



Les bases d'une bonne isolation



Nadine Zanoni

nzanoni@espace-environnement.be

Espace Environnement



Isolation...

cela vous inspire quoi ?

L'isolation de A à Z

1 point par mot correct - 2 mots max. par lettre - 3 équipes

Programme

□ Isoler >> bien isoler

1. Pourquoi isole-t-on ?
2. Comment ça marche ?
3. Les notions de base

A vous de jouer : défi isoler une paroi

□ Comment choisir un isolant ?

1. Caractéristiques thermiques
2. Confort d'hiver VS Confort d'été
3. Gestion de l'humidité

A vous de jouer : défi classer des isolants

4. Durabilité
5. Budget
6. Impact sur environnement et santé

A vous de jouer : défi matières

La Mallette à Isolation



Un outil pratique
et ludique pour découvrir
et comprendre les bases
de l'isolation efficace

1

POURQUOI,
POURQUOI ?



(Bien) ISOLER

2

Comment
ça marche

3



Notions de base

1

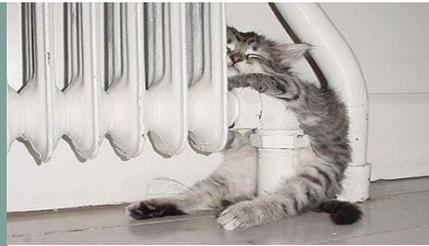


Pourquoi isole-t-on ?



Pour de nombreuses raisons :

- Lutter contre les émissions de GES et les dérèglements climatiques
- Éviter l'épuisement des ressources
- Diminuer notre dépendance énergétique (accessibilité & coût)
- Faire des économies d'énergie et €
- Augmenter le confort...



A votre avis ?



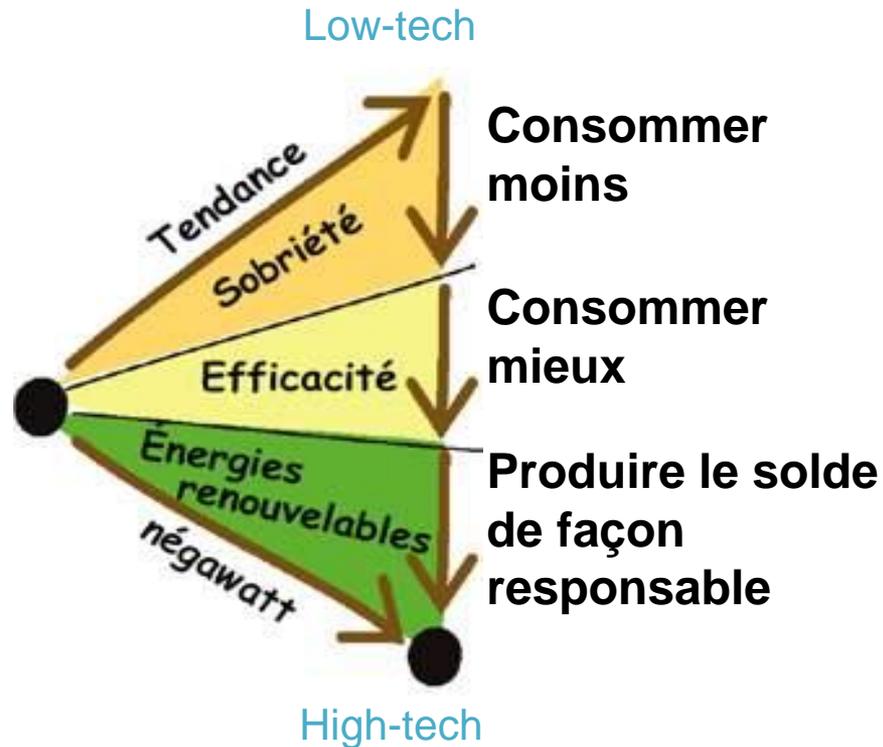
Stratégie d'action



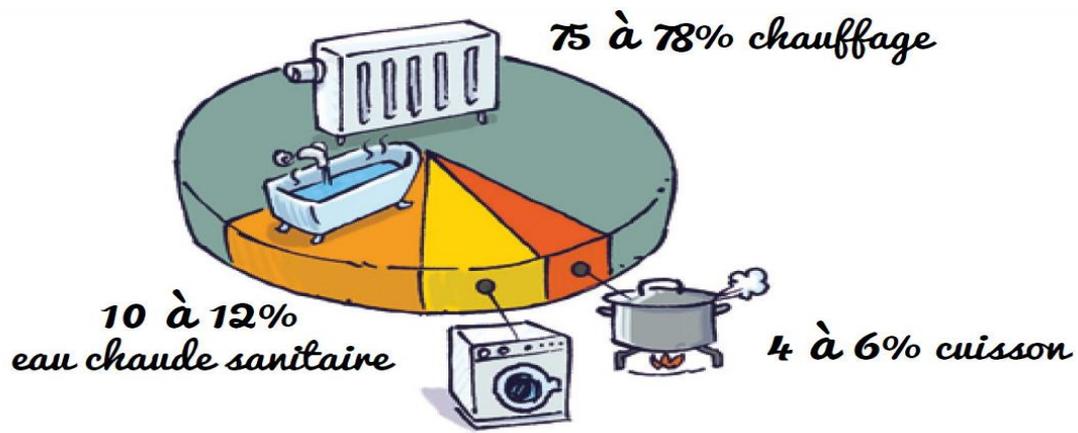
Stratégie d'action...



=



Consommer moins = diminuer les consommations...



Répartition de la consommation d'énergie dans un ménage

la première réflexion
à avoir porte sur la **limitation**
de ses consommations
au niveau du chauffage

Comment ?

... en limitant les déperditions en chauffage....

+/- 20 %
**Ventilation
mal maîtrisée
&
infiltrations**

10 - 15 %
Fenêtres



+/- 30 %
Toiture

+/- 25 %
Murs extérieurs

7 - 10 %
Sol

... en isolant !

*Répartition des déperditions de
chaleur au sein d'une maison
mitoyenne non isolée*



**1 °C supplémentaire entraîne
une surconsommation de**

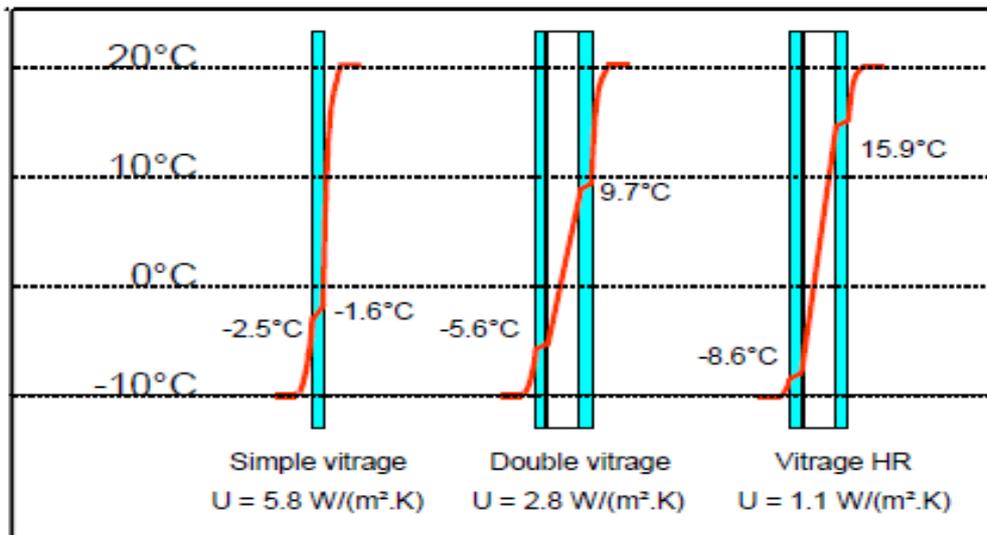
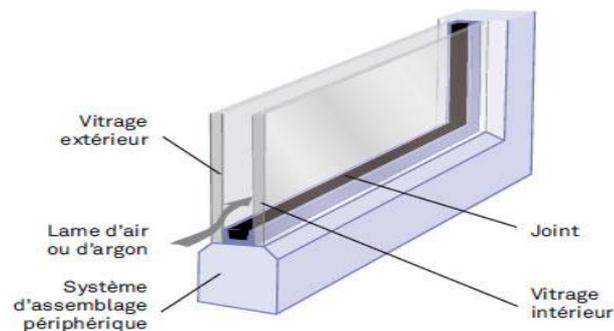
7 %



**Comment
ça marche**

Mais au fait, qu'est-ce qui isole ?

L'air...



Influence du niveau d'isolation thermique du vitrage sur le confort intérieur

Graphique - Température superficielle des vitrages

L'air immobile...

L'air doit être **immobile**
Sans mouvement de
convections



Nécessité d'un **coupe-vent**

L'air immobile & sec



Nécessité d'un **coupe-vent**
imperméable à la pluie & respirant

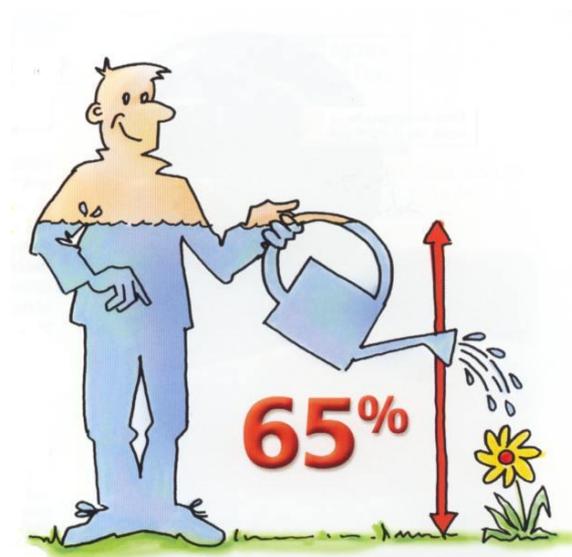
La teneur en eau des êtres vivants ?



A. 98%

B. 73%

C. 65%



L'air immobile & sec



Nécessité d'une
« membrane intérieure qui
régule la quantité de vapeur
d'eau émise dans le temps »

>> La peau

Réguler la quantité de vapeur, c'est quoi ?



Un couvercle en verre sur une casserole d'eau en ébullition

→ il n'y a pas de vapeur d'eau qui s'échappe (il stoppe)



Un film micro-perforé sur une casserole d'eau en ébullition

→ il laisse passer de la vapeur d'eau mais pas trop (il régule).

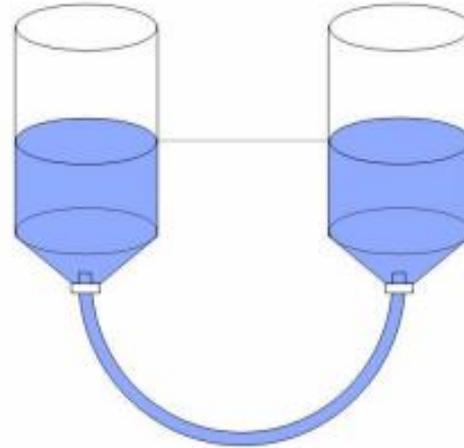
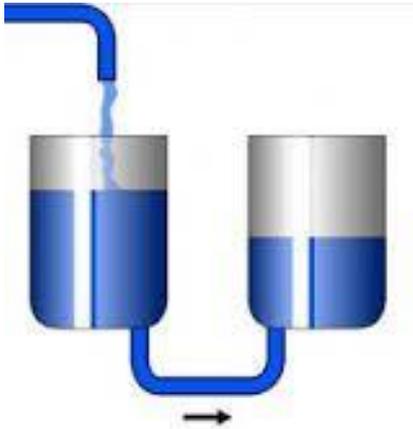
3

Notions de base



Comment cela se passe dans le bâtiment ?

Les vases communicants, vous connaissez ?



3.1. Le bâtiment dans son environnement

Avant tout, une question d'équilibre intérieur/extérieur

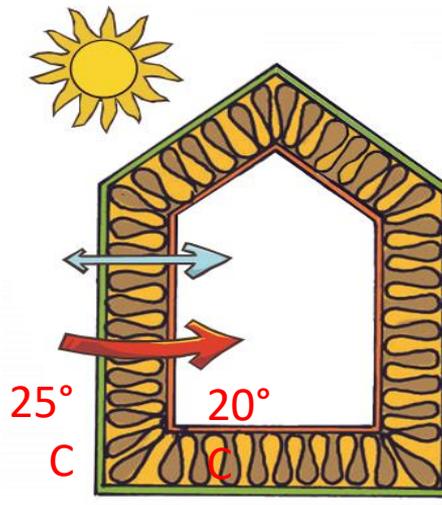
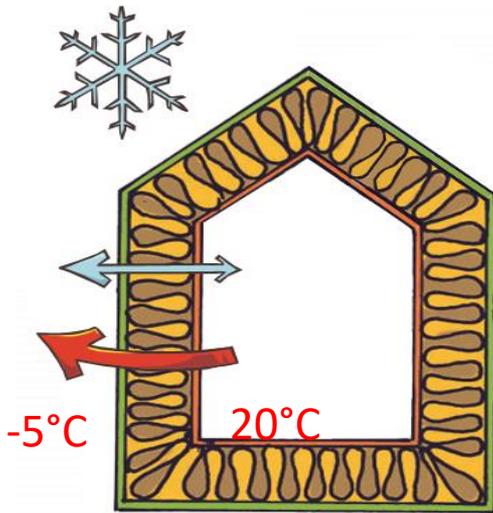
>> **Equilibre de température**

du plus chaud vers le plus froid



>> **Equilibre de pression de vapeur d'eau/d'humidité**

du plus humide vers le moins humide





IMPORTANT

Isolant \neq isolation



Pull en laine = Isolant

+

les autres couches = Isolation

Isolant \neq isolation



Pull en laine = Isolant
+
les autres couches = Isolation



Maintenir l'air immobile dans l'isolant

1

Supprimer les mouvements et les fuites d'air entre l'intérieur et l'extérieur du bâtiment => boucher les trous

= Rendre étanche à l'air



2

Protéger du vent

= Rendre étanche au vent



Isolant \neq isolation

Pull en laine = Isolant

+

les autres couches = Isolation



Maintenir l'air sec dans l'isolant



1

Contrôler / freiner le passage de la vapeur d'eau de l'intérieur vers l'extérieur

= Réguler la diffusion de la vapeur d'eau

2

Protéger des intempéries

= Rendre étanche à l'eau

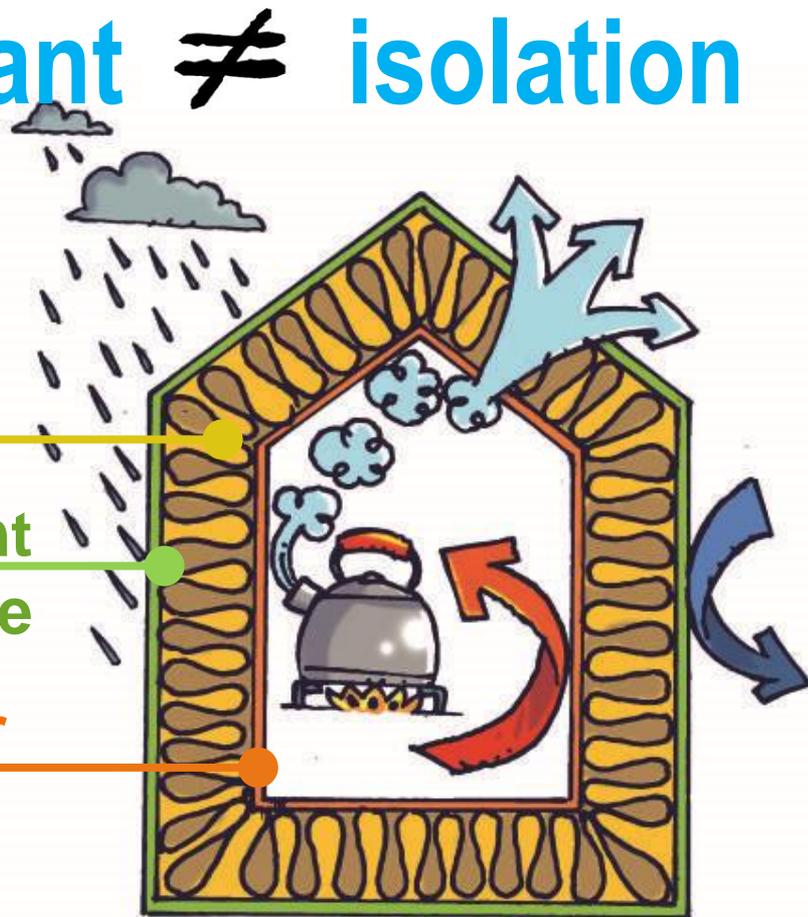
3.2. Isolant \neq isolation



1 Isolant

2 Pare-pluie / Pare-vent
Sous toiture

3 Frein- / Pare-vapeur



>> Etanchéité à l'air (boucher les trous)

A votre avis ?



Source : ProClimat

1. Limiter les pertes de chaleur en hiver
2. Limiter les surchauffes en été



ISOLANT CONTINU



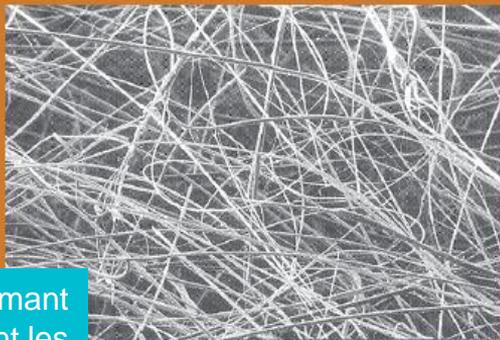
>> Evite les ponts thermiques

Comment emprisonner l'air ?

Crée un enchevêtrement de fibres

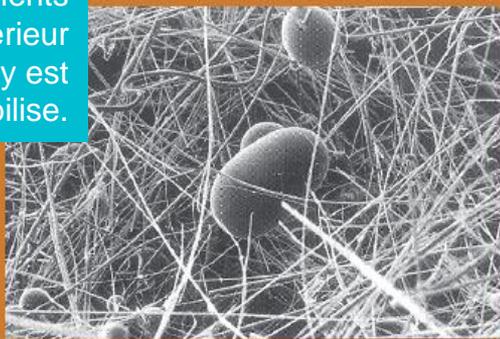
Fibres entrelacées formant un treillis réduisant les mouvements d'air chaud à l'intérieur du matériau; l'air y est quasi immobilisé.

STRUCTURE FIBREUSE



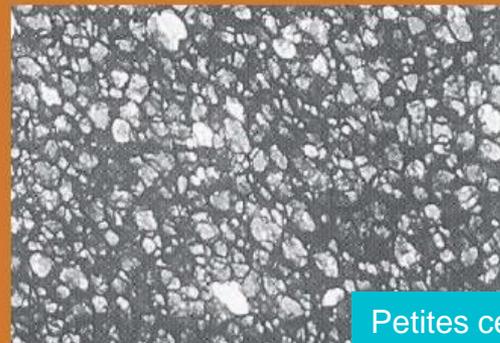
source : Isover

laine de verre



laine de roche

STRUCTURE CELLULAIRE



source : Cifral

verre cellulaire



mousse synthétique

Crée un agglomérat de cellules

Petites cellules emprisonnant de l'air; ainsi les mouvements d'air chaud à l'intérieur du matériau sont pratiquement supprimés.

1 Isolant

2 Pare-pluie / Pare-vent
Sous toiture





1. Protéger l'isolant du vent & des pluies



2. Laisser passer la vapeur d'eau qui traverse la paroi



PARE-PLUIE – PARE-VENT CONTINU
sur la face froide de l'isolant



>> Etanchéité au vent et à la pluie









1 Isolant

2 Pare-pluie / Pare-vent
Sous toiture

3 Frein- / Pare-vapeur





1. Empêche l'air chaud de s'échapper (étanchéité à l'air intérieur)

2. Contrôle la quantité de vapeur traversant la paroi

Soit en régulant/freinant son passage

Soit en empêchant son passage



FREIN- / PARE-VAPEUR CONTINU
sur la face chaude de l'isolant



>> Etanchéité à l'air et régulation vapeur d'eau



Source : architecte Luc Boddin



Tout raccord est refermé par les bandes prescrites par le fabricant du pare-vapeur

L'étanchéité à l'air est obtenue grâce au collage étanche à l'air

- des chevauchements de bandes,
- des bords des panneaux et
- des raccords aux éléments de construction adjacents.



Source : srl IsoproC et pro clima



3.3. Comment mettre en place une bonne isolation ?



Pose d'un frein-vapeur

3.3. Comment mettre en place une bonne isolation ?

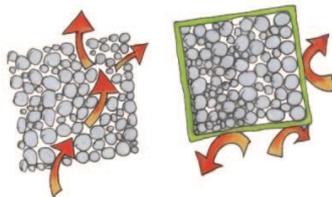
= Maintenir l'air immobile & sec



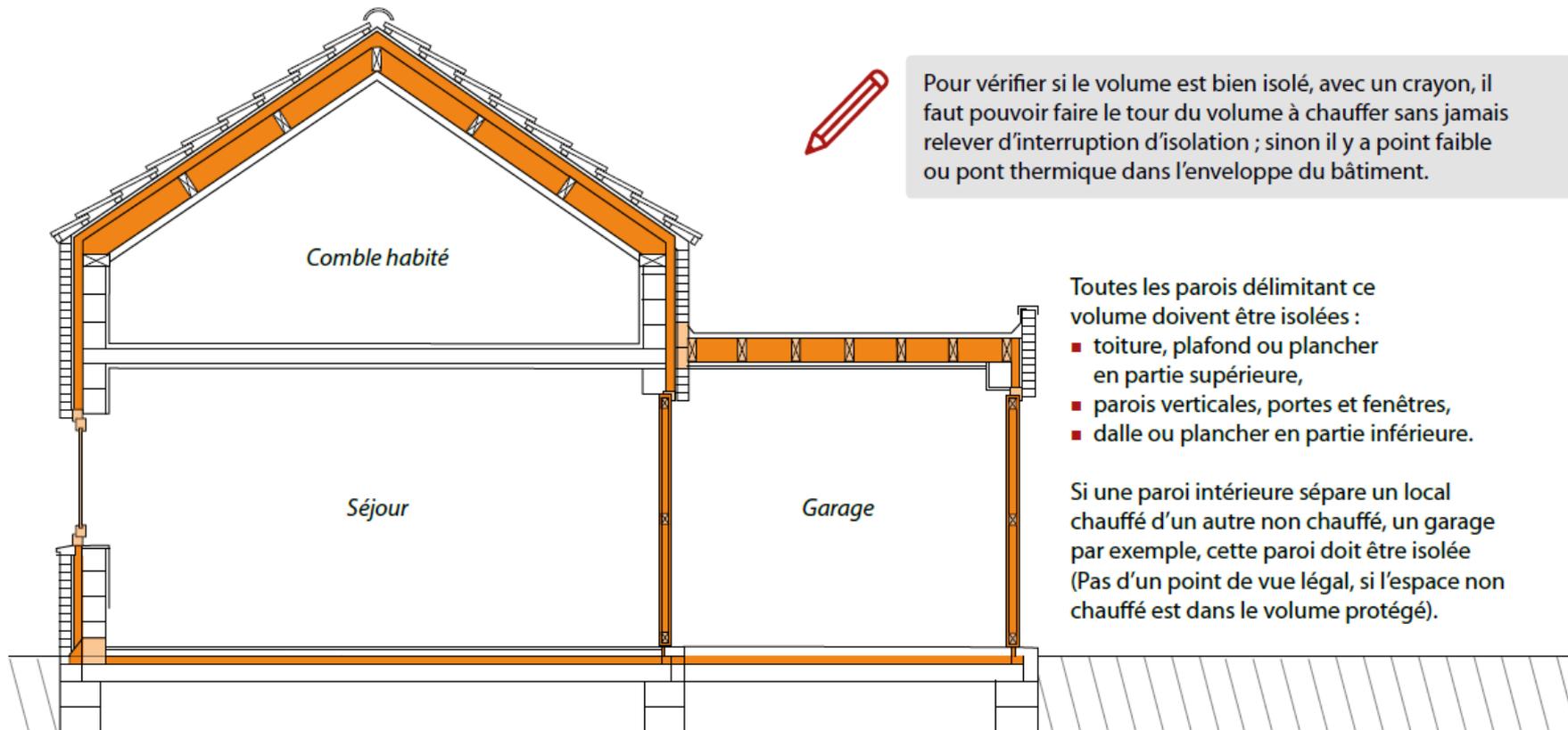
2

1 Isolant2 Pare-pluie/ Pare-vent
Sous-toiture3 Frein- / Pare-vapeur

Rendre l'isolant étanche à l'air, au vent et à la pluie sur toutes ses faces et réguler le passage de la vapeur d'eau.



