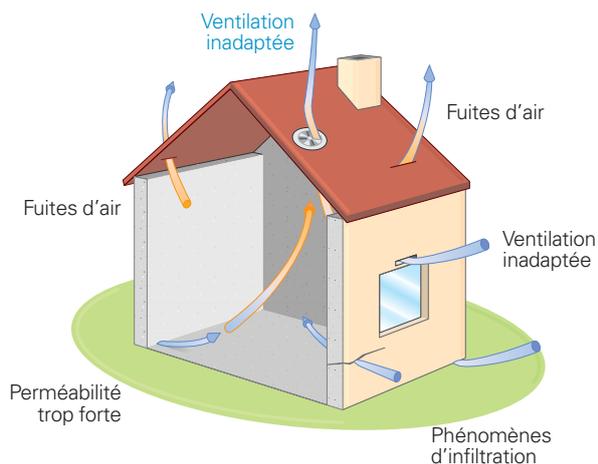
- les déperditions thermiques sont fortement réduites (rôle de l'isolant),
- l'étanchéité à l'air des parois est assurée,
- l'étanchéité à l'air dans les parois est effective.

■ En d'autres termes, s'il y a des fuites d'air ou des zones de déperdition dues aux fuites d'air ou parasites et non contrôlées, il n'y a pas de maîtrise possible efficace du renouvellement d'air malgré des procédés qui ajusteraient les débits de ventilation aux besoins réels théoriques. Un bon fonctionnement de la ventilation maîtrise les débits et leur répartition si la perméabilité est elle-même assurée.

■ Évaluation de la perméabilité à l'air : entre les évaluations (études) prenant en compte les différentes pressions en action sur les différentes parois d'une construction et la réalité il y a toujours une différence qui va dans le sens d'une sous-estimation de ce qui se passe dans la réalité. Cette différence sera d'autant réduite que la mise en œuvre sera soignée et de qualité.

LA VENTILATION ET LES DÉPERDITIONS

La maîtrise de la perméabilité à l'air d'un bâtiment est donc essentielle pour ajuster et contrôler les seuls débits du renouvellement d'air nécessaires à la salubrité des lieux et à la santé des occupants : il est donc nécessaire d'avoir des parois imperméables et une ventilation adaptée.



Ventiler avec des systèmes performants et « intelligents » peut se révéler fortement contre-productif en termes d'efficacité du renouvellement d'air et en termes d'économie de chauffage dès lors que les parois révèlent des défauts d'isolation ou ne sont pas étanches à l'air. Les déperditions liées au renouvellement d'air sont classiquement admises jusqu'à 15 à 20 % (valeurs théoriques) des déperditions totales d'un bâtiment.

Cas d'une maison présentant des défauts d'étanchéité à l'air

Sensibilité des déperditions au titre du renouvellement d'air

- avec VMC auto-réglable + **fuites d'air** :

27%	
VMC 72%	Fuites 28%

- avec VMC hygro-réglable + **fuites d'air** :

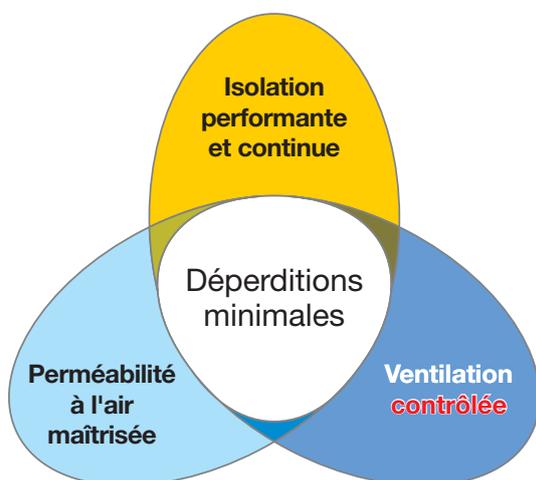
19%	
VMC 55%	Fuites 45%

- avec VMC double flux + **fuites d'air** :

15%	
VMC 43%	Fuites 57%

On constate bien que ne pas mettre en œuvre des parois étanches perturbe la ventilation. La part des déperditions liées au renouvellement d'air peut être divisée par deux dès lors que sont associées une bonne isolation et une bonne perméabilité à l'air de l'enveloppe du bâtiment.

Une ventilation performante et une perméabilité maîtrisée doivent permettre de ne pas dépasser 7 à 8 % de déperditions au titre de la ventilation nécessaire à évacuer la vapeur d'eau, dont 0 % de fuites.



LES CONSEILS ISOVER

Une bonne étanchéité à l'air des parois est donc une condition essentielle permettant de contrôler les mouvements d'air, sinon l'efficacité de la ventilation et de l'isolation est perturbée.

- De même, une isolation performante et continue, associée à une ventilation efficace et une bonne perméabilité de l'enveloppe du bâtiment, permet d'assurer le moins de déperditions possibles. Ces précautions évitent les phénomènes de condensation, les pertes de calories, les sensations d'inconfort, les surconsommations et donc les surfacturations, et enfin des émissions polluantes de gaz à effet de serre.
- La laine de verre permet l'élimination des mouvements d'air parasites dans les parois et par conséquent contribue à l'étanchéité à l'air de celles-ci.
- Les systèmes d'isolation Isover sont tous conçus pour procurer au concepteur et au poseur des garanties de résultat et de contrôle à la pose. Ils permettent d'assurer l'étanchéité à l'air des parois, de calfeutrer tous les vides de la construction et autorisent une mise en œuvre continue de l'isolation.

À SAVOIR

La ventilation, enjeux et recommandations

4 enjeux

- Renouveler l'air sans gaspiller l'énergie
- Assurer une bonne qualité de l'air intérieur
- Éviter les moisissures pour préserver le bâti
- Rafraîchir l'été sans climatisation

4 recommandations

- Mettre en place une ventilation mécanique
- Récupérer les calories grâce au double flux
- Adapter les débits d'air aux besoins
- Surventiler pendant la nuit en été

L'étanchéité à l'air, enjeux et recommandations

4 enjeux

- Empêcher les fuites d'air parasites
- Assurer le bon fonctionnement de la ventilation
- Maintenir les performances globales de l'isolation
- Éviter les traces noires sur les parois

4 recommandations

- Traiter avec soin le passage des gaines et tuyaux
- Bien calfeutrer les jonctions entre parois et les liaisons parois-menuiseries extérieures
- Disposer de menuiseries extérieures bien étanches
- Mettre en œuvre un écran de sous-toiture et un pare-vapeur continu dans les combles



LE CONFORT D'ÉTÉ

Le confort thermique concerne également les périodes chaudes. Vivre confortablement pendant les périodes chaudes est maintenant aussi important que pendant les périodes froides.

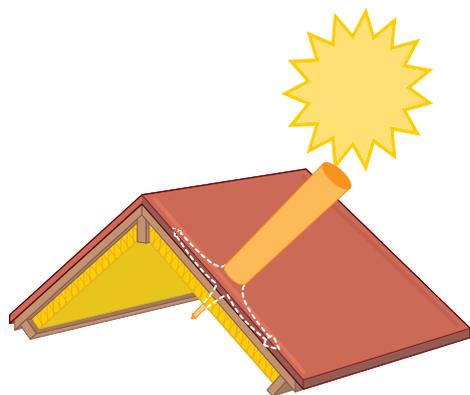


LES EFFETS DE LA CHALEUR

Durant les heures les plus chaudes de l'année, le mouvement de température est inversé. La température augmente dans les pièces, parfois de façon excessive jusqu'à provoquer une sensation de malaise avec des conséquences dramatiques quand la canicule persiste. On qualifie une journée de « canicule » quand la température diurne est à plus de 31 °C et la température nocturne reste à plus de 21 °C. L'inconfort se ressent quand l'intérieur des logements et lieux de travail excède 24/26 °C. Il faut donc se protéger contre les températures excessives et essayer de maintenir à l'intérieur des bâtiments une température aussi basse que possible.

Le principe d'inertie

Une forte inertie constitue un avantage l'été, puisque le mur accumule la chaleur lentement au cours de la journée, ce qui évite de surchauffer l'intérieur du bâtiment. Le cycle s'inverse la nuit en déchargeant lentement la chaleur accumulée le jour. L'inertie d'un matériau ou d'une construction correspond donc à sa capacité à stocker de la chaleur et s'apprécie sur des cycles jour/nuit. Globalement, lorsqu'une construction est réalisée avec des matériaux lourds et épais, elle offre une bonne inertie, et donc un réservoir ou accumulateur de chaleur. Un mur ou une paroi trop peu épais(se) ou **mal isolé(e)** ne peut que restituer à l'intérieur le trop plein de chaleur qu'il n'a pas su stocker.



Le confort d'été

S'il est possible de calculer la performance thermique globale d'une paroi en confort d'hiver, il n'existe pas de méthode normalisée pour mesurer ou calculer, en confort d'été, les performances d'une paroi opaque. Néanmoins, le confort d'été est influencé par l'isolation qui limite les apports de chaleur et par l'importance des surfaces vitrées et leurs protections, l'orientation du bâtiment et la ventilation.

La quantité de chaleur venant de l'extérieur dépend de deux facteurs :

- la chaleur solaire qui varie avec le facteur solaire des murs (orientation, capacité de réflexion ou stockage),
- et le coefficient de transmission thermique **U** de la paroi (toit, mur, sol) (voir chapitre La Réglementation thermique, page 61).

Pour minimiser le flux de chaleur vers l'intérieur, on doit maintenir au plus bas :

- la valeur **U** des parois, en augmentant l'isolation,
- utiliser des doubles vitrages à basse émissivité,
- équiper les baies vitrées, et notamment les fenêtres de toit, d'écrans solaires ou de stores extérieurs.

Nota : voir chapitre « L'efficacité énergétique des bâtiments », paragraphe « La contribution de la conception bioclimatique », page 16 et suivantes.

- Occultation
- Orientation du bâtiment
- Architecture
- Surventilation en période nocturne
- Gestion du contrôle des ventilations



LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE, RT 2005

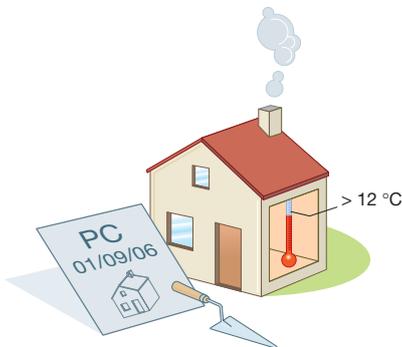
S'appuyant sur la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, la réglementation thermique 2005 fixe des exigences de consommation pour tous les bâtiments neufs, quelle que soit l'énergie utilisée. Elle poursuit ces 5 objectifs :

- **réduire les consommations d'énergie des bâtiments neufs,**
- **maîtriser les dépenses,**
- **prendre en compte le confort d'été,**
- **diminuer les émissions de gaz à effet de serre,**
- **se conformer aux normes européennes.**

La RT 2005 fait suite à la RT 2000 et s'inscrit dans l'objectif de réduire de 40 % la consommation en énergie des logements neufs d'ici à 2020, par rapport à 2000.



LE CHAMP D'APPLICATION DE LA RT 2005



Paru au Journal officiel du 24 mai 2006, le décret d'application de la réglementation thermique 2005 concerne tous les bâtiments chauffés à une température d'au moins 12 °C, quelle que soit l'énergie utilisée pour assurer leur chauffage, et pour tous les permis de construire déposés à partir du 1er septembre 2006. Le maître d'œuvre de tout bâtiment neuf doit être en mesure de fournir une synthèse d'étude thermique justifiant de la conformité du bâtiment à la RT 2005.

Si cette réglementation concerne exclusivement les bâtiments neufs aujourd'hui, à l'horizon 2008, elle pourra servir de base pour la rénovation.

Un corpus réglementaire pour les bâtiments existants est en cours d'élaboration. Il transposera dans le droit français la directive européenne sur l'efficacité énergétique. En effet, les bâtiments existants sont plus nombreux et plus consommateurs d'énergie que les bâtiments neufs. Seule la réhabilitation énergétique de tous les bâtiments existants permettra de diviser par 4 les rejets de CO₂ par les bâtiments.



LES ORIENTATIONS ET LES ÉVOLUTIONS

Le respect de la réglementation passe par le calcul de la consommation énergétique prévisionnelle du bâtiment. La RT 2005 fixe des valeurs référentielles de consommation énergétique des bâtiments ainsi que des limites à ne pas dépasser. Par rapport à la RT 2000, l'objectif est de viser une réduction des consommations d'énergie de 15 %.



Objectif maîtrise énergétique

La RT 2005 apporte des nouveautés qui participent à la maîtrise de l'énergie comme :

- Le calcul de la consommation hiver et été.
- Une meilleure prise en compte de la conception bioclimatique. Elle favorise la réflexion au stade d'implantation sur la parcelle et une analyse de l'environnement proche du bâtiment :
 - la protection des baies (référence avec des volets en résidentiel),
 - la valorisation des apports solaires hiver (protection en été),

LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE, RT 2005

- une définition affinée des zones climatiques hiver, été et bruit,
- la valorisation des bonnes orientations des façades.
- Un encouragement à l'introduction d'énergie renouvelable :
 - l'impact de l'eau chaude sanitaire (ECS) solaire comme référence,
 - la limitation ou le recours modéré à la climatisation. Le maintien de température de confort en été doit se faire par la conception bioclimatique et le recours à des systèmes de protection passifs.
- L'expression de l'exigence réglementaire $C_{bât}$ en kWh énergie primaire par m² par an est complétée par une consommation maximale d'énergie à ne pas dépasser. Cette limite maximale sera différente selon le type d'énergie, les zones climatiques.
- Une synthèse de l'étude thermique sera exigée à la fin de la construction pour faciliter les contrôles. Elle servira de base pour établir le certificat de performance énergétique DPE qui sera obligatoire pour tous les locaux neufs ou existants en 2006 (pour la vente) ou en 2007 (pour la location).

De nouvelles exigences

Par rapport à la RT 2000, la RT 2005 met l'accent sur la qualité du bâti à travers des exigences complémentaires.

- De meilleures performances sont exigées pour les parois.
- Le traitement des ponts thermiques majeurs est accru.
- La possibilité de dégrader le bâti est réduite.
- Les déperditions du bâtiment sont limitées.
- Le niveau des équipements est élevé :
 - pour l'énergie combustible, l'utilisation de chaudières basse température. 20 % de l'eau chaude sanitaire est produite à partir d'énergie solaire en maison individuelle,
 - pour le chauffage électrique (effet joule), les panneaux rayonnants sont pris comme référence. 20 % de l'eau chaude sanitaire est produite à partir d'énergie solaire en maison individuelle, 10 % en collectif. Les pompes à chaleur et les ballons thermodynamiques sont valorisés.
- La ventilation performante est prise en référence, les systèmes hygroréglables sont applicables en énergie combustible comme à effet joule. La qualité des réseaux de distribution est retenue.



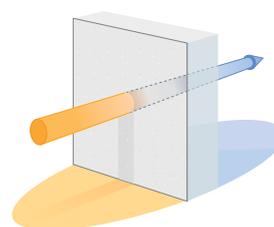
LES PRINCIPES DE LA RT 2005

Les consommations prises en compte pour définir la C_{ep} (consommation d'énergie primaire) d'un bâtiment sont celles :

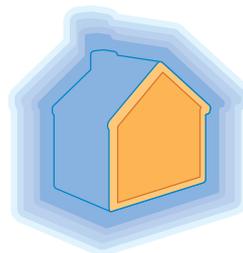
- du chauffage,
- de la climatisation,
- de la production d'eau chaude sanitaire,
- de la ventilation,
- de l'éclairage.

Le calcul des consommations tient compte non seulement de ces besoins énergétiques mais aussi de facteurs comme :

- les déperditions thermiques de l'enveloppe du bâtiment ($U_{bât}$),



- la perméabilité à l'air du bâtiment,



- les apports internes et solaires plus généralement des « apports gratuits ».



Évaluer les consommations

C'est en comparant les consommations prévisionnelles du bâtiment à construire ($C_{bât}$ ou C_{projet}) et les consommations conventionnelles réglementaires de ce même bâtiment que l'on évalue si ce bâtiment respecte ou non les seuils fixés par la réglementation.



$$C_{ep \text{ bât}} \leq C_{ep \text{ réf}}$$



LES EXIGENCES DE LA RT 2005

Pour être conforme à la réglementation, un bâtiment doit répondre à ces exigences :

■ 1. La consommation annuelle prévisionnelle d'énergie $C_{bât}$ est inférieure à la consommation conventionnelle de référence $C_{réf}$. La consommation conventionnelle d'énergie est exprimée en kWh d'énergie primaire par m² de SHON (surface de plancher hors œuvre net), pour l'année.



$$C_{bat} < C_{réf}$$

■ 2. Les performances minimales d'isolation sont respectées par type de paroi et en particulier quand l'ensemble des déperditions de l'enveloppe du bâtiment ($U_{bât}$) est calculé et est inférieur aux déperditions références $U_{bat\ réf}$.



Les déperditions maximales autorisées sont par ailleurs limitées ($U_{bât\ max}$):

$$U_{bât} \leq U_{bât\ réf}$$

- en maison individuelle, $U_{bât\ max} = U_{bât\ base} \times 1,2$
 - en immeuble résidentiel, $U_{bât\ max} = U_{bât\ base} \times 1,25$
 - en bâtiment non résidentiel, $U_{bât\ max} = U_{bât\ base} \times 1,5$
- Le $U_{bât\ base}$ correspond au $U_{bât}$ pour lequel les orientations de référence sont égales à celle du projet en maison individuelle.

■ 3. La température intérieure atteinte en été T_{ic} est inférieure à la température de référence $T_{ic\ réf}$.

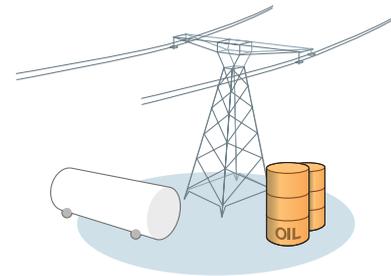
$$T_{ic} < T_{ic\ réf}$$

Cette exigence vise à améliorer le confort d'été des occupants des maisons individuelles et, dans le cas d'une maison climatisée, à limiter la consommation énergétique des dispositifs de climatisation. Les paramètres à prendre en compte pour le respect de la T_{ic} sont :



- La zone climatique d'été qui a une influence directe évidente sur les heures d'ensoleillement et le niveau des températures dont bénéficie la maison.
- L'inertie thermique de la maison qui va dépendre des choix constructifs du bâtiment.
- Les baies de la maison : leur orientation (au nord ou pas), leur disposition (verticale ou horizontale), l'existence de protection solaire (volet, store...) vont avoir une influence importante sur la T_{ic} .
- Le ratio d'ouverture des baies : le temps d'ouverture des baies aux heures fraîches de la journée (elles permettent le rafraîchissement du logement) est variable selon l'environnement sonore de la maison. Dans un environnement calme, on peut facilement faire baisser la température intérieure en ouvrant les fenêtres sur une longue période, sans être gêné par le bruit.

La RT 2005 introduit des consommations maximales au niveau des bâtiments les plus déperditifs. Cette exigence ne s'applique, pour l'instant, qu'aux bâtiments d'habitation et prend en compte le type d'énergie.



Type de chauffage primaire/m ² /an	Zone climatique	$C_{ep\ max}$ (chauffage, refroidissement et production d'eau chaude sanitaire) en kWh/m ² /an
Combustibles fossiles	H1	130
	H2	110
	H3	80
Chauffage électrique (y compris pompe à chaleur)	H1	250
	H2	190
	H3	130



LA QUALITE DU BATI ET LA MAITRISE DES DEPERDITIONS

Un des enjeux de la RT 2005 est d'avoir la meilleure qualité du bâti et de maîtriser les déperditions, car l'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas.

En considérant que le chauffage et la climatisation représentent jusqu'à 60 % des besoins en énergie d'un bâtiment, le législateur incite fortement à réduire la demande en énergie des bâtiments par la réduction des déperditions thermiques. Moins il y a de déperditions, moins il y a de consommation d'énergie pour le chauffage l'hiver et la climatisation l'été.

La RT 2005 indique que l'ensemble des déperditions de l'enveloppe du bâtiment $U_{bât}$ ne doivent pas dépasser un seuil. Cette déperdition $U_{bât}$ dépend des déperditions de chaque type de paroi U_p (mur, toiture, fenêtre) et de chaque type de liaisons entre parois y . Les déperditions références sont déterminées par la zone climatique d'été et d'hiver, de la zone de bruit dans laquelle se situe le projet.

LES CONSEILS ISOVER

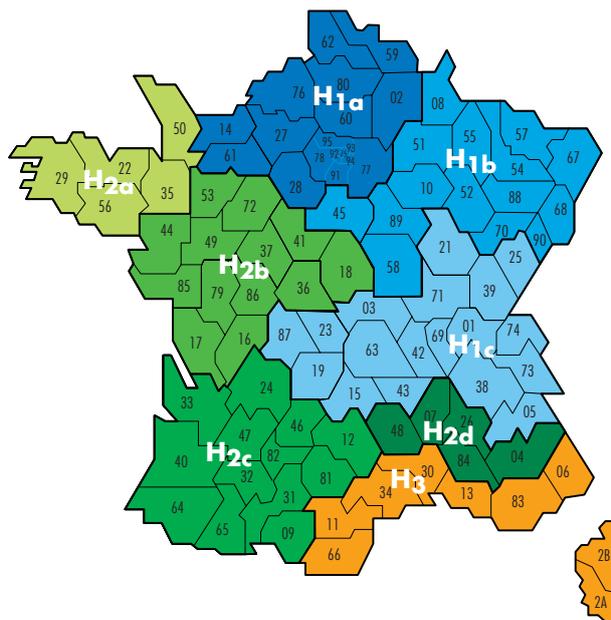
Le potentiel d'économie dans le bâtiment est très important. Le choix le plus économique, le plus facile et le plus durable est bien d'agir sur l'isolation thermique de l'enveloppe du bâtiment.

Les critères de moyens et les raisons de choix sont nombreux :

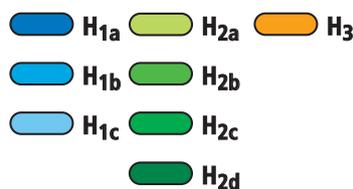
- concevoir des parois ayant les résistances thermiques les plus élevées possibles,
- assurer une mise en œuvre conforme aux DTU, Avis techniques ou cahiers des charges pour assurer la meilleure étanchéité à l'air possible des parois,
- privilégier les solutions et systèmes réduisant au maximum les ponts thermiques,
- sélectionner les produits isolants les plus performants (λ le plus petit possible) et certifiés Acermi,
- réaliser des économies de chauffage substantielles en réduisant les émissions de CO_2 ,
- bénéficier de primes d'habitat et de crédit d'impôts.

Les zones climatiques de la RT 2005

La France est divisée en zones climatiques, 3 zones pour l'hiver (H1, H2, H3) et 4 zones pour l'été. Elles déterminent les valeurs à prendre en compte dans le calcul des résistances thermiques et des déperditions références admissibles.



Huit zones :





LES DEPERDITIONS $U_{\text{bât}}$ REFERENCE

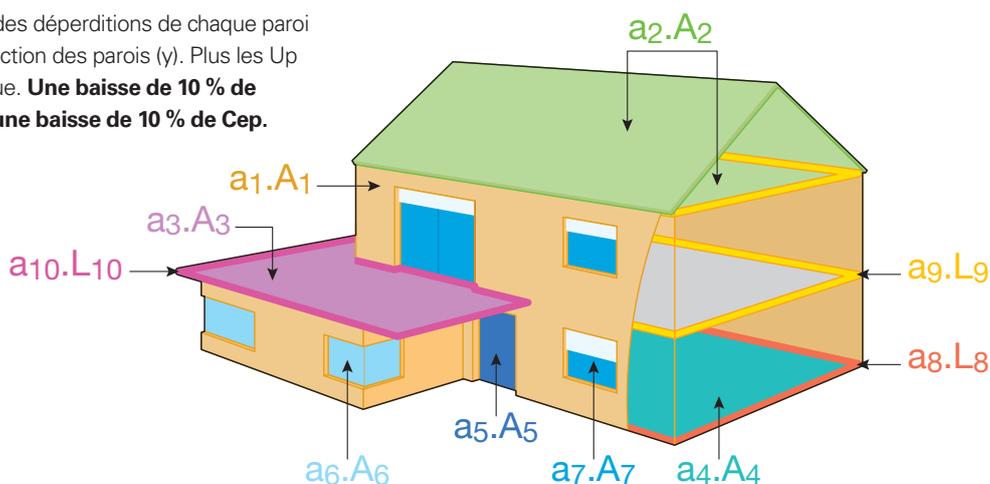
$U_{\text{bât}}$: ensemble des déperditions thermiques d'un bâtiment. Il s'exprime en $W/(m^2.K)$. Pour être conforme, cette valeur doit être inférieure ou égale à la valeur de déperdition de référence ($U_{\text{bât réf}}$) calculée lors de l'étude thermique ; une majoration de 20 % est admise en maison individuelle.

Dans la réglementation thermique RT 2005, les valeurs de déperditions par type de paroi sont les mêmes quel que soit le type du bâtiment :

- le $U_{\text{bât}}$ correspond à la moyenne pondérée des déperditions thermiques de l'ensemble des parois du bâtiment,
- le $U_{\text{bât}}$ permet d'exprimer de façon synthétique la performance thermique du bâtiment pour 1 m^2 de paroi,
- les coefficients a_i , les mêmes quelque soit le type d'énergie, expriment les déperditions surfaciques U_p et linéiques y par type de paroi ou de liaison.

$$U_{\text{bât}} \leq U_{\text{bât réf}} \times 1,2$$

Le $U_{\text{bât}}$ se calcule en fonction des déperditions de chaque paroi (U_p) et des déperditions à la jonction des parois (y). Plus les U_p sont faibles, plus le $U_{\text{bât}}$ diminue. **Une baisse de 10 % de valeur de $U_{\text{bât}}$ peut entraîner une baisse de 10 % de Cep.**



Le $U_{\text{bât réf}}$ exprimé en $w.K$ est la valeur pondérée des déperditions de référence selon la formule ci-dessous :

$$U_{\text{bât réf}}^* = \frac{a_1.A_1 + a_2.A_2 + a_3.A_3 + a_4.A_4 + a_5.A_5 + a_6.A_6 + a_7.A_7 + a_8.L_8 + a_9.L_9 + a_{10}.L_{10}}{A_1 + A_2 + A_3 + A_4 + A_5 + A_6 + A_7}$$

* Le $U_{\text{bât}}$ est exprimé en $(W/m^2.K)$.

VALEURS RÉFÉRENCE selon zones climatiques

Pour satisfaire à la réglementation thermique, le maître d'ouvrage d'un bâtiment neuf doit être en mesure de montrer qu'il a respecté les valeurs du coefficient a_i indiquées dans le tableau ci-dessous.

	Déperdition U (coefficient a_i)	H_1, H_2 > 800 m	$H_3 < 800$ m	surface de paroi
Mur	a_1 ($W/m^2.K$)	0,36	0,40	A1
Toiture	a_2 ($W/m^2.K$)	0,20	0,25	A2
Terrasse	a_3 ($W/m^2.K$)	0,27	0,27	A3
Plancher bas	a_4 ($W/m^2.K$)	0,27	0,36	A4
Porte	a_5 ($W/m^2.K$)	1,50	1,50	A5
Fenêtre	a_6 ($W/m^2.K$)	2,10	2,30	A6
Fenêtre avec fermeture	a_7 ($W/m^2.K$)	1,80	2,10	A7

Pour les ponts thermiques en planchers

				longueur de paroi
Bas	a_8 ($W/m.K$)	0,40	0,40	L8
Intermédiaire	a_9 ($W/m.K$)	0,55*	0,55*	L9
Haut	a_{10} ($W/m.K$)	0,50*	0,50*	L10

* 0,60 pour les bâtiments non résidentiels.



LES DEPERDITIONS MAXIMALES DE LA RT 2005

La réglementation thermique RT 2005 fixe les limites de déperditions, exigences de consommation maximale, à ne pas dépasser pour les bâtiments d'habitation.

Coefficient U maximal, en W/(m.K)

Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol	0,45
Murs en contact avec un volume non chauffé	0,45/b*
Planchers bas donnant sur l'extérieur ou sur un parking collectif	0,36
Planchers bas donnant sur un vide sanitaire ou sur un volume non chauffé	0,40
Planchers hauts en béton ou en maçonnerie, et toitures en tôles métalliques étanchées	0,34
Planchers hauts en couverture en tôles métalliques	0,41
Autres planchers hauts	0,28
Fenêtres et portes-fenêtres prises nues donnant sur l'extérieur	2,60
Façades rideaux	2,60
Coffres de volets roulants	3,00

* b étant le coefficient de réduction des déperditions vers les volumes non chauffés, défini dans la méthode de calcul de Ubât.

Le coefficient de transmission thermique linéique moyen γ du pont thermique dû à la liaison de deux parois, dont l'une au moins est en contact avec l'extérieur, ne peut excéder les valeurs indiquées ci-après :

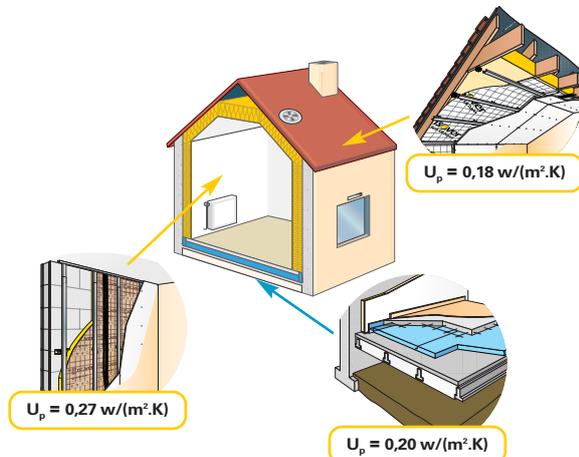
- Pour les maisons individuelles : 0,65 W/(m.K). Toutefois cette valeur est portée à 0,75 W/(m.K) jusqu'au 31 décembre 2007.
- Pour les autres bâtiments à usage d'habitation : 1,0 W/(m.K).
- Pour les bâtiments à usage autre que d'habitation : 1,2 W/(m.K). Toutefois cette valeur est portée à 1,35 W/(m.K) jusqu'au 31 décembre 2007, et, pour les liaisons avec des planchers hauts à base de tôles métalliques nervurées, à 2 W/(m.K) jusqu'au 31 décembre 2006. Les valeurs à considérer sont les moyennes pour chacun des linéaires L8, L9 et L10.

Les valeurs, dites garde-fous, constituent des limites, dites réglementaires. Une amélioration de 10 % de la valeur du Ubât entraîne une baisse de 10 % de la consommation Cep. Les bâtiments les plus concernés par les « besoins » en économies d'énergies d'habitations et en particulier les plus anciens seront concernés par les prochaines réglementations thermiques. Il est d'ores et déjà possible d'anticiper sur les économies futures car l'isolation est toujours un investissement durable et rentable. Le maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage a intérêt à viser des déperditions les plus faibles possibles, au minimum la référence.



EXEMPLES DE CALCUL

Étude thermique d'un projet d'une maison de plain-pied



	Surface	Up projet	Up réf	Amélioration de l'isolation
Mur	98,07 m ²	0,27	0,36	25 %
Toiture	119,82 m ²	0,18	0,20	10 %
Plancher bas	102,87 m ²	0,20	0,27	7 %
Porte	1,94 m ²	1,50	1,50	-
Fenêtre avec fermeture	17,15 m ²	1,80	1,80	-
Linéaire plancher bas	43,87 m	0,40	0,40	-

Calcul

$$U_{\text{bât réf}} = \frac{98,07 \times 0,36 + 119,82 \times 0,20 + 102,87 \times 0,27 + 1,94 \times 1,50 + 17,15 \times 1,80 + 43,87 \times 0,40}{98,07 + 119,82 + 102,87 + 1,94 + 17,15}$$

$$U_{\text{projet}} = \frac{98,07 \times 0,27 + 119,82 \times 0,18 + 102,87 \times 0,20 + 1,94 \times 1,50 + 17,15 \times 1,80 + 43,87 \times 0,40}{98,07 + 119,82 + 102,87 + 1,94 + 17,15}$$

$$U_{\text{bât réf}} = 0,40 \text{ w/(m}^2\text{.K)}$$

-11%
conforme

$$U_{\text{bât projet}} = 0,33 \text{ w/(m}^2\text{.K)}$$

$$C_{\text{réf}} = 168 \text{ kwh/m}^2\text{/an}$$

-11%
conforme

$$C_{\text{projet}} = 151 \text{ kwh/m}^2\text{/an}$$

Consommation de référence



Consommation de projet



Diminuer les déperditions des murs, des toitures et des sols permet de diminuer les besoins de chauffage et de climatisation et donc de réduire la consommation énergétique.

Étude réalisée selon la norme EN 12931 par **AEM** Energie Conseil

POUR EN SAVOIR PLUS



« Logements neufs RT 2005 Les solutions d'isolation conseillées »



« Bâtiments non résidentiels RT 2005 Les solutions d'isolation conseillées »



LE DPE : DIAGNOSTIC DE PERFORMANCE ÉNERGETIQUE

Ce nouveau dispositif introduit en complément de la RT 2005 est obligatoire pour toute vente de logement depuis le 1^{er} novembre 2006. La loi du 9 décembre 2004 de simplification du droit transpose en droit national la directive européenne n° 2002/91/CE relative au diagnostic sur la performance énergétique. Les modalités d'application de ces dispositions seront définies par décret.

Le diagnostic de performance énergétique d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment, est un document d'affichage sur la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée pour une utilisation standardisée du bâtiment ou de la partie de bâtiment considéré. C'est aussi une classification en fonction de valeurs de référence afin que les consommateurs puissent comparer et évaluer sa performance énergétique.

Le rapport d'inspection donnera les recommandations de travaux et d'amélioration de la gestion thermique du bien et de ses équipements, pour réduire les consommations d'énergie et ainsi les charges financières et limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Comme pour le matériel électroménager, le diagnostic de performance énergétique définit sept classes, de la classe A la plus performante pour un logement le plus économe, à la classe G la moins performante pour un logement le moins économe. Classe A. Un logement économe d'une consommation d'énergie primaire pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire et le refroidissement devant être inférieure à 51 kWh/m²/an. Classe G. Un logement énergivore d'une consommation d'énergie primaire devant être égale ou supérieure à 451 kWh/m²/an.

Le diagnostic décompose les énergies renouvelables et fossiles, estime le coût en euros comprenant les abonnements et la contribution au réchauffement climatique en kg équivalent CO₂/m²/an. Exemple, la classe A, 6 kg équivalent CO₂/m²/an, la classe G, 81 kg équivalent CO₂/m²/an.

Le diagnostic et le certificat de performance énergétique sont valables 10 ans.

Le diagnostic de performance énergétique est :

- un document qui comprend la quantité d'énergie effectivement consommée ou estimée pour une utilisation standardisée du bâtiment ou de la partie du bâtiment et les émissions de gaz à effet de serre associées,
- une classification selon des valeurs de références.

Diagnostic de performance énergétique		
N° : 05-75-00001	Date : 30/08/2005	
Valable jusqu'à : 29/08/2015	Expert : M. Martin	
Type de bâtiment : Maison	12 rue de la Maison	
Date approximative de construction : 19XX	75005 PARIS	
Surface habitable (en m ²) : 1XX	Signature :	
Adresse : 10 Rue de la Maison		CONF05128
75005 PARIS		
Propriétaire :	Syndic (s'il y a lieu) :	
Nom : M. X	Nom :	
Adresse :	Adresse :	
Descriptif du logement et de ses équipements		
Logement	Chauffage	Eau chaude sanitaire
Murs (type 1) : XXXXXXX	Système : XXXXXXX	Système : XXXXXXX
Murs (type 2) : -	Émetteurs : XXXXXXX	Stockage : XXXXXXX
Toiture (type 1) : XXX XXX	Contrôles : XXXXXXX	Contrôles : XXXX
Toiture (type 2) : -		
Menuiseries : XXXXXXX		
Plancher bas : XXXXX		
Indicateurs environnementaux (pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire)		
Consommations énergétiques		Émissions de gaz à effet de serre (GES)
Consommation conventionnelle : 000 kWh/m ² /an		00 kg CO ₂ /m ² /an
Consommation réelle : 260 kWh/m ² /an		62 kg CO ₂ /m ² /an
Logement économe		Faible émission de GES
Logement énergivore		Fortes émissions de GES
Estimation du montant annuel des frais inhérents à la consommation : 0 000 €		

Lors de la construction d'un bâtiment ou d'une extension d'un bâtiment, le maître de l'ouvrage fait établir le diagnostic de performance énergétique. Il le remet au propriétaire du bâtiment au plus tard à la réception de l'immeuble.

Depuis le 1^{er} novembre 2006, ce diagnostic est annexé à toute vente immobilière. Et, à compter du 1^{er} juillet 2007, c'est à tout contrat de location qu'il faudra le joindre.

Le diagnostic de performance énergétique n'a qu'une valeur informative. L'acquéreur ne peut se prévaloir des informations contenues dans ce diagnostic à l'encontre du propriétaire.

La vocation du DPE

Le diagnostic de performance énergétique a pour objectif premier d'informer les acquéreurs, bailleurs ou locataires des performances énergétiques de leur logement. L'intérêt de cette information est multiple :

- préciser les charges qui attendent le locataire ou le propriétaire pour la consommation énergétique,
- valoriser les logements à faible consommation,
- comparer et vérifier que les comportements des occupants sont adaptés, en appréciant les différences entre consommations réelles et de références,
- estimer un élément de négociation lors des transactions immobilières,
- constituer un outil de sensibilisation aux économies d'énergie pour modifier les comportements et inciter à améliorer les futures performances des logements.



LES LABELS DE PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE

Afin de favoriser des démarches allant au-delà des exigences réglementaires et de permettre aux acteurs de la filière de développer des compétences et des solutions en anticipation des futures exigences, les pouvoirs publics mettent en place une politique de labels volontaires. Ces labels, dits de haute performance énergétique, attestent que les bâtiments respectent un niveau de performance énergétique globale supérieur à l'exigence réglementaire et des modalités minimales de contrôle.

Cinq niveaux de label

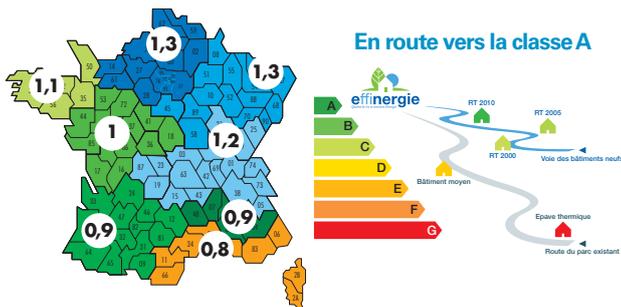
■ Le **label de haute performance énergétique HPE 2005** : la consommation conventionnelle d'énergie doit être **inférieure de 10 %** à la consommation conventionnelle de référence de la réglementation RT 2005.

■ Le **label de haute performance énergétique HPE Enr 2005** : aux exigences du label HPE 2005, vient s'ajouter une condition sur l'usage d'énergies renouvelables.

■ Le **label de très haute performance énergétique, THPE 2005** : la consommation conventionnelle d'énergie doit être **inférieure de 20 %** à la consommation conventionnelle de référence de la réglementation RT 2005.

■ Le **label de très haute performance énergétique, THPE Enr 2005** : la consommation conventionnelle d'énergie doit être inférieure de 30 % à la consommation conventionnelle de référence de la réglementation ; à cette exigence s'ajoute une condition sur l'usage d'énergies renouvelables.

■ Le **label BBC, Bâtiment Basse Consommation**, promu par l'association Effinergie sous le nom de label EFFINERGIE : ce label va permettre à la France de valoriser des constructions consommant très peu d'énergie, dans la lignée des labels Passivhaus en Allemagne ou Minergie en Suisse. La méthode de calcul utilisée pour le label EFFINERGIE est la même que pour la réglementation thermique 2005 ; de même, les usages pris en compte sont aussi ceux de la RT 2005 : chauffage, eau chaude sanitaire, climatisation, auxiliaires et éclairage. Le label EFFINERGIE vise pour l'ensemble de ces usages une consommation en énergie primaire inférieure à 50 kWh/m².an pour le résidentiel. **Cette valeur de 50 est modulée selon l'altitude et selon la région par des coefficients (cf. carte ci-dessous).** Par exemple, sur le pourtour méditerranéen, l'exigence sera de $50 \times 0,8 = 40 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$; en Bretagne, de $1,1 \times 50 = 55 \text{ kWh/m}^2/\text{an}$. Pour le non-résidentiel, le niveau d'exigence est positionné à 50 % de celui de la RT 2005.



Le label Effinergie sera délivré par les certificateurs reconnus et agréés par le ministère :

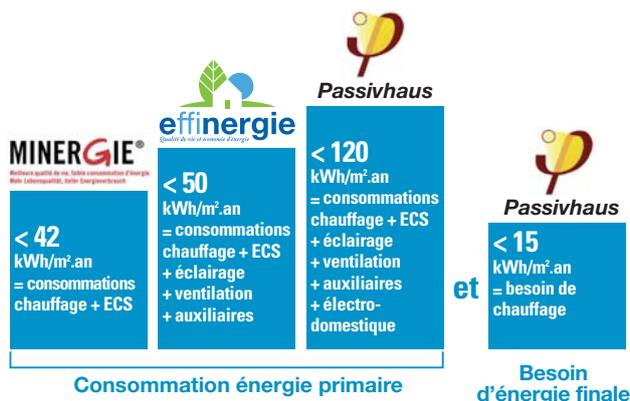
– Cerqual pour les immeubles collectifs,

- Cequami pour les maisons individuelles,
- Certivea pour le non résidentiel,
- Promotelec pour la maison individuelle diffuse.

Plus qu'une marque de qualité, Effinergie est le seul label officiel en France pour la basse consommation. À la différence des autres marques présentes sur le marché (Passivhaus, Minergie), il est totalement cohérent avec l'approche réglementaire française.

Effinergie® comparé aux autres marques

Des périmètres différents, des méthodes de calcul différentes, des règles de conversions différentes.



Les objectifs de l'association Effinergie (www.effinergie.org) sont les suivants :

- promouvoir de façon dynamique les constructions à basse énergie (dans le neuf et la rénovation),
- mutualiser et mettre en valeur les initiatives régionales,
- assurer la coordination entre les initiatives régionales et nationales,
- regrouper les initiatives pour un positionnement clair et un label basé sur un référentiel identique,
- apporter de la lisibilité dans le secteur de l'efficacité énergétique (enjeux, principes, solutions),
- fédérer les professionnels de la construction, le secteur bancaire et les collectivités locales dans un programme d'actions tendant vers un label de bâtiments confortables et respectueux de la qualité de vie,
- démontrer la faisabilité technico-économique de la basse énergie et les bénéfices associés,
- développer un référentiel de performance énergétique pour les constructions neuves et les rénovations nettement supérieur aux exigences réglementaires en vigueur.

70 COMBLES

84 MURS

94 CLOISONS

96 SOLS

100 BARDAGES MÉTALLIQUES

106 TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES

114 TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE

128 TOITURES ÉTANCHÉES SUR BACS ACIER

130 CHAUFFAGE

131 CLIMATISATION

135 CALORIFUGE INDUSTRIEL

LES SOLUTIONS

UPAROIS ISOVER EN MAISON INDIVIDUELLE ET EN BÂTIMENT TERTIAIRE

THERMIQUES



COMBLES

Lorsqu'elle n'est pas isolée, la toiture représente une part importante des déperditions thermiques, c'est donc l'endroit qui nécessite les solutions les plus performantes de la maison. Quel que soit le type de charpentes rencontré, les systèmes thermo-acoustiques d'Isover sont toujours adaptés aux combles aménagés ou perdus. Quel que soit le cas de figure, ces solutions d'isolation contribuent à rendre cet espace confortable en le protégeant des variations de température et des nuisances sonores.

→ U_p EN TOITURES

La valeur référence RT 2005 en combles (zones H1 et H2)

$$U_{\text{réf}} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,20$$

La plupart des solutions présentées répondent a minima aux valeurs de déperditions référence U_{réf}. Isover va plus loin avec un choix de solutions permettant de réduire jusqu'à 80 % la demande en énergie pour une maison.

Les solutions Isover

Solutions « référence RT 2005 »

Les solutions présentées sont à la référence RT 2005.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,20$$

Solutions « Recommandé par Isover »

Les solutions présentées sont meilleures que la référence.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,20$$

Uréf. Recommandé par Isover



Solutions « maison multi-confort »

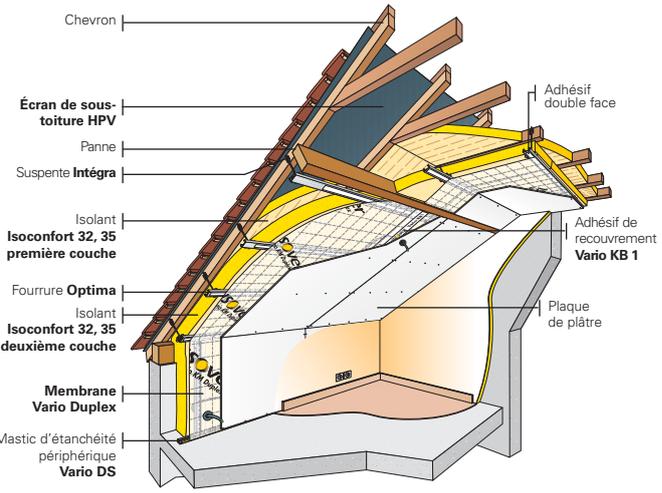
Les solutions présentées, recommandées par Isover, permettent de réduire davantage la demande en énergie.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,16$$



→ LA MAÎTRISE DE L'HYGROMÉTRIE AVEC LE SYSTÈME INTÉGRA VARIO

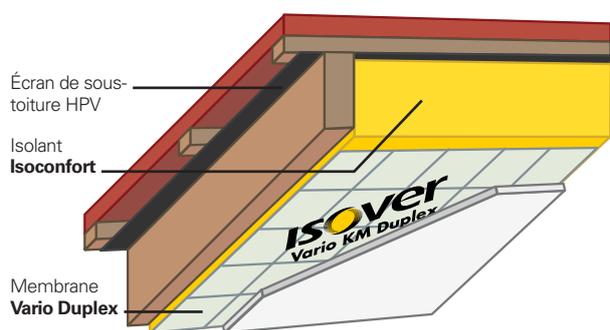
Un pare-vapeur idéal doit assurer une étanchéité à l'air pour supprimer les phénomènes de convection et de résistance à la diffusion de vapeur d'eau pour une toiture non hermétique mais néanmoins respirante. En l'absence de ventilation de la toiture entre l'isolant et l'écran de sous-toiture, le pare-vapeur doit assurer à la fois une forte résistance à la diffusion de vapeur d'eau, mais aussi une parfaite étanchéité à l'air de la toiture pour éviter tout transport d'humidité vers l'extérieur. Isover dispose d'un système innovant, sous Avis Technique : le système Intégra Vario.



Le principe du système Intégra Vario

Le système Intégra Vario met en œuvre une combinaison originale de produits. Il s'appuie sur :

- la suppression de la lame d'air de ventilation entre l'isolant et la couverture grâce à l'usage combiné d'une membrane Vario Duplex aux propriétés uniques et d'un écran de sous-toiture HPV (hautement perméable à la vapeur d'eau). Cette association rend négligeable tout risque de condensation et renforce la performance de l'enveloppe en améliorant son étanchéité à l'air ;
- une gamme d'isolant Isoconfort, surfacé d'un voile douceur, au pouvoir isolant renforcé.

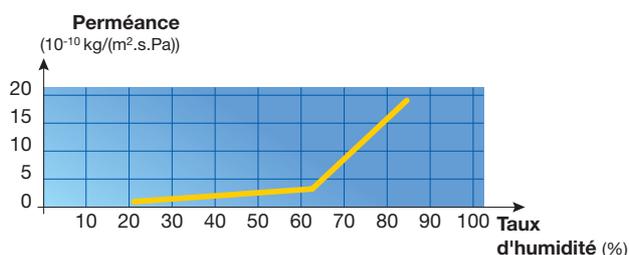


Grâce à la membrane Vario Duplex, un pare-vapeur hygro-régulant adapté aux conditions climatiques, il n'y a aucun risque de dégradation du bâti pour des raisons d'humidité et le climat ambiant reste sain et agréable, même sans lame d'air de ventilation.

Le fonctionnement du système Intégra Vario

La membrane Vario Duplex est une feuille plastique à base de polyamide d'un genre totalement nouveau. Ce matériau, qui a déjà fait ses preuves dans l'industrie alimentaire, a été spécialement perfectionné pour la construction. La résistance à la diffusion de la membrane s'adapte au taux d'humidité du moment. À partir d'une humidité ambiante de 60 %, la membrane Vario Duplex devient perméable à la vapeur d'eau et sa perméance évolue en fonction de la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air.

Évolution de la perméance de la membrane Vario Duplex en fonction de la quantité de vapeur d'eau présente dans l'air



Une perméance adaptable aux conditions atmosphériques

En hiver, la quantité de vapeur d'eau dans l'air extérieur est faible, la structure de la membrane Vario Duplex se ferme, en empêchant la vapeur d'eau produite à l'intérieur de la traverser. Elle arrête la diffusion de la vapeur d'eau. La membrane Vario protège la charpente, l'isolant et la couverture de tous les risques de condensation.



En été, cette membrane va encore plus loin : elle permet le séchage des bois de charpente. En effet, la membrane Vario Duplex adapte sa structure moléculaire en s'ouvrant et devient alors perméable à la vapeur d'eau. Sa résistance à la diffusion diminue et la vapeur formée par l'humidité contenue dans le bois sous l'effet de la chaleur estivale se dégage vers l'intérieur. La toiture respire et la charpente sèche naturellement. L'été, la membrane Vario Duplex laisse passer 25 fois plus de vapeur d'eau qu'elle n'en laisse passer l'hiver. Les bois de charpente trop humides (taux d'humidité proche de 20 %) séchent régulièrement sur six mois pour arriver à leur taux d'équilibre, l'humidité relative se stabilisant année après année au niveau des pannes, chevrons, liteaux, fermettes, malgré des variations diurnes et saisonnières importantes.



La membrane Vario Duplex est associée aux systèmes Intégra Vario et Intégra Réno. Ils intègrent une gamme d'accessoires spécifiques contribuant chacun à une meilleure étanchéité des points singuliers au contact de la membrane. Intégra Vario et Intégra Réno combinent la membrane Vario avec des isolants spécifiques et un écran HPV permettant des performances thermiques et des **U parois** sans équivalence (cf. solutions pages 76, 77, 80, 89, 90).

COMBLES AMÉNAGÉS SYSTÈME INTÉGRA VARIO ISOLATION EN UNE COUCHE DE FERMETTES INDUSTRIELLES

L'isolation thermo-acoustique hautes performances

→ DESCRIPTIF

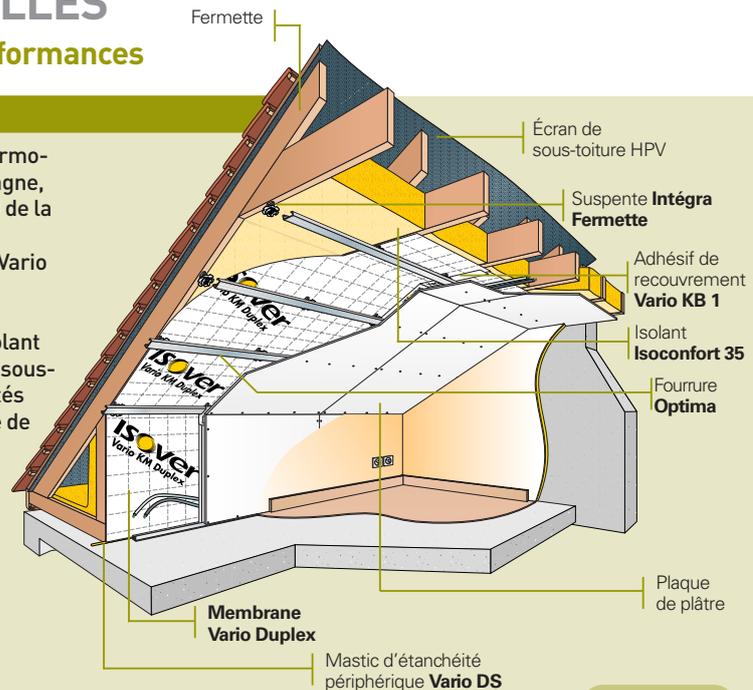
Le système Intégra Vario est conçu pour l'isolation thermo-acoustique des combles, y compris en climat de montagne, aux couvertures en petits éléments conformes au DTU de la série 40. Il s'adapte à tous les types de charpentes, traditionnelles ou industrialisées. Le système Intégra Vario met en œuvre une combinaison originale de produits. Il s'appuie sur :

- la suppression de la lame d'air de ventilation entre l'isolant et la couverture grâce à l'usage combiné d'un écran de sous-toiture HPV et du Vario Duplex, membrane aux propriétés uniques. Cette association rend négligeable tout risque de condensation et renforce la performance de l'enveloppe en améliorant son étanchéité à l'air ;
- une nouvelle gamme d'isolants : Isoconfort, surfacé d'un voile douceur, au pouvoir isolant renforcé, pour une isolation optimale dans un encombrement réduit.

Isolation en simple couche entre fermettes avec écran de sous-toiture HPV et pare-vapeur membrane.

Système Intégra Vario

Système sous Avis technique n° 20/06-100



Pour charpentes fermettes industrielles

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques de haut niveau avec Isoconfort
- Augmentation du volume habitable des combles
- Suppression de risque de condensation en hiver
- Séchage des bois de charpente en été
- Toiture bien étanche à l'air et charpente qui respire
- Isolation acoustique performante
- Grand confort de pose

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Fermettes 35 x 225 mm, entraxe entre fermettes 0,60 m
- Suspentes Intégra par m² fixées aux fermettes : 3
- Isolant entre fermettes : Isoconfort 35 en 200 mm, R = 5,70
- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)} = 0,19$$

Recommandé par Isover



Rapport CSTB n° DER/HTO 2007-107

CONFIGURATION 2 :

- Fermettes 35 x 225 mm, entraxe entre fermettes 0,60 m
- Suspentes Intégra par m² fixées aux fermettes : 3
- Isolant entre fermettes : Isoconfort 35 en 220 mm, R = 6,25
- Déparement : plaque de plâtre sur ossature

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)} = 0,17$$

Recommandé par Isover



Rapport CSTB n° DER/HTO 2007-107

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ISOCONFORT 35

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

R _D (m ² .K/W)	6,25	5,70
Épaisseur (mm)	220	200

COMBLES AMÉNAGÉS SYSTÈME INTÉGRA VARIO ISOLATION DE CHARPENTES TRADITIONNELLES

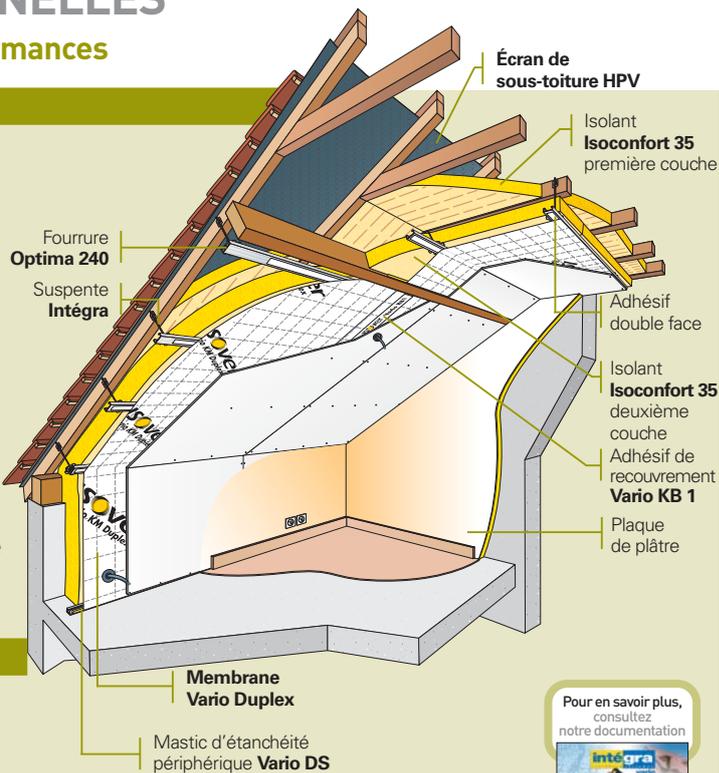
L'isolation thermo-acoustique hautes performances

→ DESCRIPTIF

Le système Intégra Vario est conçu pour l'isolation thermo-acoustique des combles, y compris en climat de montagne, aux couvertures en petits éléments conformes au DTU de la série 40. Il s'adapte à tous les types de charpentes. Le système Intégra Vario met en œuvre une combinaison originale de produits. Il s'appuie sur :

- la suppression de la lame d'air de ventilation entre l'isolant et la couverture grâce à l'usage combiné d'un écran de sous-toiture HPV et du Vario Duplex, membrane aux propriétés uniques. Cette association rend négligeable tout risque de condensation et renforce la performance de l'enveloppe en améliorant son étanchéité à l'air ;
- une nouvelle gamme d'isolants : Isoconfort, surfacé d'un voile doux, au pouvoir isolant renforcé, pour une isolation optimale dans un encombrement réduit.

Isolation en double couche entre et sous chevrons avec écran de sous-toiture HPV et pare-vapeur membrane. Système sous avis technique : n° 20/06-100



Pour charpentes traditionnelles

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques de haut niveau avec Isoconfort
- Augmentation du volume habitable des combles
- Suppression de risque de condensation en hiver
- Séchage des bois de charpente en été
- Toiture bien étanche à l'air et charpente qui respire
- Isolation acoustique performante
- Grand confort de pose

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Chevrons 80 x 60 mm, entraxe entre chevrons 0,60 m
- Pannes 75 x 200 mm, entraxe entre pannes 1,5 m
- Suspentes Intégra par m² fixées aux chevrons : 3
- Isolant première couche entre chevrons : Isoconfort 35 en 80 mm, R = 2,25
- Isolant deuxième couche sous chevrons : Isoconfort 35 en 120 mm, R = 3,40
- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,19$$

Recommandé par Isover



Rapport CSTB n° DER/HTO 2007-107

CONFIGURATION 2 :

- Chevrons 80 x 60 mm, entraxe entre chevrons 0,60 m
- Pannes 75 x 200 mm, entraxe entre pannes 1,5 m
- Suspentes Intégra par m² fixées aux chevrons : 3
- Isolant première couche entre chevrons : Isoconfort 35 en 80 mm, R = 2,25
- Isolant deuxième couche sous chevrons : Isoconfort 35 en 140 mm, R = 4,00

- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,18$$

Recommandé par Isover



Calcul : logiciel TRISCO version 10.0w © Physibel

CONFIGURATION 3 :

- Chevrons 80 x 60 mm, entraxe entre chevrons 0,60 m
- Pannes 75 x 200 mm, entraxe entre pannes 1,5 m
- Suspentes Intégra par m² fixées aux chevrons : 3
- Isolant première couche entre chevrons : Isoconfort 35 en 80 mm, R = 2,25
- Isolant deuxième couche sous chevrons : Isoconfort 35 en 160 mm, R = 4,55
- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,16$$

Solution « maison multi-confort »



Calcul : logiciel TRISCO version 10.0w © Physibel

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ISOCONFORT 35 • $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

R _p (m ² .K/W)	6,25	5,70	5,10	4,55	4,00	3,40	2,85	2,25
Épaisseur (mm)	220	200	180	160	140	120	100	80

COMBLES AMÉNAGÉS

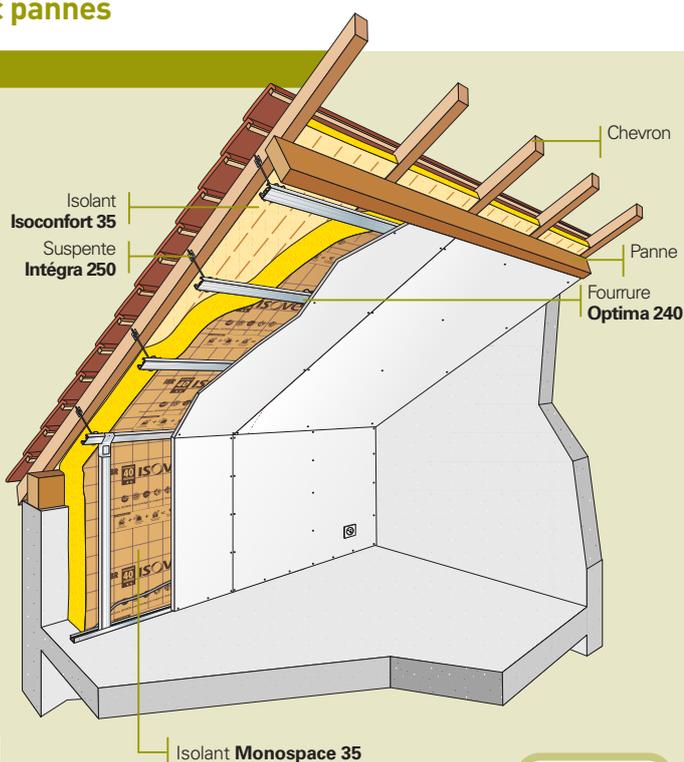
ISOCONFORT 35 - MONOSPACE 35

ISOLATION TRADITIONNELLE EN DOUBLE COUCHE

L'isolation traditionnelle pour charpentes avec pannes

→ DESCRIPTIF

- Solution traditionnelle en double couche.
La première couche d'isolant est calée entre les chevrons. Une seconde couche d'isolant, continue, est posée entre les pannes. La double couche d'isolant est maintenue par les suspentes et fourrures métalliques qui servent de support au parement à base de plaque de plâtre.



→ LES AVANTAGES

- Performances thermo-acoustiques à la carte, en fonction de l'isolant
- Finitions multiples (plaques de plâtre, lambris...)
- Fixation de l'isolant sous ossature métallique permettant un contrôle du bon calfeutrement de l'isolation et un vissage aisé du parement plaque de plâtre
- Forte réduction des ponts thermiques

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Chevrons 80 x 60 mm, entraxe entre chevrons 0,60 m
- Pannes 75 x 200 mm, entraxe entre pannes 1,5 m
- Suspentes Intégra par m² fixées aux chevrons : 3
- Isolant première couche entre chevrons : Isoconfort 35 en 60 mm non comprimé, R = 1,70
- Isolant deuxième couche sous chevrons : Monospace 35 en 140 mm, R = 4
- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,19$$

Recommandé par Isover



Rapport CSTB n° CLT/HTO 2003-162-OR/LS

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

MONOSPACE 35 REVÊTU KRAFT

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	5,40	4,55	4,00
Épaisseur minimale (mm)	190	160	140

ISOCONFORT 35

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	3,40	2,85	2,25	1,70
Épaisseur minimale (mm)	120	100	80	60

COMBLES AMÉNAGÉS MONOSPACE 35 ISOLATION MONOCOUCHE ENTRE FERMETTES INDUSTRIELLES

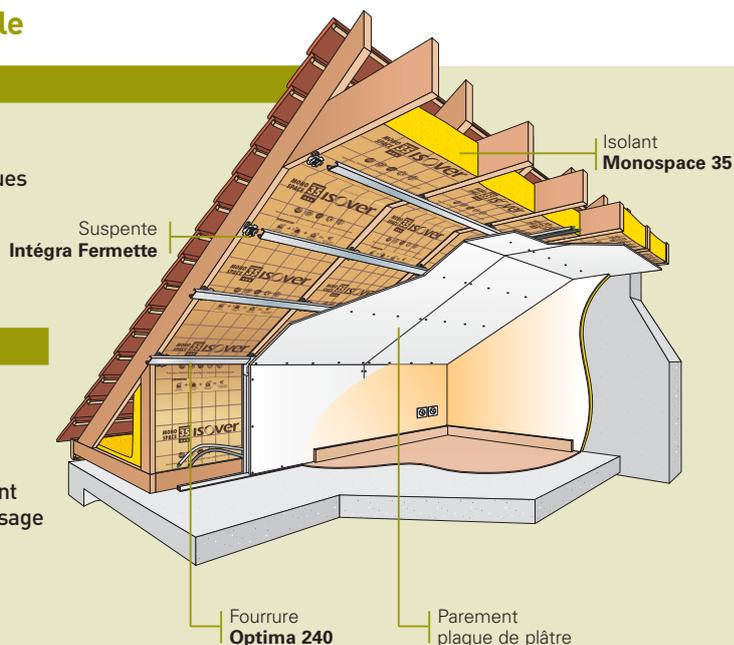
L'isolation thermo-acoustique traditionnelle

→ DESCRIPTIF

- Solution traditionnelle en simple couche.
L'isolant est calé entre les fermettes industrielles.
Il est maintenu par les suspentes et fourrures métalliques qui servent de support au parement à base de plaque de plâtre.

→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques répondant aux exigences de la RT 2005
- Finitions multiples (plaques de plâtre, lambris...)
- Fixation de l'isolant sous ossature métallique permettant un contrôle du bon calfeutrement de l'isolant et un vissage aisé du parement plaque de plâtre
- Permet de conserver le volume habitable
- Assure la ventilation de la couverture



→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Fermettes 35 x 225 mm, entraxe entre fermettes 0,60 m
- Suspentes Intégra Fermette par m² fixées aux fermettes : 3
- Isolant entre fermettes : Monospace 35 en 190 mm, R = 5,40
- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Déperditions surfaciques

U_p (W/m².K) = 0,20

Recommandé par Isover



Rapport CSTB n° DER/HTO 2007-107

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

MONOSPACE 35 REVÊTU KRAFT

$\lambda = 0,035$ W/(m.K)

R_D (m ² .K/W)	5,40
Épaisseur minimale (mm)	190

COMBLES AMÉNAGÉS IBR CONTACT - IBR REVÊTU KRAFT ISOLATION EN UNE COUCHE SOUS CHEVRONS

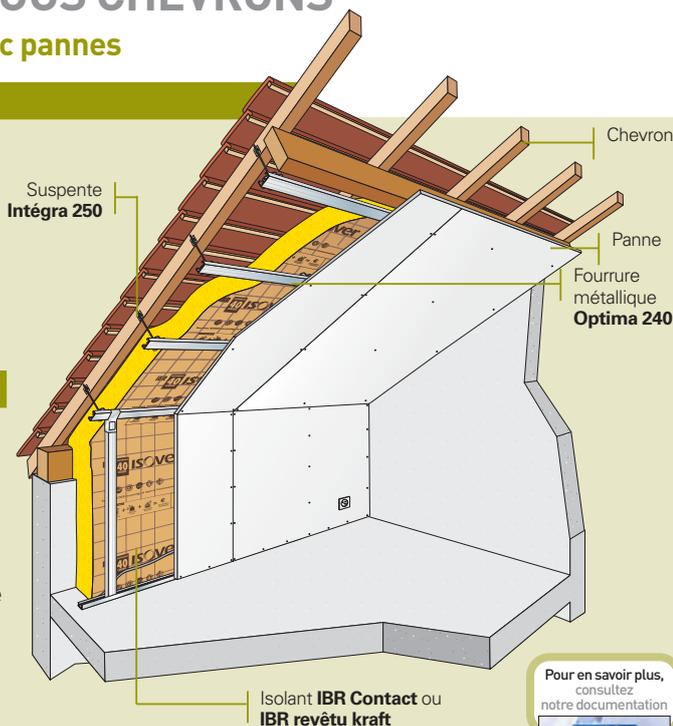
L'isolation traditionnelle pour charpentes avec pannes

→ DESCRIPTIF

- Solution traditionnelle. La modularité de cette véritable enveloppe thermo-acoustique permet de répondre à toutes les exigences (choix des performances thermo-acoustiques, parois plus rigides...) en gardant le même système. Une solution économique.