LE VOLUME PROTÉGÉ d'un bâtiment est le volume des locaux, chauffés ou non, qui doivent être protégés, du point de vue thermique, de l'ambiance extérieure et/ou des espaces voisins non chauffés.



3.4. Les risques d'une mauvaise étanchéité à l'air ou d'une mauvaise régulation de la vapeur d'eau?

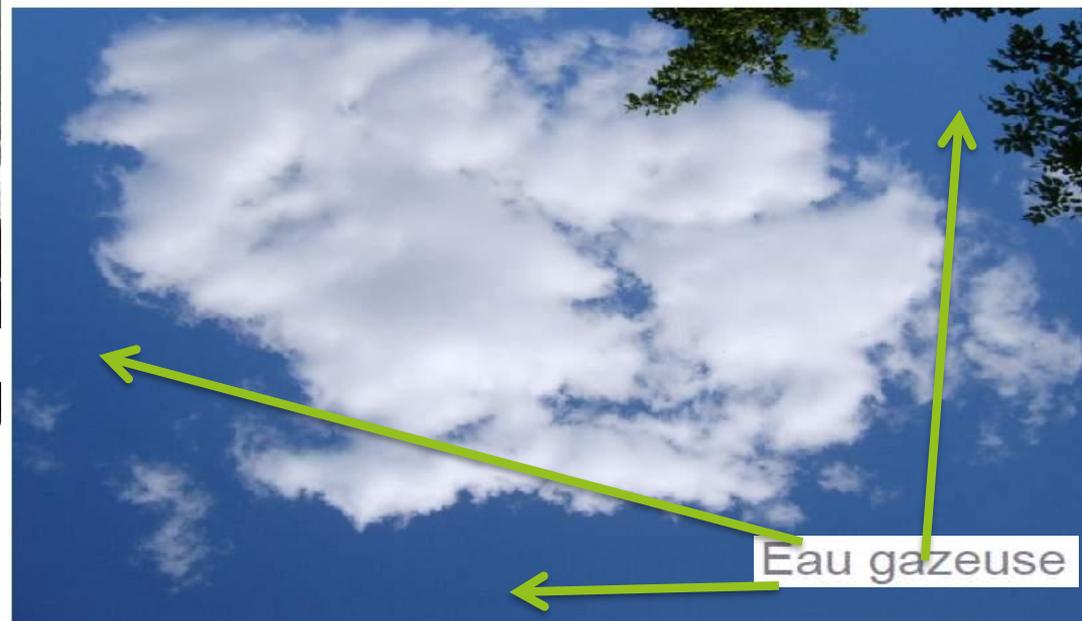
Les différents états de l'eau ?



Eau solide



Eau liquide



Eau gazeuse

3.4. Les risques d'une mauvaise étanchéité à l'air ou régulation de la vapeur d'eau ?

Sources & quantité de vapeur d'eau produite en une journée par une famille de 3 personnes ?

- Respirer
- Cuisiner
- Se laver
- Lessiver...

>>

**Jusque 6 litres
de vapeur/jour**

Le taux d'humidité de l'air se mesure
avec un **hygromètre**

HR idéal = 40 à 60 %



3.4. Les risques d'une mauvaise étanchéité à l'air ou régulation de la vapeur d'eau ?



Point froid = condensation

Au Pôle Sud, par grand froid (-40°C et vent à 150 km/h), les manchots se protègent du froid en formant une « tortue »

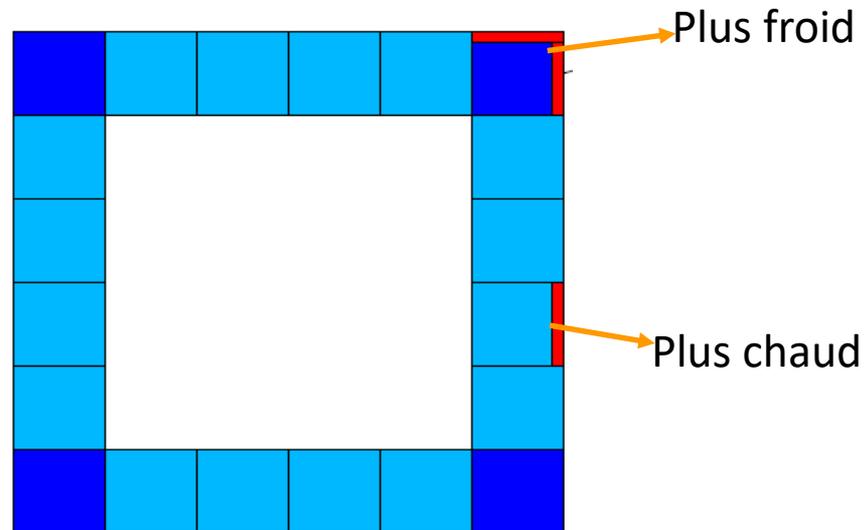


Lesquels ont le plus froid ?

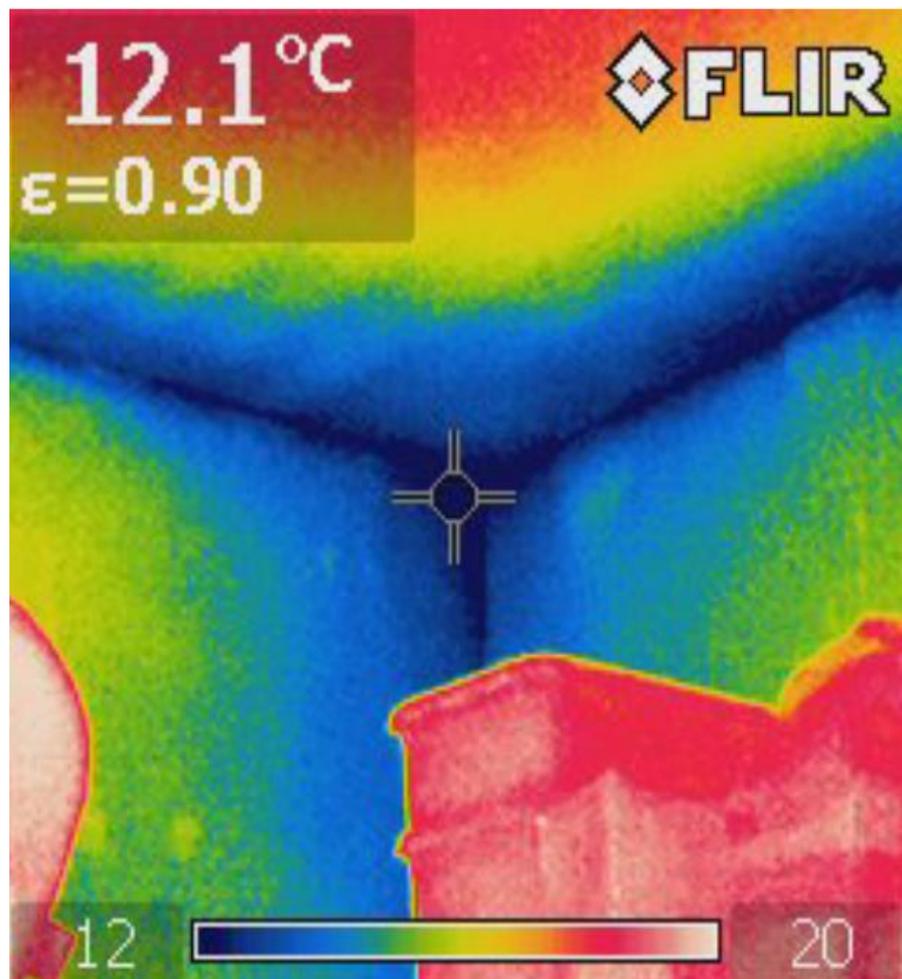


Transposé au bâtiment

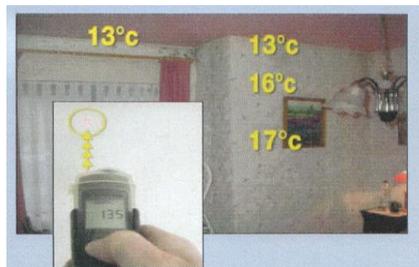
Les murs d'une maison vus du dessus



La brique ayant la plus grande surface en contact avec l'air froid sera la plus froide...



3.4. Les risques d'une mauvaise étanchéité à l'air ou régulation de la vapeur d'eau ?





Mais au fait...

Pourquoi cela condense ?

→ L'expérience de la pièce

3.4. Les risques d'une mauvaise étanchéité à l'air ou régulation de la vapeur d'eau?

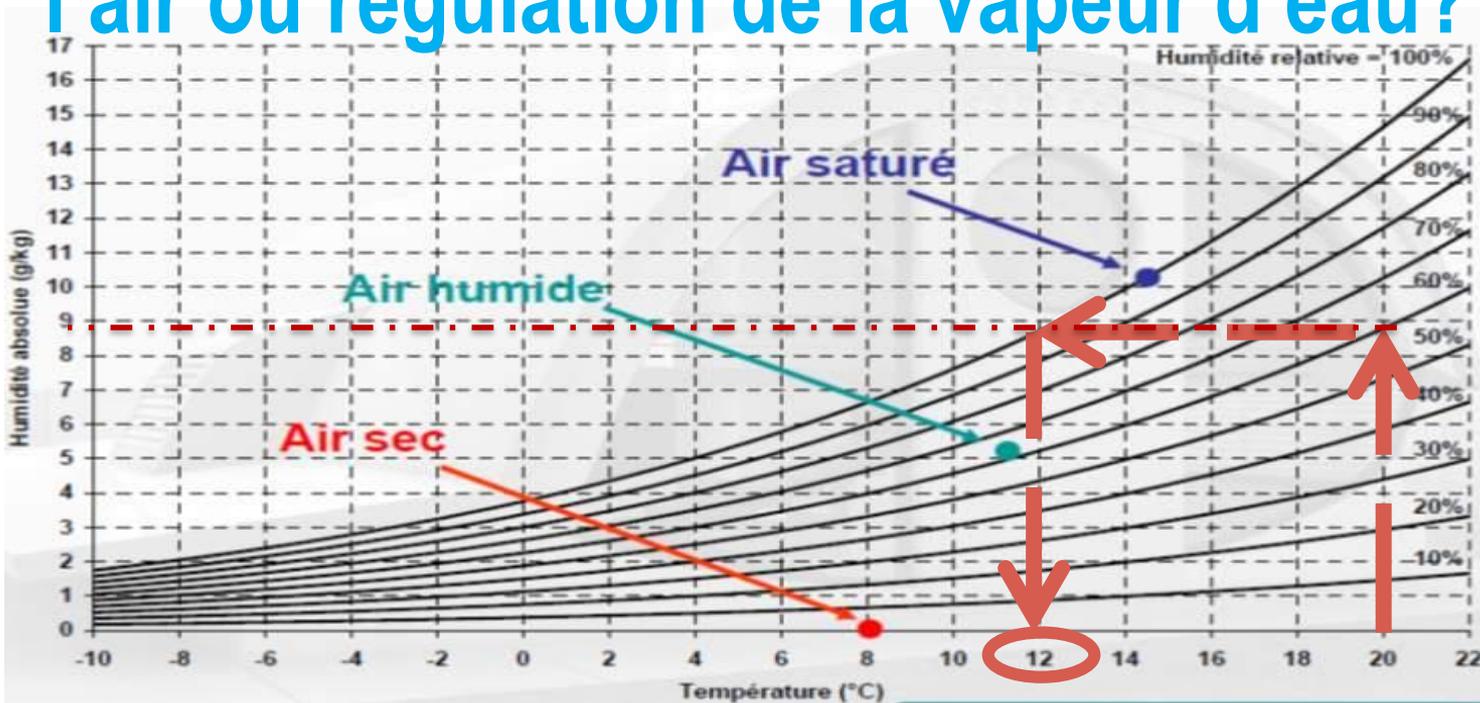


Diagramme de Mollier

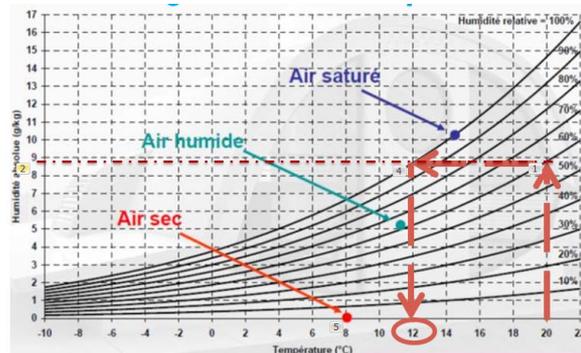
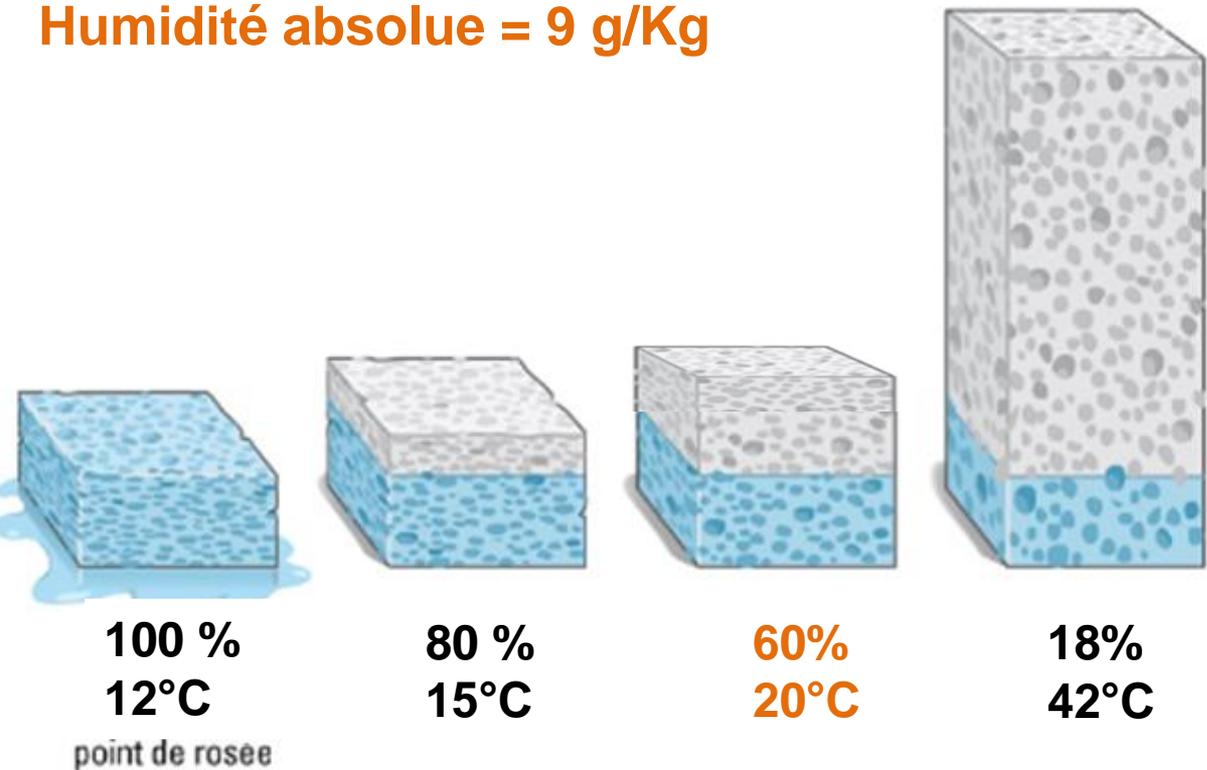
Condensation (point de rosée)

T° int. = 20°C à 60% HR

Vap.eau 3 personnes = 6 l/jour = 6.000g/jour

Mais au fait, pourquoi cela condense ?

Humidité absolue = 9 g/Kg



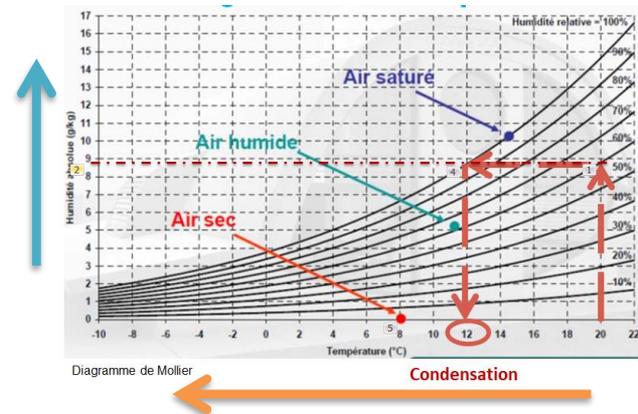
Il existe 2 « modes » de condensation :

T°

- Cannelle sortant du frigo en été
- Simple vitrage en hiver
- Pare-brise de la voiture à l'aube
-

HR

- Miroir de la SDB après la douche
- Piscine
- Intérieur d'une voiture à l'arrêt avec 4 personnes à l'intérieur
- ...



Quelques définitions...

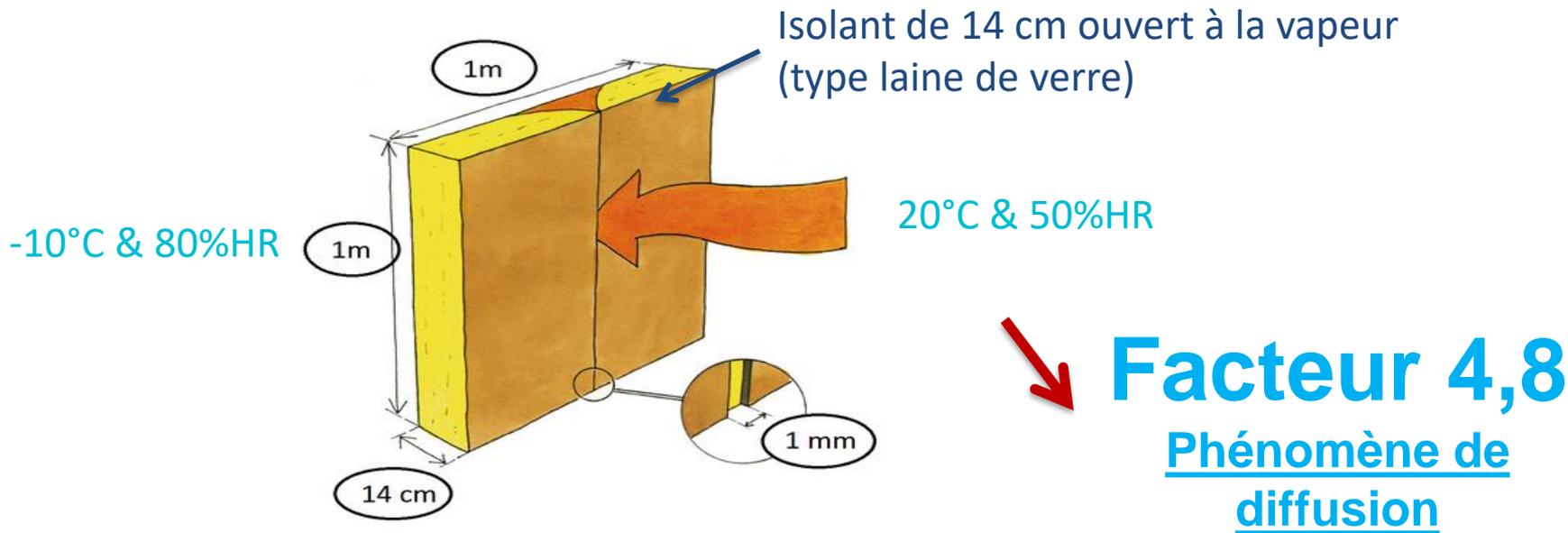
Hygrométrie absolue : rapport de la masse de vapeur d'eau en kg sur le volume d'air humide en m^3 à la pression et la température considérée. Elle a la dimension d'une masse volumique.

Hygrométrie relative : quantité relative d'eau présente dans l'air. C'est le rapport entre la quantité d'eau réelle et la quantité maximum admissible : c'est un pourcentage.
Physiquement, c'est le rapport de la pression partielle de vapeur sur la pression de vapeur saturante.

Point/ T° de rosée : température la plus basse à laquelle une masse d'air peut être soumise, à pression et humidité données, sans qu'il ne se produise une formation d'eau liquide par saturation (condensation partielle de la vapeur d'eau).

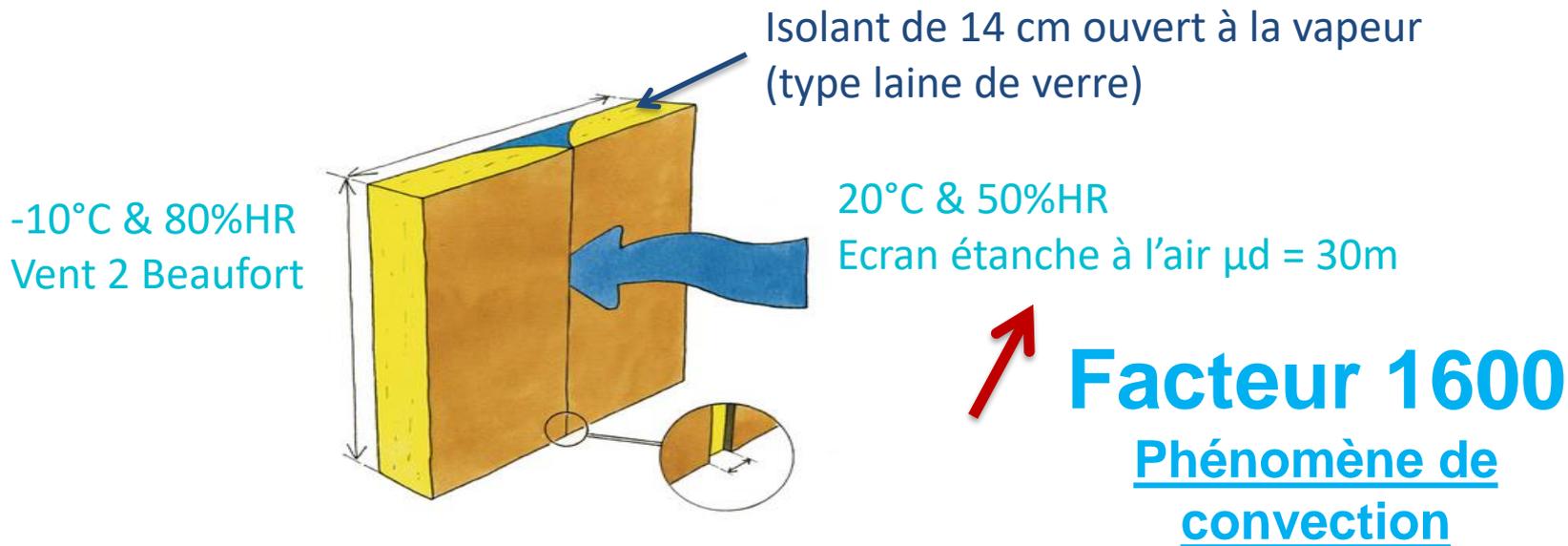
Ce phénomène physique est dépendant de la pression, de l'hygrométrie et de la température.