→ LES AVANTAGES

- Performances thermo-acoustiques à la carte, en fonction de l'isolant
- Charme et esthétique avec éléments de charpente visibles
- Finitions multiples (plaques de plâtre, lambris...)
- Fixation de l'isolant sous ossature métallique permettant un contrôle du bon calfeutrement de l'isolation et un vissage aisé du parement plaque de plâtre



Pour charpentes traditionnelles avec pannes

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Chevrons 42 x 62 mm, entraxe entre chevrons 0,60 m
- Pannes 75 x 200 mm, entraxe entre pannes 1,5 m
- Suspentes Intégra par m² fixées aux chevrons : 3
- Isolant sous chevrons : IBR en 240 mm non comprimé, R = 6,00
- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,18$$

Recommandé par Isover



Rapport CSTB n° CLT/HTO 2003-162-OR/LS

CONFIGURATION 2 :

- Chevrons 42 x 62 mm, entraxe entre chevrons 0,60 m
- Pannes 75 x 200 mm, entraxe entre pannes 1,5 m
- Suspentes Intégra par m² fixées aux chevrons : 3
- Isolant sous chevrons : IBR Contact en 220 mm, R = 5,50
- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,20$$

Solution référence RT 2005

Calcul Isover

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

IBR CONTACT

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

R _D (m ² .K/W)	5,5
Épaisseur minimale (mm)	220

IBR REVÊTU KRAFT

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

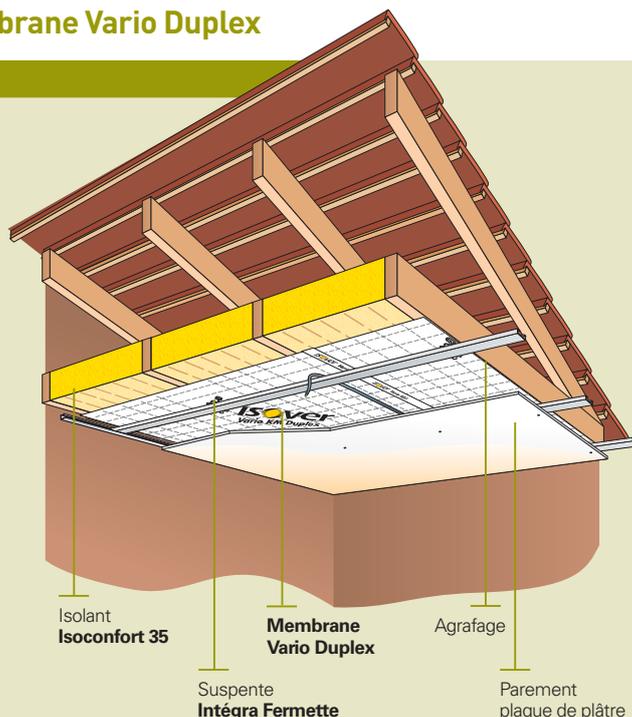
R _D (m ² .K/W)	6,5	6,0
Épaisseur minimale (mm)	260	240

COMBLES PERDUS ISOCONFORT 35 ISOLATION PAR LE DESSOUS

L'isolation entre entrants de fermettes avec membrane Vario Duplex

→ DESCRIPTIF

- Cette solution adaptée aux combles perdus est une déclinaison du système Intégra Vario pour combles aménagés (voir page 72). Sa mise en œuvre s'effectue en coinçant le panneau isolant nu entre les entrants.
- La membrane Vario Duplex est agrafée sous les entrants de fermette. Après avoir fixé les suspentes Intégra Fermette, fixer dessus les fourrures métalliques.
- La finition parement à base de plaque de plâtre est ensuite vissée sur les fourrures.



Pour combles perdus sans usage

→ LES AVANTAGES

- Isolation thermique performante
- Mise en œuvre par le dessous avant la pose du plafond
- Étanchéité à l'air
- Distribution des réseaux électriques entre la plaque de plâtre et la membrane Vario Duplex

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Entraxe entre fermettes : 0,60 m
- Suspentes par m² : 1,5 à 3
- Isolant entre entraxes : Isoconfort 35 en 200 mm, R = 5,70
- Pare-vapeur indépendant : membrane Vario Duplex
- Parement : plaque de plâtre

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)} = 0,19$$

Recommandé par Isover



Rapport CSTB n° DER/HTO 2007-107

CONFIGURATION 2 :

- Entraxe entre fermettes : 0,60 m
- Suspentes par m² : 1,5 à 3
- Isolant entre entraxes : Isoconfort 35 en 220 mm, R = 6,25
- Pare-vapeur indépendant : membrane Vario Duplex
- Parement : plaque de plâtre

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)} = 0,18$$

Recommandé par Isover



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ISOCONFORT 35

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

R _D (m ² .K/W)	6,25	5,70
Épaisseur (mm)	220	200

COMBLES PERDUS IBR REVÊTU KRAFT - MONOSPACE 35 REVÊTU KRAFT ISOLATION PAR LE DESSOUS

L'isolation calée entre entrants de fermettes

→ DESCRIPTIF

- Solution adaptée à la majorité des chantiers de combles perdus, y compris les chantiers difficilement accessibles. Sa mise en œuvre s'effectue en coinçant le panneau isolant entre les entrants avant vissage de la plaque de plâtre sur l'ossature. Le ménagement d'un espace de 5 cm entre les entrants et le parement permet d'assurer la continuité de l'isolation.

→ LES AVANTAGES

- Isolation thermique performante
- Maniabilité et facilité de pose des panneaux
- Mise en œuvre par le dessous avant la pose du plafond

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Entraxe entre fermettes : 0,60 m
- Suspentes par m² fixées aux solives : 1,5 à 3
- Isolant entre solives : Monospace 35 en 190 mm, R = 5,4
- Parement : plaque de plâtre

Déperditions surfaciques

U_p (W/m².K) = **0,20**

Solution référence RT 2005

Rapport CSTB : n° DER/HTO 2007-107

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

MONOSPACE 35 REVÊTU KRAFT

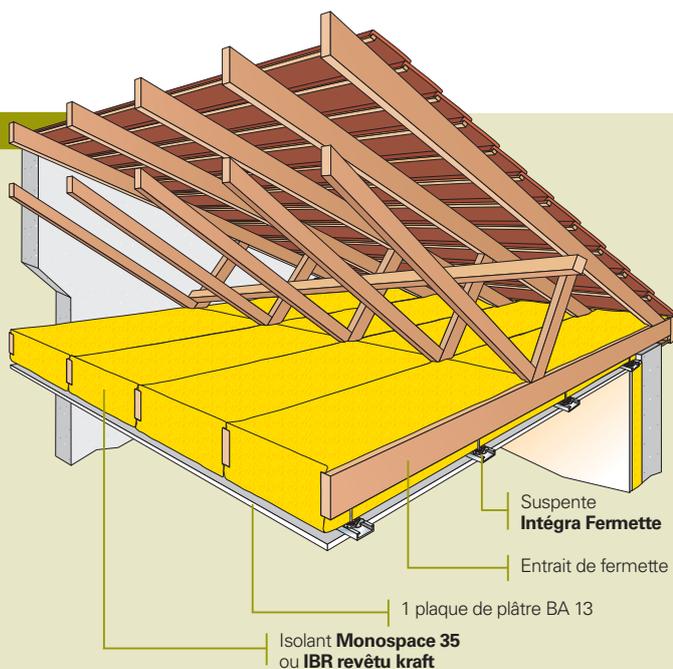
$\lambda = 0,035$ W/(m.K)

R_D (m ² .K/W)	5,4
Épaisseur (mm)	190

IBR REVÊTU KRAFT

$\lambda = 0,040$ W/(m.K)

R_D (m ² .K/W)	6,5	6,0	5,5
Épaisseur (mm)	260	240	220



Pour combles difficiles d'accès

COMBLES PERDUS IBR ISOLATION À DÉROULER SUR PLANCHER

La solution thermo-acoustique rapide à mettre en œuvre

→ DESCRIPTIF

- L'isolant est déroulé sur le plancher des combles, permettant de réduire considérablement les déperditions de chaleur dans l'habitat et d'empêcher les infiltrations d'air extérieur.

→ LES AVANTAGES

- Isolation thermique performante
- Renfort d'isolation possible avec seconde couche croisée (par un produit sans pare-vapeur : IBR nu)
- Mise en œuvre simple et rapide
- Confort de pose (option isolant avec voile protecteur)



Isolant IBR revêtu kraft ou IBR Contact

Pour combles perdus sans usage

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Isolant déroulé sur plancher, épaisseur 200 mm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,20$$

Solution référence RT 2005

CONFIGURATION 2 :

- Isolant déroulé sur plancher, épaisseur 260 mm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,15$$

Solution « maison multi-confort »



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

IBR REVÊTU KRAFT

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	5	5,5	6	6,5
Épaisseur (mm)	200	220	240	260

IBR CONTACT

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	5,5	5	4,5	4
Épaisseur (mm)	220	200	180	160

COMBLES PERDUS

ISOLÈNE 4 ISOLATION PAR LAINE SOUFLÉE EN VRAC

L'isolation entre solives des combles difficiles d'accès

→ DESCRIPTIF

- Technique adaptée aux combles perdus difficilement accessibles, la solution « laine soufflée » permet de réaliser rapidement une isolation thermique et acoustique. Les qualités de cette technique dépendent totalement de sa mise en œuvre. Celle-ci est régie par un Avis technique décrivant les précautions particulières à prendre pour assurer les performances et leur pérennité.

→ LES AVANTAGES

- Isolation thermique performante
- Produit en vrac prêt à l'emploi pour machine à souffler

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

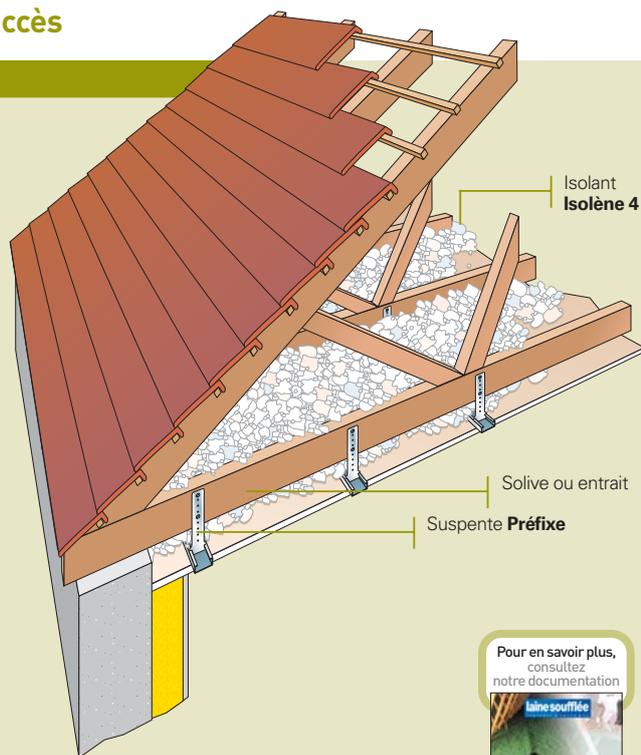
- Entraxe entre fermettes : 0,60 m
- Entrait de fermette : 100 x 36 mm
- Suspentes par m² fixées aux solives : 1,5 à 3
- Isolant entre solives : Isolène 4 (250 mm), R = 5
- Parement : plaque de plâtre

Déperditions surfaciques

U_p (W/m².K) = **0,20**

Solution référence RT 2005

Calcul Physibel n° 2002-05A-5
Avis technique



Pour combles difficiles d'accès

Pour en savoir plus,
consultez
notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ISOLÈNE 4

R_D (m ² .K/W)	6,5	6,0	5,5	5,0
Épaisseur minimale (mm)	325	300	275	250
Pouvoir couvrant minimal (kg/m ²)	3,55	3,30	3,00	2,75
Nombre de sacs mini. pour 100 m ²	21,5	19,9	18,2	16,6

COMBLES AMÉNAGÉS SYSTÈME INTÉGRA RÉNO ISOLATION DES CHARPENTES EN RÉNOVATION

L'isolation des toitures par l'extérieur

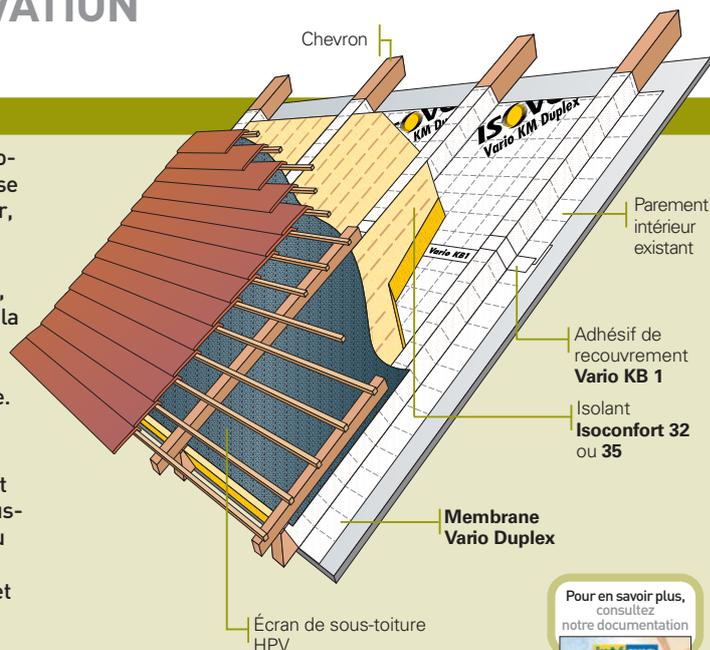
→ DESCRIPTIF

Le système Intégra Réno est conçu pour l'isolation thermo-acoustique des toitures lors de rénovations lourdes (dépose totale de la couverture). Solution d'isolation par l'extérieur, le système Intégra Réno est adapté aux toitures de bâtiments résidentiels et non résidentiels, de faible et moyenne hygrométries, y compris en climat de montagne, aux couvertures en petits éléments conformes au DTU de la série 40. Il s'adapte à tous les types de charpentes, traditionnelles ou industrialisées, quels que soient l'isolation préexistante et le parement intérieur du comble.

Le système Intégra Réno met en œuvre une combinaison originale de produits. Il s'appuie sur :

- la suppression de la lame d'air de ventilation entre l'isolant et la couverture grâce à l'usage combiné d'un écran de sous-toiture HPV (hautement perméable à la vapeur d'eau) et du Vario Duplex, membrane aux propriétés uniques. Cette association rend négligeable tout risque de condensation et renforce la performance de l'enveloppe en améliorant son étanchéité à l'air ;
- des isolants en laine de verre, posés sans lame d'air au contact de l'écran de sous-toiture.

Système sous Avis technique n° 20/06-100



→ LES AVANTAGES

- Un renforcement de la qualité de l'isolation thermique et acoustique
- Intervention par l'extérieur, sans modification de la charpente
- Maintien du volume habitable des combles
- Absence de risque de condensation en hiver
- Séchage des bois de la charpente en été
- Toiture bien étanche à l'air, une charpente qui respire
- Grand confort de pose
- Système adapté à toutes les charpentes, validé par un Avis technique du CSTB

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Chevrons : 80 x 100 mm
- Entraxe entre chevrons : 60 mm
- Isolant Isoconfort 32 en 100 mm, R = 3,10

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,39$$

Pour la rénovation, la RT 2005 ne fixe pas d'exigences de valeurs U_p .

En 2007, un décret concernant la réglementation thermique dans l'existant fixera une valeur minimum de résistance thermique.

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ISOCONFORT 32

$\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

R_p (m ² .K/W)	3,10
Épaisseur minimale (mm)	100

ISOCONFORT 35

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

R_p (m ² .K/W)	6,25	5,70	5,10	4,55	4,00	3,40
Épaisseur minimale (mm)	220	200	180	160	140	120

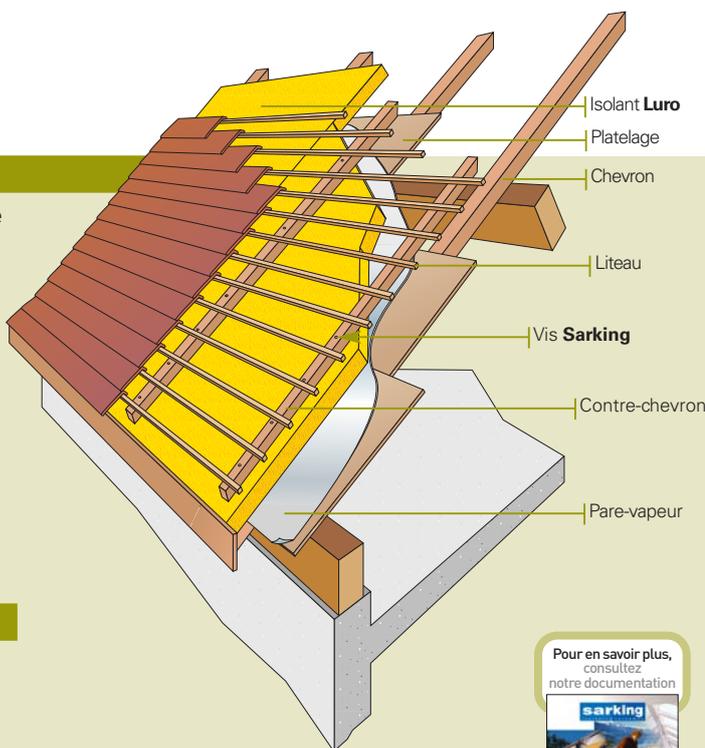
COMBLES AMÉNAGÉS

LURO ISOLATION PAR LA TECHNIQUE SARKING

L'isolation des toitures par l'extérieur

→ DESCRIPTIF

- Système permettant d'insérer un lit continu d'isolant rigide entre la charpente et la couverture. La charpente supporte les éléments de couverture par l'intermédiaire de contre-chevrons. Cette technique permet un grand choix de couvertures possibles.
- Système d'isolation esthétique des combles aménagés, le Sarking convient aux habitations et bâtiments tertiaires. Il réduit considérablement les ponts thermiques et est indiqué pour respecter les exigences de la RT 2005.
- L'isolant Luro est préconisé pour une solution thermo-acoustique.



→ LES AVANTAGES

- Continuité de l'isolation et limitation des ponts thermiques
- Isolation efficace aux bruits aériens et aux bruits d'impact (pluie)
- Volume habitable accru
- Valorisation de la charpente bois apparente

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Isolant : Luro en 2 couches, en 100 + 80 mm, R = 5,15

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)} = 0,19$$

Recommandé par Isover



Calcul : logiciel TRISCO version 10,0w © Physibel

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

LURO

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

$R_D \text{ (m}^2\cdot\text{K/W)}$	5,70	5,15
Épaisseur minimale (mm)	200 (100 + 100)	180 (100 + 80)

* Produit disponible sur fabrication avec un minimum de commande.



MURS

L'isolation des murs doit remplir plusieurs fonctions essentielles pour le confort des occupants d'une maison. Au-delà des plus évidentes comme le confort thermique ou la protection aux bruits extérieurs, c'est aussi par le choix d'un doublage performant que l'on supprime l'effet de « paroi froide » (sensation de froid ressentie lorsque la différence de température entre l'air ambiant et la surface du mur dépasse 3 °C) ou que l'on assure la pérennité des parements dans les locaux humides comme la salle de bain. Les systèmes de doublage Isover permettent de répondre à toutes les contraintes techniques, quelle que soit la technique retenue.



U_p
EN MURS

La valeur référence RT 2005 en murs (zones H1 et H2)

$$U_{\text{réf}} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,36$$

La plupart des solutions présentées répondent a minima aux valeurs de déperditions référence U_{réf}. Isover va plus loin avec un choix de solutions permettant de réduire jusqu'à 80 % la demande en énergie pour une maison.

Les solutions Isover

Solutions « référence RT 2005 »

Les solutions présentées sont à la référence RT 2005.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,36$$

Solutions « Recommandé par Isover »

Les solutions présentées sont meilleures que la référence.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,27$$

Uréf. Recommandé par Isover



Solutions « maison multi-confort »

Les solutions présentées, recommandées par Isover, permettent de réduire davantage la demande en énergie.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,20$$



LES AVANTAGES DES SYSTÈMES DE DOUBLAGE ISOLANT SOUS OSSATURE MÉTALLIQUE

Les principes de la thermique appliquée aux doublages collés et aux systèmes isolants sous ossature métallique montrent clairement les influences respectives et mesurées de l'isolant, du montage, des lames d'air, des surfaces réfléchissantes lorsqu'il y en a.

Pour évaluer une solution d'isolation, il y a deux façons de calculer :

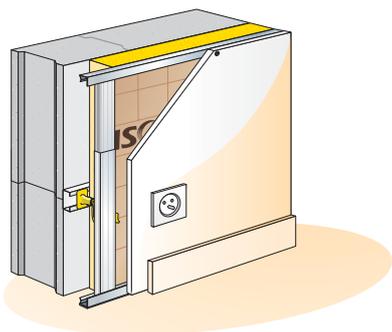
- le calcul spécifique, selon des normes européennes, réalisé par des bureaux d'études thermiques ou laboratoires de certification ;
- les règles Th-U (CSTB), forfaitaires, correspondant à une estimation par défaut, rapide, aboutissant à un calcul trop approximatif.

Le coefficient U_p constitue la valeur normalisée (EN 10211-1) la plus juste pour évaluer les déperditions d'une paroi.

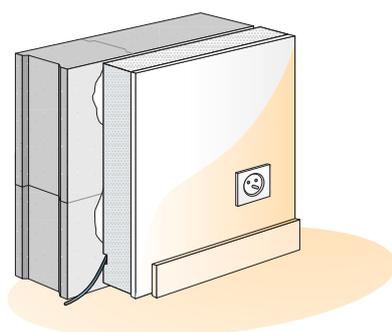
La performance du doublage sur ossature Optima comparée à un doublage collé

Le système Optima est comparé à des complexes de doublage collé. Les calculs sont réalisés à partir d'une pose respectant les critères de la réglementation thermique RT 2005.

Système de doublage sur ossature métallique Optima

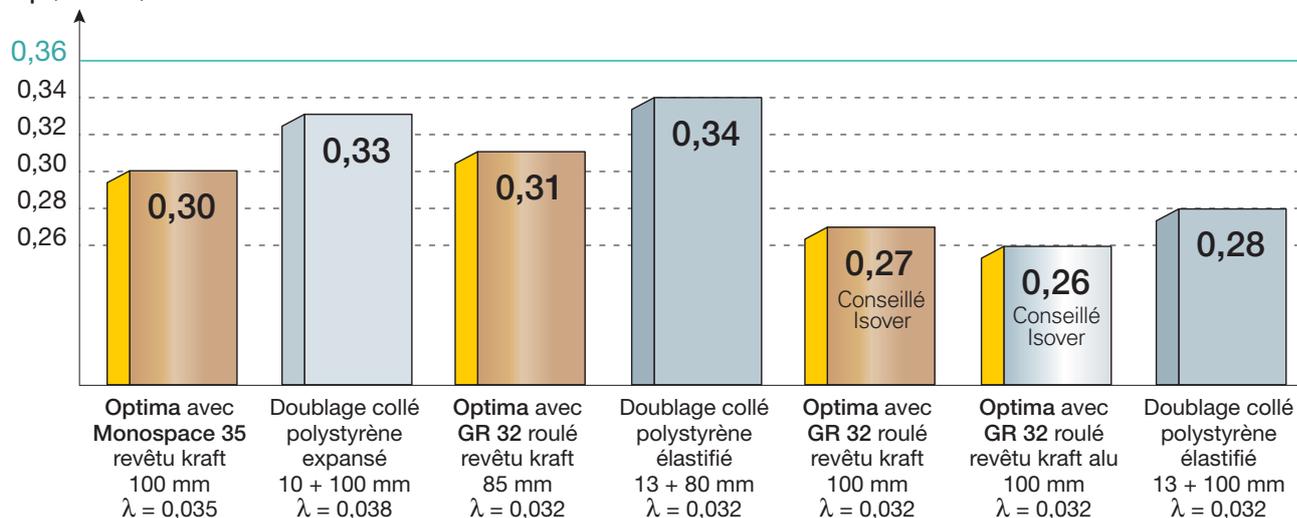


Complexe de doublage collé



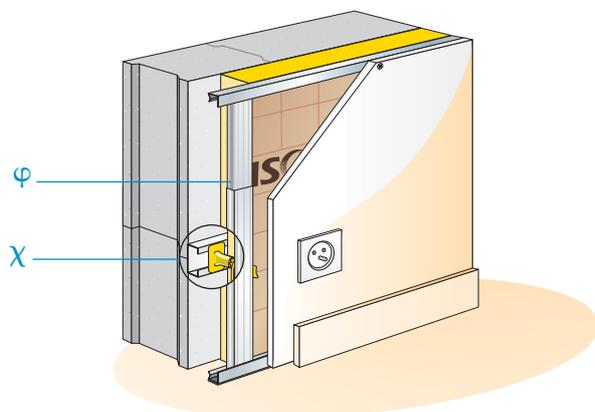
Configuration : mur porteur en parpaing creux de 20 cm d'épaisseur + enduit mortier extérieur de 1 cm isolé par le doublage Optima avec appui Optima et lame d'air de 18 mm non ventilée entre l'isolant et la plaque BA 13.

U_p (W/m².K)



Optima, une performance avec rupteurs thermiques intégrés

Exemple de calcul des déperditions U_p pour le système d'isolation des murs Optima sous ossature métallique



Ce coefficient U_p tient désormais compte des déperditions ponctuelles χ et linéiques ϕ liées au système, notamment au niveau de l'appui intermédiaire et des profils notamment.

L'hypothèse de calcul de U_p Optima s'appuie sur la configuration suivante :

Mur support	parpaing de 20 cm
Fouurrure horizontale	Optima 240
Appui intermédiaire	appui Optima ₂
Isolant	Monospace 35, ép. 100 mm
Cornière haute et basse	lisse clip Optima
Fouurrures verticales espacées de 600 mm (délimitant une lame d'air de 17 mm)	fouurrure Optima 240
Plaque de plâtre BA 13	ép. 12,5 mm
Lame d'air considérée immobile	

Coefficient de transmission thermique en partie courante seule U_c , hors ponts thermiques intégrés, lame d'air incluse

$$U_c = 0,29 \text{ (W/m}^2\text{.k)}$$

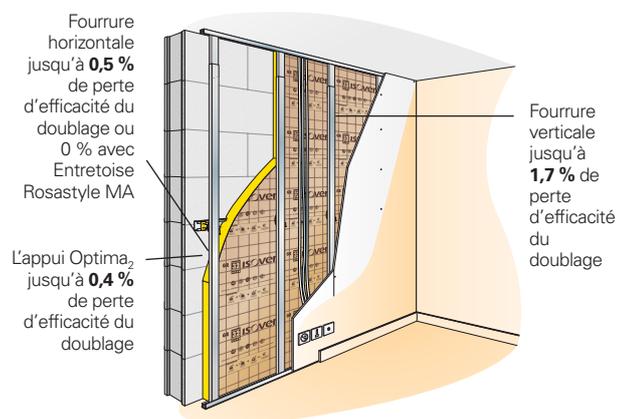
Coefficient de transmission thermique U_p prenant en compte les ponts thermiques intégrés ponctuels et linéiques de la paroi

$$U_p = 0,30 \text{ (W/m}^2\text{.k)}$$

La prise en compte des ponts thermiques intégrés (rapport CSTB : n° DER/HTO 2007-107) ramenés au m² montre que la performance globale du système n'est que très faiblement affectée par ces derniers.

Les mesures des différents ponts thermiques intégrés aux systèmes Optima et doublages collés traditionnels démontrent, selon les calculs normalisés et dans les deux cas en condition de mise en œuvre correcte, des pertes d'efficacité moindres pour le système Optima.

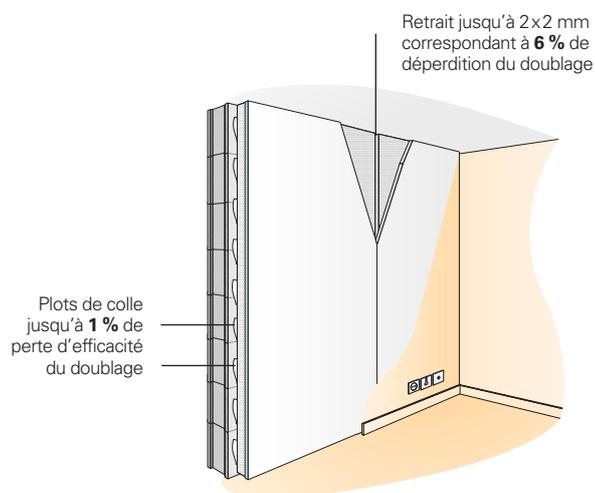
■ Système sous ossature métallique



Pont thermique avec Optima : **2,6 %**

Étude CSTB

■ Doublage collé



Pont thermique du doublage collé : **7 %**

Étude Physibel 09 B, avec PSE élastifié 13 + 80, $\lambda = 0,032$

Nota : ces calculs ne tiennent pas compte des pertes d'efficacité supplémentaires liées au grugeage des isolants pour le passage des canalisations électriques.

MURS SYSTÈME OPTIMA ISOLATION SOUS OSSATURE MÉTALLIQUE ET PLAQUE DE PLÂTRE

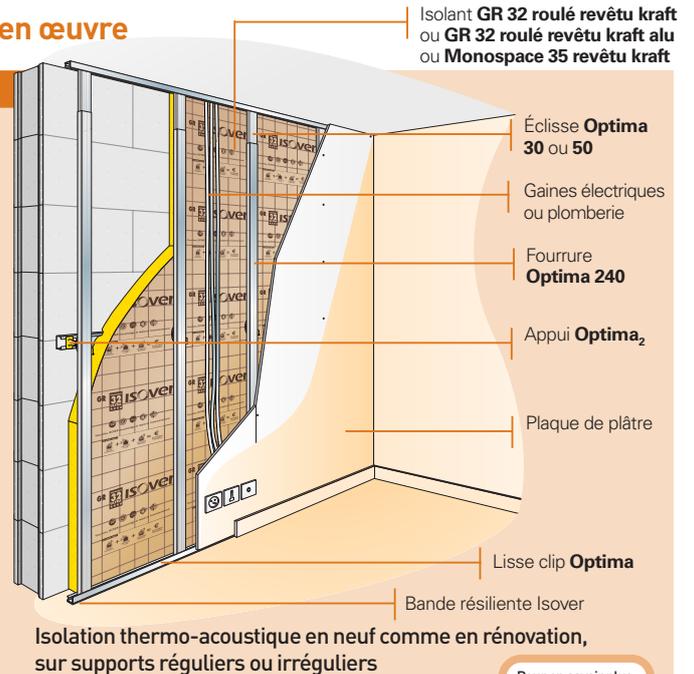
La solution thermo-acoustique rapide à mettre en œuvre

→ DESCRIPTIF

Cette solution avantageuse permet une isolation continue mais sans contraintes d'épaisseur. Le doublage est constitué de trois éléments :

- Une ossature métallique composée de lisses Clip'Optima en parties basse et haute ainsi que des fourrures Optima 240 verticales implantées à 0,60 m d'entraxe et comportant un appui (appui Optima₂) situé à 1,35 m maximum du sol. Cet appui est clipsé sur une fourrure Optima 240 horizontale pour l'appui Optima₂ ou vissé dans le mur pour l'appui manivelle Optima.
- Un isolant en panneau semi-rigide Monospace 35 revêtu kraft ou GR 32 roulé revêtu kraft ou GR 32 roulé revêtu kraft alu posé à hauteur d'étage, d'une largeur de 1,20 m ou 0,60 m.
- Une plaque de plâtre standard ou spéciale.

La pose doit être conforme à l'Avis technique aux prescriptions du DTU 25.41.



→ LES AVANTAGES

- Isolation de haut niveau et à la carte
- Calfeutrement parfait
- Continuité de l'isolant
- Système complet, sec et propre qui ne nécessite pas l'emploi de colle
- Mise en œuvre quelles que soient les conditions climatiques
- Pose simple, contrôlable à chaque étape
- Passage des gaines sans saignée dans l'isolant : pas de perte de performance

- 5 fois moins de déchets qu'un doublage traditionnel : nettoyage du chantier facilité, limitation des coûts de mise en décharge et de démontage ultérieur
- Possibilités de parements et de finitions multiples
- Économique
- Système validé par des Avis technique : n° 20/05-81 et n° 9/05-806

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Parpaing creux : 200 mm
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : GR 32 en 85 mm, R = 2,65
- Entraxe entre fourrures Optima : 0,60 m
- Parement : plaque de plâtre sur ossature
- Épaisseur doublage fini : 105 mm

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,32$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

CONFIGURATION 2 :

- Parpaing creux : 200 mm
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : Monospace 35 en 100 mm, R = 2,85
- Entraxe entre fourrures Optima : 0,60 m
- Parement : plaque de plâtre sur ossature
- Épaisseur doublage fini : 120 mm

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,30$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

CONFIGURATION 3 :

- Parpaing creux : 200 mm
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : GR 32 revêtu kraft en 100 mm, R = 3,15
- Entraxe entre fourrures Optima : 0,60 m
- Parement : plaque de plâtre sur ossature
- Épaisseur doublage fini : 130 mm

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,27$$

Recommandé par Isover



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

MONOSPACE 35 REVÊTU KRAFT • $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

R _D (m ² .K/W)	2,85	3,40	4,00	4,55
Épaisseur (mm)	100	120	140	160

GR 32 ROULÉ REVÊTU KRAFT • $\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

R _D (m ² .K/W)	3,15	2,65
Épaisseur (mm)	100	85

GR 32 ROULÉ REVÊTU KRAFT ALU • $\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

R _D (m ² .K/W)	3,15
Épaisseur (mm)	100

MURS SYSTÈME OPTIMA ISOLATION SOUS OSSATURE MÉTALLIQUE ET PLAQUE DE PLÂTRE

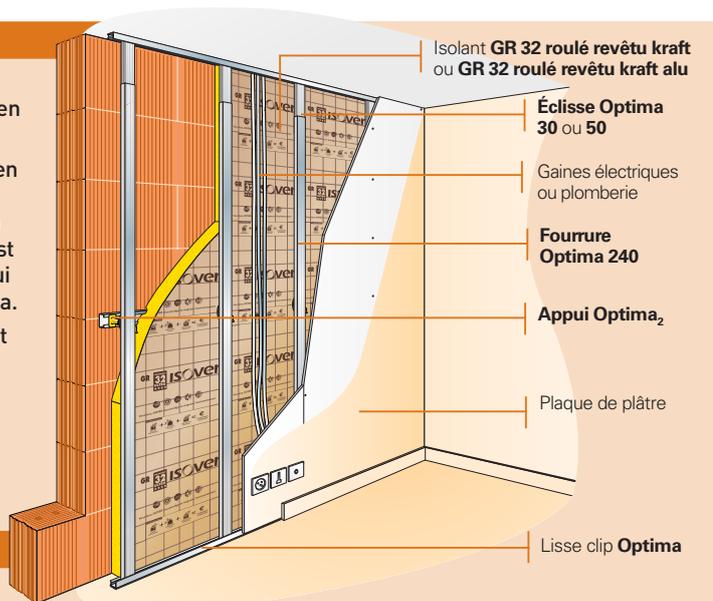
La solution thermo-acoustique pour de grandes économies d'énergie

→ DESCRIPTIF

Le système Optima s'adosse à une paroi porteuse de type monomur. Cette solution avantageuse permet une isolation en continu. Le doublage est constitué de trois éléments :

- Une ossature métallique composée de lisses Clip'Optima en parties basse et haute ainsi que des fourrures Optima 240 verticales implantées à 0,60 m d'entraxe et comportant un appui Optima₂ situé à 1,35 m maximum du sol. Cet appui est clipsé sur une fourrure Optima 240 horizontale pour l'appui Optima₂ ou vissé dans le mur pour l'appui manivelle Optima.
- Un isolant en panneau semi-rigide GR 32 roulé revêtu kraft ou GR 32 roulé revêtu kraft alu posé à hauteur d'étage, d'une largeur de 1,20 m ou 0,60 m.
- Une plaque de plâtre standard ou spéciale.

La pose doit être conforme aux prescriptions du DTU 25.41.



→ LES AVANTAGES

- Isolation de haut niveau et à la carte
- Calfeutrement parfait
- Continuité de l'isolant
- Système complet, sec et propre qui ne nécessite pas l'emploi de colle
- Mise en œuvre quelles que soient les conditions climatiques
- Pose simple, contrôlable à chaque étape
- Passage des gains sans saignée dans l'isolant : pas de perte de performance
- 5 fois moins de déchets qu'un doublage traditionnel : nettoyage du chantier facilité, limitation des coûts de mise en décharge et de démontage ultérieur
- Possibilités de parements et de finitions multiples
- Économique
- Système validé par des Avis technique : n° 20/05-81 et n° 9/05-806

Isolation thermo-acoustique en neuf comme en rénovation, sur supports réguliers ou irréguliers

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Brique collée : 20 cm, R = 0,72
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : GR 32 en 100 mm, R = 3,15
- Entraxe entre fourrures Optima : 0,60 m
- Parement : plaque de plâtre sur ossature
- Épaisseur doublage fini : 130 mm

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,24$$

Recommandé par Isover



Calculs Isover

CONFIGURATION 2 :

- Monomur : 30 cm, R = 2,50
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : GR 32 en 100 mm, R = 3,15
- Entraxe entre fourrures Optima : 0,60 m
- Parement : plaque de plâtre sur ossature
- Épaisseur doublage fini : 130 mm

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,19$$

Solution « maison multi-confort »



Calculs Isover

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

GR 32 ROULÉ REVÊTU KRAFT

$\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	3,15
Épaisseur (mm)	100

GR 32 ROULÉ REVÊTU KRAFT ALU

$\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	3,15
Épaisseur (mm)	100

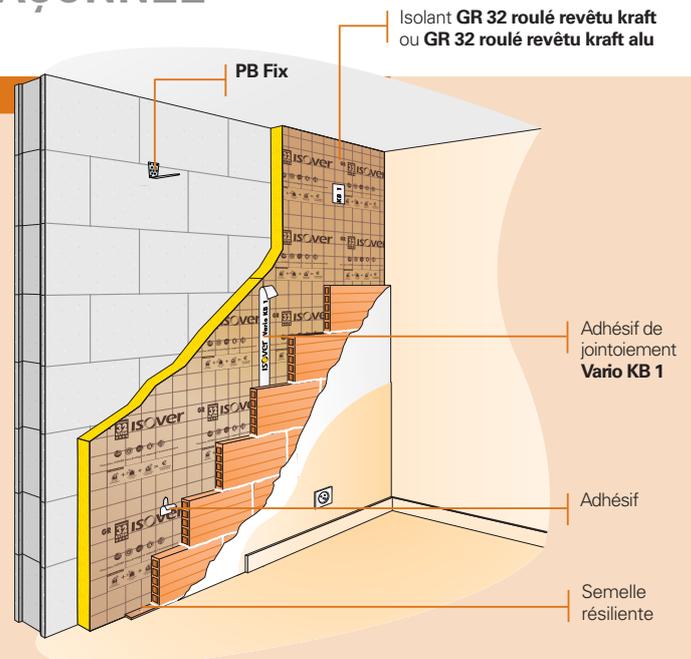
MURS GR 32 EN CONTRE-CLOISON MAÇONNÉE

L'isolation traditionnelle en continu

→ DESCRIPTIF

■ Système traditionnel, la contre-cloison maçonnée a la particularité de ne pas prendre appui sur le mur porteur. Elle permet donc la réalisation d'une isolation absolument continue, sans interruption d'aucune sorte sur le mur à isoler. La qualité de l'isolation est excellente tant d'un point de vue thermique qu'acoustique. D'une tenue mécanique inégalée, cette solution permet de choisir librement la performance de l'isolant fixé sur le mur pour peu qu'on ne se trouve pas limité par son importante emprise au sol.

Les isolants Isover, par leur élasticité et leur capacité de calfeutrement, sont particulièrement conseillés pour tirer le meilleur parti de cette technique.



Choix d'une solution traditionnelle thermo-acoustique de haut niveau pour une contre-cloison porteuse

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Parpaing creux : 200 mm
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : GR 32 roulé revêtu kraft en 85 mm, R = 2,65
- Brique plâtrière 40 mm + enduit plâtre 10 mm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,32$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

Calculs Isover

CONFIGURATION 2 :

- Parpaing creux : 200 mm
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : GR 32 roulé revêtu kraft en 100 mm, R = 3,15
- 2 pattes PB Fix pour 3 m²
- Brique plâtrière 40 mm + enduit plâtre 10 mm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,28$$

Recommandé par Isover



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

GR 32 ROULÉ REVÊTU KRAFT

$\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

$R_p \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	3,15	2,65
Épaisseur (mm)	100	85

MURS CALIBEL DOUBLAGE COLLÉ

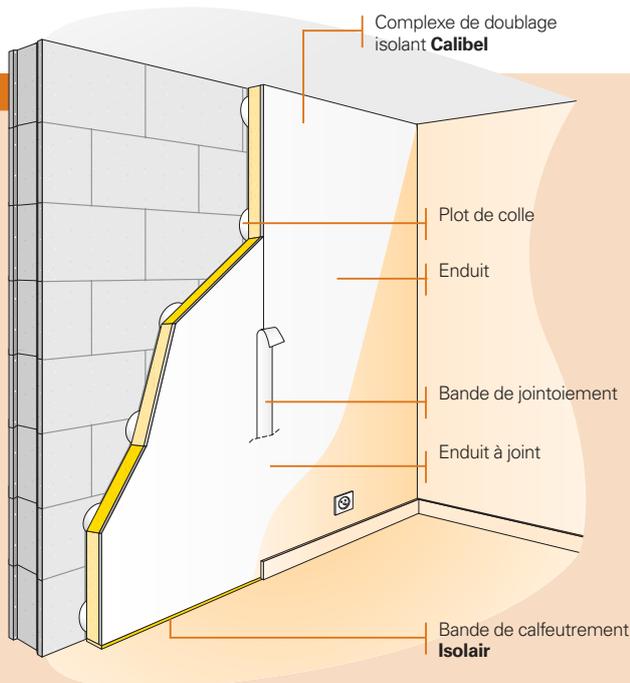
L'isolation thermo-acoustique de haut niveau

→ DESCRIPTIF

- Tant en thermique qu'en acoustique, Calibel est le gage d'une isolation de qualité, à condition que sa mise en œuvre soit conforme aux recommandations des DTU et de son Avis technique ; notamment le calfeutrement périphérique des menuiseries extérieures, des pieds de doublages, etc., souvent insuffisamment pris en compte sur les chantiers.

→ LES AVANTAGES

- Mise en œuvre rapide (parement plaque de plâtre et isolant posés en même temps)
- Performances thermo-acoustiques excellentes



Sur murs réguliers et sains,
en neuf comme en rénovation

Pour en savoir plus,
consultez
notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Parpaing creux : 200 mm
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : Calibel en 10 + 80 mm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,34$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

Calculs Isover

CONFIGURATION 2 :

- Parpaing creux : 200 mm
- Enduit extérieur : 15 mm
- Isolant : Calibel en 10 + 100 mm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,29$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

Calculs Isover

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

CALIBEL

$\lambda = 0,034 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	2,95	2,65	2,40
Épaisseur (mm)	10 + 100	10 + 90	10 + 80

Option plaque de plâtre de 13 mm : standard (13 + ...) ou renforcé (13RS + ...).

Option plaque de plâtre avec pare-vapeur (APV) : standard (10 + APV + ... ; 13 + APV + ...), renforcé 13RS + APV + ... ou hydro (13 + APV + ...).

MURS

ISOCONFORT 35, 35 MOB, 38 MOB ISOLATION DES MAISONS À OSSATURE BOIS

L'isolation double couche entre montants bois et sous ossature métallique devant montants

→ DESCRIPTIF

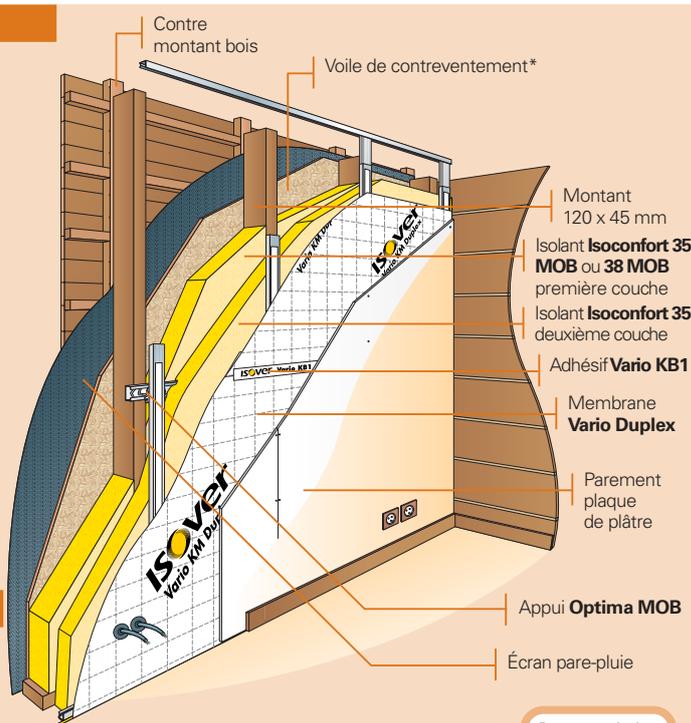
Cette solution maison à ossature bois (MOB) a été conçue pour l'isolation, en double couche, des locaux résidentiels et non-résidentiels, de faible et moyenne hygrométrie, y compris en climat de montagne (altitude supérieure à 900 m). La mise en œuvre est validée par un Avis technique n° 20/05-80. Le système s'adapte à tous types d'ouvrages bois. Il est composé de 3 éléments :

- un écran pare-pluie, placé entre le revêtement extérieur et le voile de contreventement*, qui assure l'étanchéité à l'eau de la structure porteuse ;
- un isolant Isoconfort « MOB » placé directement au contact du voile de contreventement ;
- la membrane Vario Duplex posée entre l'isolant et le parement intérieur.

Système sous Avis technique n° 20/05-80.

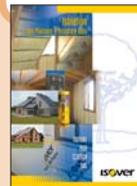
→ LES AVANTAGES

- Des performances thermo-acoustiques de haut niveau
- La suppression de tout risque de condensation en hiver
- Le séchage des bois de la structure en été
- Une paroi étanche à l'air, un mur qui respire
- Un grand confort de pose
- La réduction des ponts thermiques
- Le choix des parements intérieurs
- Une isolation acoustique renforcée en double couche



*Voile de contreventement, voir l'Avis technique n° 20/05-80

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Parement de façade
- Pare-pluie
- Voile de contreventement à base de panneaux OSB III 9 mm
- Montants poteaux bois : section 45 x 120 mm
- Tasseau bois horizontal 22 x 45 mm, support du parement vissé à base de plaque de plâtre

- Isolant : Isoconfort 35 MOB en 120 mm, R = 3,40
- Isolant deuxième couche : Isoconfort 35 en 60 mm, R = 1,70 sous ossature métallique type Optima murs

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)} = 0,19$$

Solution « maison multi-confort »



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ISOCONFORT 38 MOB

$\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$	4,00	3,20
Épaisseur (mm)	150	120

ISOCONFORT 35

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$	1,70
Épaisseur (mm)	60

ISOCONFORT 35 MOB

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2 \cdot \text{K/W)}$	3,45	4,00
Épaisseur (mm)	120	140

MURS

ISOCONFORT 32, 35 MOB, 38 MOB ISOLATION DES MAISONS À OSSATURE BOIS

L'isolation simple couche entre montants bois

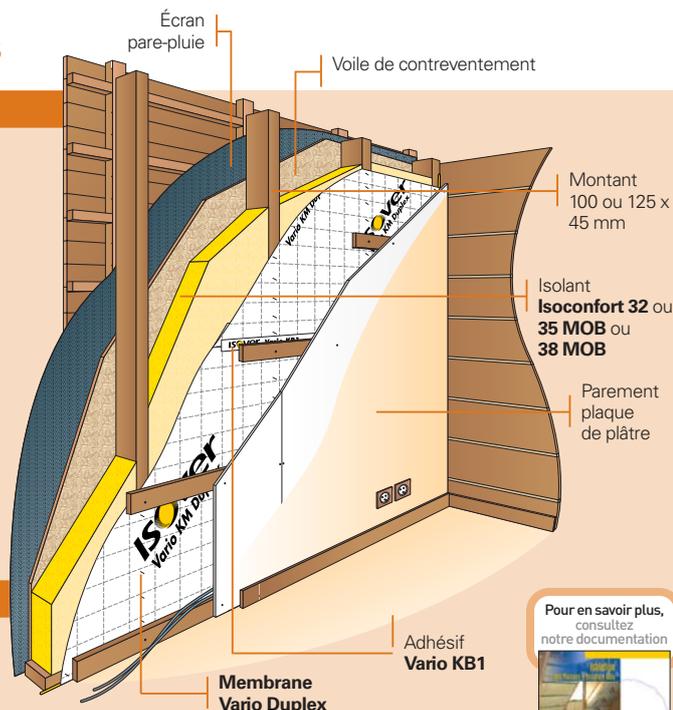
→ DESCRIPTIF

Cette solution maison à ossature bois (MOB) a été conçue pour l'isolation, en simple couche, des locaux résidentiels et non-résidentiels, de faible et moyenne hygrométrie, y compris en climat de montagne (altitude supérieure à 900 m). La mise en œuvre est validée par un Avis technique n° 20/05-80. Le système s'adapte à tous types d'ouvrages bois.

Il est composé de 3 éléments :

- un écran pare-pluie, placé entre le revêtement extérieur et le voile de contreventement*, qui assure l'étanchéité à l'eau de la structure porteuse ;
- un isolant Isoconfort « MOB » placé directement au contact du voile de contreventement ;
- la membrane Vario Duplex posée entre l'isolant et le parement intérieur.

Système sous Avis technique n° 20/05-80.



*Voile de contreventement, voir l'Avis technique n° 20/05-80

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ LES AVANTAGES

- Des performances thermo-acoustiques de haut niveau
- La suppression de tout risque de condensation en hiver
- Le séchage des bois de la structure en été
- Une paroi étanche à l'air, un mur qui respire
- Un grand confort de pose
- Isolants prédécoupés
- Le choix des parements intérieurs
- Le passage aisé des gaines électriques entre la membrane et le parement intérieur

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Parement de façade
- Pare-pluie
- Voile de contreventement à base de panneaux OSB III 9 mm
- Montants poteaux bois : section 45 x 120 mm
- Isolant : Isoconfort 38 MOB en 120 mm, R = 3,20
- Tasseau bois 22 x 45 mm horizontal, support du parement vissé à base de plaque de plâtre

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,32$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

CONFIGURATION 2 :

- Parement de façade
- Pare-pluie
- Voile de contreventement à base de panneaux OSB III 9 mm
- Montants poteaux bois : section 45 x 100 mm
- Isolant : Isoconfort 32 en 100 mm, R = 3,10

- Tasseau bois horizontal 22 x 45 mm, support du parement vissé à base de plaque de plâtre

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,33$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

CONFIGURATION 3 :

- Parement de façade sur contre montant
- Pare-pluie
- Voile de contreventement à base de panneaux OSB III 9 mm
- Montants poteaux bois : section 45 x 120 mm
- Isolant : Isoconfort 35 MOB en 120 mm, R = 3,40
- Tasseau bois horizontal 22 x 45 mm, support du parement vissé à base de plaque de plâtre

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,30$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ISOCONFORT 38 MOB • $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	4,00	3,20
Épaisseur (mm)	150	120

ISOCONFORT 32 • $\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	3,10
Épaisseur (mm)	100

ISOCONFORT 35 MOB • $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	3,40	4,00
Épaisseur (mm)	120	140

MURS PANOLÈNE FAÇADIER ISOLATION DES MURS RIDEAU

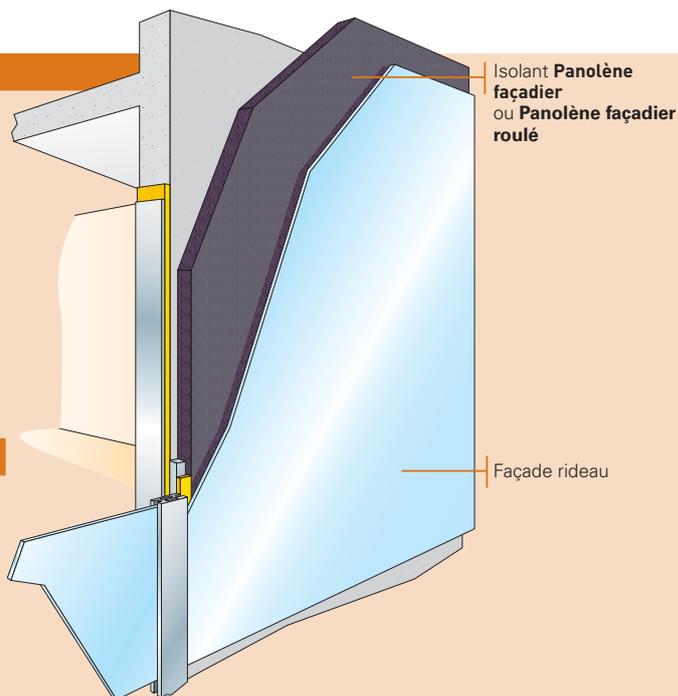
L'isolation par l'extérieur derrière une façade

→ DESCRIPTIF

- L'isolation des façades rideau et semi-rideau consiste à intercaler une isolation continue entre un mur porteur et une façade à base de produits verriers ou d'autres peaux (métal, stratifiés...).
- L'isolation continue permet de réduire au maximum les ponts thermiques. Dans ce cas, la façade doit être continue et étanche à l'air et aux précipitations.

→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques et acoustiques
- Rupture thermique continue
- Isolation protégée
- Sécurité incendie



→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Mur en béton : 300 mm
- Isolant : Panolène façadier en 85 mm, R = 2,65

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,33$$

Solution meilleure que la référence RT 2005

Calcul Isover : aucune fixation n'a été prise en compte dans le calcul

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

PANOLÈNE FAÇADIER

$\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	2,65	3,10
Épaisseur (mm)	85	100

PANOLÈNE FAÇADIER ROULÉ

$\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	2,65	3,10
Épaisseur (mm)	85	100



CLOISONS

En théorie, la cloison de distribution n'est pas concernée par la réglementation thermique car elle sépare deux pièces chauffées à la même température. Elle garantit la tranquillité des occupants de la maison grâce à ses performances acoustiques. Mais c'est oublier que la cloison de distribution peut être en contact avec un local non chauffé comme le garage. La cloison devient alors une paroi dont la performance thermique est prise en compte dans le calcul des déperditions de l'enveloppe de la maison.



U_p EN CLOISONS

La RT 2005 impose les mêmes coefficients de référence (a_1) en cloisons qu'à un mur en contact avec l'extérieur en prenant en compte, toutefois, que la température intérieure du garage est supérieure à la température extérieure.

La valeur référence en cloison en contact avec l'extérieur (zones H1 et H2)

$$U_{\text{réf}} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,36$$

avec une valeur maximale à ne pas dépasser, cloison séparant un local chauffé d'un local non chauffé : $0,45 \text{ W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$

Les solutions Isover

Les solutions présentées répondent a minima aux valeurs de déperditions référence $U_{\text{réf}}$. Il est possible d'obtenir de meilleures valeurs en créant une cloison légère plus épaisse ou en traitant la cloison comme un mur périphérique.

Solutions « référence »

Les solutions présentées sont à la référence RT 2005.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,36$$

Solutions « Recommandé par Isover »

Les solutions présentées sont meilleures que la référence.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,30$$

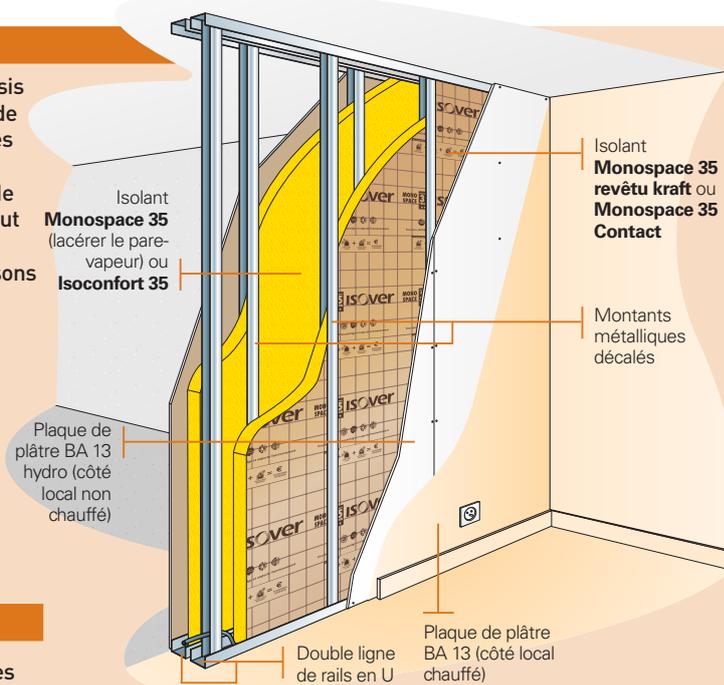


CLOISONS À DOUBLE OSSATURE MONOSPACE 35 - ISOCONFORT 35 CLOISON LÉGÈRE SUR LOCAUX NON CHAUFFÉS

L'isolation en continu

→ DESCRIPTIF

- Le système sec réalisé avec des éléments standard choisis « à la carte ». Le type d'ossature, la nature de la plaque de plâtre et l'isolant sont modifiables pour s'adapter à toutes les situations et à toutes les exigences thermiques et acoustiques. En effet, même si l'importance thermique de cette cloison est renforcée par la réglementation, il ne faut pas oublier son intérêt acoustique lorsque le garage est contigu à l'habitation. Il est préférable d'utiliser des cloisons à ossatures décalées, plus épaisses, aux performances thermiques et acoustiques renforcées.
- Le principe de montage s'appuie sur une double ligne de rails en forme de U fixés en parties inférieure et supérieure. Des montants métalliques verticaux viennent prendre place dans ces rails. Les couches d'isolant sont calées entre les montants décalés qui recouvrent par vissage les parements à base de plaque de plâtre.



Création de cloisons acoustiques légères en séparation de locaux sur local non chauffé

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ LES AVANTAGES

- Une conception modulaire, solution adaptable à toutes les contraintes techniques (acoustique, résistance au feu, pièces humides) ou architecturales (grande hauteur, formes cintrées)
- Légèreté des composants
- Performances acoustiques élevées et à la carte
- Pose à sec, sans travail de maçonnerie
- Peu de déchets de chantier
- Choix de la performance de résistance au feu
- Choix des parements et types de finitions décoratives

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Cloison double ossature : montants de 70 mm
- Parement : plaque de plâtre BA13 de chaque côté
- Isolants : Monospace 35 en 75 mm + Monospace 35 en 75 mm ou Isoconfort 35 en 80 mm

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)} = 0,31$$

Recommandé par Isover



Calcul Isover

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

MONOSPACE 35

$$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$$

R_D (m ² .K/W)	2,10
Épaisseur (mm)	75

MONOSPACE 35 CONTACT

$$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$$

R_D (m ² .K/W)	2,10
Épaisseur (mm)	75

ISOCONFORT 35

$$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$$

R_D (m ² .K/W)	2,25
Épaisseur minimale (mm)	80



SOLS

Dans le cadre réglementaire de la RT 2005, le traitement des ponts thermiques en sols devient un véritable enjeu.

Le traitement du pont thermique est relativement aisé en plancher bas en choisissant la technique de la « dalle flottante ». Ce choix devient évident dès lors que le chauffage de la maison individuelle se fait par un chauffage intégré au plancher. En plancher haut, l'isolation intérieure est souvent continue, ce qui fait que le pont thermique est faible ou inexistant. Le cas du plancher intermédiaire est plus délicat à régler puisqu'il nécessite soit la mise en œuvre d'une isolation sur les faces supérieures et inférieures du plancher, soit l'emploi d'un rupteur thermique.



U_p
EN SOLS

La valeur référence RT 2005 en sols (zones H1 et H2)

$$U_{\text{réf}} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,27$$

Les solutions Isover

Toutes les solutions présentées répondent aux valeurs de déperditions référence Uréf de la RT 2005. Isover va plus loin avec un choix de solutions permettant d'optimiser ces références et d'anticiper les évolutions réglementaires. En effet, il est aisé d'intervenir en rénovation des parois et des combles, mais plus contraignant pour les sols. Ces meilleures solutions sont un gage de confort, d'économies et de préservation de l'environnement.

Solution « référence »

Les solutions présentées sont à la référence RT 2005.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,27$$

Solutions « Recommandé par Isover »

Les solutions présentées sont sensiblement meilleures que la référence.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,20$$



Solutions « maison multi-confort »

Les solutions présentées, recommandées par Isover, permettent de réduire encore davantage la demande en énergie.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,17$$



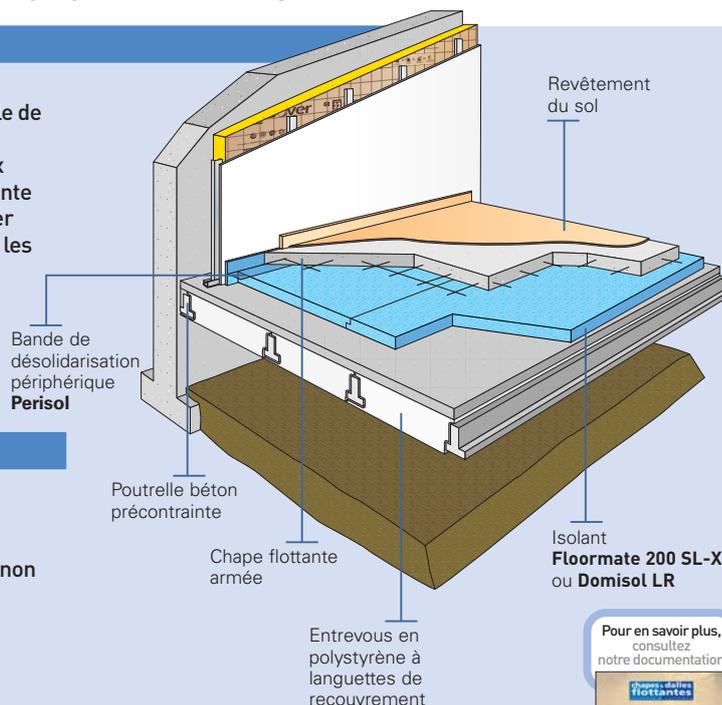
SOLS

DOMISOL LR – FLOORMATE SL-X ISOLATION DES PLANCHERS BAS SUR VIDE SANITAIRE

L'isolation des planchers à entrevous en polystyrène sous chape flottante

→ DESCRIPTIF

- Le plancher est réalisé à partir de poutrelles en béton précontraintes et d'entrevous en polystyrène. Une dalle de compression recouvre l'ensemble pour constituer le plancher support. Celui-ci est recouvert des panneaux d'isolant incompressible sur lesquels une chape flottante est coulée. Ainsi la chape est désolidarisée du plancher support pour réduire très fortement, voire supprimer, les ponts thermiques en périphérie.



→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques élevées
- Réduction des ponts thermiques
- Possibilité de pose directe d'un carrelage sur mortier non armé

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Plancher support en béton et entrevous à languettes en polystyrène, $R = 2,40$
- Isolant : Domisol LR en 40 mm, $R = 1,10$
- Chape hydraulique : épaisseur 60 cm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,26$$

Solution « référence » meilleure que la référence RT 2005

CONFIGURATION 2 :

- Plancher support en béton et entrevous à languettes en polystyrène, $R = 2,40$
- Isolant : Floormate SL-X en 60 mm, $R = 2,10$
- Chape hydraulique : épaisseur 60 cm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,20$$

Recommandé par Isover



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

DOMISOL LR

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	1,10	0,85	0,55
Épaisseur (mm)	40	30	20

FLOORMATE 200 SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	2,40	2,10	1,40	1,05
Épaisseur (mm)	70	60	40	30

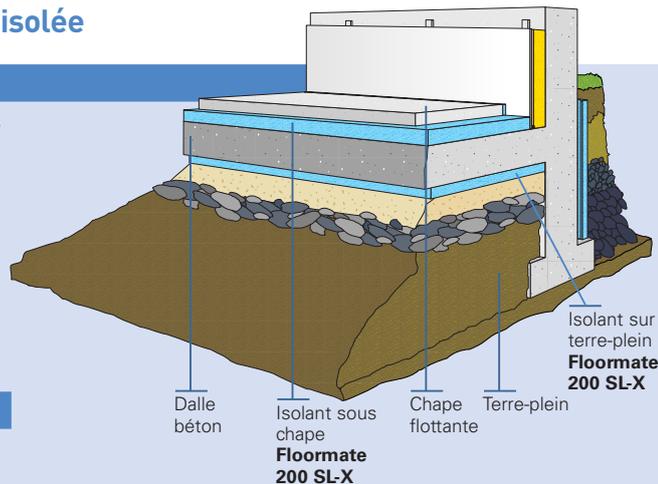
SOLS

FLOORMATE SL-X ISOLATION DES PLANCHERS BAS SUR TERRE-PLEIN

Dalle de plancher isolée sous chape flottante isolée

→ DESCRIPTIF

- Le terre-plein est préparé pour recevoir un béton maigre de propreté. Une première couche d'isolant est posée à même ce béton de propreté. La dalle en béton est ensuite coulée puis recouverte d'une seconde couche d'isolant servant de support à la dalle flottante.



→ LES AVANTAGES

- Isolation thermique performante

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

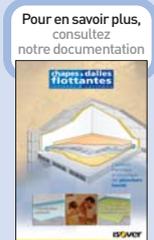
CONFIGURATION :

- Isolant sur terre-plein : Floormate SL-X en 40 mm, $R = 1,40$
- Plancher dalle en béton : 140 mm
- Isolant sur dalle : Floormate SL-X en 60 mm, $R = 2,10$
- Chape flottante : épaisseur 50 cm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,26$$

Solution « référence » meilleure que la référence RT 2005



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

FLOORMATE 200 SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	2,40	2,10	1,40	1,05
Épaisseur (mm)	70	60	40	30

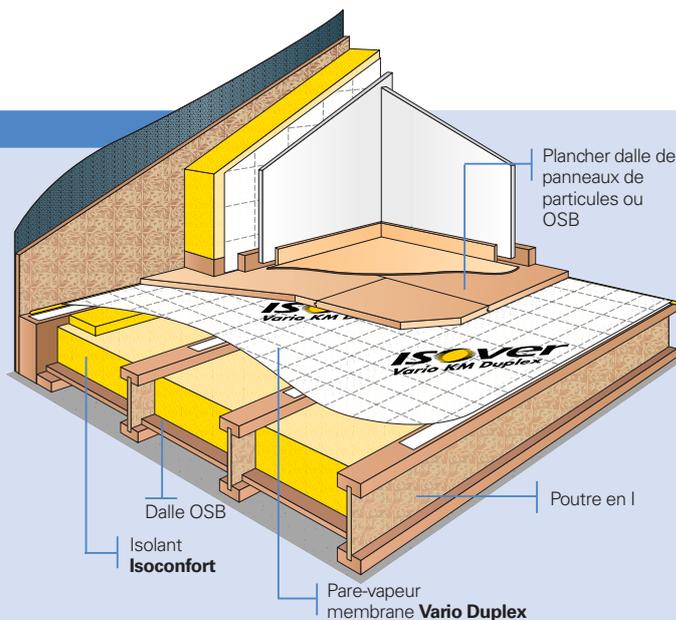
SOLS

ISOCONFORT ISOLATION DES PLANCHERS BAS DES MAISONS À OSSATURE BOIS

L'isolation des planchers poutre en I

→ DESCRIPTIF

Le plancher bois est constitué de poutres en I en bois et OSB (Oriented Strand Board) prenant appui sur les parois verticales, support béton, pilier bois ou béton. La sous-face du plancher est composée de panneaux de remplissage à base de bois posé sur les nervures inférieures des poutres I. L'isolant est calé entre l'axe des poutres. Un pare-vapeur indépendant, comme la membrane Vario Duplex, assure l'étanchéité à l'air. Il est maintenu par un adhésif double face au droit des nervures verticales des poutres. Les dalles de panneaux de particules sont collées et vissées sur les poutres I pour achever le plancher.



→ LES AVANTAGES

Une isolation thermique et acoustique du plancher

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Poutres en « i » OSB III : 89 x 356 mm posées en entraxe 400 mm
- Isolant : Isoconfort 35 en 180 mm, R = 5,10
- Lame d'air faiblement ventilée : 120 mm
- Support d'isolant calé sur nervures de poutre, à base de panneaux OSB III : épaisseur 16 mm
- Parement : plaque de plâtre

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,18$$

Solution « maison multi-confort »



Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ISOCONFORT 35

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

$R_p \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	6,25	5,70	5,10	4,60	4,00	3,45	2,85	2,30	1,70
Épaisseur (mm)	220	200	180	160	140	120	100	80	60



BARDAGES MÉTALLIQUES

Selon son emploi ou sa destination, le bardage métallique peut respecter la réglementation thermique. De plus en plus de structures sont chauffées à 12 °C (bureaux, grandes surfaces...) et doivent, dans ce cas, appliquer la réglementation. D'autres locaux peuvent servir à stocker des produits ou à manipuler des « process industriels » et n'ont alors pas besoin d'appliquer la réglementation. Dans le cadre de la RT 2005, les solutions de bardage deviennent de plus en plus performantes et économiques. Le système Cladisol illustre parfaitement ce besoin d'innovation. Le dernier système Cladisol Acoustic allie performance thermique et absorption acoustique.



U_p
EN BARDAGES

La valeur référence RT 2005 en combles (zones H1 et H2)

$$U_{\text{réf}} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,36$$

Toutes les solutions Isover pour les bâtiments soumis à la réglementation répondent a minima aux valeurs de déperditions référence $U_{\text{réf}}$.