Pourquoi rendre étanche à l'air ?



- U théorique : $0.3\text{W/m}^2\cdot\text{K}$
- Avec un joint de 1 mm > U réel : $1.44\text{W/m}^2\cdot\text{K}$

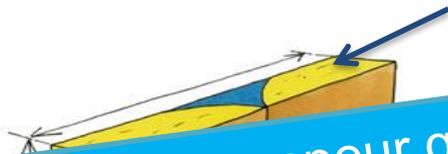
Pourquoi rendre étanche à l'air ?



- Diffusion théorique : $0,5 \text{ g/m}^2\cdot\text{jour}$
- Diffusion à travers la fente de 1 mm: $800 \text{ g/m}^2\cdot\text{jour}$

Pourquoi rendre étanche à l'air ?

Isolant de 14 cm ouvert à la vapeur
(type laine de verre)



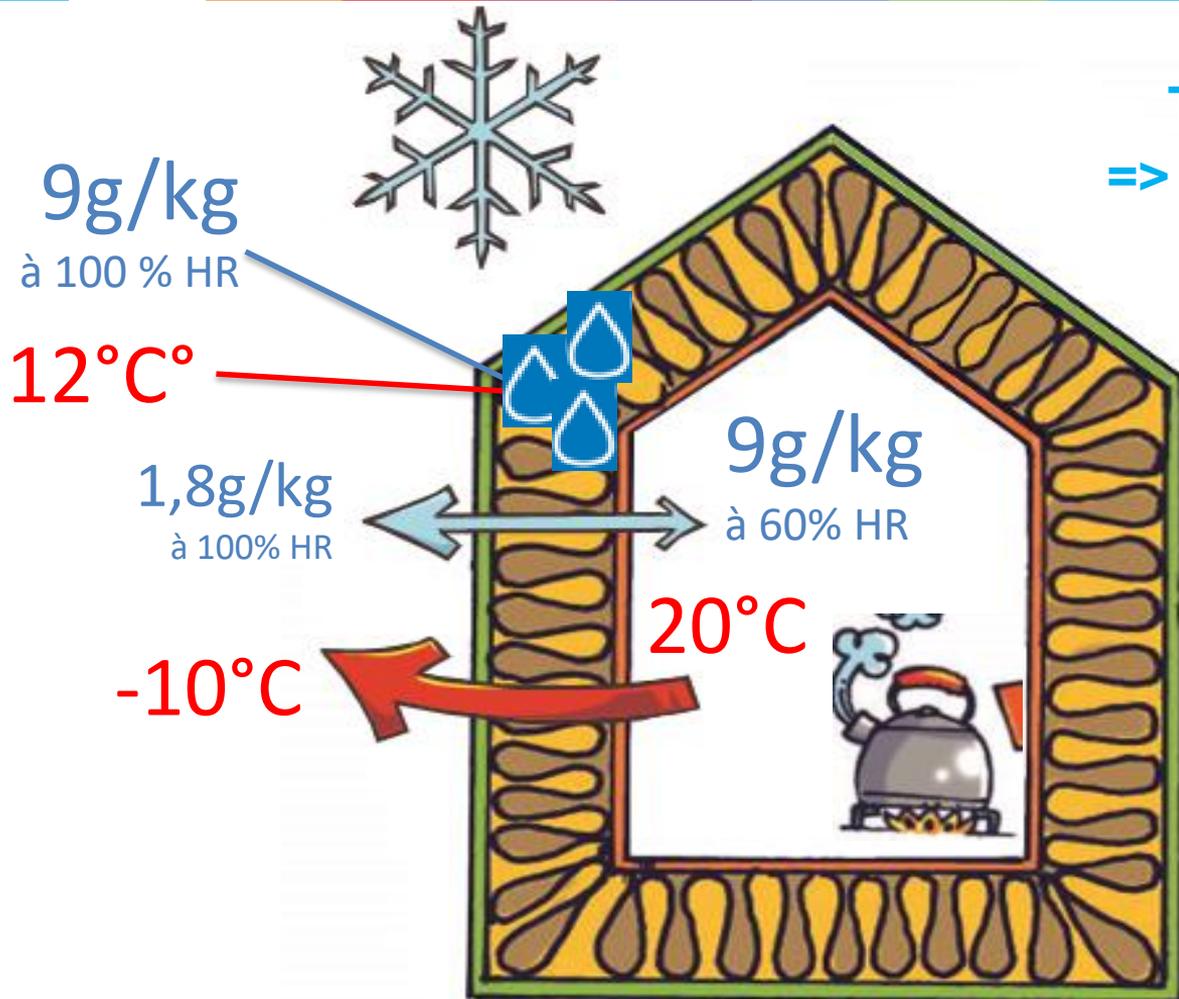
-10°C & 90%
Vent 2 B

La quantité de vapeur qui pénètre dans une construction par diffusion, est insignifiante quand on le compare à la quantité d'humidité entrant dans la construction par convection!

Important de rendre le frein-vapeur ou le pare-vapeur étanche à l'air

Diffusion théorique : 0,5 g/m².jour

- Diffusion à travers la fente de 1 mm: 800 g/m².jour



T° int. = 20°C à 60% HR
=> Saturation (100%) = 12°C

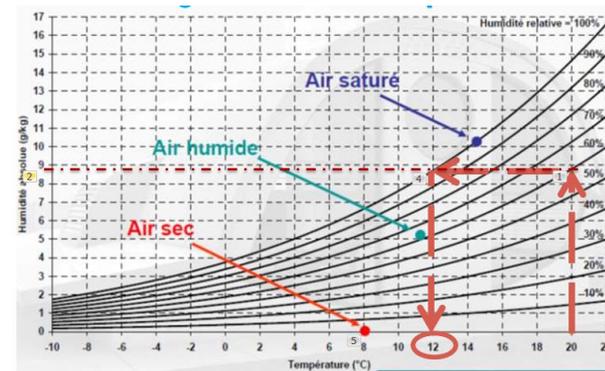


Diagramme de Mollier

Condensation

Une mauvaise étanchéité à l'air ?

La condensation interne

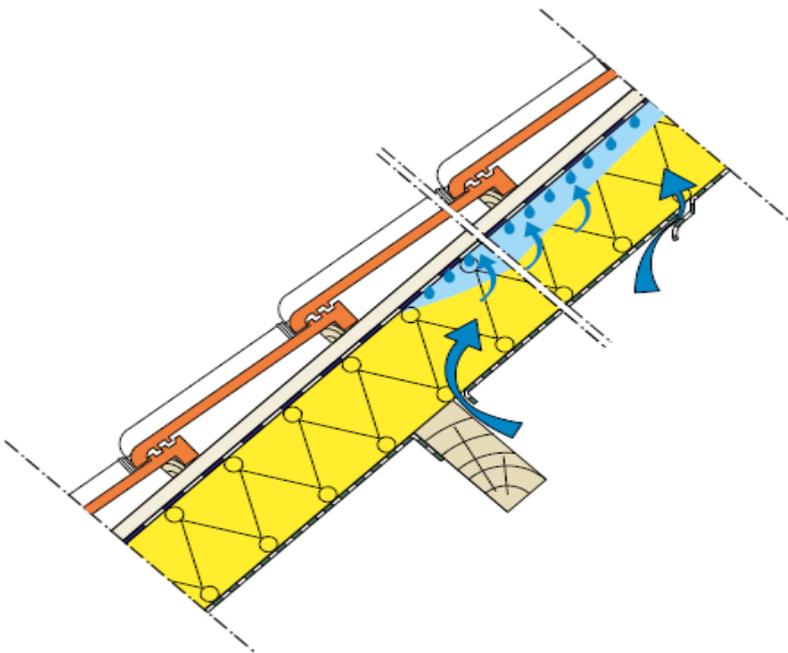


Fig. 7 Risque de condensation interne dans une toiture en cas d'étanchéité à l'air déficiente.

Surtout dans les structures légères

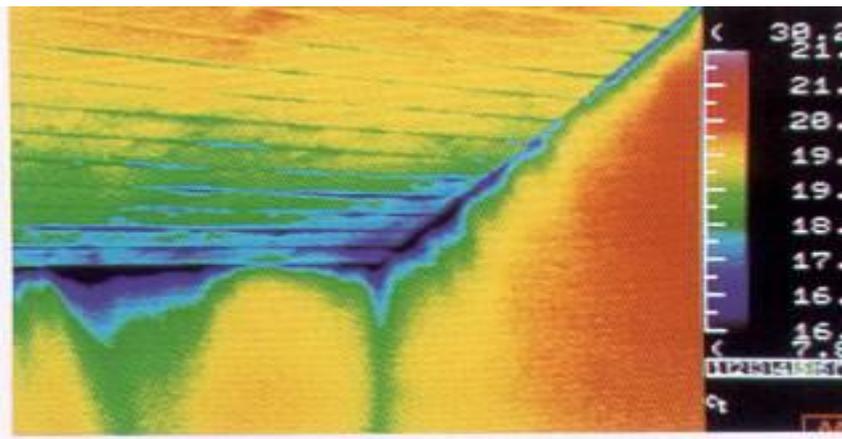
Création de **mouvement de convection** amenant l'air chaud et humide (intérieur) vers le côté froid de l'isolant

⇒ Condensation interne

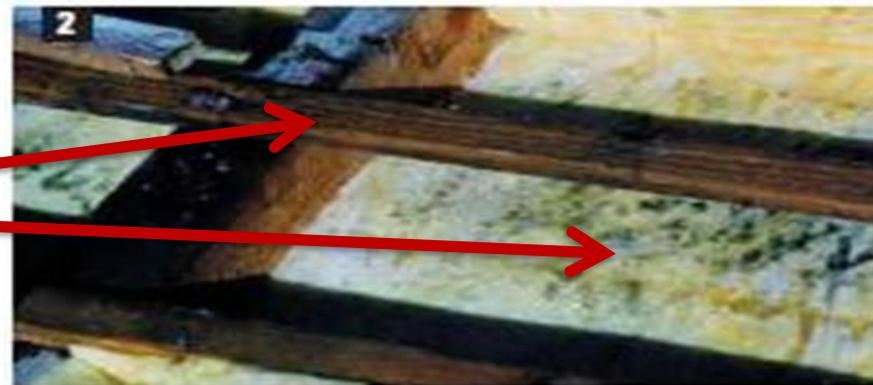
⇒ Dommage à l'isolant mais aussi à la structure

Importance de soigner les raccords

Une mauvaise étanchéité à l'air en images ?



Pourritures
Moisissures
Champignons



Comment empêcher la condensation de la vapeur d'eau dans les parois ?

Pour limiter le risque de condensation interne :

- 1 Réguler la quantité de vapeur d'eau qui pénètre dans la paroi
- 2 Éviter de bloquer celle-ci à l'intérieur



Rapport 5:1

Plus on va vers l'extérieur plus le matériau doit être ouvert à la vapeur d'eau

=

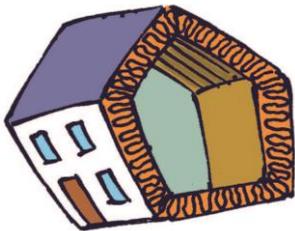
« **Rampe de lancement** » qui permet à la vapeur d'eau d'accélérer sa migration vers l'extérieur

Comment empêcher la condensation de la vapeur d'eau dans les parois ?



Rapport 5:1

Le confort hygrothermique = 3 notions indissociables



ISOLATION continue
Sans pont thermique

**Isolation & étanchéité
= confort et économie**



ETANCHEITE continue
Sans fuite d'air

Les trois piliers

pour une bonne isolation,
une maison saine et des
économies d'énergie

**Ventilation
= exigence sanitaire**



VENTILATION contrôlée
= meilleure performance
énergétique
+ Régulation humidité

Le confort hygrothermique = 3 notions indissociables



Isolation & étanchéité
= confort et économie

Les trois piliers

pour une bonne isolation,
une maison saine et des
économies d'énergie



Ventilation
= exigence sanitaire



Dans un logement dont l'**étanchéité a été améliorée**, l'installation d'un système de **ventilation efficace** est nécessaire pour permettre d'éliminer l'humidité intérieure et garantir une **maison saine**.

Rendre étanche et ventiler en même temps ... Contradictoire ?

Un bâtiment ne peut être correctement ventilé par des infiltrations d'air liées aux défauts d'étanchéité. Sporadiques, incontrôlables et réparties de manière inégale à travers l'enveloppe du bâtiment, ces infiltrations peuvent entraîner un renouvellement d'air excessif dans certains locaux, les rendant parfois impossibles à chauffer. Il est par ailleurs fréquent que d'autres locaux au sein du même bâtiment soient très étanches à l'air, ce qui se traduit par un renouvellement d'air totalement insuffisant. Un bâtiment globalement peu étanche n'offre donc en aucun cas la garantie que l'air ambiant sera de bonne qualité dans tous les locaux.

Les systèmes de ventilation hygiénique sont conçus et installés pour assurer la qualité de l'air intérieur dans l'ensemble des locaux, tout en limitant l'impact énergétique qui en résulte. Ils offrent en outre des possibilités de contrôle aux occupants. Comme les autres installations techniques, ces systèmes nécessitent un entretien correct et régulier.

On le voit, rendre les bâtiments étanches à l'air tout en les ventilant de manière contrôlée sont deux impératifs complémentaires et nullement contradictoires.



3.5. Pourquoi ventiler de manière maîtrisée ?

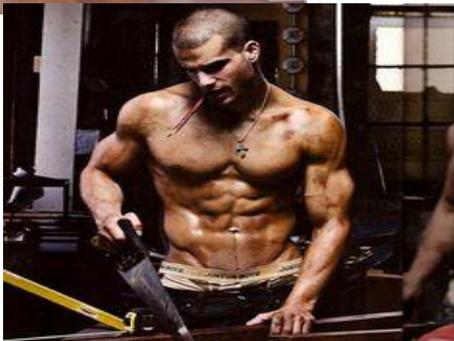
1) Évacuer le CO₂ produit par l'homme et ses activités



= 12 à 15 m³/h



= 27 à 30 m³/h

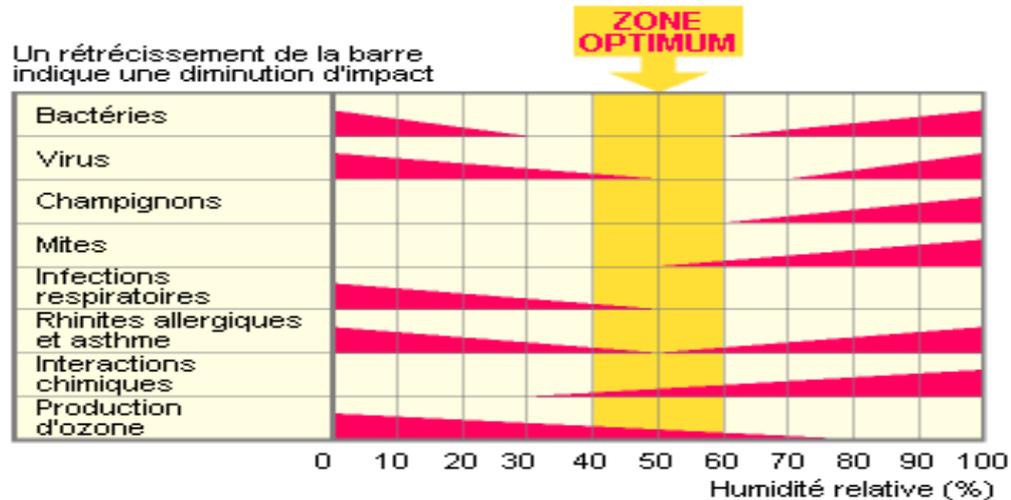


= + de 40 m³/h

2) Réguler l'humidité relative



Un rétrécissement de la barre indique une diminution d'impact



Production de vapeur d'eau par les habitants

Condensation sur les vitres/glaces

Décollement du papier peint

Développement de moisissures, mousses

Dégradation des enduits de surface

Prolifération d'hôtes indésirables: acariens, blattes

Déstockage chimique du mobilier en panneaux de bois recomposé

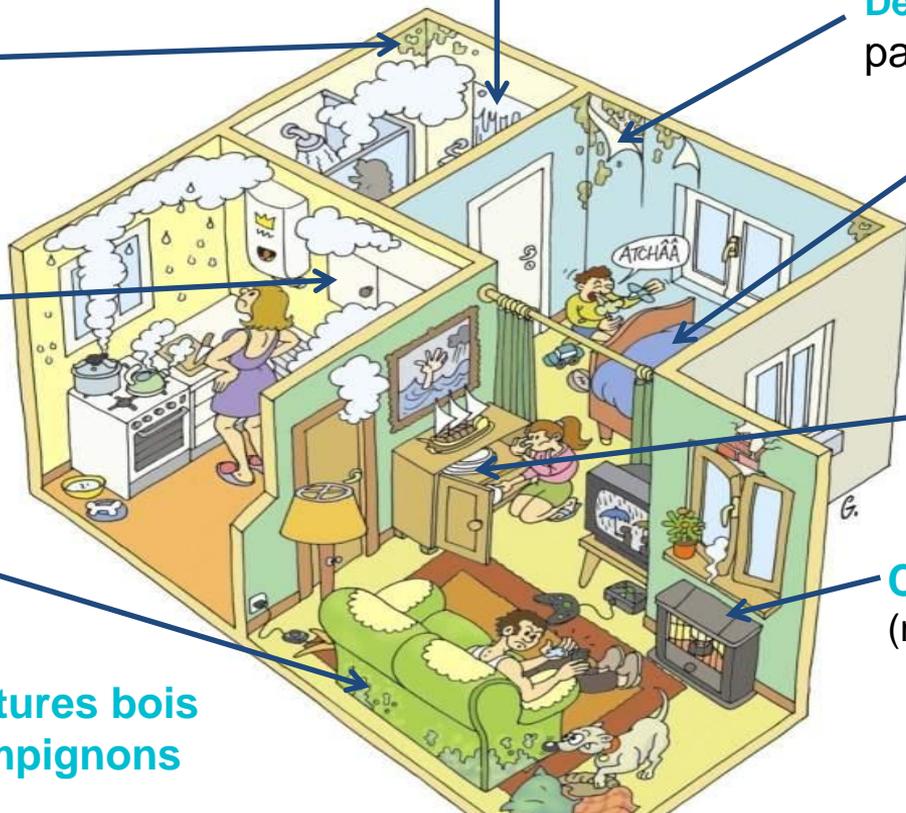
Odeur de renfermé

Tissus moites ou moisiss

Corrosion des aciers (rouille)

Pourrissement des structures bois et développement de champignons

La maison est plus difficile à chauffer >> Perte de confort



3) Évacuer substances nocives émises par les matériaux et produits utilisés dans l'habitation

Comme par exemple le CO, NO₂, les biocides... et les COV (retardateur de flamme, phtalates, encens, formaldéhyde..)

=> 14 familles reconnues de COV

COV le plus connu et le plus répandu dans les bâtiments : le formaldéhyde

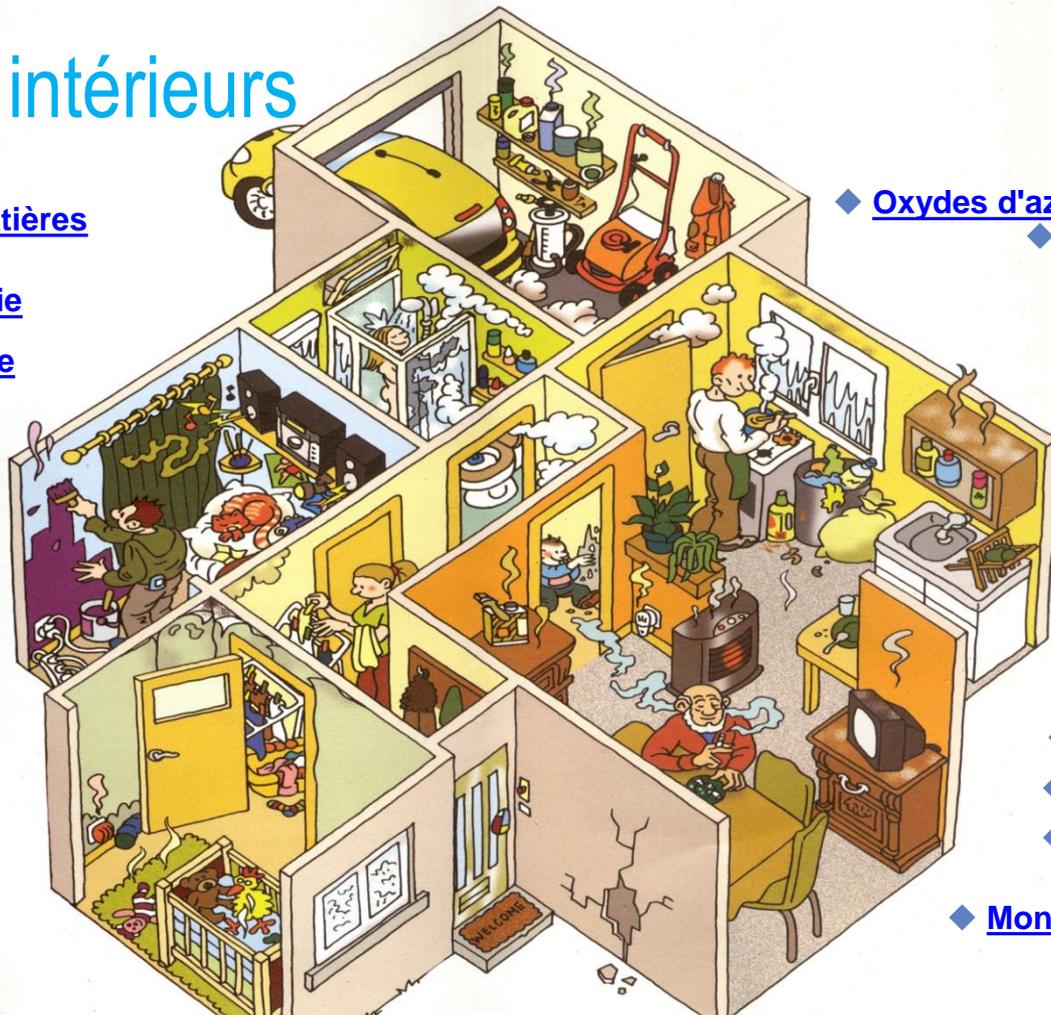
On peut le retrouver dans :

- Panneaux dérivés du bois, stratifiés
- Mousses isolantes
- Certaines laines de verre et de roche
- Certaines peintures et vernis
- Tissus d'ameublement
- Tapis, parquets
- Cosmétiques, produits d'entretien...