Les solutions Isover

Solutions « référence RT 2005 »

Les solutions présentées sont à la référence RT 2005.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,36$$

Solutions « Recommandé par Isover »

Les solutions présentées sont sensiblement meilleures que la référence.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,28$$



Solutions « maison multi-confort »

Les solutions présentées, recommandées par Isover, permettent de réduire encore davantage la demande en énergie du bâtiment.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,21$$



BARDAGES

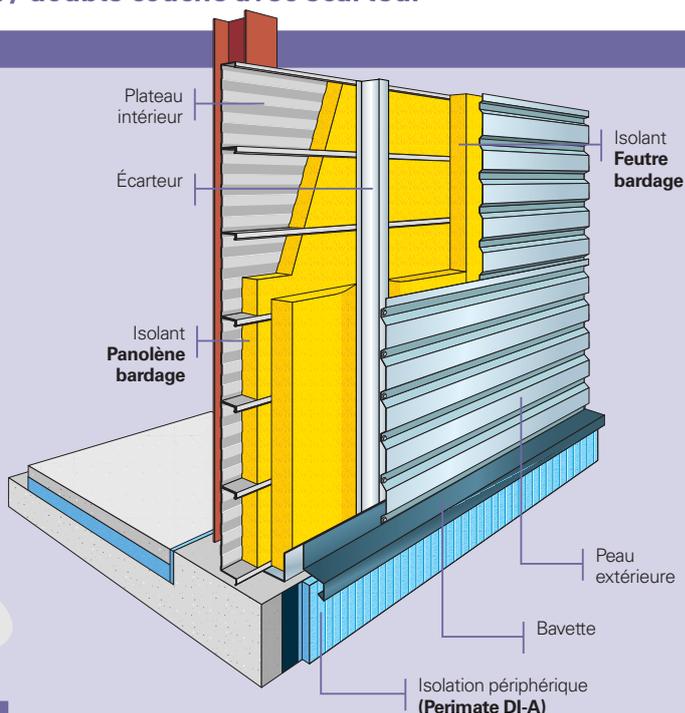
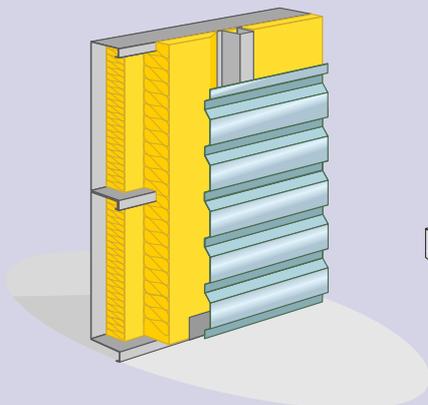
PANOLÈNE BARDAGE – FEUTRE BARDAGE ISOLATION DOUBLE PEAU, DOUBLE COUCHE, AVEC ÉCARTEUR

L'isolation des bardages système double peau / double couche avec écarteur

→ DESCRIPTIF

■ Isolation thermique renforcée en deux couches. Solution d'accès aux exigences de la RT 2005.

Les écarteurs de type HFCO 21 sont fixés verticalement tous les 2 mètres et assurent une bonne reprise d'épaisseur de la laine minérale. Néanmoins, une forte épaisseur d'isolant est conseillée pour respecter la RT 2005.



Isolation thermique renforcée en deux couches

→ LES AVANTAGES

- Pour toutes formes de parois
- Comportement au feu
- Ponts thermiques réduits grâce à l'écarteur
- Confort thermique et acoustique

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Plateau intérieur : haut. : 500 mm, prof. : 90 mm, ép. : 75/100°
- Isolant : Panolène Bardage en 90 mm en fond de plateau, R = 2,25
- Isolant extérieur : Feutre bardage en 80 mm déroulé verticalement, R = 2,00
- Écarteur de type HF CO 21 fixé verticalement tous les 2 m
- Profil extérieur de bardage : bardage horizontal, ép. 75/100°

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,34$$

Solution « référence » mieux que la référence RT 2005

Rapport d'étude Physibel n° 2002-03B1

La valeur U_p système correspond à la valeur de déperdition thermique du système en partie courante qui prend en compte les ponts thermiques intégrés. Elle a été calculée par le bureau d'études Physibel selon la norme EN ISO 10211-1.

CONFIGURATION 2 :

- Plateau intérieur : haut. : 450 mm, prof. : 70 mm, ép. : 75/100°
- Isolant : Panolène Bardage en 70 mm en fond de plateau, R = 1,75
- Isolant extérieur : Feutre bardage en 100 mm déroulé verticalement, R = 2,50
- Écarteur de type HF CO 22 fixé verticalement tous les 2 m
- Profil extérieur de bardage : bardage horizontal, ép. 75/100°

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,34$$

Solution « référence » mieux que la référence RT 2005

Rapport d'étude Physibel n° 2002-03B1

La valeur U_p système correspond à la valeur de déperdition thermique du système en partie courante qui prend en compte les ponts thermiques intégrés. Elle a été calculée par le bureau d'études Physibel selon la norme EN ISO 10211-1.

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

PANOLÈNE BARDAGE

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$ - (largeur 400, 450 et 500 mm)

R_D (m ² .K/W)	2,25	1,75	1,25	0,75
Épaisseur (mm)	90	70	50	30

FEUTRE BARDAGE

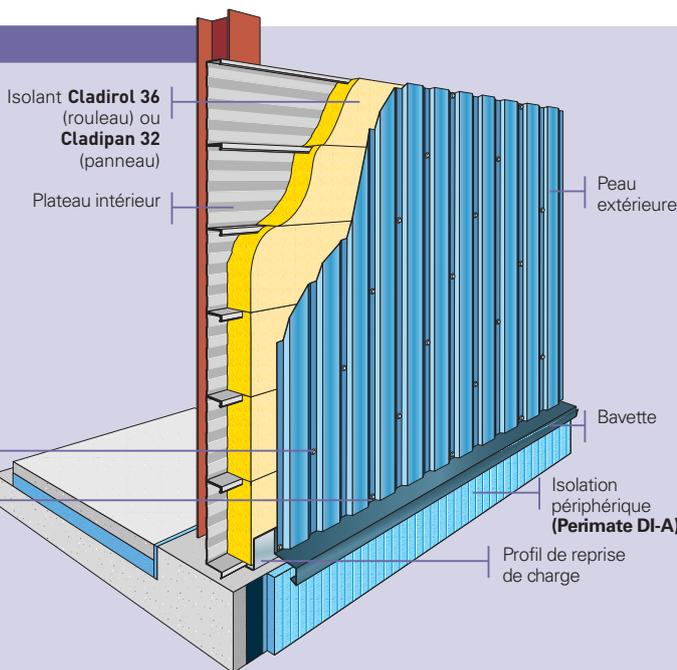
$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	3,00	2,50	2,00	1,75	1,50	1,25
Épaisseur (mm)	120	100	80	70	60	50

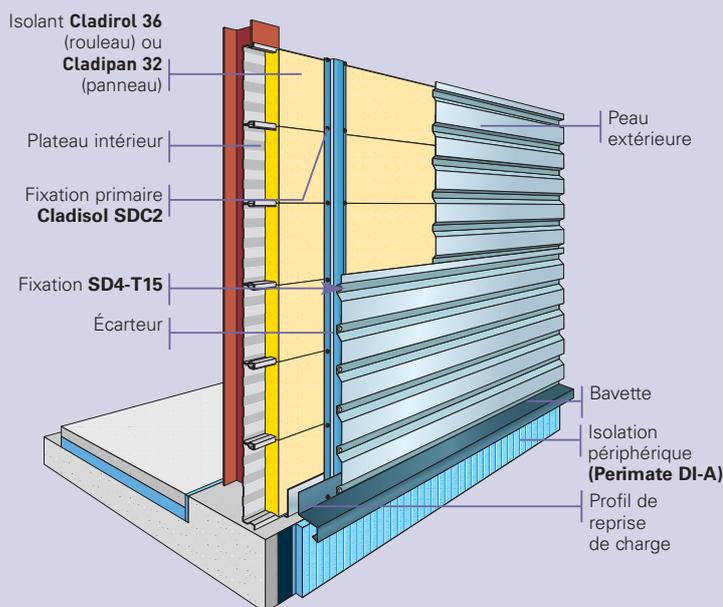
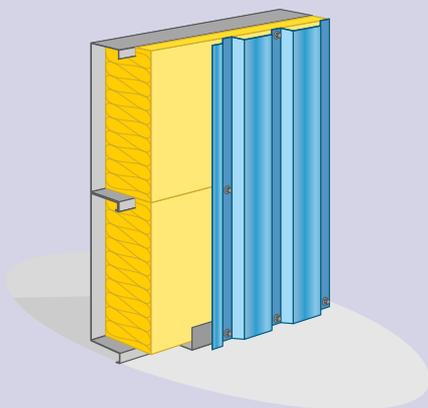
L'isolation des bardages système double peau avec fixations d'entretoises

→ **DESCRIPTIF**

■ Isolation thermo-acoustique. Le système de référence pour respecter la réglementation thermique. Le panneau roulé semi-rigide Cladirol 36 ou le panneau Cladipan 32 se calent en fond de plateau. Son maintien est assuré par sa forte densité ainsi que sa rainure qui épouse parfaitement les lèvres du plateau. La peau extérieure est fixée à l'aide de vis spécialement conçues pour ce système. Un double filetage permet de solidariser les panneaux intérieurs et extérieurs sans comprimer l'isolant Cladirol. L'Apave a d'ores et déjà validé le cahier des charges, le seul existant à ce jour sur ce marché : n° MS/MS/L.K30-6628.



Peau extérieure à nervures verticales



Peau extérieure à nervures horizontales

→ LES AVANTAGES

- Réponse spécifique aux exigences de la RT 2005
- Pour toutes formes de plateaux
- Deux dimensions de plateaux 450/70 ou 500/90 mm
- Comportement au feu
- Esthétique
- Performances thermiques supérieures à épaisseur d'isolant égale
- Ponts thermiques fortement réduits
- Gain de temps de pose
- Système intégré avec fixations et isolants dédiés
- Étanchéité à l'air de la façade
- Absence de compression de l'isolant
- Performances en isolement acoustique (voir le guide « L'acoustique du bâtiment »).

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

La valeur U_p dépend :

- de l'écartement des lèvres des plateaux,
- de l'épaisseur de l'isolant et de sa conductivité thermique,
- du nombre de fixations

CONFIGURATION 1 :

- Plateau intérieur : haut. 500 mm, prof. 90 mm, ép. 75/100°
- Isolant : Cladirol 36, larg. 505 mm, ép. 130 mm, $R = 3,6$ clipsé sur la lèvre supérieure du plateau
- Profil extérieur de bardage : standard, épaisseur 63/100°
- Fixation Cladisol SDC2
- Densité : 4/m²

Déperditions surfaciques

U_p (W/m².K) = **0,36**

Solution « référence » 2005

CONFIGURATION 2 :

- Plateau intérieur : haut. 500 mm, prof. 90 mm, ép. 75/100°
- Isolant : Cladipan 32 en 130 mm, $R = 4,05$
- Profil extérieur de bardage : standard, épaisseur 63/100°
- Fixation Cladisol SDC2
- Densité : 4/m²

Déperditions surfaciques

U_p (W/m².K) = **0,33**

Solution « référence » mieux que la référence RT 2005

Rapport d'études CSTB n° DER/HTO 06-158-FL/LS

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

CLADIROL 36

$\lambda = 0,036$ W/(m.K)

R_D (m ² .K/W)	3,60	3,05
Épaisseur (mm)	130	110

CLADIPAN 32

$\lambda = 0,032$ W/(m.K)

R_D (m ² .K/W)	4,05	3,40
Épaisseur (mm)	130	110

BARDAGES SYSTÈME SANDISOL – SANDISIDE PANNEAUX SANDWICHS ISOLANTS



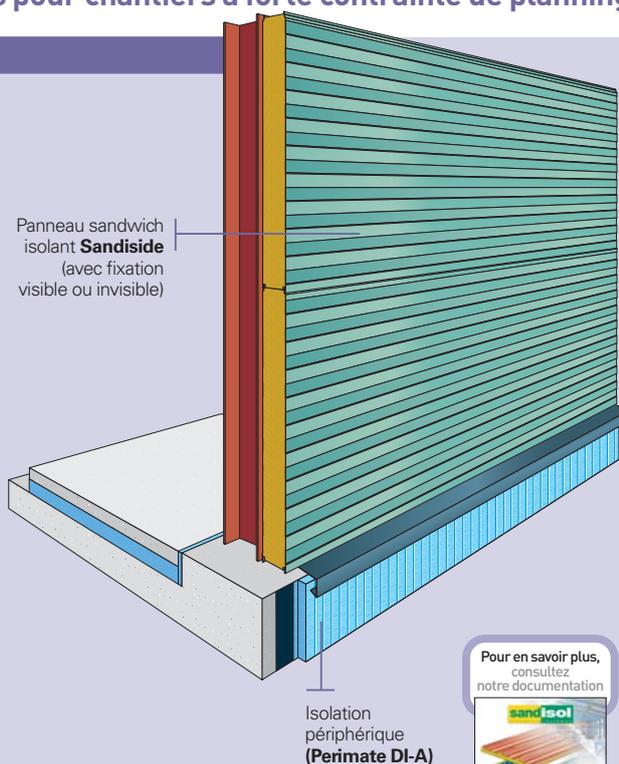
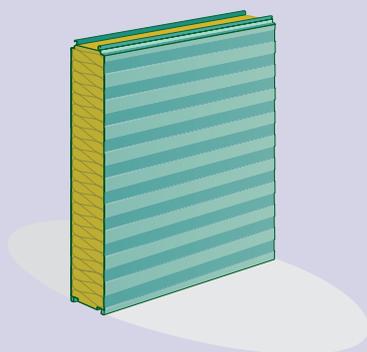
Isolation thermo-acoustique hautes performances pour chantiers à forte contrainte de planning

→ DESCRIPTIF

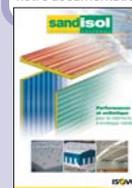
- Les panneaux sandwichs isolants Sandiside sont constitués de deux tôles d'acier profilées, collées sur une âme isolante en laine de roche.

Ce système « tout en un » permet de poser en une seule opération le bardage et l'isolant. Les panneaux peuvent être posés verticalement ou horizontalement. Les fixations des panneaux Sandiside peuvent être apparentes ou invisibles, au choix. Outre ses propriétés thermiques, ce matériau imputrescible, recyclable et neutre est très efficace en matière acoustique.

Un atout majeur : coupe-feu 2 heures en épaisseur 120 mm, pose verticale avec fixations traversantes apparentes.



Pour en savoir plus,
consultez
notre documentation



→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques et acoustiques
- Ponts thermiques fortement réduits
- Mise hors d'eau rapide du bâtiment
- Résistance mécanique
- Haute tenue à la corrosion
- Résistance au feu
- Esthétique
- Système intégré et complet avec accessoires
- Démontabilité du bâtiment

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

Panneau sandwich en laine minérale, fixations cachées

- Parement intérieur : ép. 50/100°
- Âme isolante : laine de roche Isover en 120 mm
- Parement extérieur : nervuré, ép. 63/100°
- Fixation : 2/m²

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,35$$

Solution « référence » mieux que la référence RT 2005

CONFIGURATION 3 :

Panneau sandwich en laine minérale, fixations cachées

- Parement intérieur : ép. 50/100e
- Âme isolante : laine de roche Isover en 150 mm
- Parement extérieur : nervuré, ép. 63/100°
- Fixation : 2/m²
- Isolant deuxième couche sous chevrons : Isoconfort 35 en 160 mm : R = 6,90
- Parement : plaque de plâtre sur ossature

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,28$$

Recommandé par Isover



CONFIGURATION 2 :

Panneau sandwich en laine minérale, fixations cachées

- Parement intérieur : ép. 50/100°
- Âme isolante : laine de roche Isover en 140 mm
- Parement extérieur : nervuré, ép. 63/100°
- Fixation : 2/m²

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,30$$

Solution « référence » mieux que la référence RT 2005

CONFIGURATION 4 :

Panneau sandwich en laine minérale, fixations cachées

- Parement intérieur : ép. 50/100°
- Âme isolante : laine de roche Isover en 200 mm
- Parement extérieur : nervuré, ép. 63/100°
- Fixation : 2/m²

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,21$$

Solution « maison multi-confort »



Rapport d'étude Physibel n° 2002-03B11

Les valeurs U_p système correspondent à la valeur de déperdition thermique du système en partie courante qui prend en compte les ponts thermiques intégrés. Elles ont été calculées par le bureau d'études Physibel selon la norme EN ISO 10211-1.

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

SANDISIDE,
PRIMITIF DE L'ISOLANT • $\lambda = 0,037 \text{ W/(m.K)}$

Épaisseur (mm) 200 150 140 120 100 80 60



TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES

Tout comme la maison individuelle, la toiture sèche métallique, si elle n'est pas bien isolée, représente une part importante des déperditions thermiques. Afin de respecter la réglementation thermique 2005, Saint-Gobain Isover a rassemblé et intégré dans ses systèmes plusieurs paramètres : éviter au maximum de peser sur la charpente métallique, apporter une touche esthétique au bâtiment, utiliser les techniques de pose simples pour optimiser le temps de mise en œuvre.



U_p EN TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES

La RT 2005 impose les mêmes coefficients de référence (a_1) en cloisons qu'à un mur en contact avec l'extérieur en prenant en compte, toutefois, que la température intérieure du garage est supérieure à la température extérieure.

La valeur référence RT 2005 en toitures sèches métalliques (zones H1 et H2)

$$U_{\text{réf}} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,27$$

Les solutions présentées pour les bâtiments non soumis à la réglementation répondent a minima aux valeurs de déperditions référence $U_{\text{réf}}$. Isover va plus loin avec un choix de solutions hautes performances permettant de réduire encore plus la demande en énergie.

Les solutions Isover

Solutions « référence RT 2005 »

Les solutions présentées sont à la référence RT 2005.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,27$$

Solutions « Recommandé par Isover »

Les solutions présentées sont sensiblement meilleures que la référence.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,24$$



Solutions « maison multi-confort »

Les solutions présentées, recommandées par Isover, permettent de réduire encore davantage la demande en énergie du bâtiment.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,20$$

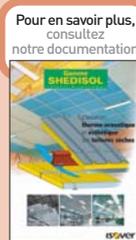
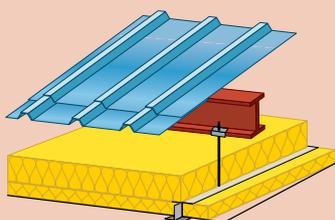
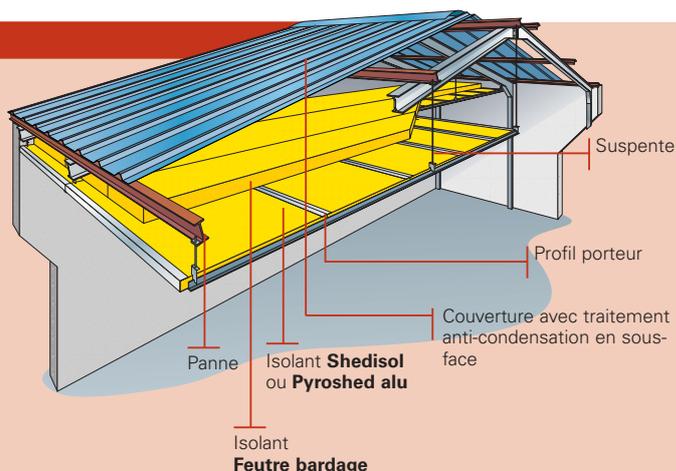


TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES SHEDISOL – PYROSHED – FEUTRE BARDAGE TOITURE AVEC PLÉNUM

Isolation sous pannes en plafond horizontal suspendu

→ DESCRIPTIF

- Solution d'isolation thermique renforcée, adaptée à la nécessité de réduction des volumes à chauffer, suivant le principe de la toiture froide ventilée.
- Le plénum est ventilé. L'isolant Shedisol est disposé dans des ossatures suspendues à la structure. Les profils porteurs sont espacés de 1 m. Le Feutre bardage est déroulé sur les panneaux Shedisol parallèlement aux profils porteurs entre les suspentes.
- L'option avec le panneau isolant Pyroshed confère à cette solution une protection incendie optimisée (Euroclasse A2-s1, d0).



→ LES AVANTAGES

- Excellentes performances thermiques
- Coûts d'exploitation du bâtiment fortement réduits
- Esthétique
- Pose hors pluie

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Panne : tous les 200 mm
- Ossature porteuse en acier, entraxe : 2 000 mm
- Isolant inférieur : Shedisol – 1 000 x 1 985 x 80 mm, R = 2,25
- Isolant supérieur : Feutre bardage en 120 mm, R = 3,00
- Couverture conforme au DTU 40-35

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,20$$

Solution « maison multi-confort »



Rapport d'étude CSTB

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

SHEDISOL
 $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	2,25	1,40
Épaisseur (mm)	80	50

FEUTRE BARDAGE
 $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	3,00	2,50	2,00	1,75	1,50	1,25
Épaisseur (mm)	120	100	80	70	60	50

TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES PERFOSON – FEUTRAL TOITURE AVEC PLÉNUM

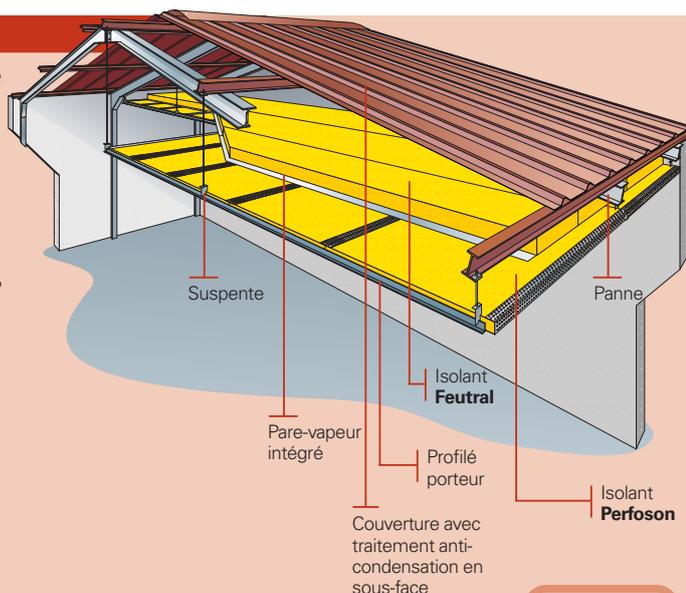
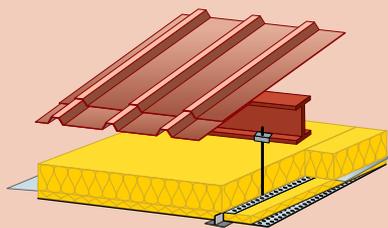
Isolation thermo-acoustique sous pannes en plafond horizontal suspendu

→ DESCRIPTIF

■ Isolation thermique et acoustique, avec réduction du volume à chauffer (toiture chaude sans lame d'air)

La couverture comporte un traitement de régulation de condensation en sous-face. Dans le plénum, des dispositifs de ventilation sont à prévoir (DTU 40.35). Le plafond est disposé dans une ossature composée de profils T à semelle large (35 mm). L'espacement des profils porteurs est de 1 m.

Les panneaux isolants de type Perfoson sont en laine de verre, revêtus d'un surfaçage perforé en alu. La mise en œuvre dans les ossatures est réalisée au moyen de cavaliers de blocage disposés à chaque angle et à mi-longueur. Un isolant de type Feutral, à base de laine de verre, revêtu d'un pare-vapeur en alu renforcé avec languettes, est déroulé sur le Perfoson dans le sens longitudinal.



Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ LES AVANTAGES

- Coûts d'exploitation du bâtiment fortement réduits
- Esthétique
- Absorption acoustique
- Pose hors pluie

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Panne : tous les 2 000 mm
- Ossature porteuse en acier, entraxe 2 000 mm
- Isolant inférieur : Perfoshed alu – 1 000 x 1 985 x 25 mm, R = 0,70
- Isolant supérieur : Feutral en 80 mm, R = 2,00
- Couverture conforme au DTU 40-35

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,39$$

CONFIGURATION 2 :

- Panne : tous les 2 000 mm
- Ossature porteuse en acier, entraxe : 2 000 mm
- Isolant inférieur : Perfoshed alu – 1 000 x 1 985 x 50 mm, R = 1,40
- Isolant supérieur : Feutral en 120 mm, R = 3,00
- Couverture conforme au DTU 40-35

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,24$$

Recommandé par Iover



Rapport d'étude CSTB

La valeur U_p système correspond à la valeur de déperdition thermique du système en partie courante qui prend en compte les ponts thermiques intégrés. Elle a été calculée par le bureau d'études Physibel selon la norme EN ISO 10211-1.

*Suite à un changement de dénomination, le produit Perfoshed alu est remplacé par Perfoson. Cela n'a aucune influence sur les performances du système.

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

PERFOSON

$\lambda = 0,032$ en 25 mm, $0,034$ en 50 mm W/(m.K)

R_D (m ² .K/W)	1,40	0,70
Épaisseur (mm)	50	25

FEUTRAL

$\lambda = 0,040$ W/(m.K)

R_D (m ² .K/W)	3,00	2,50	2,00	1,75	1,50	1,25
Épaisseur (mm)	120	100	80	70	60	50

TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES SHEDISOL – PYROSHED – FEUTRE BARDAGE ISOLATION PAR LE DESSOUS

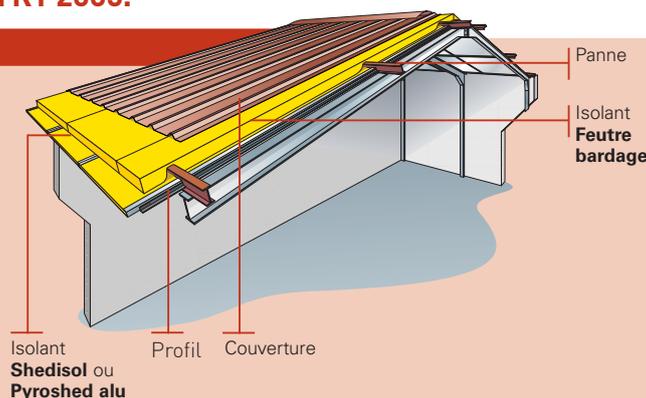
Isolation haute performance en plafond, parallèle aux rampants, entre pannes avec panneaux et feutre isolants. Pour bâtiments non soumis à la RT 2005.

→ DESCRIPTIF

Cette solution thermique renforcée supprime tout dispositif de ventilation dans la sous-toiture, c'est le principe de la toiture chaude.

- Les panneaux isolants sont disposés entre pannes dans une ossature composée de profils T à semelle large (35 mm) munis d'équerres antisoulèvement (DTU 40.35).
- Les isolants Shedisol sont constitués de panneaux autoporteurs en laine de verre revêtus d'un pare-vapeur alu renforcé d'un voile de verre, rebordés sur deux côtés. La mise en œuvre dans les ossatures est réalisée au moyen de cavaliers de blocage disposés à proximité de chaque angle et à mi-longueur.
- Un second lit d'isolant de type Feutre bardage, d'épaisseur suffisante pour être en contact avec les plaques de tôles d'acier, est déroulé sur l'isolant Shedisol dans le sens transversal aux pannes, face voile de verre au-dessus.

Cette solution nécessite la mise en œuvre de cloisons au faîtage en égouts.



→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques
- Comportement au feu
- Esthétique
- Tenue mécanique
- Pose à l'avancement de l'isolant et de la couverture

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

Toiture chaude non ventilée avec closoirs en mousse obturant les ondes en périphérie.

- Panne de type IPE, entraxe : 2 025 mm
- Isolant inférieur : Shedisol – 1 000 x 1 985 x 80 mm, R = 2,25
- Entretoise acier : largeur 40 mm x hauteur 32 mm
- Isolant supérieur : Feutre bardage en 100 mm, R = 2,50

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,35$$

Rapport d'étude Physibel n° 2002-03C-2

La valeur U_p système correspond à la valeur de déperdition thermique du système en partie courante qui prend en compte les ponts thermiques intégrés. Elle a été calculée par le bureau d'études Physibel selon la norme EN ISO 10211-1.

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

SHEDISOL
 $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	2,25	1,40
Épaisseur (mm)	80	50

PYROSHED
 $\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	1,40
Épaisseur (mm)	50

FEUTRE BARDAGE
 $\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	3,00	2,50	2,00	1,75	1,50	1,25
Épaisseur (mm)	120	100	80	70	60	50

TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES FEUTRE TENDU – PLASTINET TOITURES CHAUDES SIMPLE PEAU

Isolation thermique et acoustique avec Feutre tendu des bâtiments non soumis à réglementation

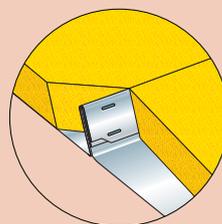
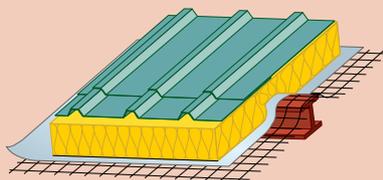
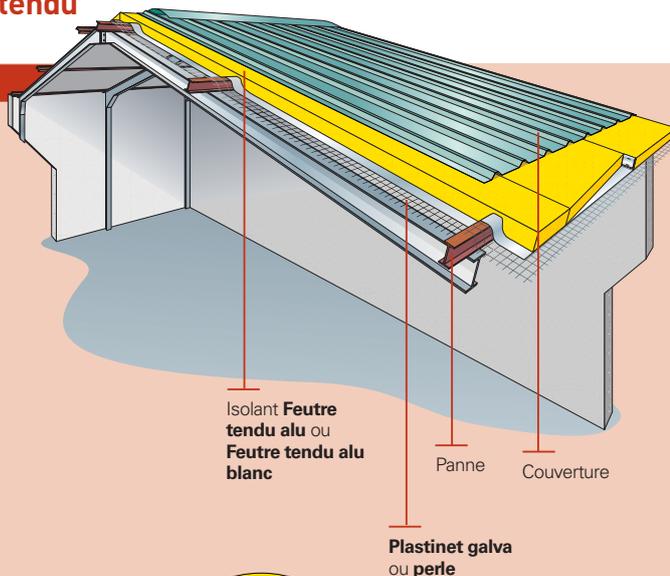
→ DESCRIPTIF

■ Destiné aux bâtiments industriels à faible ou moyenne hygrométrie pour toitures métalliques ou fibrociments.

La couverture est de type chaud et dispose en conséquence de cloisoirs en mousse de faitage, en égout, en toute traversée de toiture. Pour éviter le festonnage de l'isolant, un treillis à mailles soudées (Plastinet galva ou perle) est disposé sur les pannes avant la pose de l'isolant, si l'entre-axe des pannes dépasse 1,60 m.

Le Feutre tendu alu ou alu blanc muni de languettes de chaque côté du pare-vapeur est déroulé sur le grillage dans le sens transversal aux pannes. Les languettes sont agrafées entre elles tous les 20 cm, repliées, et à nouveau agrafées tous les 50 cm.

La pose de l'isolant est réalisée simultanément à la mise en œuvre de la couverture. Les fixations de plaques de couverture servent de fixations définitives au Feutre tendu.



Double agrafage du pare-vapeur intégré au Feutre tendu

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ LES AVANTAGES

- Simplicité de pose
- Traitement de grandes surfaces ou de grandes longueurs en une seule fois

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

Toiture chaude non ventilée avec cloisoirs en mousse obturant les ondes en périphérie.

- Panne de type IPN 120 x 60 mm, entraxe : 2500 mm
- Grillage de maintien déroulé sur pannes
- Isolant : Feutre tendu Alumo en 120 mm : R = 3,00

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,44$$

Rapport d'étude Physibel n° 2002-03B-3

La valeur U_p système correspond à la valeur de déperdition thermique du système en partie courante qui prend en compte les ponts thermiques intégrés. Elle a été calculée par le bureau d'études Physibel selon la norme EN ISO 10211-1.

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

FEUTRE TENDU ALU

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	3,00	2,50	2,00	1,75	1,50	1,25
Épaisseur (mm)	120	100	80	70	60	50

FEUTRE TENDU ALU BLANC

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

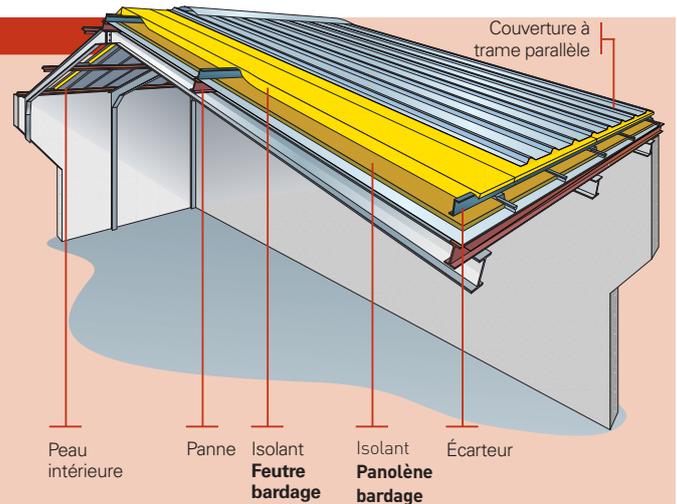
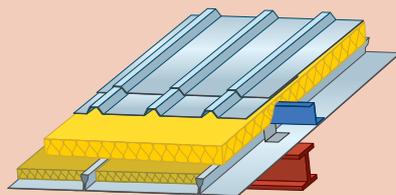
R_D (m ² .K/W)	3,00	2,50	2,00	1,75	1,50	1,25
Épaisseur (mm)	120	100	80	70	60	50

TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES FEUTRE BARDAGE TOITURES CHAUDES DOUBLE PEAU

Isolation thermique double couche, double peau à trame parallèle

→ DESCRIPTIF

- Solution adaptée au neuf ou en réhabilitation, pour toiture rigide (toiture chaude).
- Le Panolène bardage, isolant à base de laine de verre revêtu d'un voile de verre, est déroulé sur la peau intérieure par le dessus des pannes dans le sens transversal. Le côté voile de verre est situé sur le dessus.
- La seconde couche de Feutre bardage est déroulée perpendiculairement à la première couche. Les fixations des plaques de couverture servent de fixations définitives au Feutre bardage.



→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques renforcées
- Isolement acoustique du bâtiment
- Simplicité de pose
- Choix esthétique
- Longues portées

Nb : Feutre bardage peut être substitué par Panolène bardage en couche inférieure pour mieux répondre à des exigences dimensionnelles spécifiques

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Panne de type IPN 120 x 60 mm, entraxe : 2 000 mm
- Peau inférieure conforme au DTU 40-35
- Fausse panne Z, hauteur 180 mm x largeur des ailes 40 mm, fixée au-dessus des pannes tous les 2 m
- Isolant inférieur : Panolène bardage en 90 mm, R = 2,25 déroulé entre les fausses pannes
- Isolant supérieur : Feutre bardage en 120 mm, R = 3,00 déroulé sur les fausses pannes
- Peau supérieure conforme au DTU 40-35

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,27$$

Solution « référence RT 2005 »

Rapport d'étude CSTB.

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

FEUTRE BARDAGE

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	3,00	2,50	2,00	1,75	1,50	1,25
Épaisseur minimale (mm)	120	100	80	70	60	50

PANOLÈNE BARDAGE

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$ (largeur 400, 450 et 500 mm)

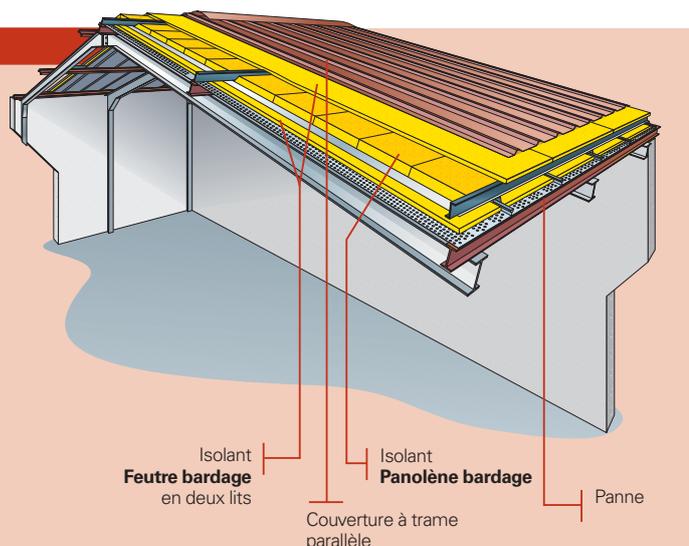
R_D (m ² .K/W)	2,25	1,75	1,25	0,75
Épaisseur (mm)	90	70	50	30

TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES FEUTRE BARDAGE – PANOLÈNE BARDAGE TOITURES CHAUDES DOUBLE PEAU

Isolation triple couche, double peau, à trame parallèle

→ DESCRIPTIF

- Isolation thermo-acoustique haute performance pour bâtiments industriels en neuf ou en rénovation.
- Pour chantier sans contrainte d'épaisseur, pour un U_p le plus faible possible.
- Le Feutre bardage est déroulé sur la peau intérieure par le dessus des pannes dans le sens transversal. Le côté voile de verre est situé sur le dessus.
- La seconde couche de Feutre bardage est déroulée perpendiculairement à la première couche. Les fixations des plaques de couverture servent de fixations définitives au Feutre bardage.
- Un profil entretoise parallèle aux pannes évite la compression de la couche intermédiaire.



En neuf ou en réhabilitation
Pour toiture rigide (toiture chaude)

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Panne de type IPN 120 x 60 mm, entraxe : 2 000 mm
- Peau inférieure conforme au DTU 40-35
- Fausse panne Z, hauteur 120 mm x largeur des ailes 40 mm, fixée au-dessus des pannes tous les 2 m
- Isolant inférieur : Feutre bardage en 50 mm déroulé sous les fausses pannes : $R = 1,25$
- Isolant intermédiaire : Panolène bardage en 70 mm déroulé sur les fausses pannes : $R = 1,75$
- Isolant supérieur : Feutre bardage en 50 mm : $R = 1,25$
- Peau supérieure conforme au DTU 40-35

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,31$$

Rapport d'étude Physibel n° 2002-10G

La valeur U_p système correspond à la valeur de déperdition thermique du système en partie courante qui prend en compte les ponts thermiques intégrés. Elle a été calculée par le bureau d'études Physibel selon la norme EN ISO 10211-1.

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

FEUTRE BARDAGE

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$

R_D (m ² .K/W)	2,50	2,00	1,75	1,50	1,25
Épaisseur minimale (mm)	100	80	70	60	50

PANOLÈNE BARDAGE

$\lambda = 0,040 \text{ W/(m.K)}$ (largeur 400, 450 et 500 mm)

R_D (m ² .K/W)	2,25	1,75	1,25	0,75
Épaisseur (mm)	90	70	50	30

TOITURES SÈCHES MÉTALLIQUES SANDITOP PANNEAUX SANDWICHS ISOLANTS

Isolation thermo-acoustique hautes performances

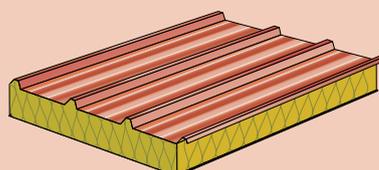
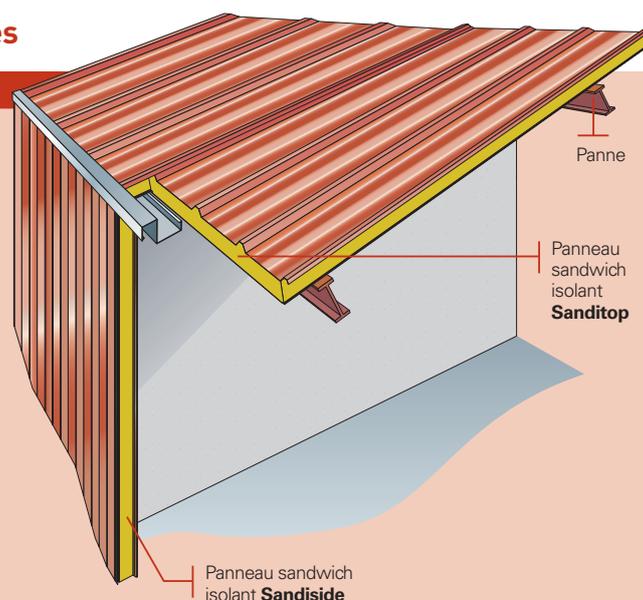
→ DESCRIPTIF

Les panneaux sandwichs Sanditop sont constitués de deux tôles d'acier profilées, collées sur une âme isolante en laine de roche. Les deux matériaux composant le panneau sont inertes et offrent donc les meilleures garanties possibles en matière d'environnement.

Panneaux autoportants pour chantiers avec fortes contraintes de planning.

→ LES AVANTAGES

- Performances thermiques
- Résistance mécanique
- Ponts thermiques réduits
- Temps de pose
- Haute tenue à la corrosion
- Comportement au feu
- Esthétique
- Mise hors d'eau rapide du bâtiment
- Démontabilité du bâtiment



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

Panneau sandwich en laine minérale, fixations cachées

- Parement intérieur : épaisseur 50/100°
- Âme isolante : laine de roche Saint-Gobain Isover
- Parement extérieur : nervure, épaisseur 63/100°
- Fixation : 2/m²
- Épaisseur : 150 mm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)} = 0,27$$

Solution « référence RT 2005 »

CONFIGURATION 2 :

Panneau sandwich en laine minérale, fixations cachées

- Parement intérieur : épaisseur 50/100°
- Âme isolante : laine de roche Saint-Gobain Isover
- Parement extérieur : nervure, épaisseur 63/100°
- Fixation : 2/m²
- Épaisseur : 200 mm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)} = 0,21$$

Recommandé par Isover



Rapport d'étude Physibel n° 2002-03B-3

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

SANDITOP, PRIMITIF DE L'ISOLANT

$\lambda = 0,037 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$

R ₀ (m ² .K/W)	3,5	3,0	2,5	2,25	2,0	1,5
Épaisseur (mm)	200	150	120	100	80	60



TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE



U_p EN TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE

La valeur référence RT 2005 en toitures étanchées sur maçonnerie (zones H1 et H2)

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,27$$

Les solutions Isover

Les solutions présentées pour les bâtiments répondent à minima aux valeurs de déperditions référence U_{réf}. Isover va plus loin avec un choix de solutions hautes performances permettant de réduire encore plus la demande en énergie.

Solutions « référence RT 2005 »

Les solutions présentées sont à la référence RT 2005.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,27$$

Solutions « Recommandé par Isover »

Les solutions présentées sont meilleures que la référence.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,24$$



Solutions « maison multi-confort »

Les solutions présentées, recommandées par Isover, permettent de réduire davantage la demande des énergies des bâtiments.

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) \leq 0,21$$



L'ISOLATION INVERSEE

L'isolation inversée de toiture terrasse est une technique d'isolation thermique qui ne peut être réalisée qu'avec des mousses de polystyrène extrudé (XPS). Ces produits sont des isolants à cellules fermées dont les performances se maintiennent à long terme même en présence d'eau. Dow a inventé le concept d'isolation inversé avec Roofmate, l'a amélioré avec le procédé « minK Système ». Cette technique fait l'objet d'Avis Techniques depuis de nombreuses années. L'originalité de l'isolation inversée réside dans la mise en œuvre de l'isolant au-dessus de l'étanchéité, au contact de l'eau de pluie, pour isoler mais aussi protéger l'étanchéité des chocs thermiques et mécaniques prolongeant d'autant la durée de vie de l'ouvrage. Cette technique est déclinée pour tous types de toiture béton, accessible, inaccessible, technique, jardin, parking, retenue temporaire d'eau, rénovation thermique, en climat de plaine comme de montagne.

La performance thermique d'une isolation inversée est calculée selon la norme NF EN ISO 6946 reprise et précisée dans l'Avis Technique Roofmate SL-X et SL-A n° 6/03-1719 et son additif n° 1 « Roofmate minK Système ».

Le nouveau procédé « Roofmate minK Système » réduit encore le $\Delta\mu$ calculé en minimisant la quantité d'eau passant entre l'isolant et l'étanchéité.

L'isolation inversée avec Roofmate SL-X ou SL-A permet la réalisation de terrasses dites « toitures duos » pour des toitures à très haute performance thermique. Cette technique consiste à superposer à une isolation conventionnelle de toiture (isolation sous-étanchéité), une isolation inversée.

Roofmate SL-X et Roofmate SL-A présentent des performances identiques, seules leurs performances thermiques diffèrent.

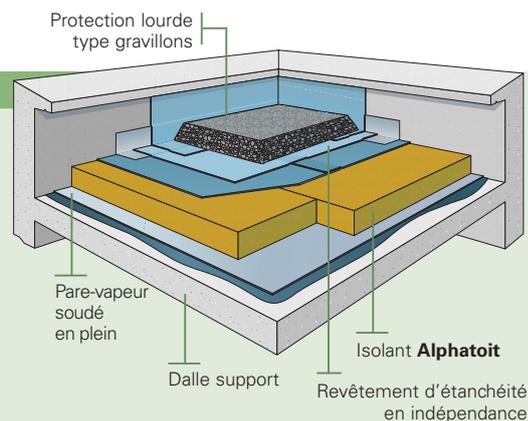
Roofmate SL-X est expansé aux HFC et offre la performance thermique la plus élevée. Roofmate SL-A est expansé au CO₂ recyclé et a déjà été utilisé dans plusieurs bâtiments HQE.

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE ALPHATOIT TOITURES INACCESSIBLES

Isolation support d'étanchéité sous protection lourde

→ DESCRIPTIF

- Pose en coupe de pierre (joints en quinconce).
- Le pare-vapeur en bitume armé est soudé en plein au chalumeau. Les panneaux Alphatoit sont constitués de laine de roche à forte masse volumique. Leur fixation est assurée par le lestage provenant de la charge de gravier (pose libre). Le revêtement d'étanchéité est constitué de deux couches en bitume modifié de qualité soudable posé en indépendance. En partie courante, la protection est assurée par des gravillons roulés de granulométrie 5 et 25 mm d'une épaisseur de 4 à 6 cm.



Pour toiture à pente < 5 %

→ LES AVANTAGES

- Technique d'étanchéité indépendante
- Pose libre de l'isolant et de l'étanchéité sous lestage
- Écran de semi-indépendance de l'étanchéité inutile
- Mise en œuvre facilitée sans collage ou fixation mécanique
- Performances thermiques
- Protection efficace de l'étanchéité
- Pose rapide
- Composants du système indépendants facilitant le tri lors d'une rénovation

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Dalle béton : 20 cm
- Pare-vapeur bitumineux : 5 mm épaisseur
- Isolant Alphatoit en 120 mm, R = 3,05
- Revêtement d'étanchéité bicouche : 2 x 5 mm
- Gravillons : 6 cm épaisseur

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,30$$

Calcul Isover

CONFIGURATION 2 :

- Dalle béton : 20 cm
- Pare-vapeur bitumineux : 5 mm épaisseur
- Isolant Alphatoit en 140 mm, R = 3,55
- Revêtement d'étanchéité bicouche : 2 x 5 mm
- Gravillons : 6 cm épaisseur

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,26$$

Solution « référence RT 2005 »

Calcul Isover

CONFIGURATION 3 :

- Dalle béton : 20 cm
- Pare-vapeur bitumineux : 5 mm épaisseur
- Isolant Alphatoit en 160 mm, R = 4,10
- Revêtement d'étanchéité bicouche : 2 x 5 mm
- Gravillons : 6 cm épaisseur

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,23$$

Recommandé par Isover



Calcul Isover

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ALPHATOIT

$$\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$$

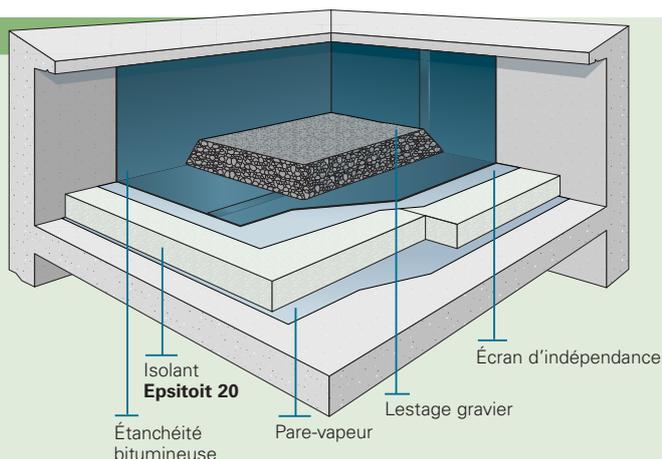
R ₀ (m ² .K/W)	4,10	3,80	3,55	3,30	3,05	2,80	2,55	2,30	2,05	1,75	1,50
Épaisseur (mm)	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE EPSITOIT 20 TOITURES INACCESSIBLES

Isolation sous protection lourde

→ DESCRIPTIF

Les panneaux de la gamme Epsitoit sont des produits nus en polystyrène expansé XPE conformes à la norme EN 13163. Les panneaux sont disposés en quinconce, la ligne continue du joint est obligatoirement perpendiculaire aux nervures du bac acier. Le panneau Epsitoit 20 peut se poser en collage à froid, fixé mécaniquement ou libre sous protection lourde.



→ LES AVANTAGES

- Produit léger facile à mettre en œuvre
- Adapté aux éléments conformes aux DTU 43-1, 43-2, 43-3

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Dalle béton : 20 cm
- Pare-vapeur
- Isolant Epsitoit 20 en 140 mm, R = 3,85
- Écran d'indépendance
- Étanchéité bitumineuse
- Lestage gravier : 10 cm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,23$$

Recommandé par Isover



CONFIGURATION 2 :

- Dalle béton : 20 cm
- Pare-vapeur
- Isolant Epsitoit 20 en 150 mm, R = 4,15
- Écran d'indépendance
- Étanchéité bitumineuse
- Lestage gravier : 10 cm

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,22$$

Recommandé par Isover



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

EPSITOIT 20

$\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	4,15	3,75	3,60	3,30	3,05	2,75	2,50	2,20	1,90	1,65	1,35
Épaisseur (mm)	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE EPSITOIT 25 TOITURES ACCESSIBLES

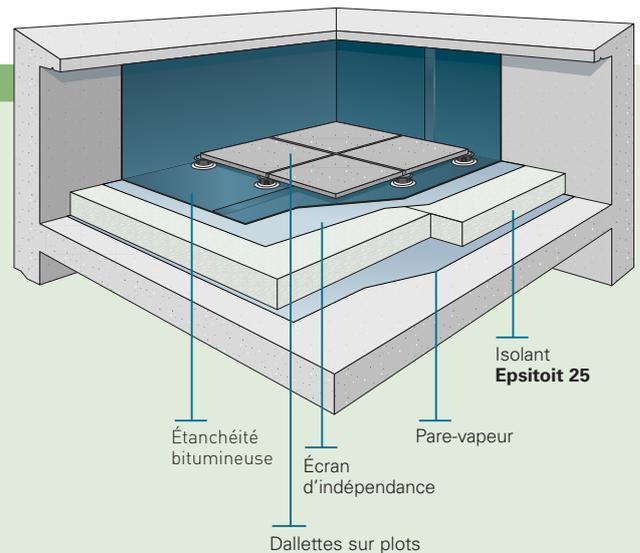
Isolation sous dalles sur plots

→ DESCRIPTIF

Les panneaux de la gamme Epsitoit sont des produits nus en polystyrène expansé XPE conformes à la norme EN 13163. Les panneaux sont disposés en quinconce, la ligne continue du joint est obligatoirement perpendiculaire aux nervures du bac acier. Le panneau Epsitoit 25 peut se poser en collage à froid, fixé mécaniquement ou libre sous protection lourde.

→ LES AVANTAGES

- Produit léger facile à mettre en œuvre
- Classe de compressibilité C
- Adapté aux éléments conformes aux DTU 43-1, 43-2, 43-3



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Dalle béton : 20 cm
- Pare-vapeur
- Isolant Epsitoit 25 en 140 mm, R = 4,0
- Écran d'indépendance
- Étanchéité bitumineuse
- Dalle sur plots

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,24$$

Recommandé par Isover



CONFIGURATION 2 :

- Dalle béton : 20 cm
- Pare-vapeur
- Isolant Epsitoit 25 en 150 mm, R = 4,25
- Écran d'indépendance
- Étanchéité bitumineuse
- Dalle sur plots

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,22$$

Recommandé par Isover



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

EPSITOIT 25

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$

$R_D \text{ (m}^2\text{.K/W)}$	4,25	4,00	3,70	3,40	3,10	2,85	2,55	2,25	2,00	1,80	1,40	1,10
Épaisseur (mm)	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE ROOFMATE SL-X – ROOFMATE SL-A TOITURES TERRASSE INACCESSIBLES

Isolation inversée sous protection lourde

→ DESCRIPTIF

■ C'est la technique d'isolation inversée la plus courante. Elle est compatible avec tous les types de bâtiments, le principe comme l'installation est simple.

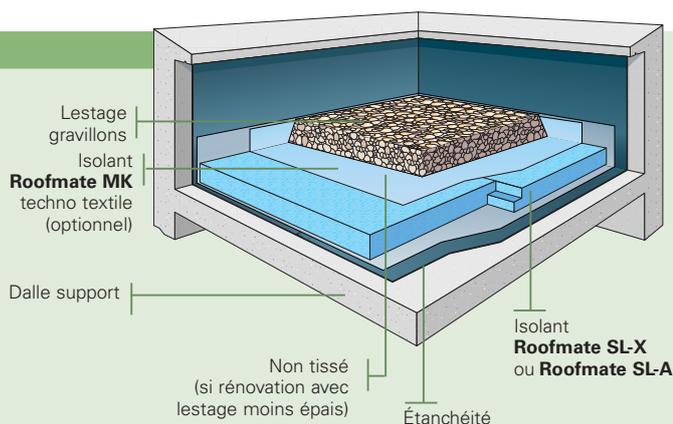
L'étanchéité est réalisée directement sur la dalle béton support, ce qui limite les risques de perforation. Les panneaux d'isolant Roofmate SL-X ou SL-A, à base de mousse de polystyrène extrudé XPS, sont posés à joints décalés en une couche sur l'étanchéité.

Les panneaux sont ensuite lestés par une couche de gravillons dont l'épaisseur dépend de l'épaisseur de l'isolant. Un non-tissé est interposé entre l'isolant et les gravillons dans le cas d'un lestage allégé et un trop-plein d'alerte réalisé. Les détails de mise en œuvre et le mode de calcul de la performance thermique de ce procédé sont décrits dans l'Avis technique n° 5/03-1719.

■ ISOLATION DES PONTS THERMIQUES.

Les acrotères et relevés d'étanchéité peuvent être avantageusement isolés thermiquement par la fixation de panneaux de Roofmate LG-X, constituant aussi une continuité thermique entre l'isolation de la dalle et celle de l'acrotère.

Les performances thermiques de ce système peuvent encore être améliorées grâce au procédé « Roofmate minK Système ».



→ LES AVANTAGES

- Solution pérenne : l'isolation protège l'étanchéité des chocs thermiques et mécaniques
- Compatible avec une pente nulle
- Compatible avec les dalles de béton cellulaire (pente minimum 1 %)
- Pose de l'isolant et du lestage indépendante des conditions climatiques
- Mise hors d'eau du bâtiment très rapide
- Compatible avec la réalisation de terrasses techniques, de chemins de nacelle et de toitures à retenue temporaire des eaux de pluie

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur : $R = 0,017$
- Isolant Roofmate SL-X en 120 mm, $R = 3,19^*$
- Lestage gravillons : 10 cm épaisseur (solution allégée)

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,29$$

CONFIGURATION 2 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur : $R = 0,017$
- Isolant Roofmate SL-X en 160 mm, $R = 3,78^*$
- Lestage gravillons : 10 cm épaisseur (solution allégée)

Dépense surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,25$$

Solution meilleure que la « référence RT 2005 »

*Calcul Dow réalisé conformément à l'Avis technique n° 5/03-1719 à partir de la valeur certifiée Acermi

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ROOFMATE SL-A

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 80 mm

R_D (m ² .K/W)	4,10	3,80	3,55	3,30	3,05	2,80	2,55	2,30
Épaisseur (mm)	100	90	80	70	60	50	40	30

ROOFMATE SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 120 mm

R_D (m ² .K/W)	5,15	4,50	4,15	3,45	3,10	2,75	2,45	2,10
Épaisseur (mm)	160	140	120	100	90	80	70	60

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE PROCÉDÉ « ROOFMATE MINK SYSTÈME » TOITURES OU ZONES TECHNIQUES

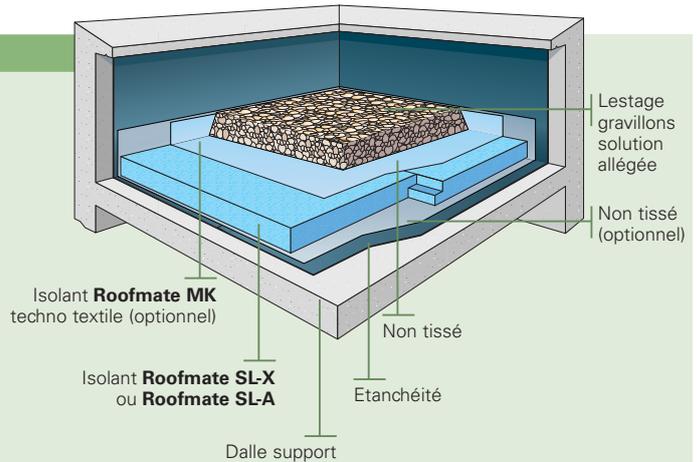
Isolation inversée de toiture à performances thermiques accrues compatibles avec tous usages : terrasses accessibles, inaccessibles, jardin...

→ DESCRIPTIF

Le procédé « Roofmate minK Système » est un procédé inventé par Dow, très simple de mise en œuvre et économique, qui permet d'augmenter la performance thermique d'une isolation inversée de toiture terrasse. Il est validé par l'Avis technique n° 5/03-1719-01 add. Il consiste à interposer entre l'isolant à base de polystyrène extrudé XPS placé au-dessus de l'étanchéité (voir page XX) et le lestage un techno-textile appelé « Roofmate MK non tissé » qui réduit très significativement la quantité d'eau de pluie qui atteint l'étanchéité et qui, de ce fait, réduit à pratiquement zéro la pénalisation thermique appliquée à l'isolation inversée pour prendre en compte l'eau de pluie passant sous l'étanchéité.

Cette technique est compatible avec tous types de lestage.

Roofmate minK Système est une optimisation économique et thermique du procédé d'isolation inversée.



→ LES AVANTAGES

- Amélioration thermique significative
- Améliorations économiques significatives
- Compatible avec tous types de lestage
- Validé pour la réalisation d'isolation inversée en climat de montagne
- Validé pour la réalisation de toiture à retenue temporaire des eaux de pluie

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité : 5 mm + 15 mm épaisseur, R = 0,017
- Isolant Roofmate SL-X en 80 mm, R = 2,72*
- Lestage gravillons : 10 cm épaisseur (solution allégée)

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,34$$

CONFIGURATION 2 :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité : 5 mm + 15 mm épaisseur, R = 0,017
- Isolant Roofmate SL-X en 100 mm, R = 3,40*
- Lestage gravillons : 10 cm épaisseur (solution allégée)

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,27$$

Solution « référence RT 2005 »

CONFIGURATION 3 :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité : 5 mm + 15 mm épaisseur, R = 0,017
- Isolant Roofmate SL-X en 120 mm, R = 4,08*
- Lestage gravillons : 10 cm épaisseur (solution allégée)

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,23$$

Recommandé par Isover



CONFIGURATION 4 :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité : 5 mm + 15 mm épaisseur, R = 0,017
- Isolant Roofmate SL-X en 160 mm, R = 5,10*
- Lestage gravillons : 10 cm épaisseur (solution allégée)

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,19$$

Solution « maison multi-confort »



*Calculs réalisés conformément à l'Avis technique n° 5/03-1719*01 add à partir de la valeur certifiée Acermi

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ROOFMATE SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 120 mm

R_0 (m ² .K/W)	5,15	4,50	4,15	3,45	3,10	2,75	2,45	2,10
Épaisseur (mm)	160	140	120	100	90	80	70	60

Dow est une marque déposée de The Dow Chemical Company

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE ROOFMATE SL-X – ROOFMATE SL-A TOITURES ACCESSIBLES

Isolation inversée de toiture-terrasse accessible à la circulation piétonnière et au séjour

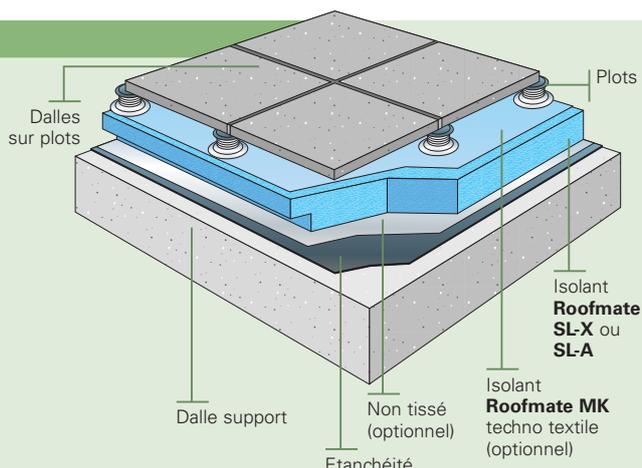
→ DESCRIPTIF

Roofmate SL-X ou SL-A et le procédé d'isolation inversée sont particulièrement indiqués pour réaliser des toitures accessibles, y compris fortement chargées. C'est le fait des performances mécaniques élevées des deux produits, de la protection et de l'effet de répartition des efforts mécaniques sur l'étanchéité que permettent les panneaux isolants Roofmate SL-X et Roofmate SL-A à base de polystyrène extrudé XPS.

Plusieurs types de mise en œuvre de toiture accessible sont réalisables : dalles sur plots, dalles préfabriquées posées à sec, sol scellé (usage privatif inférieur ou égal à 100 m²), pavé... Les conditions de réalisation sont décrites dans l'Avis technique n° 5/03-1719.

La mise en œuvre de l'étanchéité et de l'isolant Roofmate SL-X ou SL-A est identique à celle décrite pour les toitures inaccessibles.

Le lestage des gravillons est remplacé par le revêtement choisi : dalles sur plots, dalles préfabriquées posées sur lets de 3 cm de gravillon 3/8, pavés posés sur 6 cm de sable, carreaux ou pierres naturelles scellés...



→ LES AVANTAGES

- Solution pérenne : l'isolation protège l'étanchéité des chocs thermiques et mécaniques
- Compatible avec une pente nulle
- Mise hors d'eau du bâtiment très rapide
- Pose de l'isolant et des dalles indépendantes des conditions climatiques
- Compatible avec la réalisation de terrasses technique, de chemins de nacelle et de toitures à retenue temporaire des eaux de pluie

- Plusieurs types de finition possibles
 - Compatible avec le procédé « minK Système »
 - Pression maximale d'utilisation avec dalle sur plot de 10 N/cm² (1 daN/cm²) sur l'isolant.
- Valeur généralement d'environ 6 N/cm² pour les autres produits isolants

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur R = 0,017
- Isolant Roofmate SL-X en 120 mm, R = 3,19*
- Dalles sur plots

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)} = 0,29$$

*Calcul Dow réalisé conformément à l'Avis technique n° 5/03-1719 à partir de la valeur certifiée Acerni

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ROOFMATE SL-A

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 80 mm

R _D (m ² .K/W)	2,75	2,50	2,30	2,00	1,70	1,40	1,15	0,85
Épaisseur (mm)	100	90	80	70	60	50	40	30

ROOFMATE SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 120 mm

R _D (m ² .K/W)	5,15	4,50	4,15	3,45	3,10	2,75	2,45	2,10
Épaisseur (mm)	160	140	120	100	90	80	70	60

Dow est une marque déposée de The Dow Chemical Company

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE ROOFMATE SL-X – ROOFMATE SL-A TOITURES VÉGÉTALISÉES OU JARDIN

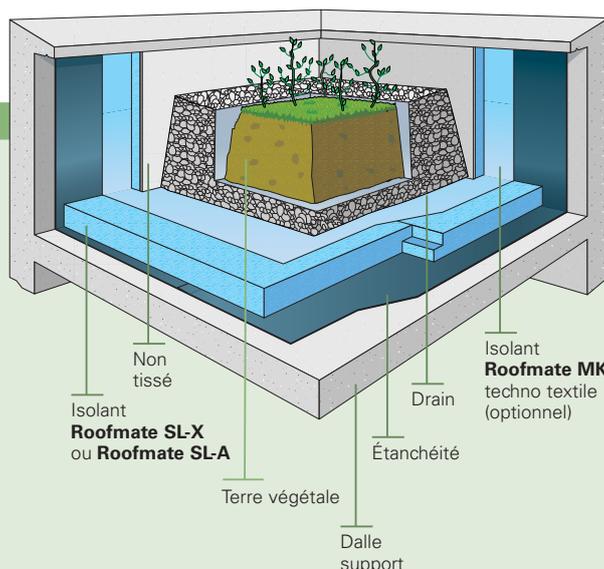
Isolation inversée de toiture terrasse

→ DESCRIPTIF

■ L'isolation inversée est particulièrement adaptée à la réalisation de toiture terrasse à végétalisation intensive (toiture jardin) ou extensive (toiture végétalisée). Dans les deux cas, les panneaux isolants Roofmate SL-X ou SL-A à base de polystyrène extrudé XPS sont interposés entre l'étanchéité et le complexe de végétalisation protégeant ainsi l'étanchéité des dommages mécaniques potentiels tant au niveau du chantier que lors des travaux d'entretien de la terrasse.

La mise en œuvre de la toiture est décrite dans l'Avis technique n° 5/03-1719. L'isolant posé sur l'étanchéité drain et filtre est réalisée conformément au DTU 43.1 avant l'installation du substrat. Les relevés d'étanchéité, et acrotère, peuvent avantageusement être protégés mécaniquement et isolés par des panneaux de Roofmate LG-X fixés verticalement.

Pour la mise en œuvre d'une toiture végétalisée, se reporter au cahier des charges des systèmes. Le procédé « Roofmate minK Système » est compatible avec ces mises en œuvre.



→ LES AVANTAGES

- Protection mécanique de l'étanchéité par les panneaux isolants des chocs et blessures lors du chantier comme de l'entretien de la toiture
- Compatible avec le procédé « Roofmate minK Système » qui améliore les performances thermiques
- Roofmate LG-X, panneau isolant parementé pour l'isolation et la protection mécanique des relevés d'étanchéité, avec un centimètre de mortier modifié

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, R = 0,017
- Isolant Roofmate SL-X en 100 mm, R = 3,45
- Drainage, filtre et substrat végétalisé

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,29$$

CONFIGURATION 2 :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, R = 0,017
- Isolant Roofmate SL-X en 120 mm, R = 4,15
- Drainage, filtre et substrat végétalisé

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,25$$

Solution meilleure que « référence RT 2005 »

CONFIGURATION 3 :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, R = 0,017
- Isolant Roofmate SL-X en 160 mm, R = 5,15
- Drainage, filtre et substrat végétalisé

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,20$$

Solution « maison multi-confort »



Calculs Dow

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ROOFMATE SL-A

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 80 mm

R_p (m ² .K/W)	2,75	2,50	2,30	2,00	1,70	1,40	1,15	0,85
Épaisseur (mm)	100	90	80	70	60	50	40	30

ROOFMATE SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 120 mm

R_p (m ² .K/W)	5,15	4,50	4,15	3,45	3,10	2,75	2,45	2,10
Épaisseur (mm)	160	140	120	100	90	80	70	60

Dow est une marque déposée de The Dow Chemical Company

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE

ROOFMATE MK – ROOFMATE SL-X – ROOFMATE SL-A TOITURES OU ZONES TECHNIQUES

Isolation inversée à retenue temporaire des eaux de pluie

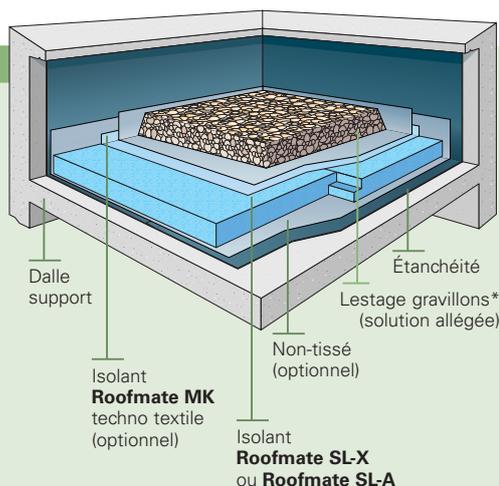
→ DESCRIPTIF

- Le procédé d'isolation inversée Roofmate SL-X et SL-A à base de polystyrène extrudé XPS avec ou sans « minK Système » est utilisable en toiture terrasse à retenue temporaire des eaux pluviales. Dans ce cas, l'épaisseur de gravillons de la couche de lestage est au moins équivalente à celle de l'isolant afin d'éviter que les panneaux Roofmate ne flottent.

Le calcul thermique de cette toiture est identique à celui des autres types de toiture terrasse à isolation inversée.

→ LES AVANTAGES

- Véritable protection mécanique de l'étanchéité
- RCS (résistance de service à la compression) élevée pour le calcul de dalle sur isolant
- Compatible avec le procédé « Roofmate minK Système »
- Système validé par un Avis technique



* L'épaisseur du lestage doit être supérieure à celle de l'isolant.