Les polluants intérieurs

- ◆ Acariens
- ◆ Assouplissants de matières plastiques
- ◆ Animaux de compagnie
- ◆ Appareils de chauffage
- ◆ Amiante
- ◆ Cuisinières au gaz
- ◆ Désinfection
- ◆ Formaldéhyde
- ◆ Fumée tabac
- ◆ Gaz de combustion
- ◆ Humidité
- ◆ Légionelles
- ◆ Matériaux fibreux
- ◆ Moisissures



◆ Oxydes d'azote (NOx)

◆ Parfums

◆ Pesticides

◆ Produits d'entretien

◆ Phtalates



◆ Radon

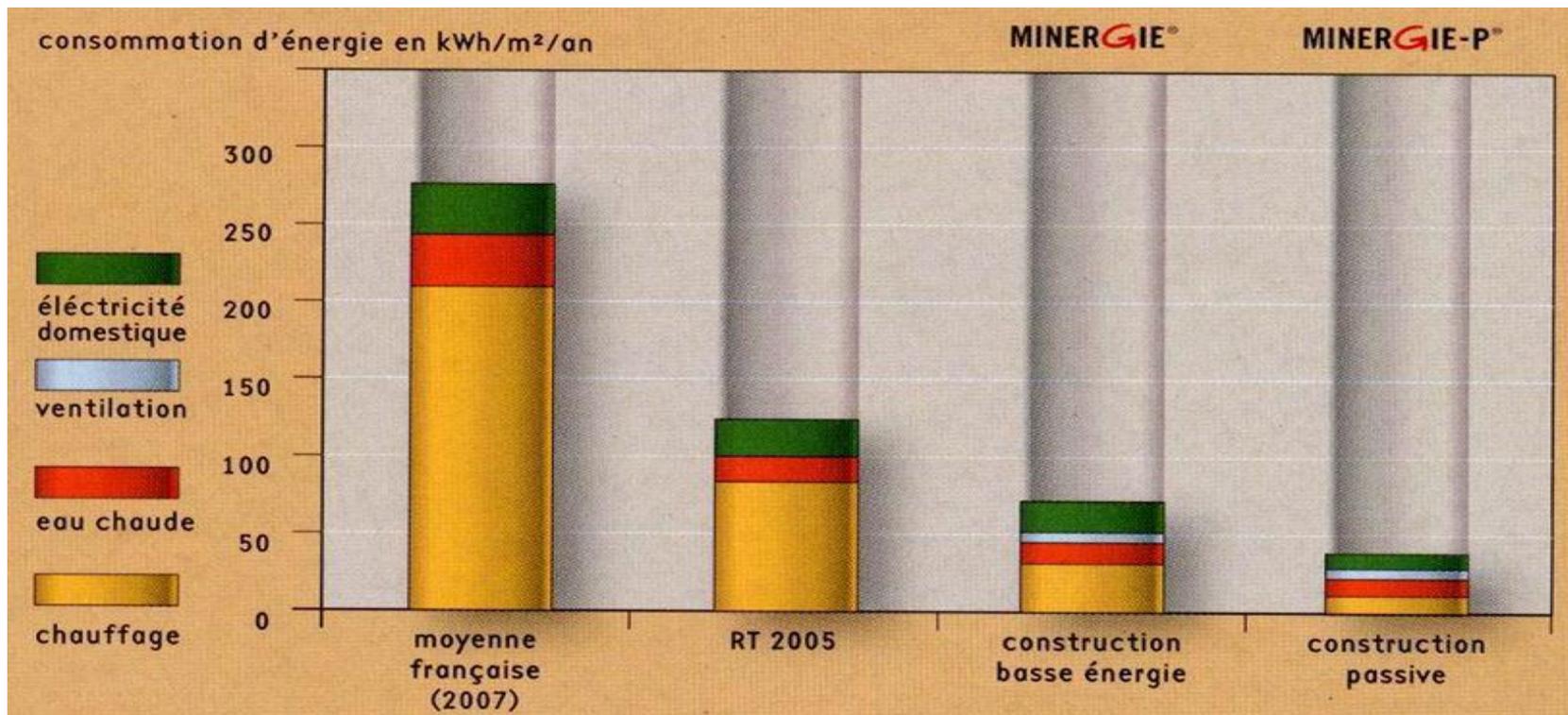
◆ Retardateurs de flamme

◆ Solvants de peinture

◆ Substances chimiques volatiles

◆ Monoxyde de carbone (CO)

3.5. Pourquoi ventiler de manière maîtrisée ?



En résumé

Pour assurer :

- la sensation de confort dans l'habitat
- la santé des habitants
- la longévité des constructions

Isolant + étanche à l'eau et au vent
+ étanchéité à l'air + régulation de la vapeur
+ ventilation
= Confort & hygiène

En résumé

Pour un bien-être hygrothermique, il faut :

- une **Humidité Relative (HR)** comprise entre **40 et 60 %**,
- une **température « ± stable »** en toute saison,
- une **différence maximale de 3 °C** entre la température de l'air intérieur et celle des parois.

>>> **éviter l'effet de paroi froide**



**Vous connaissez
l'effet de paroi froide ?
La notion de T° ressentie ?**

La température ressentie

Maison non isolée

Maison correctement isolée

T° ambiante
22 °C

Température
ressentie

Température
ressentie

???

???

T° surface paroi
10 °C

T° surface paroi
18 °C



La température ressentie

=

Moyenne de la température ambiante
et de la température des parois avoisinantes

$$T^{\circ}\text{ressentie} = \frac{T^{\circ}\text{ air} + T^{\circ}\text{ parois}}{2}$$

La température ressentie

Maison non isolée

Maison correctement isolée

T° ambiante
22 °C

Température
ressentie

Température
ressentie

16 °C

20 °C

T° surface paroi
10 °C

T° surface paroi
18 °C



Température de la paroi : 10 °C
Température de l'air : 22 °C
Température ressentie : $(10+22)/2 = 16$ °C

Température de la paroi : 18 °C
Température de l'air : 22 °C
Température ressentie : $(18+22)/2 = 20$ °C

La température ressentie

Maison non isolée

Maison correctement isolée

T° ambiante
22 °C

Température
ressentie

16 °C

Température
ressentie

20 °C

T° surface paroi
10 °C

T° surface paroi
18 °C

Une maison isolée est une maison plus confortable
La température ressentie y est plus élevée !



La température ressentie

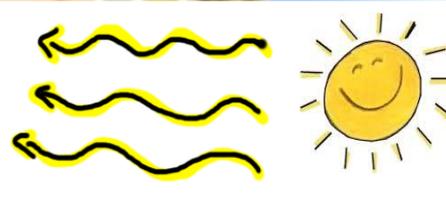
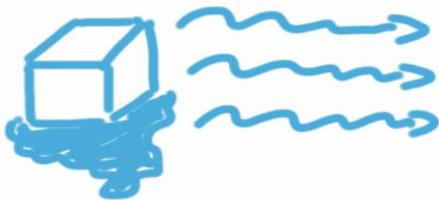
Maison non isolée

Maison correctement isolée

T° ambiante
22 °C

16 °C

20 °C



Les objets froids transmettent peu de chaleur à leur environnement (mais en captent beaucoup)

Les objets chauds transmettent beaucoup de chaleur à leur environnement



La température ressentie

Maison non isolée

T° ambiante
22 °C

Maison
correctement isolée

16 °C

Isoler les parois =

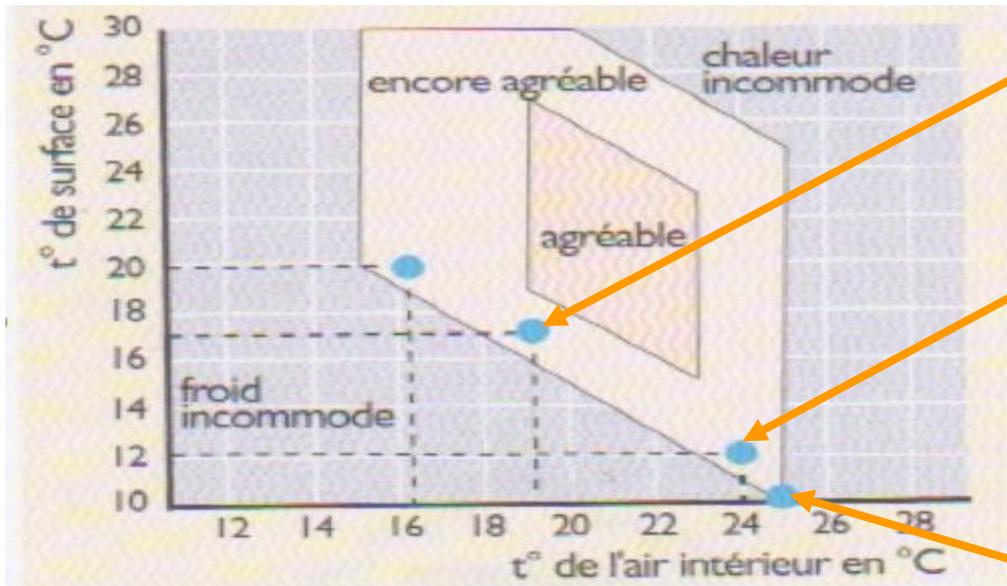
Priorité pour économiser de l'énergie
mais aussi

POUR GARANTIR LE CONFORT

Les objets
peu de cha
environnem
(mais en capent beaucoup)

Les objets chauds
transmettent beaucoup de
chaleur à leur
environnement

Diagramme du bien-être thermique



L'isolation thermique écologique - Jean-Pierre Oliva, Samuel Courgey

◆ Avec des murs à 17°C , un air chauffé à 19°C est suffisant
 $(17^{\circ}\text{C} + 19^{\circ}\text{C}) / 2 = 18^{\circ}\text{C}$

◆ Avec des murs à 12°C , il faut porter la température de l'air à 24°C , ce qui est catastrophique pour les consommations énergétiques
 $(12^{\circ}\text{C} + 24^{\circ}\text{C}) / 2 = 18^{\circ}\text{C}$

◆ Avec des murs à moins de 10°C , il est impossible d'obtenir une sensation de confort

La température ressentie

Maison non isolée

Maison correctement isolée



Pour un bien-être hygrothermique :

- Écart maxi entre paroi et air ambiant : 3 °C(K)
 - Température stable toute l'année
 - HR : entre 40 et 60 %
 - Vent : max 0,15m/s hiver - 0,25 m/s été

La température ressentie

Maison non isolée

Maison correctement isolée

T° ambiante
???°C

Température
ressentie

Température
ressentie

20 °C

T° surface paroi
10 °C

T° surface paroi
18 °C

A quelle température faut-il chauffer l'air ambiant de la maison non isolée pour ressentir le même confort (T° ressentie) que dans celle isolée ?

La température ressentie

Maison non isolée

$$(10+30)/2 = 20\text{ °C}$$

T° surface paroi
10 °C

T° ambiante
30 °C

Température ressentie
20°C

Maison correctement isolée

T° surface paroi
18 °C

A quelle température faut-il chauffer l'air ambiant de la maison non isolée pour ressentir le même confort (T° ressentie) que dans celle isolée ?

La température ressentie

Maison non isolée

Maison correctement isolée

T° ambiante
30 °C

Température
ressentie

20 °C

T° surface paroi
10 °C

Température
ressentie

T° surface paroi
18 °C

La température ambiante doit passer de 22 à 30 °C
pour obtenir le même confort !
>> Surconsommation de chauffage

1 °C supplémentaire entraîne
une surconsommation de

7 %

Dans ce cas, passer d'une température ambiante de 22 °C à
une T° ambiante de 30 °C (8 °C supplémentaires)

entraîne une surconsommation de $7 \% * 8 \text{ °C} = \mathbf{56 \%}$

1°C supplémentaire entraîne
une surconsommation de

7 %

Dans ce cas, passer de 20°C à 22°C à

22°C à

56 % de surconsommation ! Uniquement
pour le confort « instantané », sans tenir
compte des fuites permanentes !!!

s)

entra

= 56 %

3.7. Points d'attention...

Points d'attention avant
et
pendant la mise en œuvre



A vous de jouer !

Une bonne isolation c'est :

La sous-toiture, le pare-pluie, le pare-vent

- ▶ Limitent les infiltrations d'air
- ▶ Protègent le bâtiment des eaux accidentellement infiltrées et des poussières
- ▶ Le plus ouvert possible à la vapeur d'eau

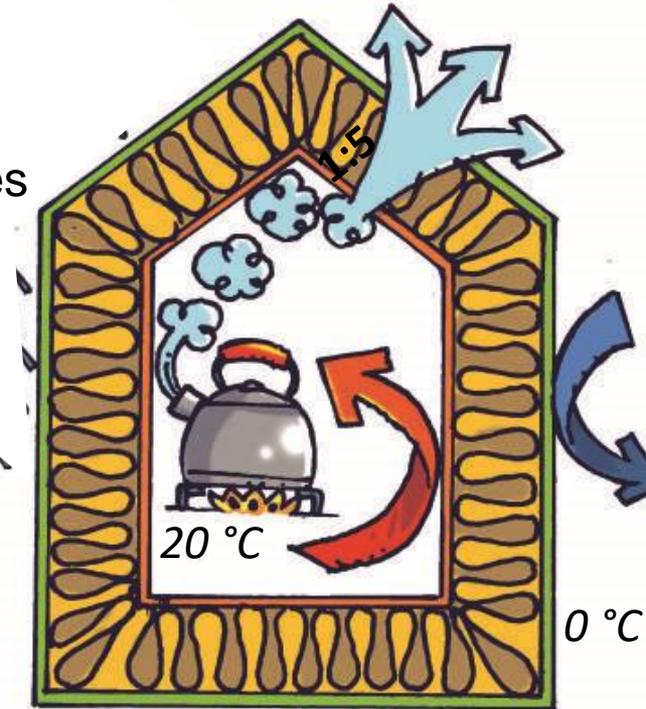
L'isolant

- ▶ Limite les pertes de chaleur en hiver et les surchauffes en été
- ▶ Protège les occupants du bruit extérieur
- ▶ Son efficacité est liée à son épaisseur, à son lambda et à sa continuité (pont thermique)

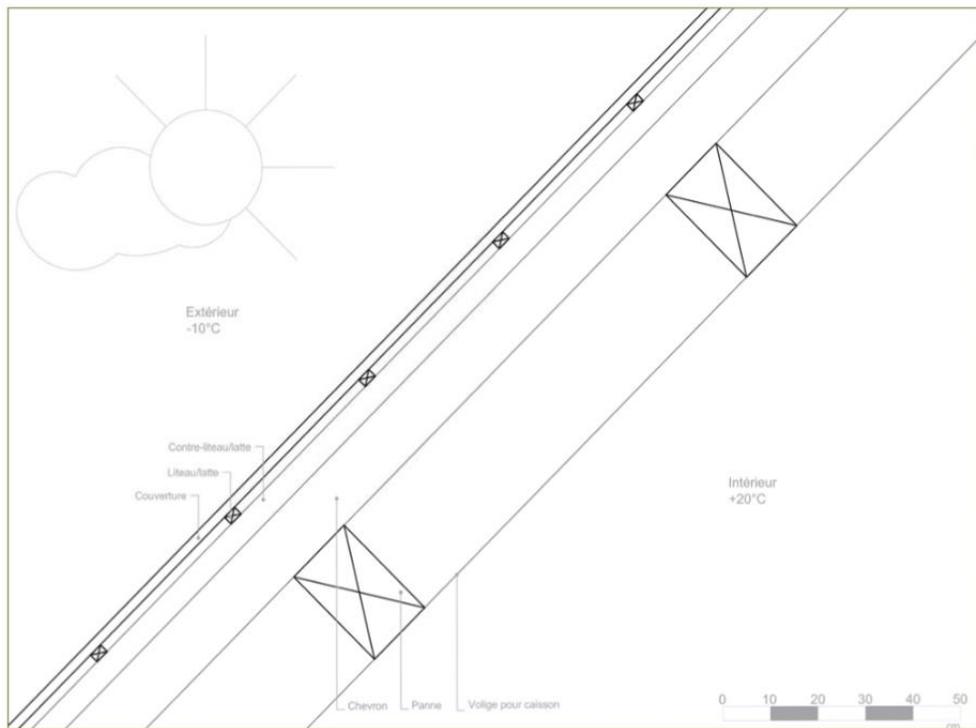
L'étanchéité à l'air et la régulation de la vapeur d'eau

- ▶ Suppriment les courants d'air/fuites d'air chaud
- ▶ Protègent la paroi des condensations internes

Migration vapeur d'eau
non interrompue
de l'int. vers l'ext.
Rapport 1:5



Application : Jeu Parois à isoler



Défi n° 1



Solution n° S1.a

SUR LA « PAROI À ISOLER » P01

**ISOLER UNE TOITURE
À VERSANTS - AVEC UN
ISOLANT À INSUFFER
SUR TOUTE LA HAUTEUR
DE LA STRUCTURE**

Ensuite,

- Choisir dans « la mallette à Isolation » une boîte isolant répondant à votre choix technique.
- Calculer l'épaisseur (en cm) nécessaire pour obtenir un R de 5 m².K/W avec l'isolant choisi.



La mallette à isolation

LE KIT ISOLATION

ISOLANT



Isolant en vac/projeté



Isolant souple/semi-rigide



Isolant rigide



Isolant imputrescible

PROTECTION



Protection au vent/aux pluies



Frein-vapeur/étanchéité air

FINITION

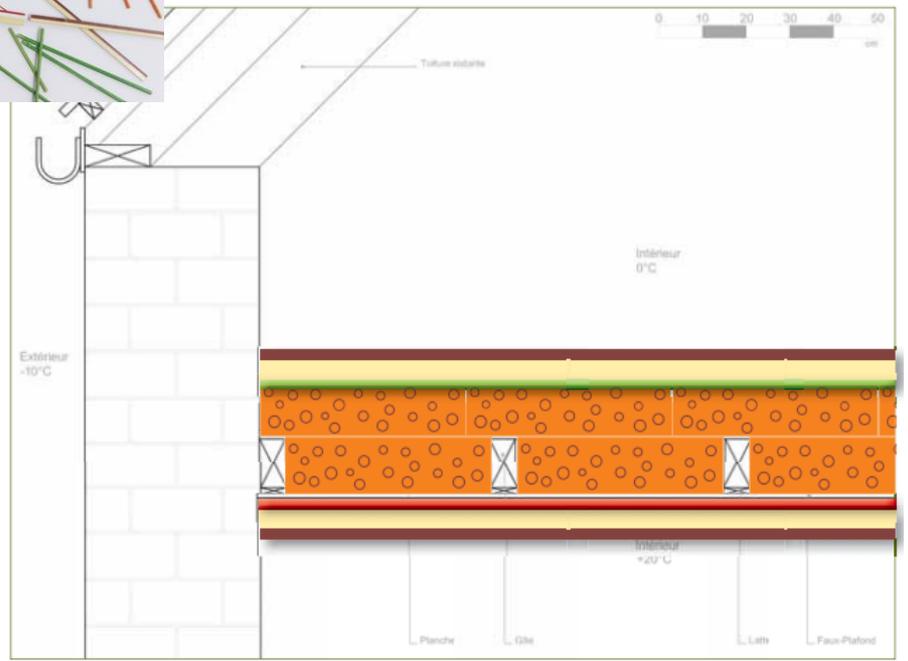
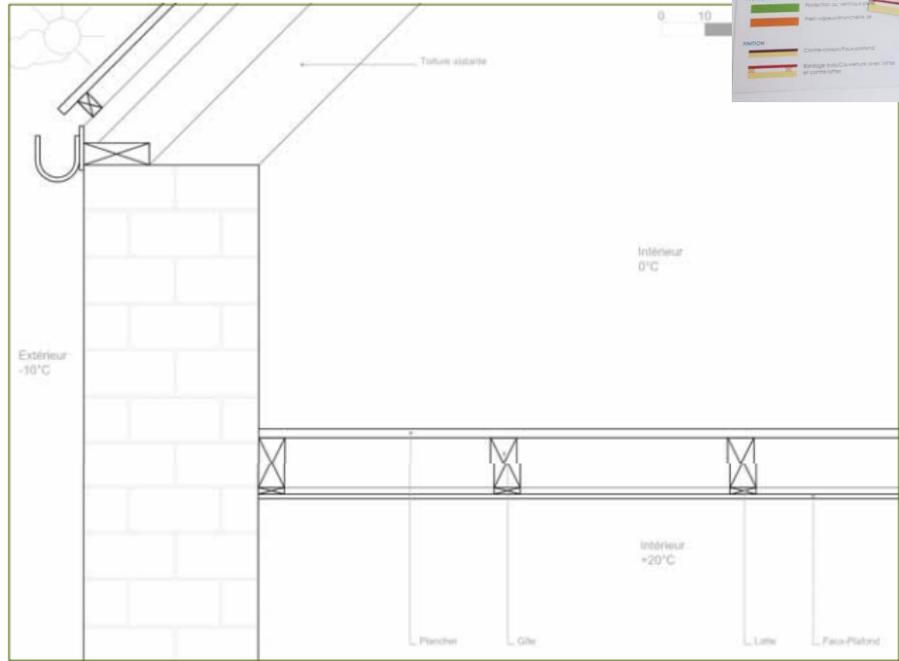
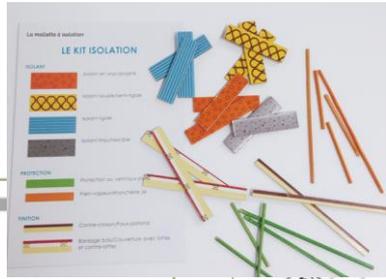


Contre-cloison/Faux-plafond



Bardage bois/Couverture avec lattes et contre-lattes





Application : Jeu Parois à isoler

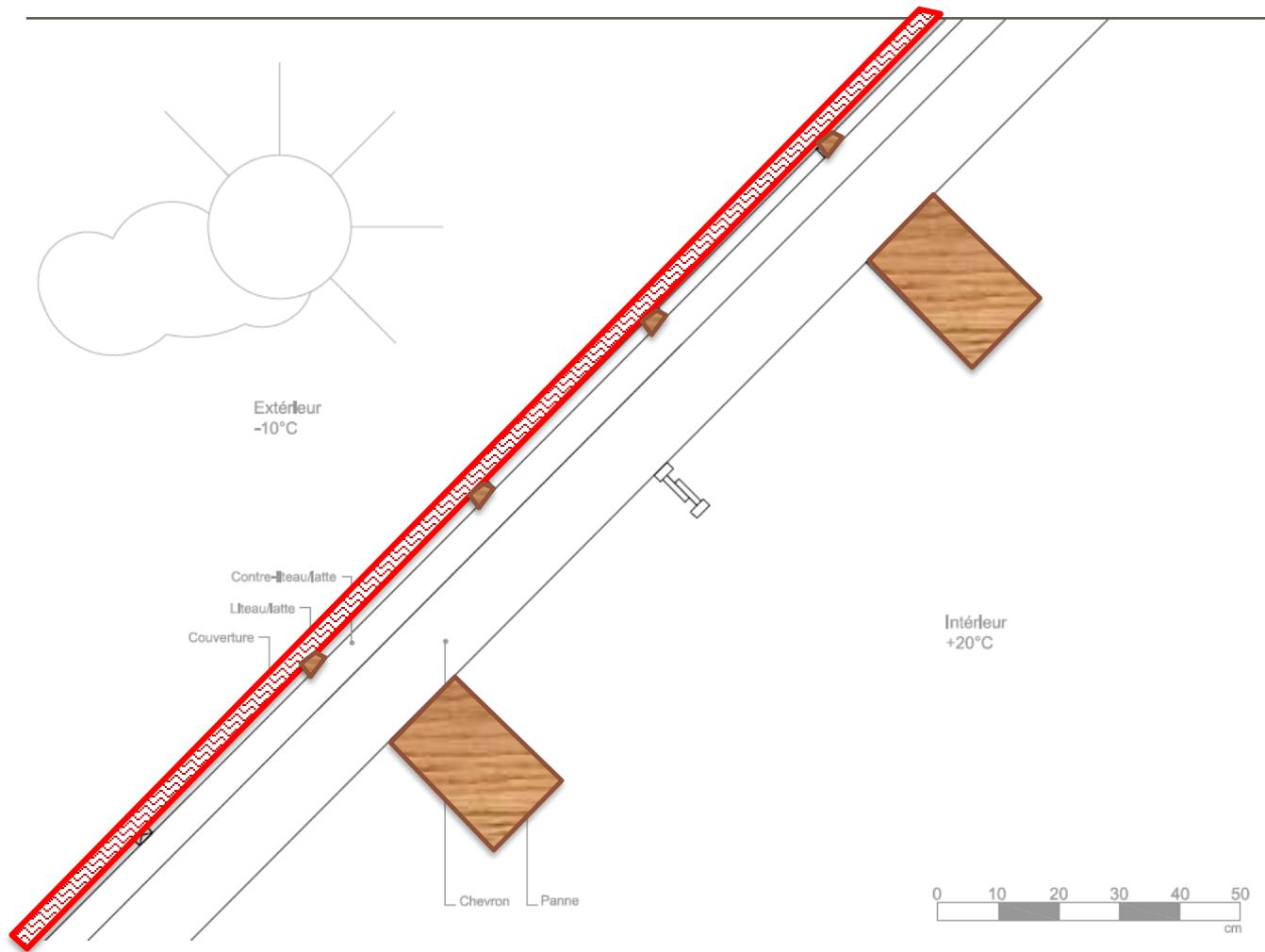
Défi n° 1



Défi 4

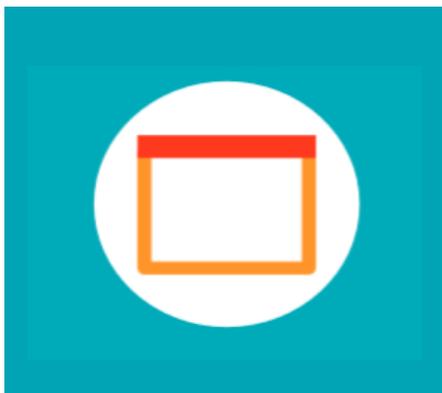
ISOLER LA TOITURE ENTRE
CHEVRONS ET PANNES AVEC UN
ISOLANT LIMITANT LES
SURCHAUFFES D'ÉTÉ
(2 EPAISSEURS D'ISOLANT)

SUR LA « PAROI À ISOLER » P02



Application : Jeu Parois à isoler

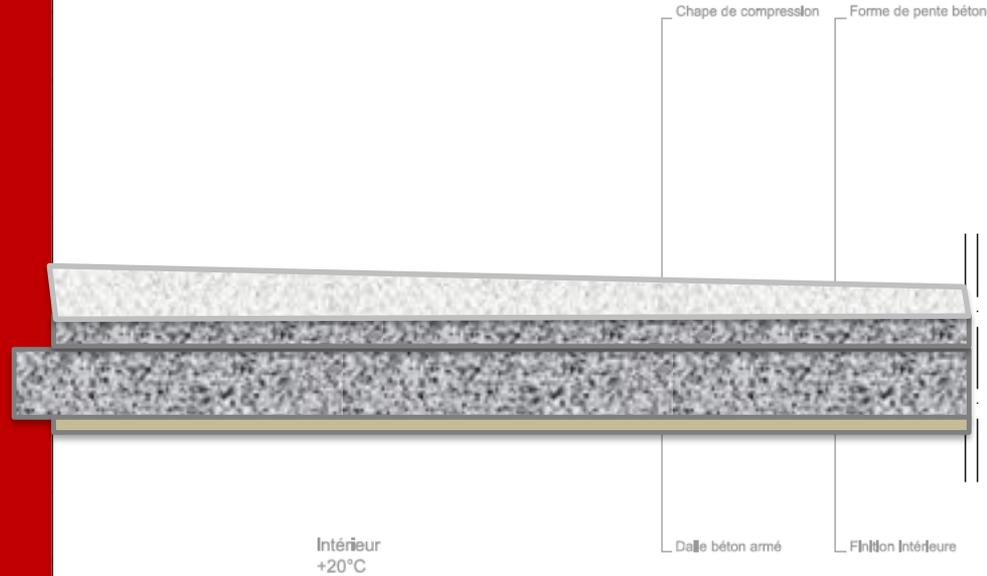
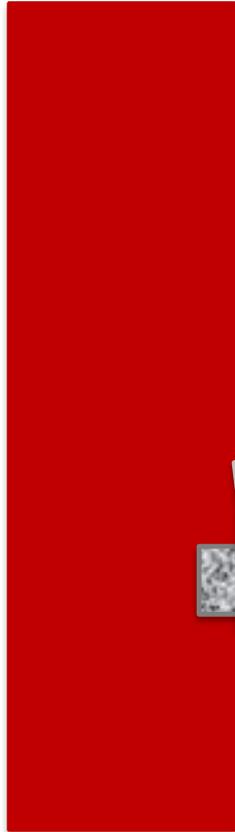
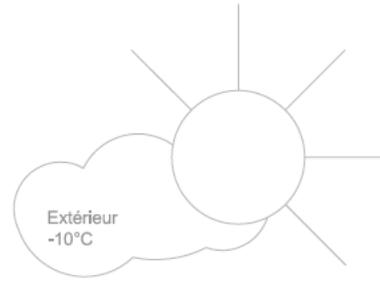
Défi n° 2



Défi 18

**ISOLER LA TOITURE PLATE
(2 ÉPAISSEURS D'ISOLANT)**

SUR LA « PAROI À ISOLER » P06



Application : Jeu Parois à isoler

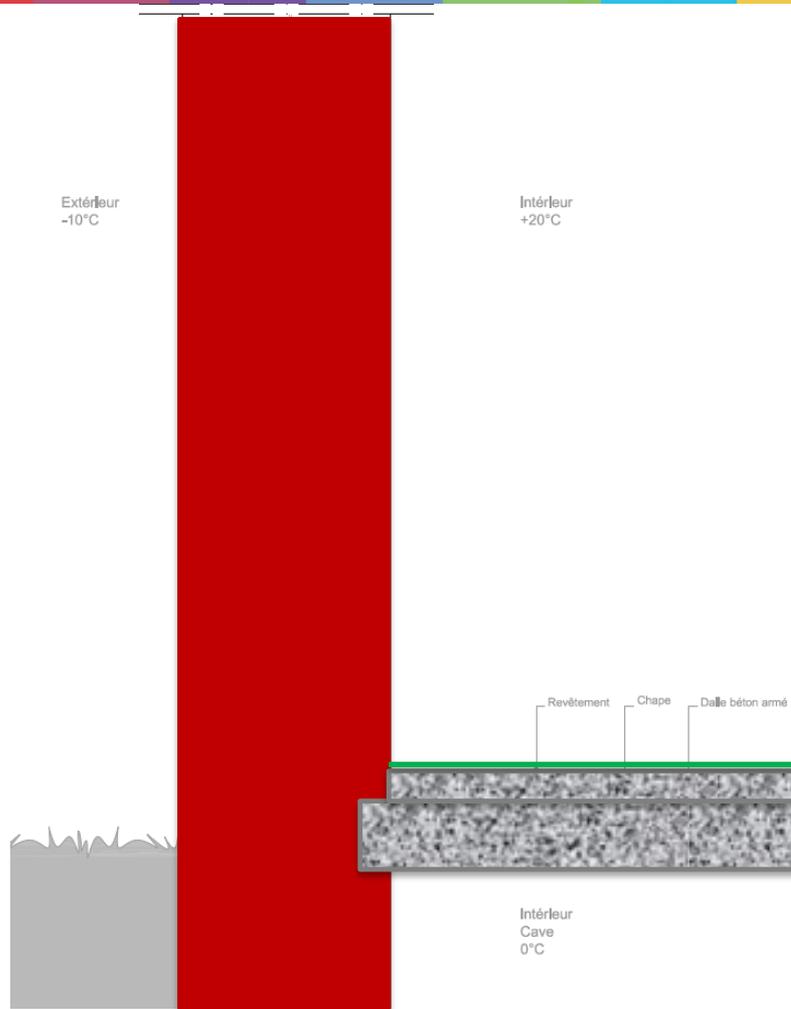
Défi n° 3



Défi 29

**ISOLER LE « MUR PLEIN » :
PAR L'EXTÉRIEUR AVEC UN
SYSTÈME DE BARDAGE BOIS**

SUR LA « PAROI À ISOLER » P08



Une bonne isolation c'est :

La sous-toiture, le pare-pluie, le pare-vent

- ▶ Limitent les infiltrations d'air
- ▶ Protègent le bâtiment des eaux accidentellement infiltrées et des poussières
- ▶ Le plus ouvert possible à la vapeur d'eau

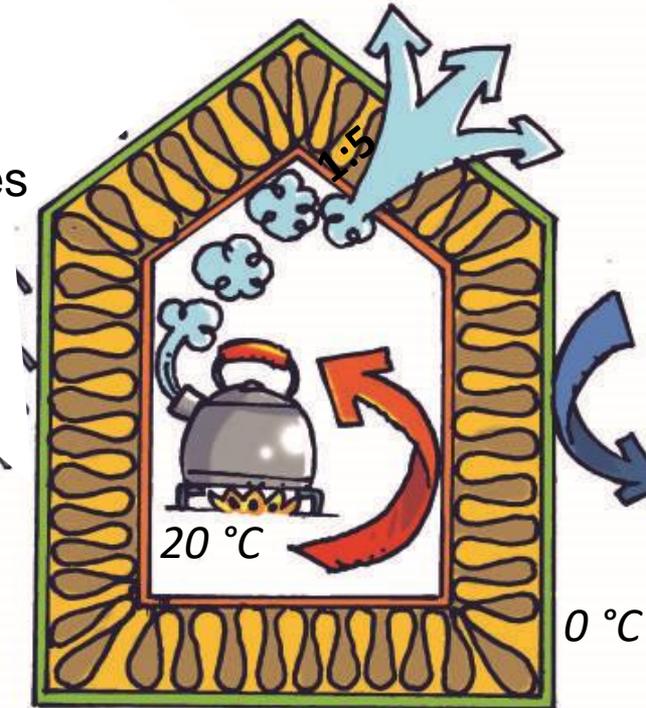
L'isolant

- ▶ Limite les pertes de chaleur en hiver et les surchauffes en été
- ▶ Protège les occupants du bruit extérieur
- ▶ Son efficacité est liée à son épaisseur, à son lambda et à sa continuité (pont thermique)

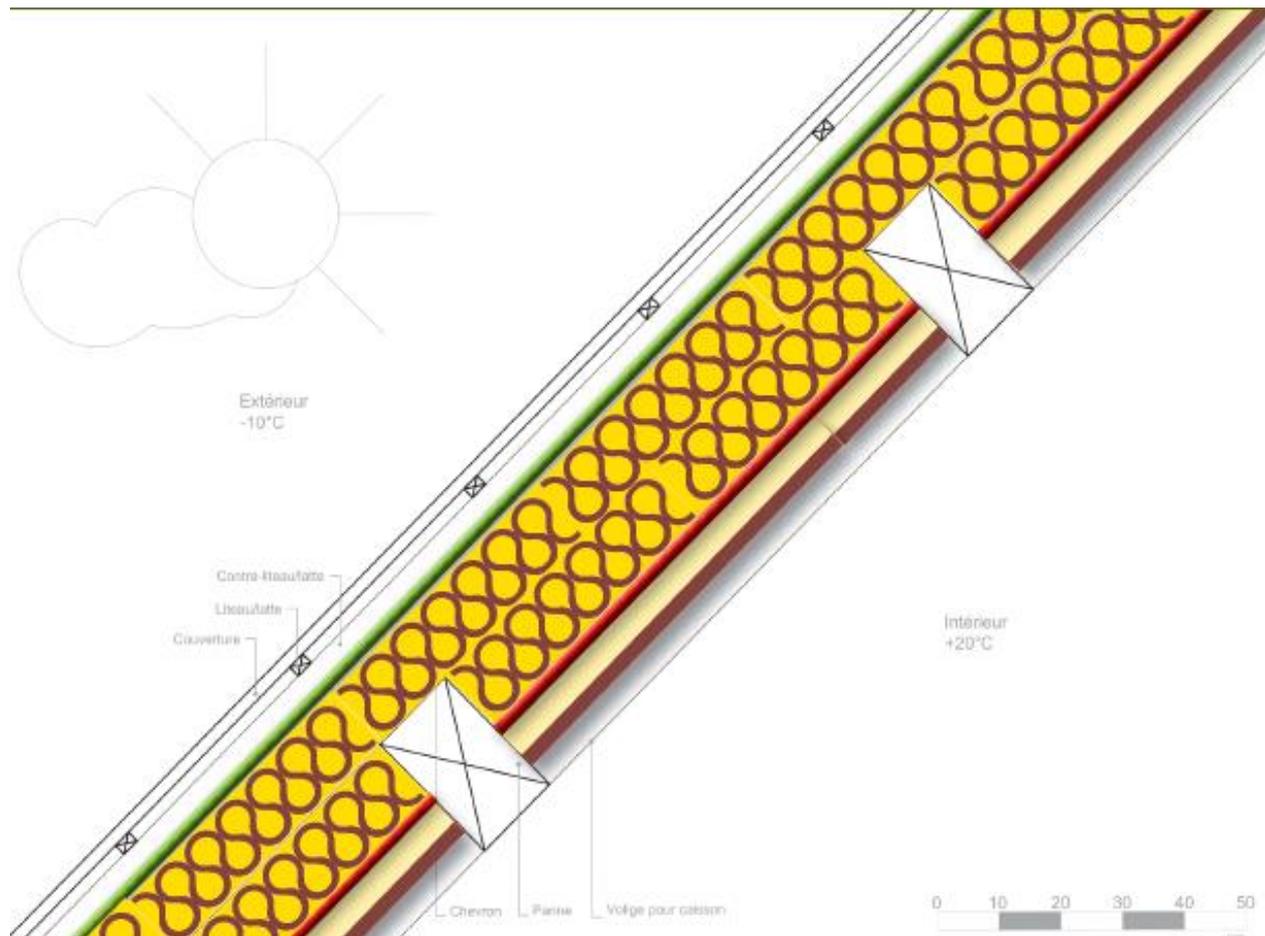
L'étanchéité à l'air et la régulation de la vapeur d'eau

- ▶ Suppriment les courants d'air/fuites d'air chaud
- ▶ Protègent la paroi des condensations internes

Migration vapeur d'eau
non interrompue
de l'int. vers l'ext.
Rapport 1:5

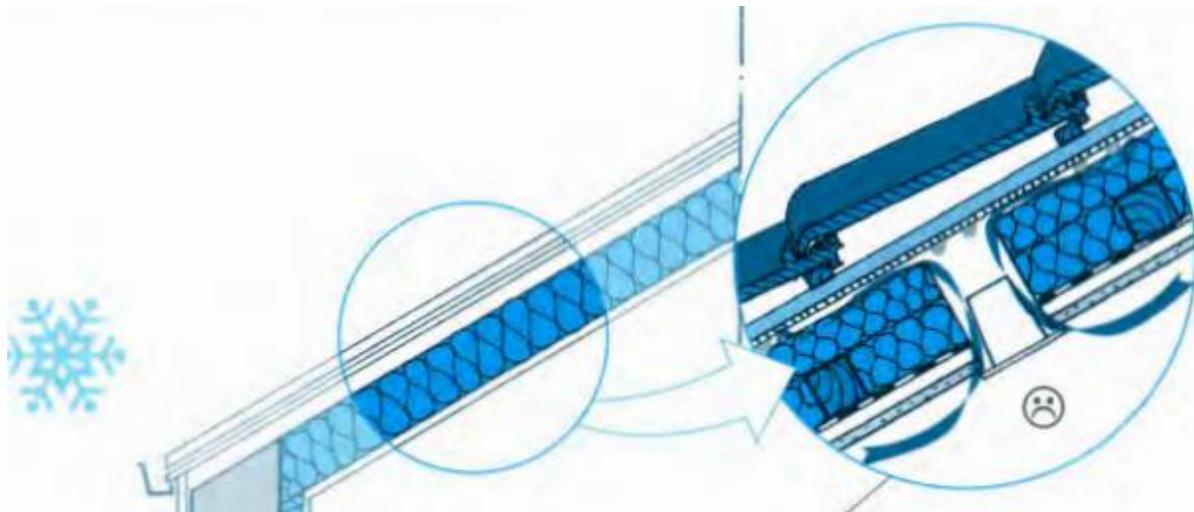


Solution défi n° 1



DASATOP®

Frein-vapeur de rénovation hydrovariable pour une pose en créneaux par l'extérieur



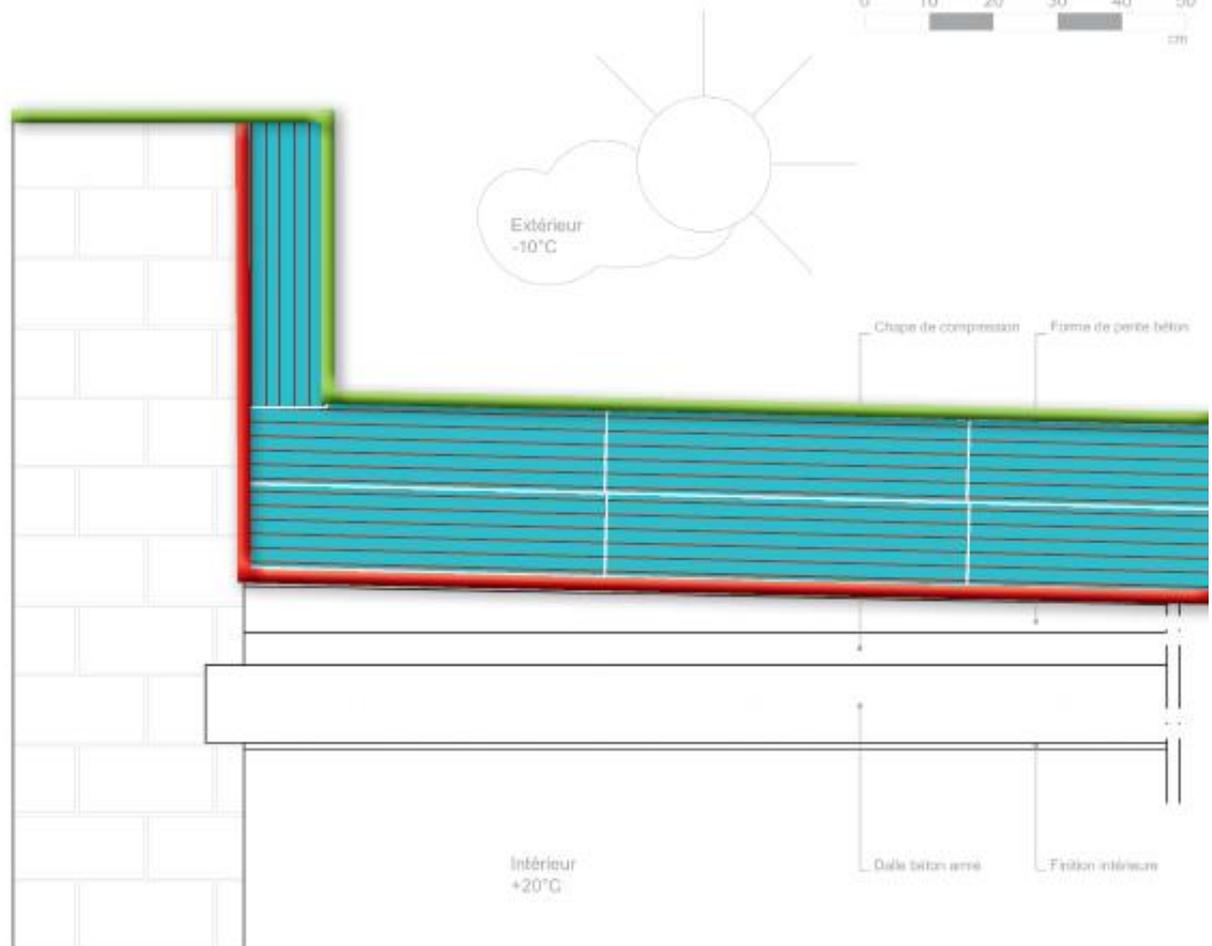
Avec la méthode de pose par en créneau, le frein-vapeur de rénovation hydrovariable pro clima DASATOP est appliqué parallèlement à l'égoût sur le parement intérieur existant, puis amené sur le chevron jusque dans le compartiment suivant. Les raccords étanches à l'air sur les flancs des chevrons, souvent défectueux, deviennent superflus. La pratique a montré que sur des supports droits, il est avantageux de coller d'emblée entre eux les lés de la largeur requise. Cela permet une réalisation particulièrement rapide et facile de l'étanchéité à l'air.

DASATOP se pose sur le parement existant et passe sur chevron jusque dans le compartiment suivant.