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, $R = 0,017$
- Isolant Roofmate SL-X en 80 mm avec minK Système, $R = 2,72^*$

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,29$$

CONFIGURATION 2 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, $R = 0,017$
- Isolant Roofmate SL-X en 100 mm avec minK Système, $R = 3,42^*$

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,27$$

Solution « référence RT 2005 »

CONFIGURATION 3 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, $R = 0,017$
- Isolant Roofmate SL-X en 120 mm avec minK Système, $R = 4,08^*$

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,23$$

Recommandé par Isover



CONFIGURATION 4 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, $R = 0,017$
- Isolant Roofmate SL-X en 160 mm avec minK Système, $R = 5,10^*$

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,19$$

Solution « maison multi-confort »



*Calculs Dow réalisés conformément à l'Avis technique n° 5/03-1719 et additif 1 à partir de la valeur certifiée Acermi

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ROOFMATE SL-A

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 80 mm

R_D (m ² .K/W)	2,75	2,50	2,30	2,00	1,70	1,40	1,15	0,85
Épaisseur (mm)	100	90	80	70	60	50	40	30

ROOFMATE SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 120 mm

R_D (m ² .K/W)	5,15	4,50	4,15	3,45	3,10	2,75	2,45	2,10
Épaisseur (mm)	160	140	120	100	90	80	70	60

Dow est une marque déposée de The Dow Chemical Company

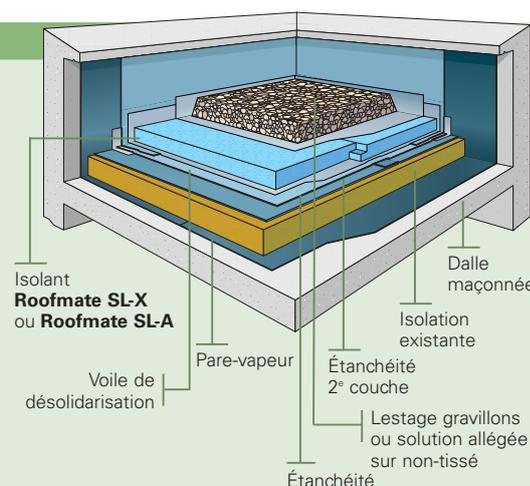
TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE ROOFMATE SL-X – ROOFMATE SL-A TOITURES INACCESSIBLES AVEC CHEMIN DE CIRCULATION

Isolation inversée sur toiture existante

→ DESCRIPTIF

■ Pour les bâtiments existants insuffisamment isolés, une solution simple et rapide de rénovation thermique. On doit s'assurer que l'isolant existant est sain et en bon état. L'étanchéité existante est rénovée ou refaite. Un voile de désolidarisation est interposé entre l'étanchéité et les panneaux de Roofmate SL-X ou SL-A posés conformément à l'Avis technique n° 5/03-1719 ou à son additif n° 1 « procédé minK Système » qui en améliore encore la performance thermique. Le lestage de l'isolant est généralement réalisé par du gravillon posé en solution allégée (voir Atec). Pour d'autres types de lestage (dalles sur plots, toiture jardin...), s'assurer que l'isolant préexistant est compatible avec les charges rapportées.

En cas d'insuffisance de hauteur d'acrotère pour réaliser cette technique de rénovation, Roofmate LG-X peut être utilisé (panneau d'isolation à protection intégrée de 1 cm de mortier modifié, de faible hauteur d'encombrement).



→ LES AVANTAGES

- La solution de rénovation thermique des terrasses ne nécessite pas une rénovation totale
- La fonction étanchéité de la toiture existante n'est jamais interrompue
- Possibilité d'ajouter de 30 à 160 mm d'isolant XPS Roofmate SL, soit une résistance thermique additionnelle variant de 0,80 à 5 m².K/W
- Solution démontable, déconstructible

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Isolant existant, R = 1
- Étanchéité bicouche élastomère : 2 x 5 mm, R = 0,043
- Isolant Roofmate SL-X en 60 mm avec minK Système, R = 2,04*
- Lestage gravillons : 6 cm épaisseur (solution allégée)

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,30$$

*Calcul Dow réalisé conformément à l'Avis technique n° 5/03-1719 à partir de la valeur certifiée Acermi

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ROOFMATE SL-A

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 80 mm

R _D (m ² .K/W)	2,75	2,50	2,30	2,00	1,70	1,40	1,15	0,85
Épaisseur (mm)	100	90	80	70	60	50	40	30

ROOFMATE SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 120 mm

R _D (m ² .K/W)	5,15	4,50	4,15	3,45	3,10	2,75	2,45	2,10
Épaisseur (mm)	160	140	120	100	90	80	70	60

Dow est une marque déposée de The Dow Chemical Company

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE

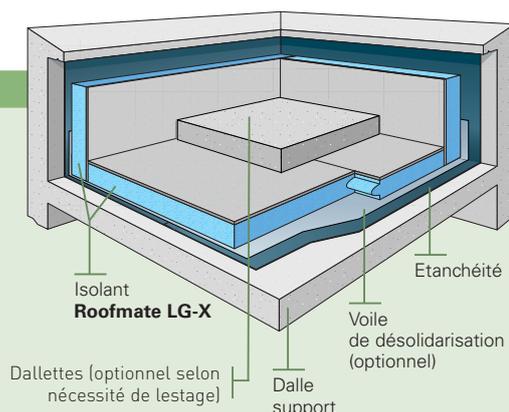
ROOFMATE LG-X TOITURES INACCESSIBLES AVEC CHEMIN DE CIRCULATION

Isolation inversée à protection intégrée

→ DESCRIPTIF

■ Roofmate LG-X est un panneau de polystyrène extrudé XPS à parement intégré à base de mortier modifié d'un centimètre. Roofmate LG-X est un composant pour la réalisation d'isolation inversée dans des contextes spécifiques : faible hauteur d'acrotère, surcharge admissible sur les structures limitée, difficulté d'accès du chantier, lestage gravillons non admis, souhait d'une surface d'entretien facile...

Roofmate LG-X est mis en œuvre sur l'étanchéité, elle-même réalisée directement sur la dalle béton support. Des conditions spécifiques de mise en œuvre sont définies dans le dossier technique « Roofmate LG-X » telles que : pente minimum du support 1 %, étanchéité asphalte ou adhérente ou semi-adhérente, nécessité de sécurités additionnelles sur les panneaux (dallettes béton, cornières de liaison) selon la hauteur, la zone et l'exposition au vent du bâtiment...



→ LES AVANTAGES

- Faible épaisseur totale du procédé, donc compatible avec des acrotères de hauteur limitée
- Poids réduit (environ 25 kg/m² vs environ 90 kg/m² en solution classique), incidence de la charge sur les structures, la maniabilité
- Aspect agréable et entretien facile (4° façade)
- Utilisable en rénovation thermique
- Composant industrialisé intégrant le lestage (pas de gravier à manipuler)
- Faible encombrement, transport aisé, accessibilité du chantier
- Utilisable pour la protection mécanique et l'isolation thermique des relevés d'étanchéité

→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI

CONFIGURATION :

- Dalle béton armé : 20 cm, R = 0,087
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, R = 0,017
- Isolant Roofmate LG-X : 10 mm + 120 mm, R = 4,15*

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,29$$

Calcul Dow réalisé conformément à l'Avis technique n° 5/03-1719 et additif 1 à partir de la valeur certifiée Acermi

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ROOFMATE LG-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$

R _D (m ² .K/W)	4,15	3,45	2,75	2,10	1,75
Épaisseur (mm)	10 + 120	10 + 100	10 + 80	10 + 60	10 + 500

Dow est une marque déposée de The Dow Chemical Company

TOITURES ÉTANCHÉES SUR MAÇONNERIE FLOORMATE 500-A – FLOORMATE 700-A TOITURES ACCESSIBLES

Isolation inversée sur toiture parking circulaire, pour véhicules légers, lourds, pompiers et hélicopt

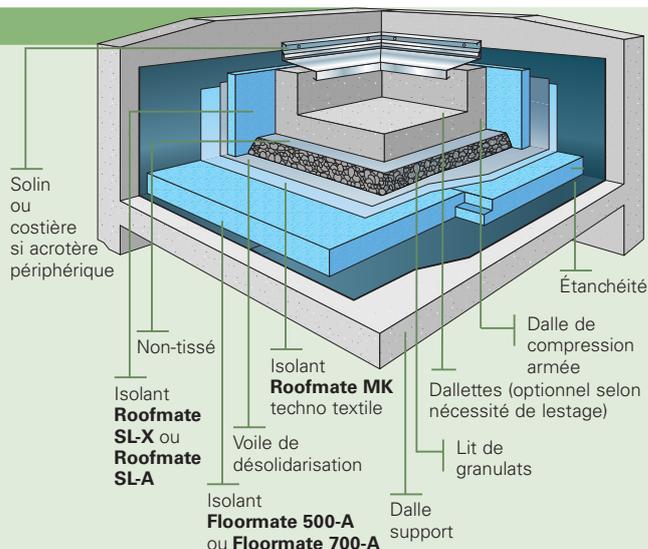
→ DESCRIPTIF

■ Pour des raisons techniques et économiques, Floormate 500-A et 700-A à base de polystyrène extrudé XPS et leur mise en œuvre en isolation inversée sont particulièrement indiqués pour la réalisation de parkings. Selon les charges statiques et dynamiques appliquées, on choisira Floormate 500-A (résistance à la compression 500 kPa, Rcs = 300 kPa) ou Floormate 700-A (résistance à la compression 700 kPa, Rcs = 420 kPa).

Les panneaux isolants sont installés sur l'étanchéité puis recouverts d'une couche de désolidarisation (3 cm de gravillons entre deux non-tissés) avant de recevoir la dalle de roulement en béton armé.

Le détail de la mise en œuvre est décrit dans le dossier technique Floormate 500-A et Floormate 700-A.

Le procédé « Roofmate minK Système » est utilisable en toiture parking.



→ LES AVANTAGES

- Technique fiable et économique
- Permet des performances thermiques élevées si souhaité, comme la protection minimum des structures ($R \geq 1$)
- Technique particulièrement adaptée à la rénovation des parkings existants

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, $R = 0,017$
- Isolant Floormate 500-A ou 700-A en 40 mm avec minK Système, $R = 1,01^*$
- Dalle de roulement béton armé : 12 cm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,80$$

CONFIGURATION 2 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, $R = 0,017$
- Isolant Roofmate SL-X en 100 mm avec minK Système, $R = 3,40^*$

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,46$$

CONFIGURATION 3 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, $R = 0,017$
- Isolant Floormate 500-A ou 700-A en 80 mm avec minK Système, $R = 1,93^*$
- Dalle de roulement béton armé : 12 cm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,38$$

CONFIGURATION 4 :

- Dalle béton armé : 20 cm, $R = 0,087$
- Étanchéité asphalte : 5 mm + 15 mm épaisseur, $R = 0,017$
- Isolant Floormate 500-A ou 700-A en 120 mm avec minK Système, $R = 2,89^*$
- Dalle de roulement béton armé : 12 cm

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,32$$

*Calculs Dow réalisés conformément à l'Avis technique n° 5/03-1719 et additif 1 à partir de la valeur certifiée Acermi

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

FLOORMATE 500-A

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 80 mm

R_D (m ² .K/W)	3,15	2,60	2,10	1,65	1,35	1,10
Épaisseur (mm)	120	100	80	60	50	40

FLOORMATE 700-A

$\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 60 mm

R_D (m ² .K/W)	3,15	2,60	2,10	1,65	1,35	1,10
Épaisseur (mm)	120	100	80	60	50	40

ROOFMATE SL-A

$\lambda = 0,035 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,036 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 80 mm

R_D (m ² .K/W)	2,75	2,50	2,30	2,00	1,70	1,40	1,15	0,85
Épaisseur (mm)	100	90	80	70	60	50	40	30

ROOFMATE SL-X

$\lambda = 0,029 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs supérieures à 120 mm

R_D (m ² .K/W)	5,15	4,50	4,15	3,45	3,10	2,75	2,45	2,10
Épaisseur (mm)	160	140	120	100	90	80	70	60

Dow est une marque déposée de The Dow Chemical Company



TOITURES ÉTANCHÉES SUR BACS ACIER

L'isolation des toitures étanchées sur bacs acier représente une part importante du secteur de l'enveloppe métallique. Dans ce domaine, la gamme Panotoit s'adapte sur les toitures plates, courbes et inclinées, et répond aux préoccupations de l'architecte tout en apportant les meilleures sécurités (qualité, durabilité, feu).



**U_p EN TOITURES
SUR BACS ACIER**

▾ **La valeur référence RT 2005
toitures étanchées sur bacs acier
(zones H1 et H2)**

$$U_{\text{réf}} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,27$$

▾ Les solutions Isover

Les solutions présentées pour les bâtiments répondent à minima aux valeurs de déperditions référence Uréf. Isover va plus loin avec un choix de solutions hautes performances permettant de réduire encore plus la demande en énergie.

■ Solutions « référence RT 2005 »

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) = 0,27$$

■ Solutions « Recommandé par Isover »

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,24$$



■ Solutions « maison multi-confort »

$$U_p \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < 0,19$$



TOITURES ÉTANCHÉES SUR BACS ACIER PANOTOIT FIBAC 2 – FIBAC 2VV - ALPHATOIT TOITURES INACCESSIBLES

Isolation support d'étanchéité fixée mécaniquement

→ DESCRIPTIF

■ L'Alphatoit, les Panotoit Fibac 2 et Fibac 2 VV sont des panneaux en laine de roche de forte masse volumique. Le Fibac 2 VV est revêtu d'un voile de verre renforcé.

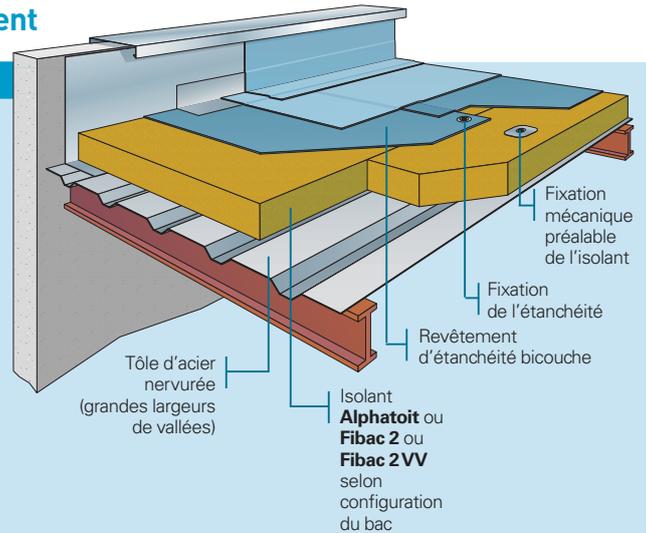
Les panneaux sont disposés en quinconce, la ligne continue du joint est obligatoirement perpendiculaire aux nervures du bac.

L'Alphatoit se pose pour des largeurs de vallée de bac inférieures à 70 mm, sinon utiliser Fibac 2 ou Fibac 2 VV.

Le panneau reçoit préalablement une ou deux fixations.

Le revêtement peut être bicouche en bitume SBS auto protégé avec armatures renforcées. La première couche est fixée mécaniquement en ligne avec soudure des joints. La seconde couche est soudée à la flamme sur la première.

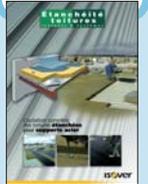
Le Fibac 2 VV accepte également un revêtement monocouche en PVC fixé mécaniquement en lisière avec soudure des joints.



→ LES AVANTAGES

- Adaptée à toutes formes de toitures et tous types de revêtements
- Réaction au feu de l'isolant
- Simplicité de pose

Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

CONFIGURATION 1 :

- Bac acier conforme au DTU 43.3
- Isolant Alphatoit en 160 mm, R = 4,01
- Étanchéité bicouche
- Fixations : 4,5/m²

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,24$$

Recommandé par Isover



Calculs CSTB

CONFIGURATION 2 :

- Bac acier conforme au DTU 43.3
- Isolant Panotoit Fibac 2 ou Fibac 2VV en deux épaisseurs de 100 mm, R = 2,60 x 2 = 5,20
- Étanchéité bicouche
- Fixations : 4,5/m²

Déperditions surfaciques

$$U_p \text{ (W/m}^2\text{.K)} = 0,19$$

Solution « maison multi-confort »



Calculs CSTB

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE L'ISOLANT

ALPHATOIT

$\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$

R _D (m ² .K/W)	4,10	3,80	3,55	3,30	3,05	2,80	2,55	2,30	2,05	1,75	1,50
Épaisseur (mm)	160	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60

PANOTOIT FIBAC 2

$\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs $\geq 100 \text{ mm}$

R _D (m ² .K/W)	3,40	3,15	2,85	2,60	2,35	2,10	1,80	1,55	1,30	1,05	0,75
Épaisseur (mm)	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30

PANOTOIT FIBAC 2 VV

$\lambda = 0,038 \text{ W/(m.K)}$, $\lambda = 0,039 \text{ W/(m.K)}$ pour les épaisseurs $\geq 100 \text{ mm}$

R _D (m ² .K/W)	3,40	3,15	2,85	2,60	2,35	2,10	1,80	1,55	1,30	1,05	0,75
Épaisseur (mm)	130	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30



CHAUFFAGE

La RT 2005 définit les caractéristiques thermiques de référence et minimales pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire (ECS). Dans les deux cas, il est exigé une isolation de classe 2 minimale (voire de classe 3 dans le cas d'un lien avec un réseau primaire de chauffage urbain) pour les réseaux de distribution d'eau de chauffage situés à l'extérieur ou en locaux non chauffés, ainsi qu'une isolation de classe 1 minimale pour les parties maintenues en température de la distribution d'eau chaude sanitaire. Ces classes sont définies dans la norme NF EN 12828. Afin d'améliorer le coefficient global d'efficacité énergétique du bâtiment, il est conseillé de retenir une isolation de classe supérieure à la minimale.

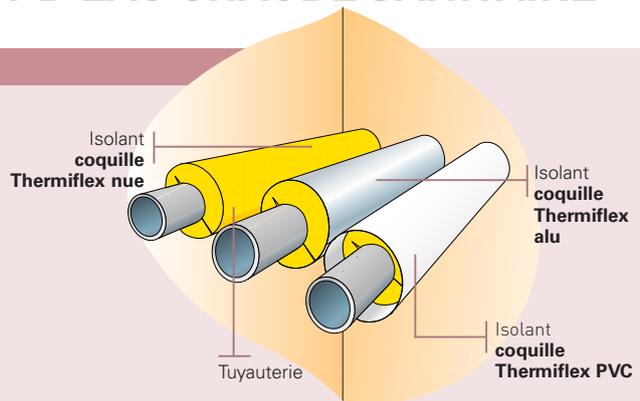
THERMIFLEX POUR CHAUFFERIES ET RÉSEAUX DE DISTRIBUTION DE CHAUFFAGE ET D'EAU CHAUDE SANITAIRE

→ DESCRIPTIF

- Solution d'isolation et de protection thermique des tuyauteries à fluide chaud par coquille (fluide jusqu'à 250 °C).

→ LES AVANTAGES

- Dans les locaux non chauffés et à l'extérieur des bâtiments, toutes les coquilles Thermiflex en 30 mm d'épaisseur répondent à la RT 2005
- Apporte également une isolation acoustique pour minimiser les bruits hydrauliques



→ PERFORMANCE THERMIQUE DU PRODUIT

RÉGLEMENTATION EAU CHAUDE (T° → T° AMBIANTE)

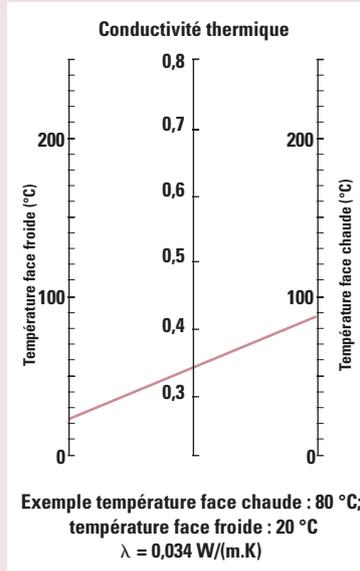
La température de surface de l'isolant doit rester inférieure à 60 °C ou, mieux, 55 °C, pour des raisons de sécurité du personnel. Le revêtement extérieur ne doit en aucun cas dépasser 80 °C, même aux endroits inaccessibles.

Épaisseurs conformes préconisées : RT 2005 classes 1 ou 2 (soit 30 mm d'épaisseur pour tout diamètre) et autres classes européennes.

Ø (mm)	classe 1	classe 2	classe 3	classe 4
18 - 22 - 28 - 35 - 42 49 - 60 - 70 - 76	30	30	30	30
89	30	30	30	40
102 - 108 - 114	30	30	40	40
133	30	30	50	40
140 - 160	30	30	50	50
168	30	30	60	60

Les diamètres supérieurs au 114 mm et les épaisseurs supérieures au 50 mm sont disponibles sous la référence 714+QN

CONFIGURATION : COQUILLE THERMIFLEX



Pour en savoir plus, consultez notre documentation



Génie climatique

→ CARACTÉRISTIQUES

- Coquille Thermiflex nue : coquille finition nue en laine de verre à fibres disposées en structure concentrique, fendue selon une génératrice.
- Coquille Thermiflex alu : coquille en laine de verre à fibres disposées en structure concentrique, fendue selon une génératrice et revêtue d'un surfaçage en aluminium pur renforcé d'une grille de verre et languette longitudinale auto-adhésive intégrées.
- Coquille Thermiflex PVC : élément cylindrique en laine de verre à fibres disposées en structure concentrique, fendu selon une génératrice, revêtu d'une feuille de PVC de couleur grise avec languette de recouvrement auto-adhésive pour les joints longitudinaux et languette périmétrique.

COQUILLES THERMIFLEX NUE, ALU ET PVC

Diamètre (cm)	18	22	28	35	42	49	60	70	76	89	102	108	114
Épaisseur (mm)	30						40				50		



CLIMATISATION

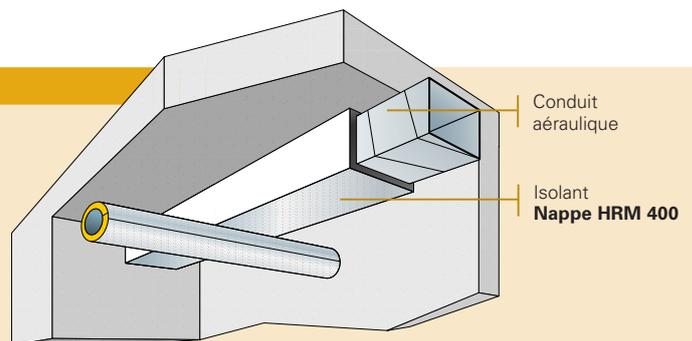
La RT 2005 définit les caractéristiques thermiques de référence⁽¹⁾ et minimales⁽²⁾ pour la ventilation et la climatisation. Elle définit précisément quels sont les réseaux de ventilation⁽³⁾ devant être isolés, quel que soit le type de bâtiment. En général, il s'agit des parties de réseau d'air situées à l'extérieur du volume chauffé ainsi que celles situées à l'intérieur du volume chauffé si l'air soufflé est à une température supérieure à celle de l'ambiante.

NAPPE HRM 400 POUR GAINES ET TUYAUTERIES À L'EXTÉRIEUR DES BÂTIMENTS OU DES LOCAUX NON CHAUFFÉS

→ DESCRIPTIF

■ Solution d'isolation par calorifugeage extérieur des gaines ou conduits pour des utilisations jusqu'à une température de 400 °C.

Calorifugeage des parois planes ou courbes de citerne, réservoir ou tuyauterie par fixation mécanique et adhésivage de la Nappe HRM 400.

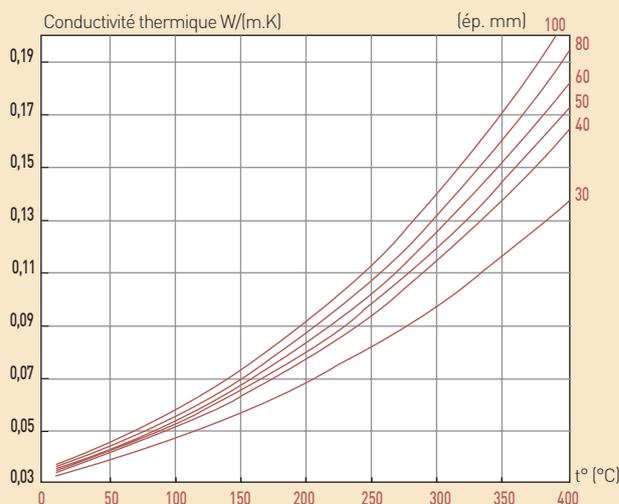


→ LES AVANTAGES

- Maîtrise de l'épaisseur et des performances thermiques associées
- Bonne résistance aux vibrations
- Application pour des températures jusqu'à 400 °C
- Recommandé lorsque l'isolant doit être protégé des intempéries

→ PERFORMANCE THERMIQUE DU PRODUIT

CONDUCTIVITÉ :



En fonction de la température moyenne et de l'épaisseur

→ CARACTÉRISTIQUES

NAPPE HRM 400

Nappe en laine de verre de couleur noire marbrée revêtue sur une face d'une feuille d'aluminium renforcée d'une grille tridirectionnelle.

Épaisseur (mm)	30	40	50	60	80	100
Longueur (m)	12	9	8	7	6	5
Largeur (m)	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20

1. Articles 21 à 24 et 30 de la réglementation
2. Articles 44 à 50 et 68 à 72 de la réglementation
3. Article 49 de la réglementation

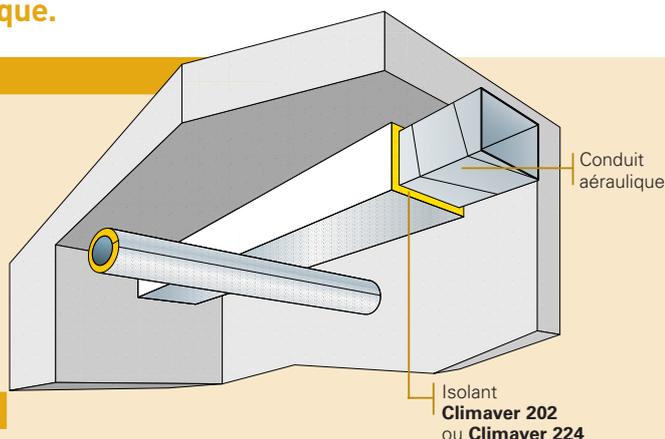
CLIMATISATION

CLIMAVÉR 202 – CLIMAVÉR 224 POUR CONDUITS AÉRAULIQUES À L'INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS

Solution d'isolation thermique des conduits aérauliques par l'extérieur pour conduits et appareils de section rectangulaire ou cylindrique.

→ DESCRIPTIF

- Le feutre isolant est appliqué sur les conduits par l'extérieur.
- La fixation est assurée par agrafage, cerclage ou embrochage. La finition et le pare-vapeur sont réalisés par rubans adhésifs spéciaux.



→ LES AVANTAGES

- Languette de recouvrement repliée et protégée dans l'emballage
- Adapté à l'isolation thermique de tout type de conduit d'air à l'intérieur des bâtiments
- Aspect fini esthétique

→ PERFORMANCES THERMIQUES DE LA PAROI

Pour une température ambiante de 20 °C
Compatible RT 2005

- Épaisseur 25 mm dans les locaux chauffés

R (m².K/W) $\geq 0,6$

- Épaisseur 50 mm dans les locaux non chauffés

R (m².K/W) $\geq 1,2$

→ CARACTÉRISTIQUES

CLIMAVÉR 202

Feutre en laine de verre imprégnée de résine therm durcissable, revêtu sur une face d'un aluminium pur renforcé d'une grille de verre tridirectionnelle.

Épaisseur (mm)	25	50
Longueur (m)	10,00	5,00
Largeur (m)	1,15	1,15

CLIMAVÉR 224

Feutre en laine de verre imprégnée de résine therm durcissable, revêtu sur une face d'un kraft aluminium renforcé d'une grille de verre tridirectionnelle.

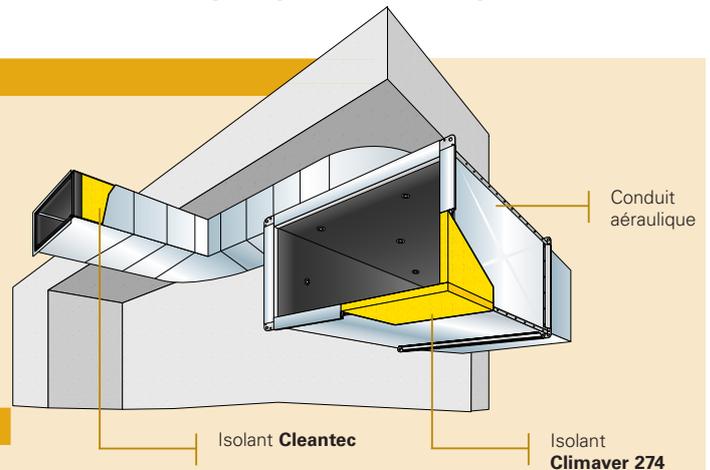
Épaisseur (mm)	25	50
Longueur (m)	15,00	7,50
Largeur (m)	1,20	1,20

CLIMAVER 274 – SYSTÈME CLEANTEC POUR CONDUITS AÉRAULIQUES À L'INTÉRIEUR OU À L'EXTÉRIEUR DES BÂTIMENTS

Solution d'isolation thermo-acoustique des conduits aérauliques par l'intérieur pour conduits de section rectangulaire.

→ DESCRIPTIF

- Cleantec est un système composé de panneaux en laine de verre découpés et assemblés par des profilés métalliques spécifiques en forme de Z et T, adaptés au montage.
- Climaver 274. Les panneaux sont découpés à la mesure pour habiller les parois intérieures des conduits. Les panneaux sont fixés mécaniquement pour en assurer le maintien et la continuité.



→ LES AVANTAGES

- Réponse aux exigences en termes de qualité de l'air (particulièrement Système Cleantec)
- Aptitude au nettoyage mécanique (avec système Cleantec)
- Isolation thermique et acoustique
- Une seule intervention sur chantier (pré-isolation des conduits pour délais courts)
- Utilisation en neuf ou en rénovation (système Cleantec)
- Finition soignée

→ PERFORMANCES THERMIQUES

CLIMAVER 274

$\lambda = 0,033 \text{ W/(m.K)}$

- Épaisseur 25 mm dans les locaux chauffés

$R \text{ (m}^2\text{.K/W)}$ $\geq 0,6$

- Épaisseur 40 mm dans les locaux non chauffés

$R \text{ (m}^2\text{.K/W)}$ $\geq 1,2$

SYSTÈME CLEANTEC

$\lambda = 0,031 \text{ W/(m.K)}$

Compatible RT 2005

- Épaisseur 25 mm dans les locaux chauffés

$R \text{ (m}^2\text{.K/W)}$ $\geq 0,6$

- Épaisseur 40 mm dans les locaux non chauffés

$R \text{ (m}^2\text{.K/W)}$ $\geq 1,2$

→ CARACTÉRISTIQUES

SYSTÈME CLEANTEC

Système breveté composé de panneaux en laine de verre surfacés et rebordés par un épais tissu de verre noir.

Épaisseur (mm)	25	40
Longueur (m)	2,00	2,00
Largeur (m)	1,00	1,00

CLIMAVER 274

Panneau rigide en laine de verre imprégnée de résine thermodurcissable, de haute résistance mécanique, revêtu d'un voile noir sur une face et d'un voile jaune sur l'autre face.

Épaisseur (mm)	25	40
Longueur (m)	3,00	3,00
Largeur (m)	1,20	1,20

CLIMATISATION

CLIMAVER A2 – CLIMAVER 284 POUR CONDUITS AÉRAULIQUES À L'INTÉRIEUR DES BÂTIMENTS

Solution d'isolation thermo-acoustique des conduits isolants autoporteurs

→ DESCRIPTIF

- La réalisation des gaines est assurée sur chantier, à partir des panneaux feuillurés, à l'aide d'une règle de traçage, d'outils adaptés (rabots) et éventuellement de profilés (Climaver A2).

→ LES AVANTAGES

- Conception et assemblage sur chantier
- Légèreté et robustesse
- Qualité d'air et nettoyage assuré (Climaver A2)
- Performances thermiques et acoustiques, renforcée pour le Climaver 284

→ PERFORMANCES THERMIQUES

CLIMAVER A2

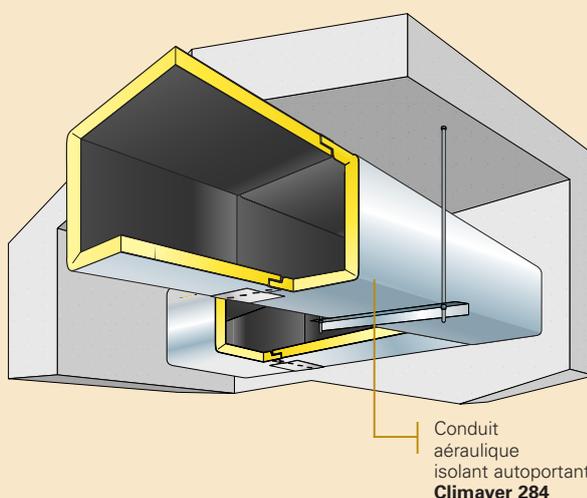
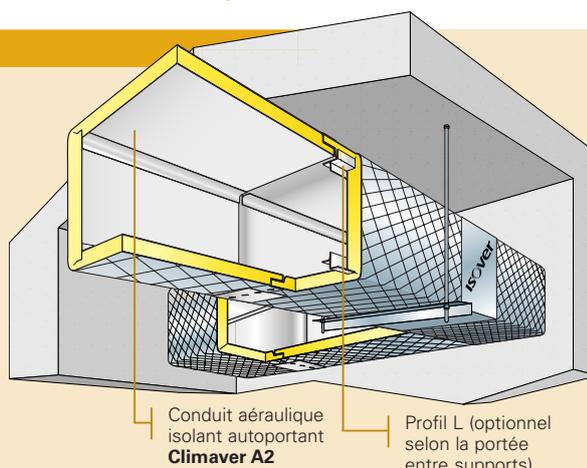
Conductivité thermique certifiée (à 10 °C) $\lambda = 0,032 \text{ W/(m.K)}$

Dans les locaux non chauffés, la résistance thermique R doit être supérieure à $0,6 \text{ m}^2.\text{K/W}$.

Tous les produits Climaver supérieur ou égal à 25 mm répondent à cette exigence de la RT 2005 pour les réseaux aérauliques.

CLIMAVER 284

Conductivité thermique certifiée (à 10 °C) $\lambda = 0,034 \text{ W/(m.K)}$



→ CARACTÉRISTIQUES

CLIMAVER A2

Système breveté composé de panneaux rigides en laine de verre de forte densité avec feuillures alternées et d'accessoires de montage. Panneaux revêtus d'un complexe de deux feuilles d'aluminium renforcé d'une grille de verre en face extérieure et d'un aluminium renforcé d'une grille de verre en face intérieure.

Épaisseur (mm)	25
Longueur (m)	2,90
Largeur (m)	1,19

CLIMAVER 284

Panneau rigide en laine de verre, à feuillures alternées, de haute résistance mécanique, revêtu d'un surfaçage noir sur une face et d'un aluminium pur sur l'autre face.

Épaisseur (mm)	25
Longueur (m)	2,90
Largeur (m)	1,22

CALORIFUGE INDUSTRIEL COQUILLE 714 QN POUR APPLICATIONS INDUSTRIELLES, CHAUFFERIES, CHAUFFAGE URBAIN

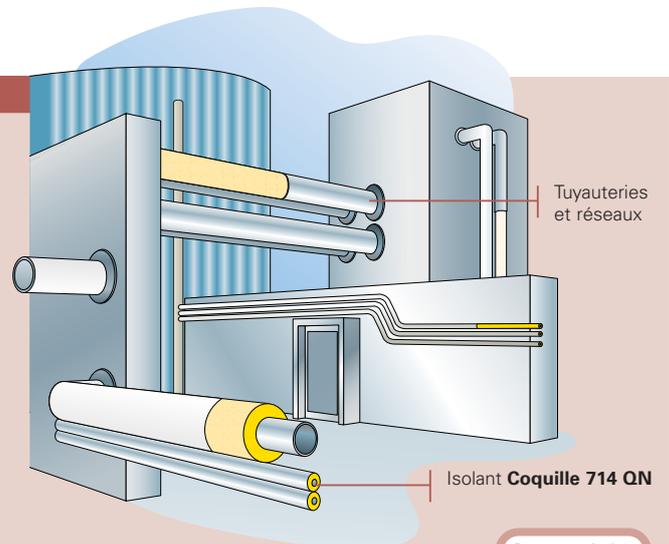
Le monde du process industriel (hors aspect purement bâtiment) se différencie par l'absence de réglementation thermique. Cependant, la prise en compte d'autres réglementations définit des seuils. Ainsi le respect du code du travail* impose des températures de sécurité pour éviter les brûlures, la prise en compte du protocole de Kyoto** implique une réduction des déperditions thermiques.