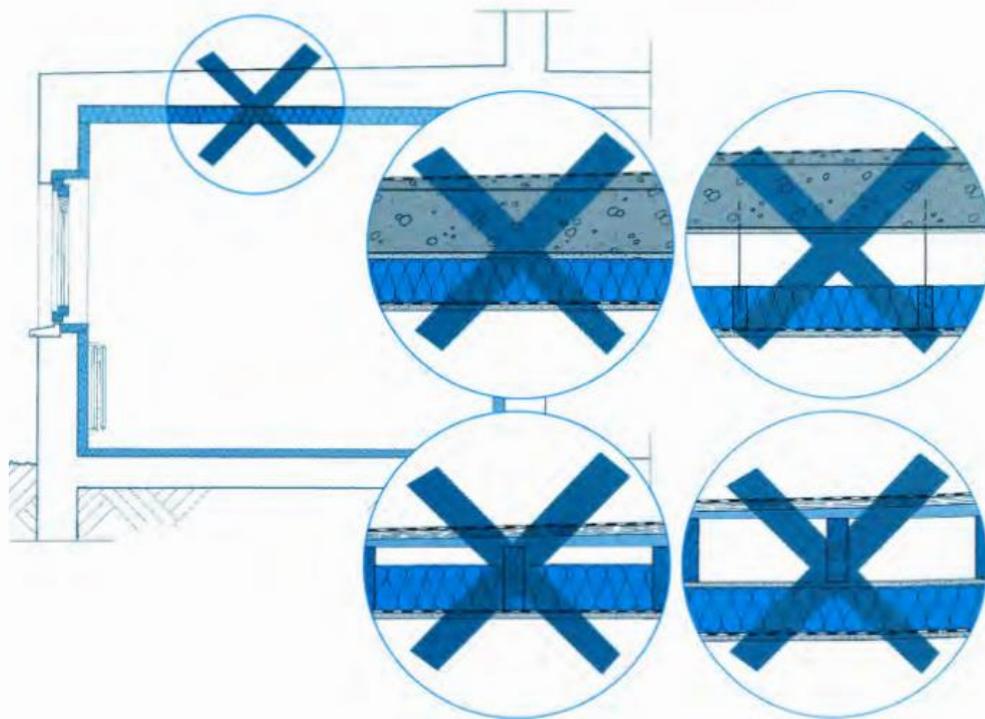
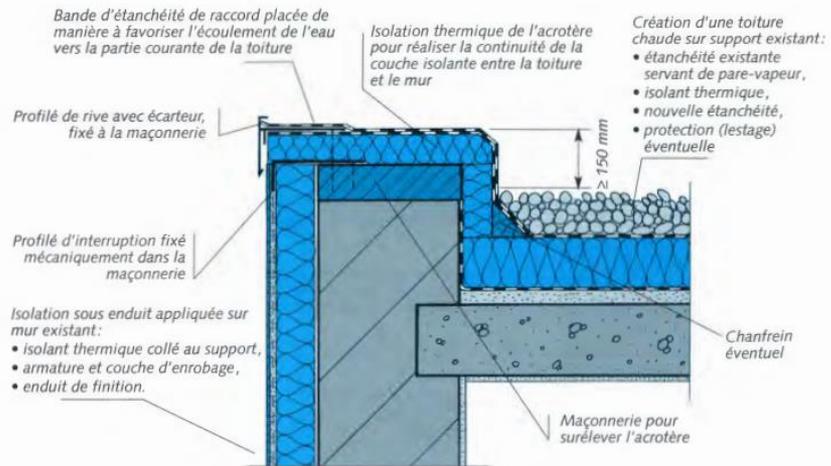
En hiver, après avoir traversé ou contourné l'isolant, l'air humide intérieur entre en contact avec la partie froide de la paroi. Il en résulte un risque important de condensation interne.

La vapeur migre au travers des matériaux poreux. Ce transport de vapeur (appelé diffusion) est en général très lent. La vapeur contenue dans l'air se déplace aussi en même temps que celui-ci. Par contre, ce transport de vapeur (appelé convection) est souvent bien plus important que le transport par diffusion.

Solution défi n° 1



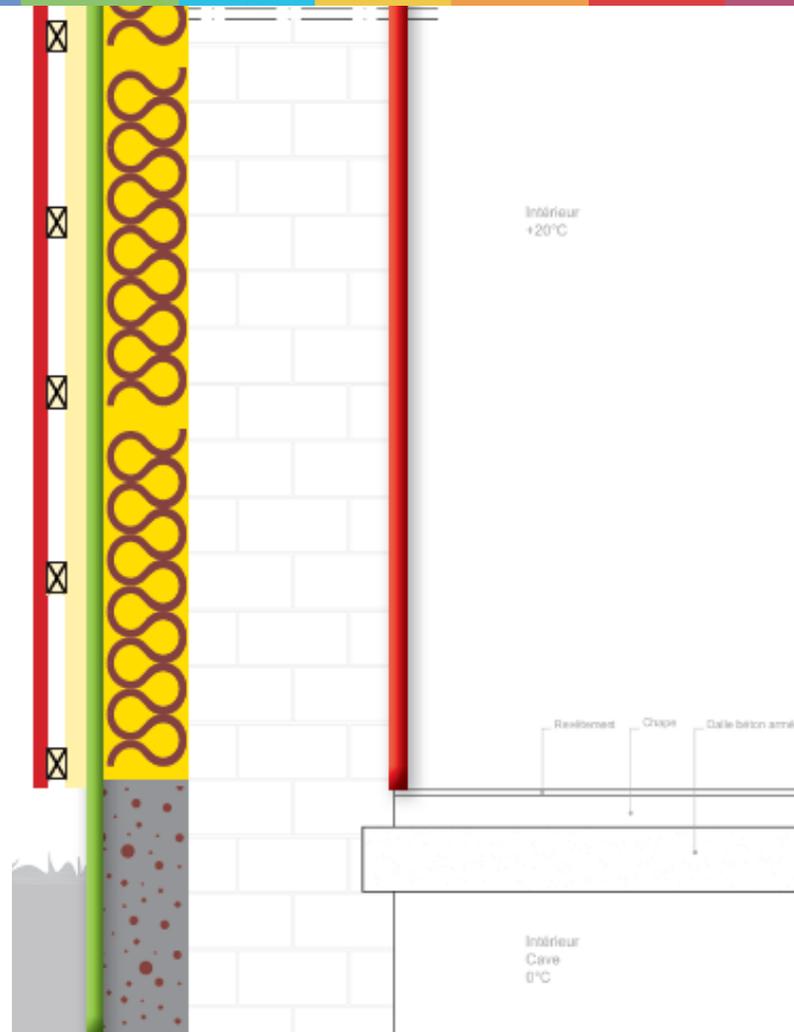
Solution défi n° 2



Solution défi n° 2

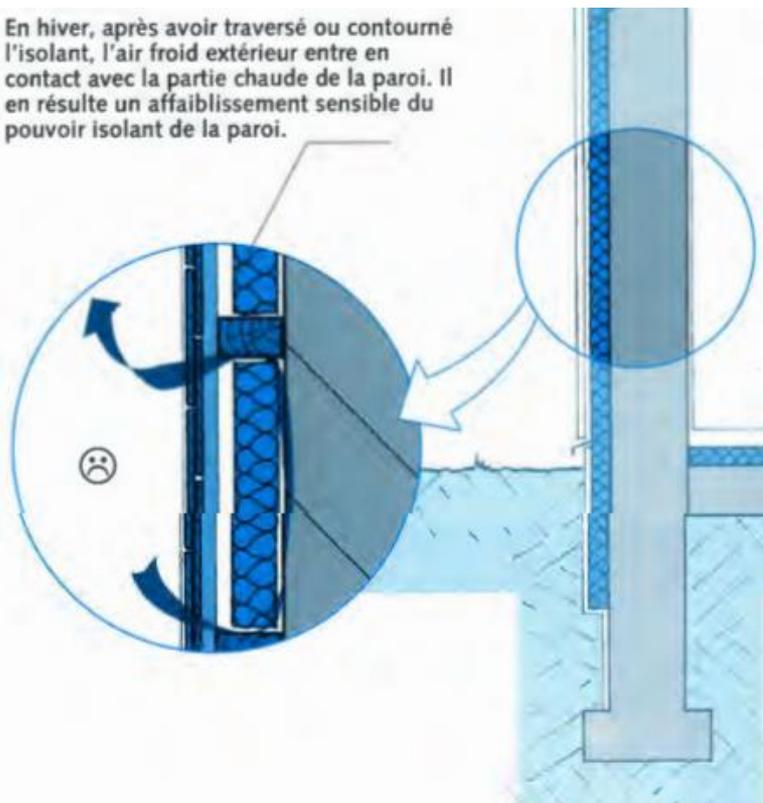
Isolation par l'extérieur d'un mur plein :

- La maçonnerie + plafonnage
=> rôle de frein-vapeur
- Le plafonnage (enduit)
=> rôle d'étanchéité à l'air



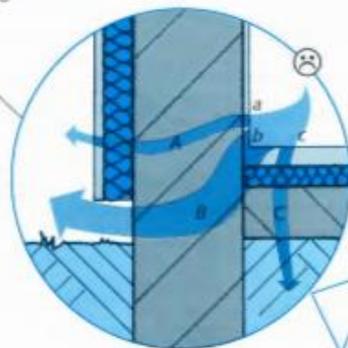
Solution défi n° 3

En hiver, après avoir traversé ou contourné l'isolant, l'air froid extérieur entre en contact avec la partie chaude de la paroi. Il en résulte un affaiblissement sensible du pouvoir isolant de la paroi.



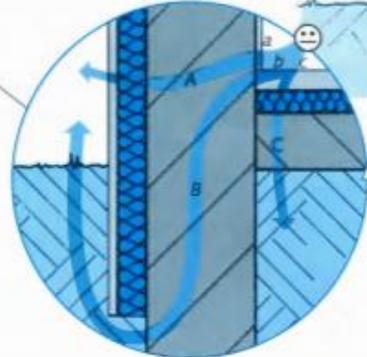
risque de condensation.

La résistance thermique du "chemin" B est beaucoup plus faible que celle des "chemins" A et C. Ainsi, la surface b est plus froide que les surfaces a et c. La vapeur d'eau contenue dans l'air du local se condense (devient liquide) au contact d'une surface froide. Le cas le plus visible est celui de la condensation sur un vitrage en hiver.

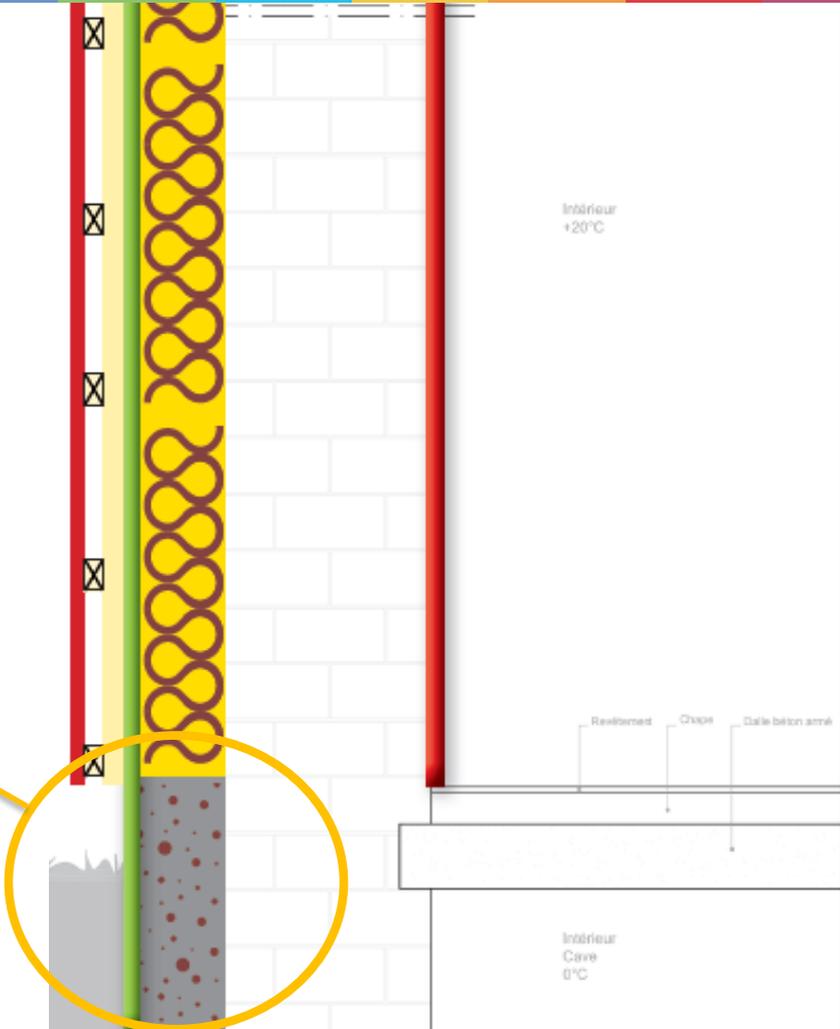


Pont thermique neutralisé = surfaces chaudes = pas de risque de condensation.

Les résistances thermiques des "chemins" A, B et C sont équivalentes. Ainsi, les surfaces a, b et c sont chaudes.



Solution défi n° 3



Solution défi n° 3

Programme

□ Isoler >> bien isoler

1. Pourquoi isole-t-on ?
2. Comment ça marche ?
3. Les notions de base

A vous de jouer : défi isoler une paroi

□ Comment choisir un isolant ?

1. Caractéristiques thermiques
2. Confort d'hiver VS Confort d'été
3. Gestion de l'humidité

A vous de jouer : défi classer des isolants

4. Durabilité
5. Budget
6. Impact sur environnement et santé

A vous de jouer : défi matières

Comment choisir un isolant ?



Cellulose



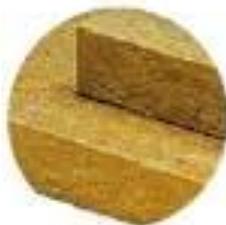
Laine de chanvre



Liège



Laine de verre



Laine de roche



Polystyrène
expansé



Polystyrène
extrudé



Polyuréthane

Selon vous qu'est-ce qui influence le choix d'un isolant ?



La passion de Michel pour le fromage lui avait inexplicablement fait perdre quelques amis.

Le choix de l'isolant

► **Objectif thermique visé**

ex. : pour obtenir la prime, la certification passive...

► **Espace disponible**

= épaisseur maximum

Efficacité thermique minimale de l'isolant

► **Type de paroi isolée**

toit, mur, sol, terre-plein...?

► **Composition de la paroi à isoler**

► **Confort d'été**

Forme/type de l'isolant



Cellulose



Laine de chanvre



Liège



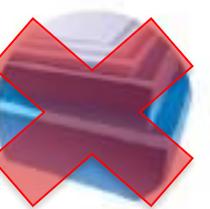
Laine de verre



Laine de roche



Polystyrène



Polystyrène



Polyuréthane

Mais aussi,

- ▶ **Risque d'humidité ou de condensation**
- ▶ **Résistance au feu, aux insectes**
- ▶ **Contraintes mécaniques** (ex. : ...)
- ▶ **Budget - Rapport prix/efficacité**
- ▶ **Choix environnementaux** : impact environnemental, cycle de vie, circuit court...
- ▶ **Impact santé** (ex. : COV)

Aucun isolant idéal en toutes circonstances !!!



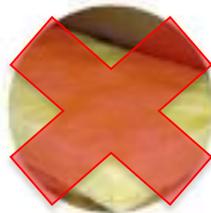
Cellulose



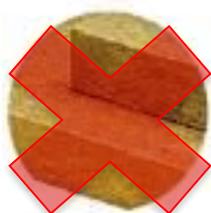
Laine de chanvre



Liège



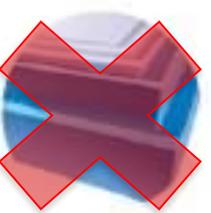
Laine de verre



Laine de roche



Polystyrène



Polystyrène



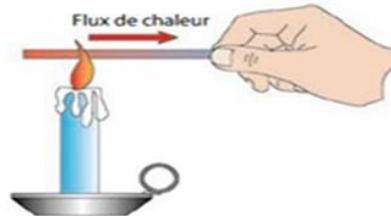
Polyuréthane

Quels sont les 3 modes de transmission de la chaleur ?

1. **Conduction**
2. **Convection**
3. **Rayonnement**

Quand on parle d'isoler un bâtiment, quel est le mode de transmission de la chaleur qui entre principalement en compte ?

Conduction





1. Citez les caractéristiques physiques qui peuvent entrer en compte quand on doit choisir un isolant



1.1. Conductivité thermique



Le « **Lambda** » = capacité du matériau à **conduire** la chaleur

λ faible (\searrow) = Isolant performant 😊

Air sec et immobile : 0,026 W/m.°K

eau : 0,6 W/m.°K

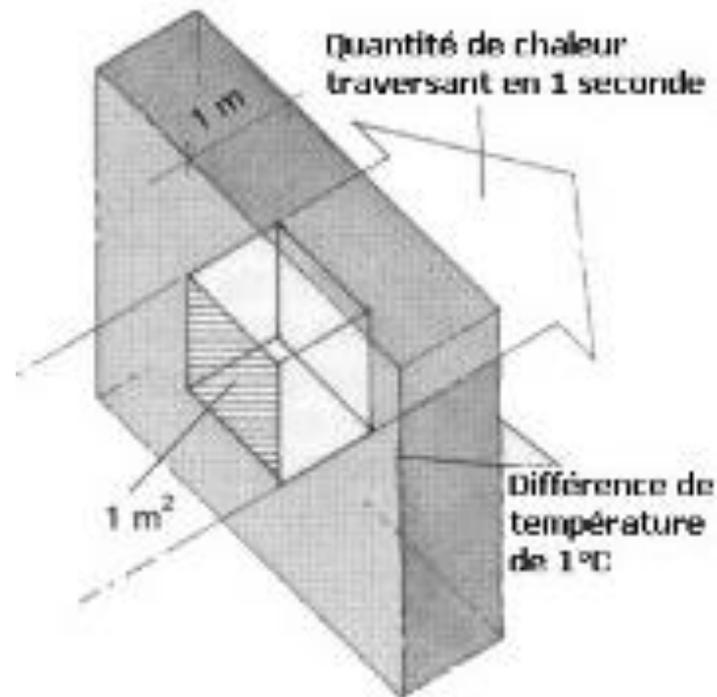
Caractérise la matière >> ex. : la laine minérale de marque x

1.1. Conductivité thermique



S'exprime en $W/(m.K)$
watt par mètre par degré Kelvin)

La valeur lambda d'un matériau indique la **quantité de chaleur** qui traverse, **en 1 seconde, 1 m³ de ce matériau**, pour une **différence de température de 1 °C**



1.1. Conductivité thermique : mesure

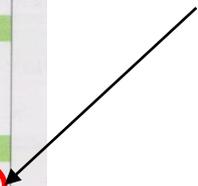


D'autres vidéos sur : <https://www.fai-re.eu/8-nouvelles-vidéos-outils-pour-la-Mallette-a-Isolation.html>

Types d'isolant	Conductivité thermique (W/m.K)
Produits alvéolaires	
Matières plastiques alvéolaires	
Polystyrène expansé (PSE)	0,032 à 0,038
Polystyrène extrudé (XPS)	0,029 à 0,037
Mousse de polyuréthane (PUR)	0,022 à 0,027
Complexe de doublage (plâtre + PSE)	0,032 à 0,038
Complexe de doublage (plâtre + XPS)	0,029
Complexe de doublage (plâtre + PUR)	0,023
Verre cellulaire	0,038 à 0,055
Isolants minéraux	
Laine de roche	0,032 à 0,040
Laine de verre	0,030 à 0,040
Laine de verre à souffler	0,050
Complexe de doublage (plâtre + laine de verre)	0,034 à 0,035
Complexe de doublage (plâtre + laine de roche)	0,034 à 0,035
Argile expansée	0,10 à 0,16
Perlite	0,050 à 0,060
Vermiculite	0,060 à 0,080
Isolants à base végétale ou animale	
Chanvre	0,039 à 0,042
Lin	0,037 à 0,038
Liège expansé	0,032 à 0,045
Laine de mouton	0,035 à 0,042
Ouate de cellulose	0,035 à 0,045
Plumes de canard	0,033 à 0,042
Fibres de bois	0,035 à 0,049
Fibres de coco	0,037 à 0,040
Fibragglos	0,09 à 0,10
Laine de coton	0,037 à 0,040
Laine de bois	0,040 à 0,050
Paille	0,055
Éléments constructifs monomur	
Blocs de béton cellulaire	0,08 à 0,11
Blocs de terre cuite à alvéoles verticales vides	0,12 à 0,18
Blocs de terre cuite à alvéoles verticales isolées	0,08 à 0,09
Blocs de pierre ponce	0,09 à 0,18
Isolants à base d'aérogel	
Matelas d'aérogel	0,013
Panneaux isolants sous vide (PIV)	0,004 à 0,005

Tableau de conductivité thermique de divers types d'isolants

« Super » isolants



Conductivité des matériaux de construction

Rang	Matériau	Conductivité W/mK
1	Polyuréthane	0,022
2	Fibre de bois SteicoTherm	0,04
3	PSE extrudé	0,04
4	Laine de verre	0,04
5	PSE expansé	0,04
6	Laine de roche	0,044
7	Liège	0,05
8	Béton cellulaire	0,09
9	Laine de bois	0,1
10	Panneau OSB	0,12
11	Bois Sapin	0,15
12	Plaque de plâtre	0,25
13	Plâtre carreaux	0,25
14	Bois Chêne	0,29
15	Brique pleine	0,74
16	Pierre	1,7
17	Béton plein	1,8
18	Acier	50
19	Aluminium	230
20	Cuivre	380

Tableau de conductivité thermique de divers types de matériaux

Conductivité des matériaux de construction

Rang	Matériau	Conductivité W/mK
1	Polyuréthane	0,022
2	Fibre de bois SteicoTherm	0,04
3	PSE extrudé	0,04
4	Laine de verre	0,04
5	PSE expansé	0,04
6	Laine de roche	0,044

Tableau de conductivité thermique de divers types de matériaux

Béton cellulaire

0,09

10	Panneau OSB	0,12
11	Bois Sapin	0,15
12	Plaque de plâtre	0,25
13	Plâtre carreaux	0,25
14	Bois Chêne	0,29
15	Brique pleine	0,74
16	Pierre	1,7
17	Béton plein	1,8
18	Acier	50
19	Aluminium	230
20	Cuivre	380

Peut-on le considérer comme un isolant ?

Conductivité des matériaux de construction

Rang	Matériau	Conductivité W/mK
1	Polyuréthane	0,022
2	Fibre de bois SteicoTherm	0,04
3	PSE extrudé	0,04
4	Laine de verre	0,04
5	PSE expansé	0,04
6	Laine de roche	0,044

Béton cellulaire

0,09

NON

10	Panneau OSB	0,12
11	Bois Sapin	0,15
12	Plaque de plâtre	0,25
13	Plâtre carreaux	0,25
14	Bois Chêne	0,29
15	Brique pleine	0,74
16	Pierre	1,7
17	Béton plein	1,8
18	Acier	50
19	Aluminium	230
20	Cuivre	380

Tableau de conductivité thermique de divers types de matériaux

Un matériau est considéré comme isolant s'il a un λ inférieur à 0,065 W/m.K

Conductivité des matériaux de construction

Rang	Matériau	Conductivité W/mK
1	Polyuréthane	0,022
2	Fibre de bois SteicoTherm	0,04
3	PSE extrudé	0,04
4	Laine de verre	0,04
5	PSE expansé	0,04
6	Laine de roche	0,044

Tableau de conductivité thermique de divers types de matériaux

Béton cellulaire

0,09

NON

10	Panneau OSB	
11	Bois Sapin	
12	Plaque de plâtre	
13	Plâtre carreaux	
14	Bois Chêne	
15	Brique pleine	
16	Pierre	
17	Béton plein	
18	Acier	50
19	Aluminium	230
20	Cuivre	380

0,02 W/(m.K) :
super bon
isolant

0,035 W/(m.K) :
bon isolant

0,15 W/(m.K) :
matériau de
type bois

0,20 W/(m.K) :
matériau non
isolant

λ





Description

Matériau d'isolation thermique fibreuse pour l'insufflation et le soufflage ouvert. A base de journaux non-lus. Comprend des additifs comme protection contre l'incendie, les moisissures et les insectes.