→ DESCRIPTIF

- Solution d'isolation par calorifugeage des tuyauteries industrielles.

→ LES AVANTAGES

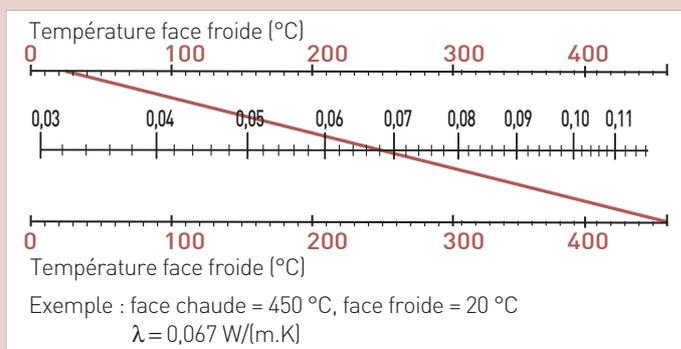
- Maîtrise de l'épaisseur et des performances thermiques associées
- Bonne résistance aux vibrations
- Chantiers à délais courts
- Application pour des températures jusqu'à 450 °C
- Agréé en centrale nucléaire



Pour en savoir plus, consultez notre documentation



→ PERFORMANCE THERMIQUE DE LA PAROI



→ CARACTÉRISTIQUES

COQUILLE 714

Élément cylindrique d'une seule pièce en laine de verre de couleur jaune, fendu selon une génératrice, constitué de fibres de verre agglomérées et liées entre elles par un liant formophénolique.

Diamètre (mm)	10 à 508
Épaisseur (mm)	30 à 120

*Par exemple article R233-24

**Décret n° 2005-295



LES TEXTES DE RÉFÉRENCE

Les référentiels techniques concernant la thermique dans le bâtiment s'appuient sur la réglementation thermique « RT 2005 », sur les normes de mise en œuvre des ouvrages (DTU), sur des appréciations ou des Avis techniques ou encore des cahiers des charges.



LES DTU ET LES NORMES

Les documents techniques unifiés (DTU) constituent la somme des règles de l'art et des conditions de mise en œuvre pour la bonne exécution des ouvrages traditionnels du bâtiment. Ils sont élaborés par des groupes de coordination technique réunissant tous les professionnels. Ces textes, organisés en douze familles de produits, forment le référentiel technique pour tous les corps d'État du bâtiment. Ils s'appuient sur les normes des produits et d'essais.

■ Combles et plafonds

Règles techniques de mise en œuvre

- NF P21-204-2 (DTU 31.2) :
Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
- DTU Série 40 « Couverture » :
 - NF P32-201 (DTU 40.11) : Couverture en ardoises
 - NF P39-201 (DTU 40.14) : Couverture en bardeaux
 - NF P31-203 (DTU 40.211) (septembre 1996) : Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement à pureau plat
 - NF P31-202 (DTU 40-21) (octobre 1997, septembre 2001) : Couvertures en tuiles de terre cuite à emboîtement ou à glissement à relief
 - NF P31-201 (DTU 40.22) : Couverture en tuiles canal de terre cuite
 - NF P31-204 (DTU 40.23) : Couverture en tuiles plates de terre cuite
 - DTU 40.241 (DTU P31-205/CCS) : Couvertures en tuiles planes en béton à glissement et à emboîtement longitudinal
 - NF P31-207 (DTU 40.24) (juin 1979, mars 1982, mai 1993) : Couverture en tuiles en béton à glissement et à emboîtement longitudinal
 - P31-206/CCS (DTU 40.25) : Couverture en tuiles plates en béton
 - P34-201/CCS (DTU 40.32) (avril 1967) :
Couverture en plaques ondulées métalliques
 - NF P34-205 (DTU 40.35) (mai 1997) : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues
 - NF P34-206 (DTU 40.36) : Couverture en plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non
 - P34-211 (DTU 40.41) : Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc
 - P34-212/CCH (DTU 40.42) (juin 1965, avril 2000) : Travaux de couverture par grands éléments métalliques en feuilles et bandes en aluminium

- P34-214 (DTU 40.44) (décembre 1994) : Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en acier inoxydable étamé
- NF P34-215 (DTU 40.45) : Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en cuivre
- NF P34-216 (DTU 40.46) (septembre 1994, mai 1999) : Travaux de couverture en plomb sur support continu
- NF P68-203 (DTU 58.1) : Plafonds suspendus – Travaux de mise en œuvre
- NF P63-203 (DTU 51.3) : Planchers en bois ou en panneaux dérivés du bois
- NF P68-201 (DTU 25.232) : Plafonds suspendus, plaques de plâtre à enduire, plaques de plâtre à parement lisse directement suspendues – Cahier des charges
- Règles NV65 (DTU P06-002) (avril 2000) : Règles de calcul définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (CSTB 2000 ISBN 2-86891-284-2)
- NF P72-203 (DTU 25.41) (mai 1993) : Ouvrages en plaques de parement en plâtre (plaques à faces cartonnées)
- NF P72-204 (DTU 25.42) : Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs plaques de parement en plâtre-isolant
- Guide technique en climat de montage : Cahier du CSTB

■ Murs, cloisons et parois verticales

Règles techniques de mise en œuvre

- P10-202 (DTU 20.1) (septembre 1985, octobre 1993, avril 1994, décembre 1995, décembre 1999) : Ouvrages en maçonnerie de petits éléments – Parois et murs
- NF P18-210 (DTU 23.1) : Murs en béton banché
- NF P72-202 (DTU 25.31) (avril 1994) : Ouvrages verticaux de plâtrerie ne nécessitant pas l'application d'un enduit au plâtre – Exécution des cloisons en carreaux de plâtre
- NF P72-203 (DTU 25.41) (mai 1993) : Ouvrages en plaques de parement en plâtre (plaques à faces cartonnées)
- NF P72-204 (DTU 25.42) : Ouvrages de doublage et habillage en complexes et sandwichs, plaques de parement en plâtre isolant
- NF P21-204 (DTU 31.2) (mai 1993, février 1998) : Construction de maisons et bâtiments à ossature en bois
- XP P28-002 (DTU 33.1) (décembre 1996) : Façades rideaux, façades semi-rideaux, façades panneaux
- NF P65-202 (DTU 55.2) (octobre 2000) : Travaux de bâtiment – Revêtements muraux attachés en pierre mince
- NF P65-210 (DTU 41.2) (juillet 1996, novembre 2001) : Revêtements extérieurs en bois

■ Sols et planchers

Règles techniques de mise en œuvre

- **NF P14-201 (DTU 26.2)** (mai 1993, décembre 1998, octobre 2000, décembre 2003) : Chapes et dalles à base de liants hydrauliques
- **NF P61-202 (DTU 52.1)** (décembre 2003) : Revêtements de sol scellés
- **NF P67-103 (DTU 57.1)** : Planchers surélevés (à libre accès) – Éléments constitutifs – Exécution
- **NF P52-301 (DTU 65.6)** (mai 1993) : Prescriptions pour l'exécution des panneaux chauffants à tubes métalliques enrobés dans le béton
- **NF P52-302 (DTU 65.7)** (janvier 1986, mai 1993, septembre 1999) : Exécution de planchers chauffants par câbles électriques enrobés dans le béton
- **NF P52-303 (DTU 65.8)** (mai 1993) : Exécution de planchers chauffants à eau chaude utilisant des tubes en matériau de synthèse noyés dans le béton
- **NF P68-201 (DTU 25.232)** (mai 1993) : Plafonds suspendus, plaques de plâtre à enduire, plaques de plâtre à parement lisse directement suspendues
- **Plancher rayonnant électrique – PRE 06/96** : Chauffage par plancher rayonnant électrique – Cahier des Prescriptions techniques communes (Cahiers CSTB 2908 septembre 1996) + Modificatif 1 (Cahiers CSTB 3037 avril 1998)
- **NF P61-203** : Mise en œuvre des sous-couches isolantes sous chape ou dalle flottante et sous carrelage. Cette nouvelle norme, applicable depuis le 1^{er} janvier 2004, est une partie commune aux normes NF P14-201 (DTU 26.2) et NF P61-202 (DTU 52.1). Elle précise les conditions de mise en œuvre pour la réalisation intérieure de locaux conçus pour améliorer l'isolation thermique et/ou acoustique sous chape ou dalle flottante, l'isolation thermique et/ou acoustique sous carrelage scellé, sous planchers chauffants et/ou rafraîchissants hydrauliques à basse température. Les planchers rayonnants électriques ne sont pas visés par cette norme. L'affichage des caractéristiques sur les produits rendus obligatoires par cette norme est effectif depuis le 1^{er} janvier 2005.

■ Toitures sèches métalliques

Règles techniques de mise en œuvre

- **P34-201/CCS (DTU 40.32)** (avril 1967) : Couverture en plaques ondulées métalliques
- **NF P34-205 (DTU 40.35)** (mai 1997) : Couverture en plaques nervurées issues de tôles d'acier revêtues.
- **NF P34-206 (DTU 40.36)** : Couverture en plaques nervurées d'aluminium prélaqué ou non
- **P34-211/CCS (DTU 40.41)** : Couverture par éléments métalliques en feuilles et longues feuilles en zinc
- **NF P68-203 (DTU 58.1)** : Plafonds suspendus – Travaux de mise en œuvre
- **Règles NV65 (DTU P06-002)** (avril 2000) : Règles de calcul définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (CSTB 2000 ISBN 2-86891-284-2)

■ Toitures étanchées sur maçonnerie

Règles techniques de mise en œuvre

- **NF P10-203 (DTU 20.12)** : Gros œuvre en maçonnerie des toitures destinées à recevoir un revêtement d'étanchéité
- **NF P84-204 (DTU 43.1)** (juillet 1994) : Travaux d'étanchéité des toitures-terrasses avec éléments porteurs en maçonnerie
- **NF P84-205 (DTU 43.2)** : Étanchéité des toitures avec éléments porteurs en maçonnerie de pente supérieure ou égale à 5 %
- **Règles NV65 (DTU P06-002)** (avril 2000) : Règles de calcul définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (CSTB 2000 ISBN 2-86891-284-2)

■ Toitures étanchées sur bacs acier

Règles techniques de mise en œuvre

- **NF P84-206 (DTU 43.3)** (juin 1995) : Mise en œuvre des toitures en tôles d'acier nervurées avec revêtement d'étanchéité
- **NF P84-207 (DTU 43.4)** (mai 1993) : Toitures en éléments porteurs en bois et panneaux dérivés du bois avec revêtements d'étanchéité
- **NF P84-208 (DTU 43.5)** (novembre 2002) : Travaux de bâtiment – Réfection des ouvrages d'étanchéité des toitures-terrasses ou inclinées
- **Règles NV65 (DTU P06-002)** (avril 2000) : Règles de calcul définissant les effets de la neige et du vent sur les constructions et annexes (CSTB 2000 ISBN 2-86891-2)

■ Chauffage

Mise en œuvre

- **Norme NFP 52-306**
- **DTU 24-2-1** : mise en œuvre des cheminées à foyer ouvert, équipées ou non d'un récupérateur de chaleur, utilisant exclusivement le bois comme combustible
- **DTU 24-2-2** : mise en œuvre des cheminées équipées d'un foyer fermé ou d'un insert à combustible bois
- **DTU 24-2-3** : mise en œuvre des cheminées équipées d'un foyer fermé ou d'un insert à combustibles bois et minéraux solides
- **DTU 24-1** : travaux de fumisterie
- **Recommandations professionnelles SNI**

Avis techniques

Consulter les Avis techniques du groupe spécialisé n° 11

■ Climatisation

Entretien

Règlement sanitaire départemental type (article 65) nettoyage du circuit d'amenée d'air du réseau avant sa mise en service

Normalisation

- **ENV 12097** (janvier 1997) Prescriptions relatives aux composants destinés à faciliter l'entretien des réseaux de conduits
- **Pr EN 13053** (1998) – Caissons de traitement d'air
- **Pr EN 13403** – Ventilation des bâtiments – Conduits non métalliques – Réseaux de conduits en panneaux isolants
- **NF S 90 – 351** (décembre 1987) – Procédure de réception et de contrôle des salles d'opération

Mise en œuvre

NFP 52-306-1
DTU 6520

■ Calorifuge industriel

Norme française : NFP 52-306-1

ASTM C 795-92

ASTM C 692-97

ASTM C 871-95

Corrosion sous calorifuge (diagramme de Karnes)

Norme allemande de non-hydrophilie : AGI Q 136

Convention technique EDF (produits Isover agréés)

Recommandation professionnelle SNI (Syndicat national de l'isolation)

DTU 65-20



REGLEMENTATION THERMIQUE RT 2005

■ Combles et plafonds

- **Décret n° 2006-592** du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions paru au « JO » n° 121 du 25 mai 2006, modifiant le code de la construction et de l'habitation et pris pour application de la loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Il est applicable aux bâtiments dont le permis de construire a été déposé après le 1^{er} septembre 2006.

■ Murs, cloisons et parois verticales

- **Décret n° 2006-592** du 24 mai 2006 relatif aux caractéristiques thermiques et à la performance énergétique des constructions paru au « JO » n° 121 du 25 mai 2006, modifiant le code de la construction et de l'habitation et pris pour application de la loi n° 96-1236 du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie. Il est applicable aux bâtiments dont le permis de construire a été déposé après le 1^{er} septembre 2006.
- **Classement reVETIR** des systèmes d'isolation thermique des façades par l'extérieur – Définition et emploi, cahier 2153, livraison 278, avril 1987, CSTB (document EPEBat R 8 B)
- **Guide EOTA – ETAG n° 6** pour ATE des systèmes
- **Directives UEAtc** de base pour l'agrément des composants manufacturés d'isolation thermique extérieure des façades (vêtements), fascicule 2990, CSTB

■ Cloison distributive

Pas de réglementation thermique pour la cloison distributive

■ Toitures sèches métalliques

Pas de réglementation thermique applicable pour les bâtiments et parties de bâtiments dont la température normale d'utilisation est inférieure ou égale à 12 °C, aux piscines, aux patinoires, aux bâtiments d'élevage ainsi qu'aux bâtiments chauffés ou climatisés exclusivement pour des raisons particulières liées au processus de conservation ou de la fabrication qu'ils abritent

■ Chauffage

- **Arrêté du 5 avril 1988**
- **Réglementation du 5 avril 1998** – JO du 8 avril 1998 – annexe 3. Les réseaux de distribution d'eau chaude sanitaire et de chauffage hors du volume habitable seront calorifugés par un isolant de résistance thermique supérieur ou égal à 0,85 m²K/W
- **DTU 65-20** : isolation des circuits, appareils et accessoires. Température de service supérieure à la température ambiante
- **DTU 65-10**, paragraphe 3-10 : les boucles d'eau chaude sanitaire doivent être calorifugées

■ Climatisation

- **Arrêté du 5 avril 1988**



ATEC

Avis technique

L'Avis technique est un document d'évaluation de l'aptitude à l'emploi de produits, matériaux, éléments ou systèmes constructifs à caractère innovant. Cette aptitude est basée sur la prise en compte tant des exigences réglementaires françaises que des objectifs de performance et de durabilité. L'Avis technique définit les conditions de mise en œuvre.



ATEX

Appréciation technique d'expérimentation

L'ATEX est une procédure rapide d'évaluation technique formulée par un groupe d'experts sur tout produit, procédé ou équipement ne faisant pas encore l'objet d'un avis technique. Elle peut être favorable, réservée ou défavorable. Son domaine d'application est le même que l'avis technique. C'est le CSTB qui formule les ATEX à l'origine desquelles se trouve le plus souvent un maître d'œuvre ou une entreprise.



CSTBAT

Certification mise en place par le CSTB pour attester que le produit fabriqué est bien conforme au produit évalué au cours de la procédure de délivrance de l'Avis Technique.



ATE

L'Agrément technique européen est une spécification technique harmonisée pour le marquage CE au sens de la directive 89/106/CE. Il s'applique à un produit ne bénéficiant pas de norme harmonisée, pour un usage déterminé et est valable cinq ans. Il est délivré par un organisme agréé par l'EOTA (European organisation for technical agreement) : en France, le CSTB.



LE MARQUAGE CE ET LA CERTIFICATION ACERMI



CHOISIR LE BON PRODUIT POUR DES PERFORMANCES GARANTIES

- C'est la réglementation française et les règles de l'art (DTU, normes, Avis techniques, règles professionnelles) qui définissent le niveau de performance requis du produit pour réaliser un ouvrage. Il faut vérifier les caractéristiques du produit figurant sur l'étiquette ou dans les documentations commerciales, au regard de la réglementation et des règles de l'art, pour garantir une bonne qualité de l'ouvrage.
- Les réglementations françaises et les règles de l'art intègrent progressivement les caractéristiques des produits selon les normes européennes.

L'Europe des produits de construction

Pour favoriser la circulation des produits dans la zone de libre-échange, la Commission européenne a voté et publié en 1989 la directive 89/106/CE relative aux produits de la construction. Transposée en droit français dans le code de la construction et de l'habitation, elle précise que tous les produits de construction doivent répondre aux **6 exigences essentielles** applicables aux ouvrages de construction :

1. Résistance mécanique et stabilité
2. Sécurité incendie
3. Sécurité d'utilisation
4. Acoustique
5. Hygiène santé environnement
6. Isolation thermique et économies d'énergie

Les produits vendus, quelle que soit leur provenance, doivent prouver leur conformité à la directive par les normes européennes et méthodes d'essais qui les caractérisent.

La reconnaissance du respect de ces procédures se fait par l'apposition du marquage CE.

La signification du marquage CE

Le logo CE apposé sur l'étiquette des produits atteste sa conformité à la directive et autorise sa mise sur le marché dans l'espace communautaire européen. Les principales familles d'isolants manufacturés pour le bâtiment possèdent leurs normes européennes harmonisées et sont donc soumises au marquage CE : laines minérales, polystyrènes extrudés et

expansés, polyuréthane, verre cellulaire, mousses phénoliques, laines et fibres de bois, perlite et liège expansé. L'étiquette CE doit comporter les informations suivantes :

Mentions obligatoires :

- résistance thermique R déclarée et lambda « λ » déclaré
- dimensions
- tolérance d'épaisseur
- classe de réaction au feu « Euroclasse » (pour les usages réglementés en matière de sécurité incendie)

Mentions complémentaires selon les applications :

- compression
- résistance à la traction
- résistance au passage de l'air
- absorption d'eau
- etc.



ISOVER : LE CHOIX DE LA CERTIFICATION

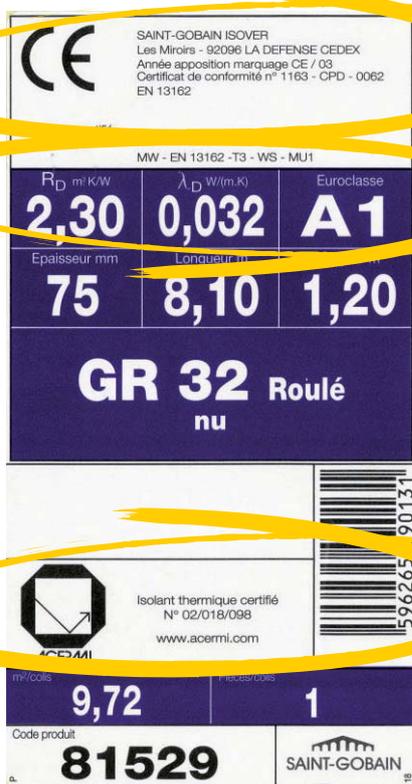
Placé sous la responsabilité du fabricant, le marquage CE d'un produit n'est pas une certification. C'est pourquoi, au-delà de ce marquage réglementaire, Saint-Gobain Isover a choisi de poursuivre la certification volontaire de ses produits par l'Acermi*. Cette certification couvre l'ensemble des caractéristiques liées au marquage CE. Ce choix s'inscrit dans la continuité de l'engagement de Saint-Gobain Isover depuis 1984 de certifier la fiabilité de la performance d'aptitude à l'emploi de ses laines minérales pour assurer un haut et même degré de garantie à ses clients. Depuis le 1^{er} janvier 2003, tous les produits Isover en laine minérale relevant de la norme NF EN13162 sont étiquetés CE.

- À noter : les laines minérales en vrac ainsi que les complexes de doublage sont certifiés Acermi, mais la norme européenne les concernant n'est pas encore votée. Il en est de même pour les laines minérales destinées aux équipements industriels et les conduits de climatisation. Dès que ces normes européennes seront applicables en France, les produits seront marqués CE et respecteront les procédures décrites dans ces normes.

*Acermi : Association pour la certification des matériaux isolants.



COMPRENDRE L'ÉTIQUETTE CE



3. Certification Acermi

La présence sur l'étiquette du logo Acermi et du numéro de certification du produit (02/018/098) indique que toutes les caractéristiques déclarées sur l'étiquette sont validées et contrôlées par l'Acermi.

1. Identification

Au-delà de la résistance et de la conductivité thermiques, de la réaction au feu Euroclasse et de l'épaisseur, le marquage CE pour les produits en laine minérale est accompagné des informations suivantes :

- le nom ou la marque distinctive et l'adresse déposée du fabricant
- le numéro de la norme produit : EN 13162
- l'identité du produit (dans l'exemple, le code produit n° 81529)
- le code de désignation (dans l'exemple, le code MW – EN 13162 – T3 – WS – MU1), qui décrit les caractéristiques pertinentes pour le produit
- le numéro de l'organisme certifié (1163) et le numéro de certificat de conformité CE (dans l'exemple, le n° 1163 – CPD – 0062), pour les produits dont l'Euroclasse est A1 ou A2 ou B ou C ; la déclaration de l'Euroclasse est alors basée sur un niveau d'attestation qui inclut les essais, une visite d'audit de production et des contrôles effectués par un organisme tiers

2. Résistance et conductivité thermiques

- La résistance thermique déclarée R et la conductivité thermique déclarée λ sont données en tant que valeurs limites représentant au moins 90 % de la production, avec un niveau de confiance de 90 % ; on parle de « fractile 90/90 »
- La valeur de la conductivité thermique λ est arrondie à 0,001 W/(m.K) par excès et déclarée par pas de 0,001 W/(m.K)
- La résistance thermique R est calculée à partir de l'épaisseur nominale et de la conductivité thermique correspondante non arrondie, $\lambda_{90/90}$
- La valeur de la résistance thermique calculée est arrondie à 0,05 m².K/W par défaut. Elle est déclarée par pas de 0,05 m².K/W



LES CODES DE DESIGNATION

Caractéristiques techniques des laines minérales selon la norme NF EN 13 162

Caractéristique	Application	Code	Niveau	Valeur	Performance
Dimensions • Tolérances d'épaisseur	Tous les produits selon leur usage	T	1 2 3 4 5	- 5 (% ou mm) - 5 + 15 (% ou mm) - 3 + 10 (% ou mm) - 3 + 5 (% ou mm) - 1 % ou - 1 mm à + 3 mm	
	Produits sols		6	- 5 % à + 15 % ou - 1 à + 3 mm	
Stabilité • Stabilité dimensionnelle à température spécifiée • Stabilité dimensionnelle à température et humidité spécifiées	Produits utilisés à hautes températures	DS (T+)		Variation des dimensions < 1 % à 70 °C	
	Produits utilisés à des ambiances saturées en humidité	DS (TH)		Variation des dimensions < 1 % à 70 °C et 90 % HR	
Comportement mécanique • Traction • Compression • Charge ponctuelle • Fluage • Compressibilité	Complexes de doublage	TR	1 5... 700	Exprime la résistance à la traction perpendiculairement aux faces, exprimé en kPa	Résistance au délaminage
	Produit pour les couvertures accessibles	CS (10)	0,5 5... 500	Indique la résistance pour une déformation de 10 %, exprimée en kPa	Résistance en compression
	Produit support d'étanchéité	PL (5)		Indique la charge ponctuelle nécessaire pour une déformation de 5 mm, exprimée en N (pas de 50 en 50)	Résistance au poinçonnement
	Produit destiné à l'isolation des dallages	CC	(i1/i2/Y)6	Indique la réduction totale d'épaisseur (mm)/la réduction différée (mm)/ le nombre d'années et la charge considérée (kPa)	Capacité de supporter des charges élevées de façon permanente
	Produit pour les sols flottants	CP	5 4 3 2	5 mm 4 mm 3 mm 2 mm	Réduction de l'épaisseur sous une charge de 2 kPa après être passé par 50 kPa
Comportement à l'eau • Absorption d'eau à court terme • Absorption d'eau à long terme	Application aux parois conçues en briques	WS WL (P)		< 1 kg/m ² en 24 heures < 3 kg/m ² en 28 jours	Capacité à être occasionnellement en contact avec l'eau Capacité à rester en contact prolongé avec l'eau
Comportement à la vapeur • Résistance à la vapeur d'eau • Perméabilité	Produit revêtu	Z		Indique la résistance à la diffusion de vapeur d'eau exprimée en m ² hPa/mg	Efficacité du pare-vapeur
	Produit nu	MU		Indique le facteur de perméabilité à la vapeur d'eau	Capacité de respiration de l'isolant
Comportement acoustique • Raideur dynamique • Absorption acoustique • Résistivité au passage de l'air	Planchers flottants Complexes de doublage	SD	20	Indique la raideur dynamique du produit exprimée en MN/m ³	Capacité d'affaiblissement acoustique et réduction des bruits d'impacts
	Faux plafonds	AW		Indique la valeur pondérée du coefficient d'absorption acoustique	Capacité à réduire la réverbération des locaux
	Produits à l'intérieur des parois doubles	AF/2	40	Indique la résistivité au passage de l'air exprimée en kPa.s/m ²	Capacité à augmenter l'affaiblissement acoustique et l'absorption acoustique



LE SITE INTERNET



isover.fr, le site des entreprises et prescripteurs.

Ce site reprend toutes les solutions proposées par Isover, l'information technique par produit et système et la réglementation. L'actualité, les nouveautés, des chantiers de référence, des témoignages de professionnels sont également en ligne sur le site.



LE CATALOGUE PRODUITS ET SOLUTIONS



LA DOCUMENTATION THEMATIQUE



LA DOCUMENTATION REGLEMENTAIRE

Les réglementations évoluent. Isover vous apporte des réponses pour vous aider à comprendre l'actualité réglementaire et les solutions adaptées à chaque marché.



Maisons à ossature bois



Logements neufs RT 2005



Bâtiments non résidentiels RT 2005



Génie climatique



Thermique industrielle



LA DOCUMENTATION « SYSTEMES ET SOLUTIONS »

Présentation détaillée des systèmes et des principales solutions intégrant : avantages, performances (thermique, acoustique, feu...), conditions et conseils de mise en œuvre, produits et accessoires à mettre en œuvre.



Calibel



Chape flottante



Cladisol



Cloison légère



Combles solutions traditionnelles



Contre cloison maçonnée



Distanisol



Etanchéité toitures bac acier



Etanchéité toitures supports béton



Feutre tendu



Intégra Vario



Intégra Réno



Laine soufflée



Optima Murs



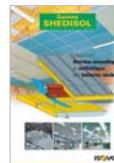
Optima Sonic



Sandisol



Sarking



Shedisol



Technostar

Ce document est fourni à titre indicatif, notre société se réservant le droit de modifier les informations contenues dans celui-ci à tout moment.

Notre société ne peut en garantir le caractère exhaustif, ni l'absence d'erreurs matérielles. Toute utilisation et/ou mise en œuvre des matériaux non conformes aux règles prescrites dans ce document dégage notre société de toute responsabilité.

Ce document ne constitue que des extraits de mise en œuvre et ne se substitue pas aux DTU, Avis techniques, normes et règles de l'art en vigueur. Les schémas présentés ne sauraient être considérés comme des dessins d'exécution contractuels. Nous informons les lecteurs du présent catalogue que ce dernier contient des références et illustrations relatives à des marques et brevets protégés par des droits de propriété industrielle.

Toute reproduction de ce catalogue en partie ou en totalité est interdite, sauf accord préalable et écrit de Saint-Gobain Isover.

Saint-Gobain Isover – SA au capital de 45 750 000 € – 18, avenue d'Alsace – 92400 Courbevoie – RCS Nanterre 312 379 076 – Document et photos non contractuels – Mai 2007

Publication Isover Saint-Gobain – Rédacteurs en chef : Erik Blin, Pascal Eveillard – Ont participé à ce guide : E. Blin, F. Chalumeau, S. Charbonnier, Y. Dudognon, L. Ernié, P. Eveillard, G. Guilbert, H. Huguonenc, L. Joret, D. Lizarazu, P. Maes, L. Pellegrini, N. Voiret – Conception-réalisation : SEQUOIA



ISOVER
A VOTRE ECOUTE



**6 directions
régionales**



**4 salles
de démonstration**



**1 centre
de formation**

6 directions régionales à votre disposition : votre contact privilégié avec Isover

- ✓ Informations commerciales
- ✓ Demandes de prix et tarifs
- ✓ Prise et suivi des commandes
- ✓ Demandes de documentation et échantillons
- ✓ Demandes de formation

Paris et Nord

Tél. : 01 34 20 18 00
Fax : 01 30 32 47 41
2, boulevard de l'Oise
95015 Cergy-Pontoise Cedex

Ouest

Tél. : 02 99 86 96 96
Fax : 02 99 32 20 36
18, rue de la Frébarrière
Zone industrielle Sud-Est
35000 Rennes

Centre-Ouest

Tél. : 05 56 43 52 40
Fax : 05 56 43 25 90
Technoparc – Les Bureaux du Lac
Bâtiment F, 1^{er} étage
13, avenue de Chavailles
33525 Bruges Cedex

Est

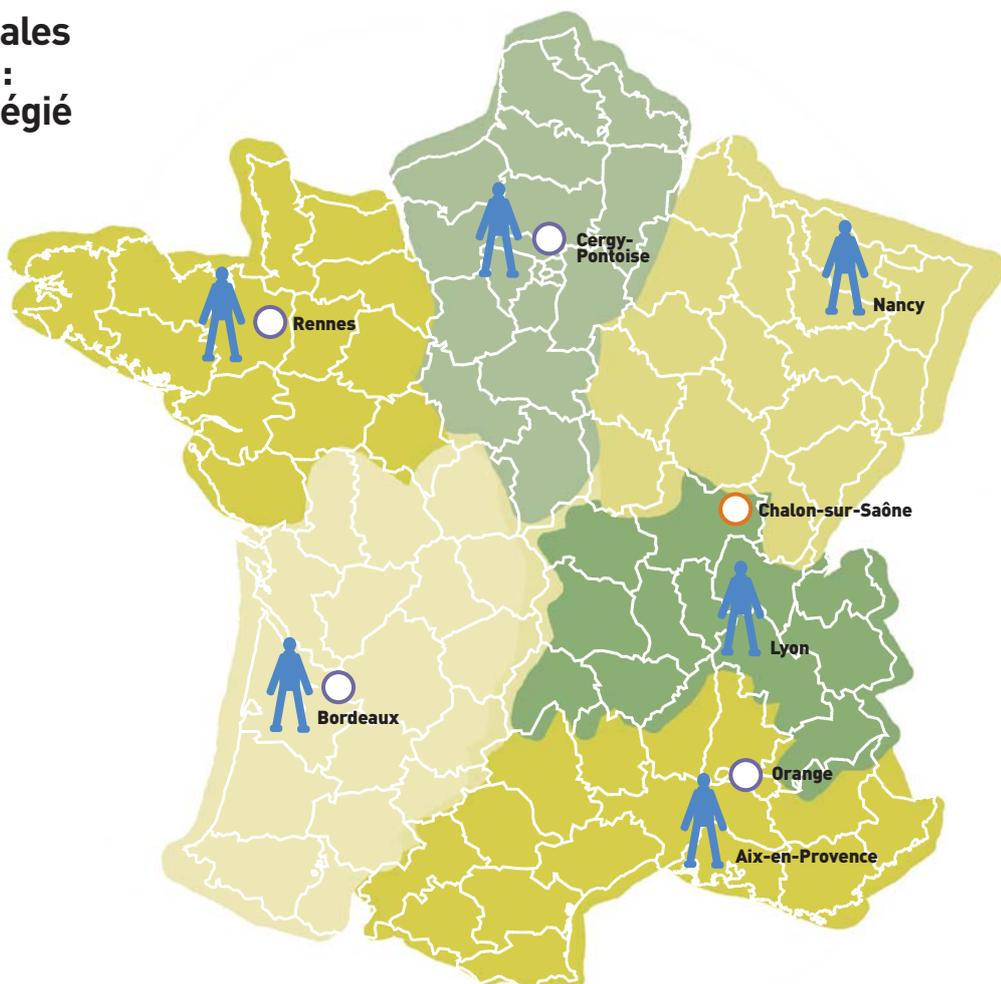
Tél. : 03 83 98 49 92
Fax : 03 83 98 35 95
103, avenue de la Libération
BP 3369 – 54000 Nancy

Centre-Est

Tél. : 04 72 10 72 30
Fax : 04 72 10 72 37
Le Saône Croix-Rousse
17, quai Joseph-Gillet
69316 Lyon Cedex 04

Sud-Est

Tél. : 04 42 39 82 88
Fax : 04 42 39 81 48
Europarc de Pichauray, bâtiment C9,
1330, rue Guilbert-de-la-Lauzière
13856 Aix-en-Provence Cedex 03



1 service export

Tél. : (33) (0) 1 40 99 24 00
Fax : (33) (0) 1 40 99 25 52
1, rue Gardenat-Lapostol – 92282 Suresnes Cedex – France

1 centre de formation

- ✓ Formation théorique et pratique des entreprises de pose et des distributeurs aux techniques d'isolation et aux solutions et systèmes Isover

4 salles de démonstration/showrooms

- ✓ Mise en situation des produits et systèmes Isover
- ✓ Formations express à la mise en œuvre

1 assistance en ligne

Pour aller au-delà des informations disponibles sur nos sites Internet, dans nos documentations ou auprès de nos directions régionales, Isover met à votre disposition un service continu de renseignements techniques : appelez, posez votre question. Isover s'engage à vous répondre au plus vite : réponse immédiate ou sous 48 heures maximum.

Ligne technique professionnels **N° Indigo 0 825 00 01 02**

0,15 € TTC/MN