Application

- Insufflation des murs, toitures et sols.
- Soufflage ouvert sur les sols de grenier non praticables et les voûtes.
- Convient pour les nouvelles constructions, les rénovations ainsi que pour la préfabrication.

Principaux avantages de l'isolation à insuffler ISOPROC

- Action isolante optimale grâce au placement sans interstices. Réduction significative des courants de convection grâce à l'effet freinant des fibres de cellulose.
- Placement rapide. Pas de mes
- i3 est produite à base de papier transformé et fabrication e
- La résistance au feu des const équivalente ou même meilleur synthétiques.
- Protège également contre le t

Caractéristiques technique

Densité*
Valeur lambda déclarée λ_0
Teneur en humidité
Capacité calorifique
Coefficient diffusion de vapeur
Classe de réaction au feu (EN 13501-1)
Classe de réaction au feu (DIN 4102-1)
Emballage standard
Comportement électrique
Autorisations

Densité*

Valeur lambda déclarée λ_0

Teneur en humidité

Capacité calorifique

B-S2, D0
B2
Sacs de 12,5kg ; 30 sacs par palette.
Electrostatiquement et électriquement neutre.
ETA 13/0526; banque de données EPB.

* voir consignes de mise en œuvre pour la densité à respecter en fonction de l'application.

Production et traitement

Après déchiquetage du papier journal, des additifs sont ajoutés comme protection contre le feu, les insectes et les moisissures. La suite du processus transforme le papier en fibres tridimensionnelles. Les flocons sont ensuite comprimés et emballés dans des sacs de 12,5 kg.

Sur chantier, ou à l'atelier si préfabrication, les flocons sont décompactés avec une machine à insuffler. Partuyau et flux d'air, ils sont transportés au bon endroit sur le chantier: les flocons sont insufflés dans des compartiments fermés (par ex. entre la soustiture et l'écran frein-vapeur) ou soufflés ouvert (par ex. sur les sols de greniers).

i3 ne peut être placée que par des entrepreneurs formés et certifiés. Consultez www.i3cellulose.be pour une liste des souffleurs agréés ISOPROC.

Où trouver le lambda ?

Insufflée	Soufflée
35 – 55 kg/m ³	20 – 35
0,038 W/(m.K)	
7 – 10% lors de la mise en œuvre	
±2000 J/(kg.K)	

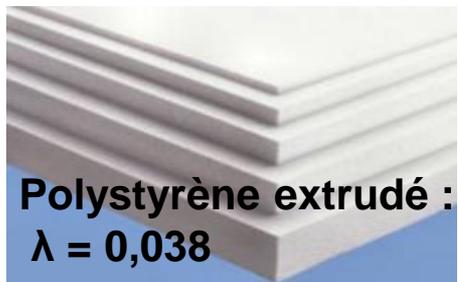
Sur la fiche technique de l'isolant

La valeur λ d'un matériau
ne varie pas selon
l'épaisseur de celui-ci





- 40 mm
- 80 mm
- 140 mm



- 20 mm
- 60 mm
- 100 mm



- 40 mm
- 60 mm
- 80 mm

Lequel choisir ?



λ ne varie pas selon l'épaisseur

Pour choisir un isolant, le **lambda** ne suffit pas !

Il faut aussi prendre en compte **l'épaisseur**

1.2. Sa résistance thermique



Le « R » = la **résistance** au passage de la chaleur par conduction thermique
= capacité à garder la chaleur à l'intérieur

R élevé (↗) = Isolant performant 😊

$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda}$$

Épaisseur en mètre
du matériau
(en mètre)

Valeur lambda
du matériau

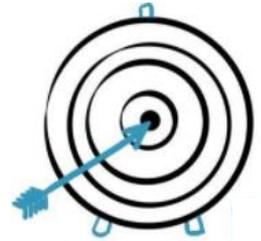
Caractérise le matériau en tant que « produit placé »
>> ex. : un panneau de 10 cm de laine minérale de marque x

1.2. Sa résistance thermique



S'exprime en $m^2.K/W$
mètre carré et Kelvin par watt

$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda}$$



Plus il y a d'isolant dans une paroi, plus celle-ci est isolée

La performance de la couche d'isolant est donc fonction du λ de l'isolant choisi et de l'épaisseur placée.

$$R = \frac{e_{(m)}}{\lambda}$$



→ 40 mm

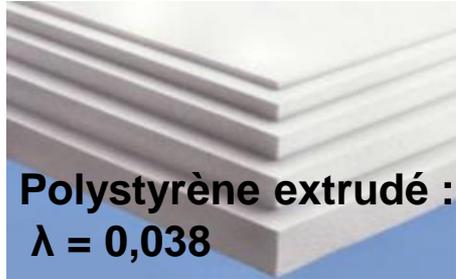
→ 0,04/0,042 = 0,952

→ 80 mm

→ 0,08/0,042 = 1,904

→ 140 mm

→ 0,14/0,042 = 3,333



→ 20 mm

→ 0,02/0,038 = 0,526

→ 60 mm

→ 0,06/0,038 = 1,578

→ 100 mm

→ 0,10/0,038 = 2,631



→ 40 mm

→ 0,04/0,025 = 1,600

→ 60 mm

→ 0,06/0,025 = 2,400

→ 80 mm

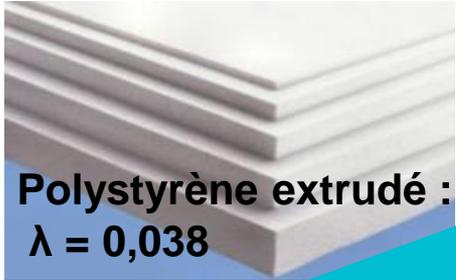
→ 0,08/0,025 = 3,200



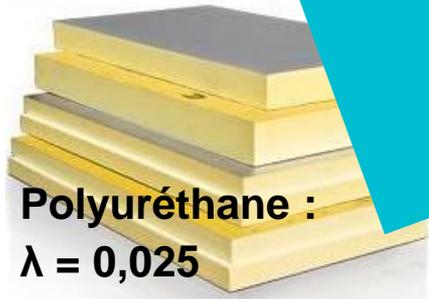
$$R = \frac{e_{(m)}}{\lambda}$$



40 mm	$0,04/0,042 =$	0,952
80 mm	$0,08/0,042 =$	1,904
140 mm	$0,14/0,042 =$	3,333



20 mm	$0,02/0,038 =$	0,526
50 mm	$0,05/0,038 =$	1,578
100 mm	$0,10/0,038 =$	2,631



40 mm	$0,04/0,025 =$	1,600
60 mm	$0,06/0,025 =$	2,400
80 mm	$0,08/0,025 =$	3,200

Plus R est grand, plus la couche est isolante thermiquement



Pour $R=3,15$

10 cm
d'isolant ISOMOB 32
($\lambda=0,032$ W/mK)

= **28 cm**
de béton cellulaire
($\lambda=0,09$ W/mK)

= **56 cm**
de bois
($\lambda=0,18$ W/mK)

= **233 cm**
de briques
($\lambda=0,74$ W/mK)

= **504 cm**
de béton
($\lambda=1,6$ W/mK)

456 × 387



Comment améliorer la Résistance thermique ?

Comment améliorer la Résistance thermique ?



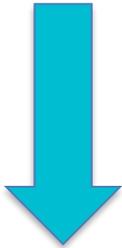
1. Agir sur l'épaisseur (pour un même matériau)

$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda}$$

$$e = 6 \text{ cm}$$
$$\lambda = 0,04$$

$$R = \frac{0,06}{0,04} = 1,5$$

$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda}$$



e = 10 cm

$$\lambda = 0,04$$

Augmenter l'épaisseur
de l'isolant entraîne
l'accroissement de R

$$R = \frac{0,10}{0,04} = 2,5$$

Comment améliorer la Résistance thermique ?



2. Agir sur le lambda (pour une même épaisseur = changer le matériau)

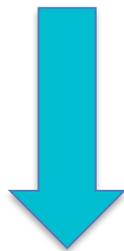
$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda}$$

λ

$$e = 10 \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,04$$

$$R = \frac{0,10}{0,04} = 2,5$$



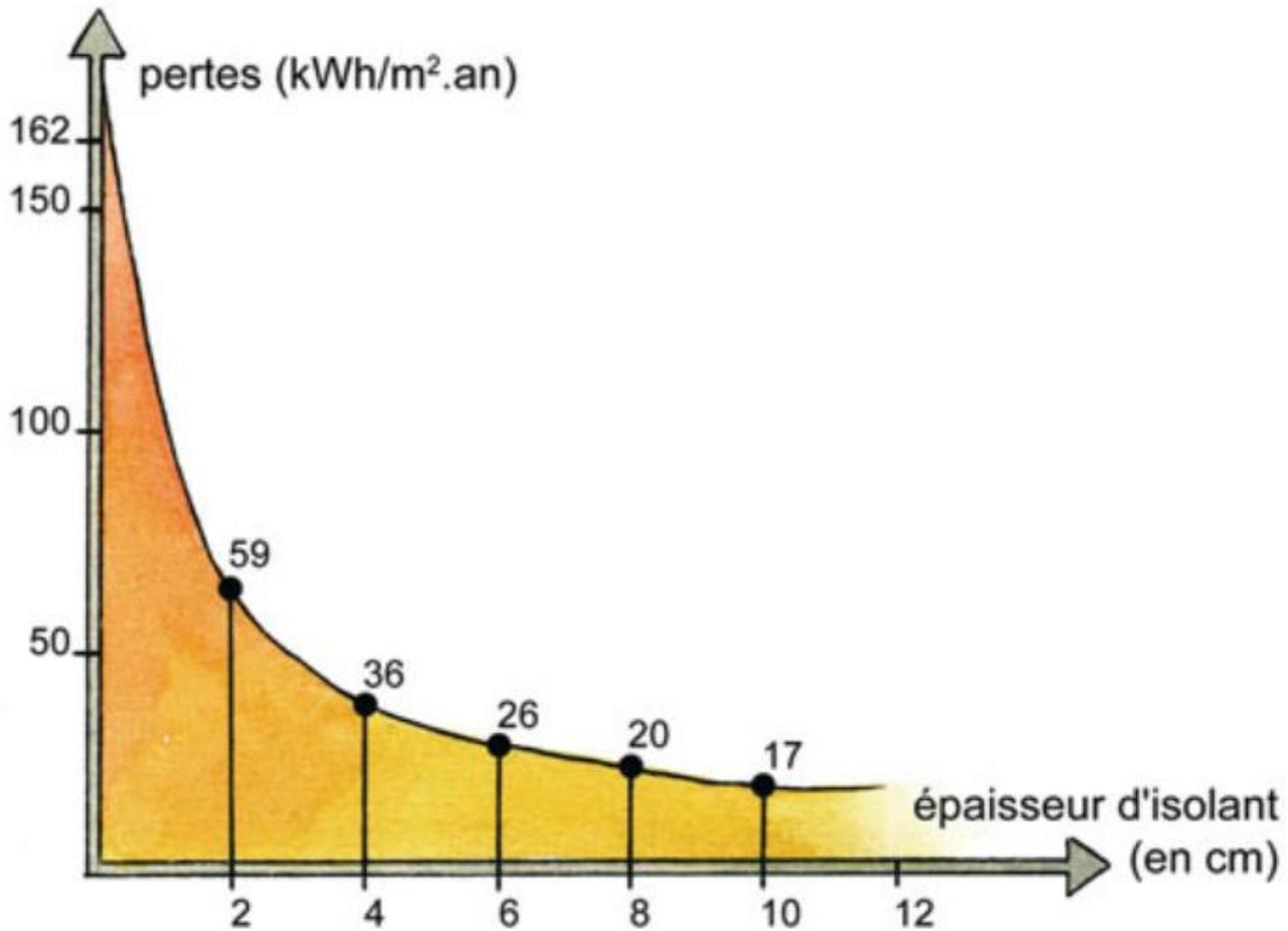
Choisir un isolant ayant un meilleur lambda (plus faible)

$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda}$$

$$e = 10 \text{ cm}$$

$$\lambda = 0,03$$

$$R = \frac{0,10}{0,03} = 3,3$$



Comment trouver l'épaisseur d'isolant à placer selon l'objectif de résistance thermique souhaité ?

$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda} \quad \longrightarrow \quad e = \text{????}$$

Comment trouver l'épaisseur d'isolant à placer selon l'objectif de résistance thermique souhaité ?

$$m^2 \cdot K/W \quad R = \frac{e_{(m)}}{\lambda}$$



$$e_{(m)} = R * \lambda$$

Objectif thermique=> R

Conduction thermique
de l'isolant choisi

A vous de jouer...



Pour isoler mon plancher de grenier, **je dispose de 250 mm** (gîtes de 175 mm + chevrons de 75mm).

Je souhaite utiliser de la **ouate de cellulose en vrac ayant un coefficient de conduction thermique de 0,040 W/m.°K**

Pourrais-je bénéficier de la prime à isolation de 15 €/m² qui est accordée quand la **résistance thermique de l'isolant placé est supérieure ou égale à 4,5 m².°K/W?**

- A. Oui
- B. Non
- C. Cela dépend de l'orientation du toit



TOTO SI J'AI TROIS
POMMES À DIVISER EN
SEPT PARTIES ÉGALES.
QUE DOIS-JE FAIRE ??

DE LA COMPOTE MADAME !

A vous de jouer...

Pour isoler mon plancher de grenier, je dispose de **250 mm** (gîtes de 175 mm + chevrons de 75mm).

Je souhaite utiliser de la ouate de cellulose en vrac ayant un coefficient de conduction thermique **de 0,040 W/m.°K**

Pourrais-je bénéficier de la prime à isolation de 15 €/m² qui est accordée quand la résistance thermique de l'isolant placé est supérieure ou égale à **4,5 m².°K/W**?

$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda}$$

$$e = 250 \text{ mm} = 0,25 \text{ m}$$

$$\lambda = 0,04 \text{ w/m.K}$$

Prime si $R > 4,5 \text{ m}^2.\text{K/W}$

$$R = \frac{0,25}{0,04} = 6,25 \text{ m}^2.\text{K/W}$$

A. Oui

B. Non

C. Cela dépend de l'orientation du toit



TOTO Si j'ai trois
POMMES À DIVISER EN
SEPT PARTIES ÉGALES.
QUE DOIS-JE FAIRE ??

DE LA COMPOTE MADAME !

A vous de jouer...

Pour bénéficier d'une prime isolation, je dois placer un isolant ayant une

résistance thermique supérieure ou égale à $5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

je choisis un matelas de **laine de chanvre**

>> **Coefficient de transmission thermique de $0,05 \text{ W/m} \cdot \text{K}$**

Quelle épaisseur minimum dois-je placer ?



A. 30 cm

B. 25 cm

C. Beaucoup trop

A vous de jouer...

Pour bénéficier d'une prime isolation, je dois placer un isolant ayant une résistance thermique supérieure ou égale à **5 m².°K/W**

je choisis un matelas de laine de chanvre >> Coefficient de transmission thermique de **0,05 W/m.°K**

Quelle **épaisseur minimum** dois-je placer?

$$e_{(m)} = R * \lambda$$

e minimum = ?? m

$\lambda = 0,05 \text{ w/m.K}$

Prime si $R \geq 5 \text{ m}^2.\text{K/W}$

$$e_{(m)} = 5 * 0,05 = 0,25 \text{ m} = 25 \text{ cm}$$



- A. 30 cm
- B. 25 cm**
- C. Beaucoup trop

Où trouver le λ et R ?

Sur l'étiquette se trouvant sur l'emballage



ou www.epbd.be

Où trouver le λ et R ?

 <p> SAINT-GOBAIN ISOVER Les Miroirs - 92096 LA DEFENSE CEDEX Année apposition marquage CE / 03 DoP n°0001-04 Code d'identification unique 01 01 02 www.isover.fr/DOP-0001-04.pdf MW - EN 13162 : 2012 - T1 - AFR4 </p>		
R_D m ² .KW 5,00	λ_D W/(m.K) 0,040	Euroclasse F
Epaisseur mm 200	Longueur m 4,50	Largeur m 1,20
m ² /colis 5,40	Pièces/colis 1	
Isolation Thermique des Bâtiments (ITI B) IBR revêtu Kraft		

λ

R

e

D'autres infos?

		
<p>SAINT-GOBAIN ISOVER Les Miroirs - 92096 LA DEFENSE CEDEX Année apposition marquage CE / 03 DoP n°0001-04 Code d'identification unique 01 01 02 www.isover.fr/DOP-0001-04.pdf MW - EN 13162 : 2012 - T1 - AFR4</p>		
R_D m ² .KW 5,00	λ_D W/(m.K) 0,040	Euroclasse F
Epaisseur mm 200	Longueur m 4,50	Largeur m 1,20
m^2 /colis 5,40	Pièces/colis 1	
Isolation Thermique des Bâtiments (ThiB) IBR revêtu Kraft		

1.3 Le coefficient de transmission thermique



Le « **U** » = La capacité de l'ensemble de la paroi à **conduire** la chaleur
=> Caractérise l'ensemble de la paroi

U faible (\searrow) = Paroi performante



Caractérise la performance d'une paroi composée de différents matériaux

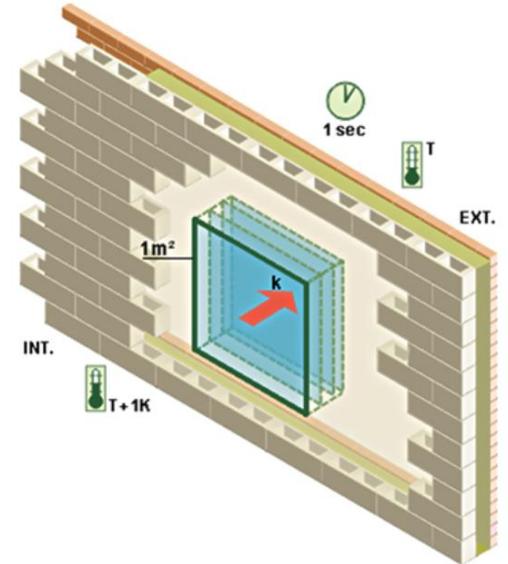
1.3 Le coefficient de transmission thermique



S'exprime en W/m^2K
Watt par mètre carré et Kelvin

$$U = \frac{1}{R_{tot}}$$

la quantité de chaleur (flux de chaleur) traversant une paroi en régime permanent, par unité de temps, par unité de surface et par unité de différence de température entre les ambiances situées de part et d'autre de la paroi.



Élément de construction		U_{max} [W/m ² K]
Parois délimitant le volume protégé		
Toitures et plafonds		0.24
Murs (1)		0.24
Planchers (1)		0.24
Portes et portes de garage		2.00
Fenêtres :		
- Ensemble châssis et vitrage		1.50
- Vitrage uniquement		1.10
Murs-rideaux :		
- Ensemble châssis et vitrage		2.00
- Vitrage uniquement		1.10
Parois transparentes/translucides autres que le verre :		
- Ensemble châssis et partie transparente		2.00
- Partie transparente uniquement (ex : coupole de toit en polycarbonate,...)		1.40
Briques de verre		2.00
Parois entre 2 volumes protégés situés sur des parcelles adjacentes (2)		1.00
Parois opaques à l'intérieur du volume protégé ou adjacentes à un volume protégé sur la même parcelle (3)		1.00

La PEB impose des niveaux d'isolation → U_{max} par type de paroi

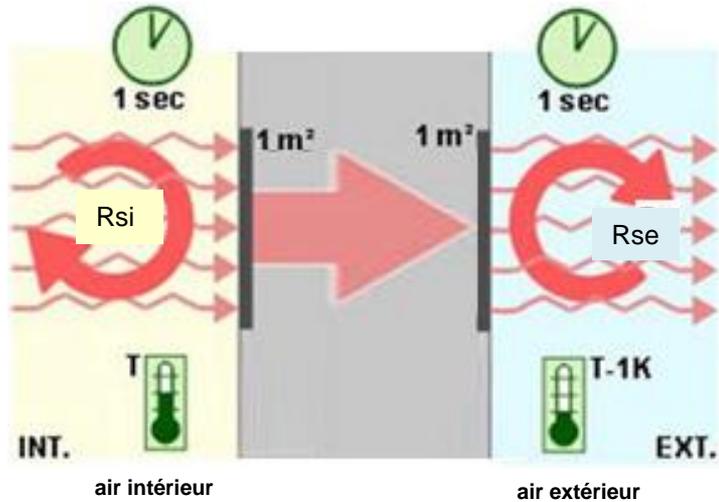


Cette exigence influence directement les épaisseurs d'isolation

Élément de construction	U_{max} [W/m ² K]
Parois délimitant le volume protégé	
Toitures et plafonds	0.24
Murs (1)	0.24

- Vitrage uniquement	1.10
Murs-rideaux : - Ensemble châssis et vitrage - Vitrage uniquement	2.00 1.10
Parois transparentes/translucides autres que le verre : - Ensemble châssis et partie transparente - Partie transparente uniquement (ex : coupole de toit en polycarbonate,...)	2.00 1.40
Briques de verre	2.00
Parois entre 2 volumes protégés situés sur des parcelles adjacentes (2)	1.00
Parois opaques à l'intérieur du volume protégé ou adjacentes à un volume protégé sur la même parcelle (3)	1.00

Pour un mur, la réglementation (WI) impose un U_{max} de 0,24 W/m²K



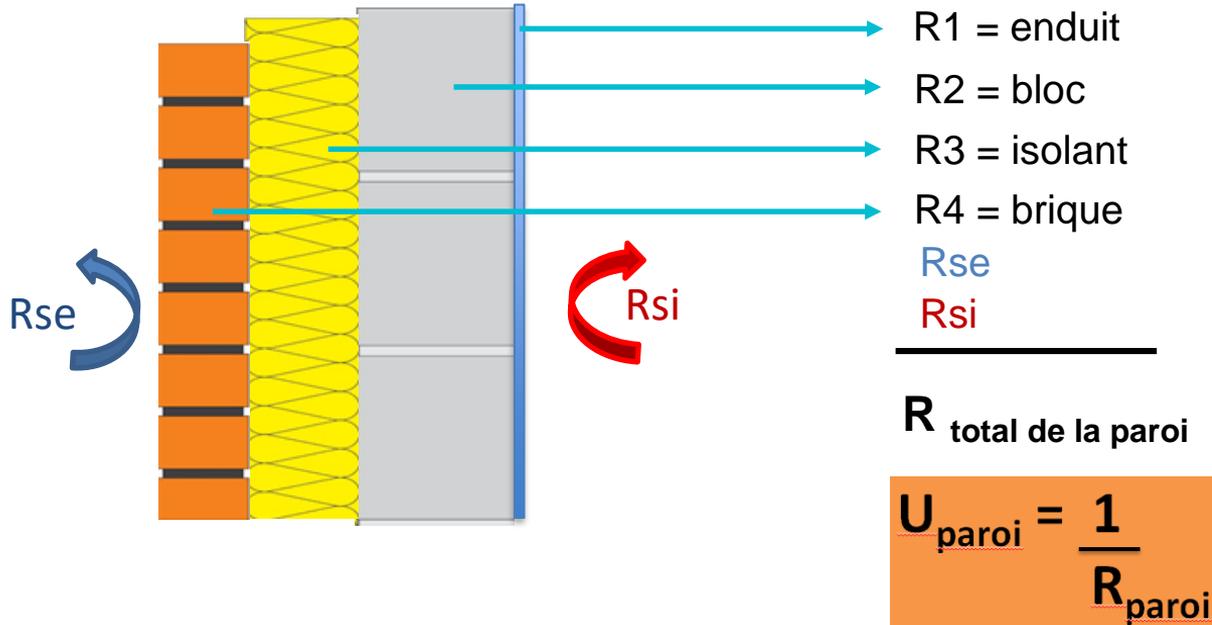
Il faut donc calculer !!

1. La résistance thermique de chaque couche de la paroi (matériau différent) = R_1, R_2, R_3, \dots
2. La résistance thermique superficielle de l'air au niveau du parement
 - Intérieur = R_{si}
 - Extérieur = R_{se}
3. Les additionner $R_{\text{tot paroi}}$
4. Calculer le $U_{\text{tot paroi}}$

$$U = \frac{1}{R}$$

Élément de construction		$U_{\text{max}} [\text{W}/\text{m}^2\text{K}]$
Parois délimitant le volume protégé		
Toitures et plafonds		0.24
Murs (1)		0.24

Paroi composée de plusieurs couches...



U_{max} de 0,24 W/m²K pour les murs (PEB)

Que connaît-on ?

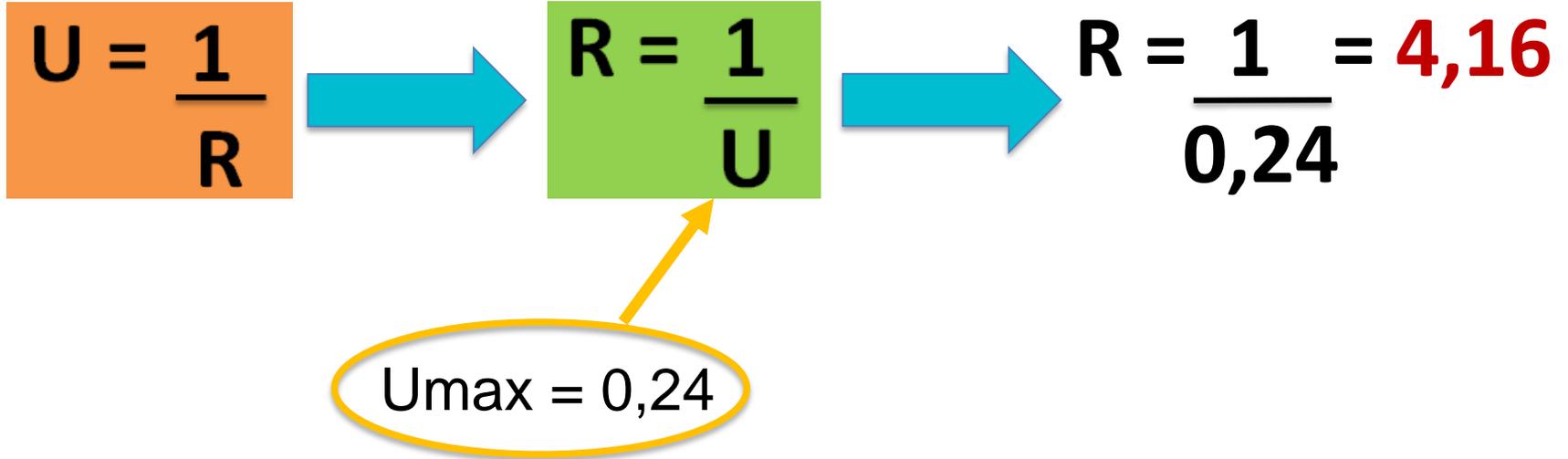
$$R = \frac{e_{(m)}}{\lambda}$$

$$U = \frac{1}{R}$$

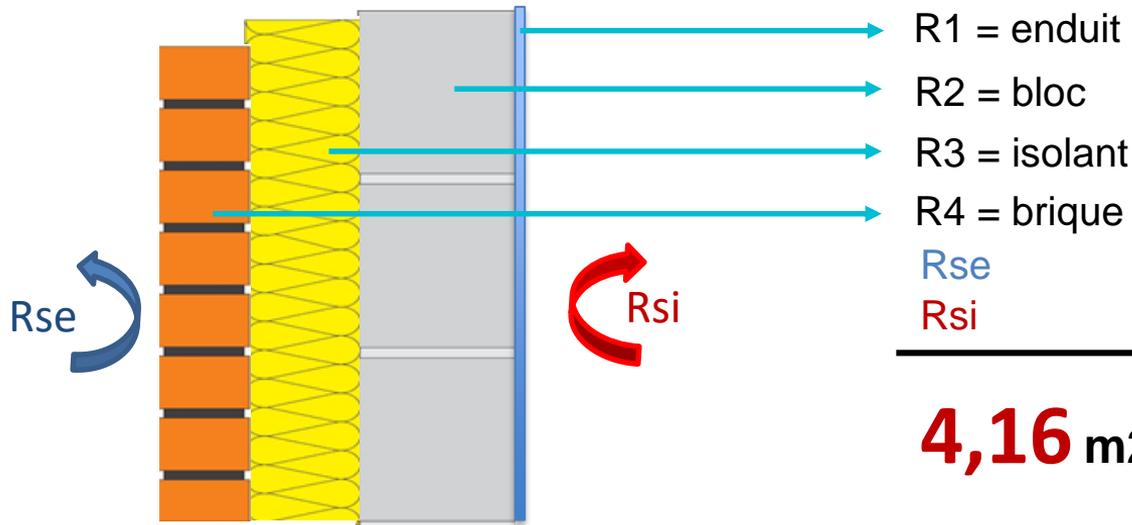
On peut trouver λ dans les fiches techniques

On sait que la norme PEB impose $U_{\max} = 0,24$

Donc $R_{\min} = \text{????}$



Donc $R_{\min} = 4,16 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

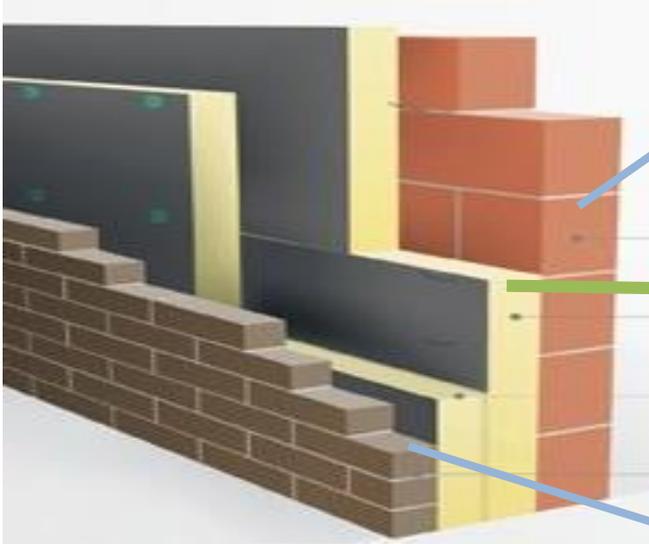


4,16 m².K/W au minimum

Mettons tout cela
en pratique



Un petit exercice...



Bloc terre cuite

- $\lambda = 0,51$
- Épaisseur : 190 mm

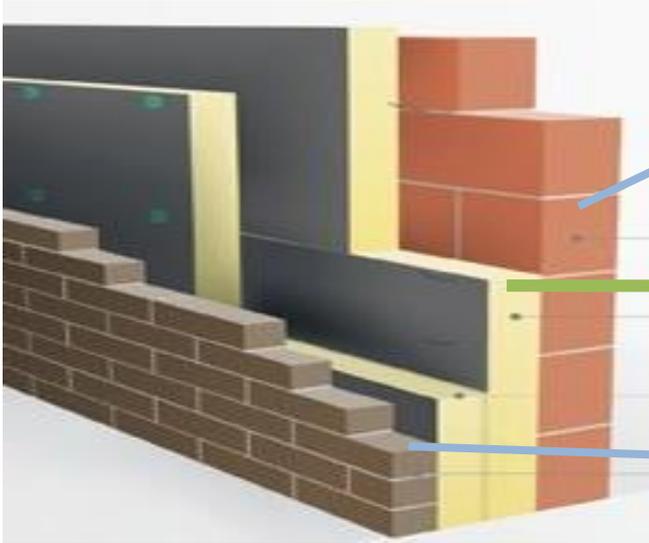
**Quelle épaisseur
d'isolant ?**

Brique

- $\lambda = 0,81$
- Épaisseur : 90 mm

$U_{\max} = 0,24$
 $R_{\min} = 4,16$

Un petit exercice...

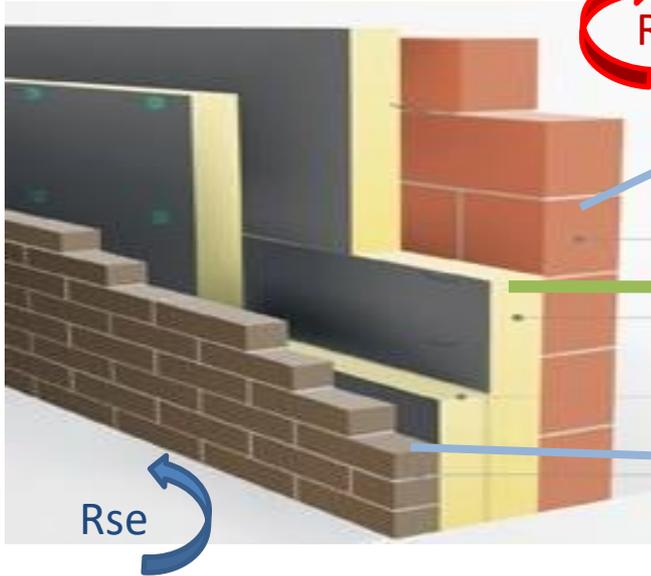


R1 (blocs)

R2 (isolant) ?

R3 (briques)

Un petit exercice...



Rsi

Rsi

+

R1 (blocs)

+

R2 (isolant) ?

+

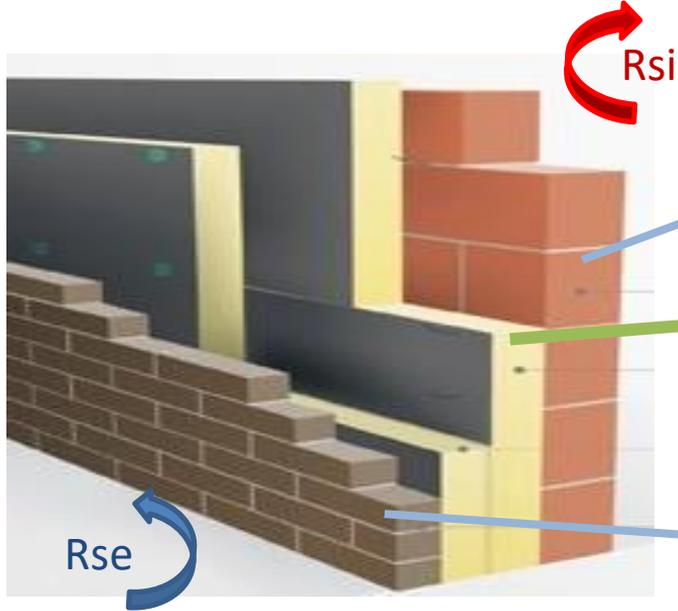
R3 (briques)

+

Rse

$U_{\max} = 0,24$
 $R_{\min} = 4,16$

Que peut-on calculer ?



Rsi

R = ???

Bloc terre cuite
 • $\lambda = 0,51$
 • Épaisseur : 190 mm

$R = 0,190/0,51 = 0,37$

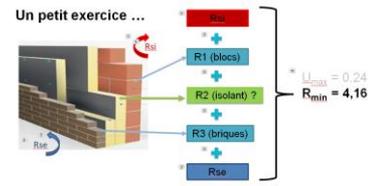
Quelle épaisseur d'isolant ?

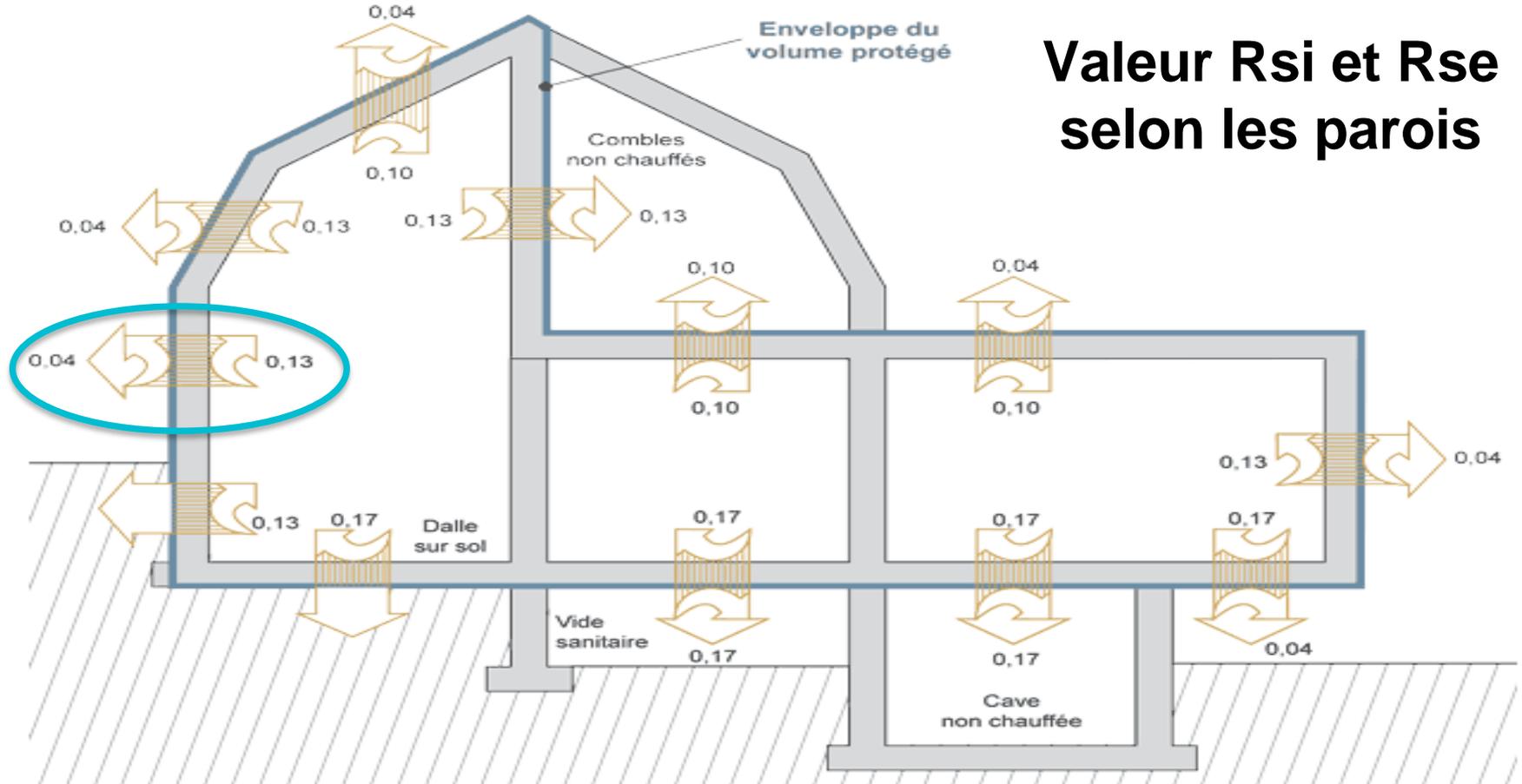
Brique
 • $\lambda = 0,81$
 • Épaisseur : 90 mm

$R = 0,090/0,81 = 0,11$

Rse

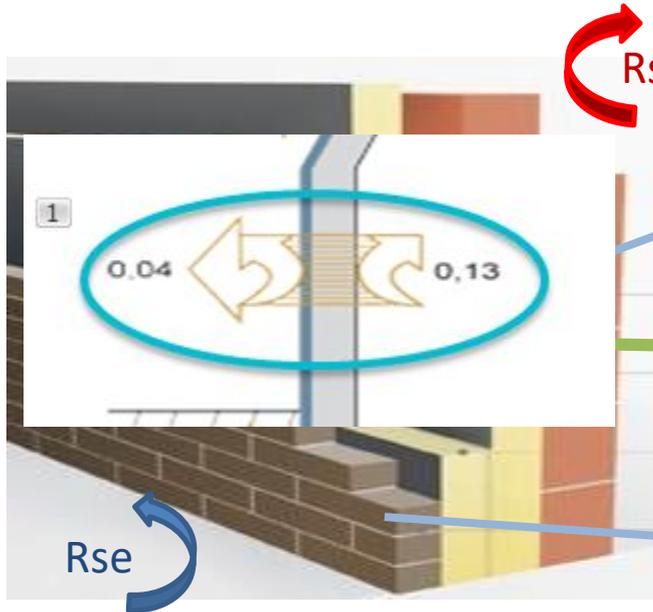
R = ???





Valeur Rsi et Rse selon les parois

Que peut-on calculer ?



Rsi

$R_{si} = 0,13$

Bloc terre cuite

$R_1 = 0,37$

Quelle épaisseur d'isolant ?

$R_2 = ???$

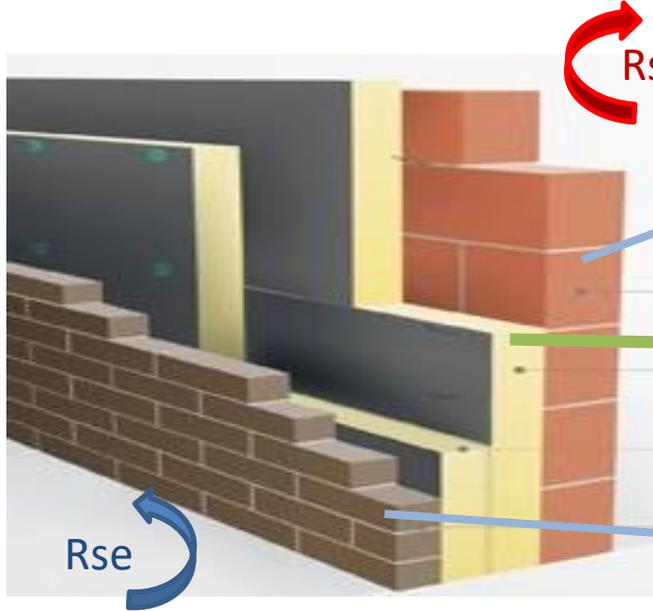
Brique

$R_3 = 0,11$

Rse

$R_{se} = 0,04$

Que peut-on calculer ?



Rsi

$R_{si} = 0,13$

+

Bloc terre cuite

$R_1 = 0,37$

+

Quelle épaisseur d'isolant ?

$R_2 = ???$

+

Brique

$R_3 = 0,11$

+

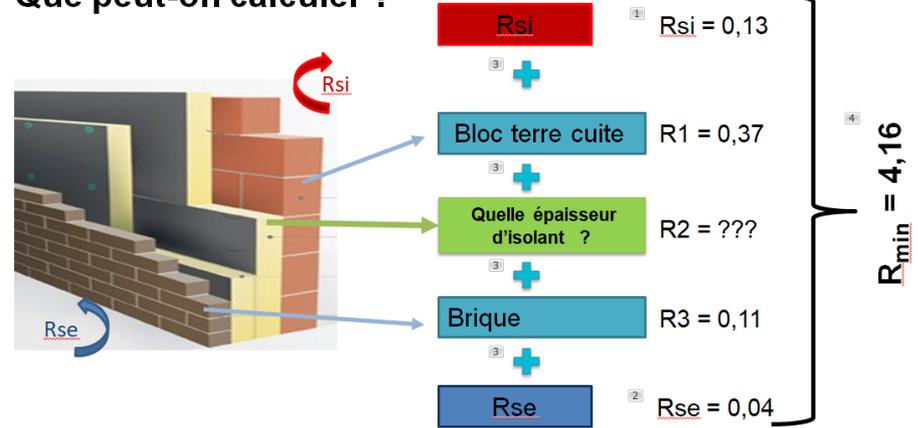
Rse

$R_{se} = 0,04$

$R_{min} = 4,16$

Que peut-on calculer ?

Que peut-on calculer ?



$$R_{\text{isolant}} = 4,16 - 0,13 - 0,37 - 0,11 - 0,04 = 3,51$$

Que peut-on calculer ?



Rsi

$R_{si} = 0,13$

+

Bloc terre cuite

$R_1 = 0,37$

+

Quelle épaisseur d'isolant ?

$R_{2_{min}} = 3,51$

+

Brique

$R_3 = 0,11$

+

Rse

$R_{se} = 0,04$

$R_{min} = 4,16$

Et donc ?

$$R = \frac{e_{(m)}}{\lambda}$$



$$e_{(m)} = R * \lambda$$

R couche isolant > ou = 3,51

$$e_{(m)} = 3,51 * \lambda$$

Cette info se trouve dans la fiche technique
de l'isolant choisi

RockFit Duo

Avantages du Produit

- Une isolation thermique durable;

Assortiment et valeurs R_0

Épaisseur R_0 (m².K/W) Épaisseur R_0 (m².K/W)

Information Technique

	Valeur	Méthode de détermination
λ_D	0,035 W/m.K	NBN EN 12667
EUROCLASS réaction au feu	A1	NBN EN 13501- 1
Absorption d'eau	WS	NBN EN 1609
Coefficient de résistance à la diffusion de vapeur	$\mu = 1,0$	(perméable à la vapeur d'eau)
Marquage CE	Oui	
Agrément technique	ATG 1766 ⁽¹⁾	

⁽¹⁾ ATG 1766 pour les murs creux

entièrement recyclable. Contribue fortement à la durabilité d'un bâtiment;

- Répulsive à l'eau, non hygroscopique et non capillaire;
- Chimiquement neutre, ne cause ni ne favorise de corrosion;
- Ne constitue pas un sol de culture pour les moisissures.



Et donc ?

$$R = \frac{e_{(m)}}{\lambda}$$



$$e_{(m)} = R * \lambda$$

= épaisseur couche d'isolant

R couche isolant > ou = 3,51

$$e_{(m)} = 3,51 * 0,035 = 0,122 \text{ m}$$

λ_0	0,035 W/m.K
EUROCLASS réaction au feu	A1

Assortiment et valeurs R_D

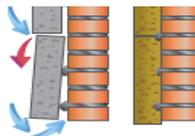
Épaisseur (mm)	R_D ($m^2.K/W$)	Épaisseur (mm)	R_D ($m^2.K/W$)
75	2,10	130	3,70
80	2,25	140	4,00
85	2,40	150	4,25
90	2,55	155	4,40
95	2,70	160	4,55
100	2,85	170	4,85
105	3,00	175	5,00
110	3,10	185	5,55
120	3,40	200	5,70
125	3,55		

épaisseur couche d'isolant

= 0,122 m

= 122 mm

- plus de 1000°C. Ne cause pas d'embrassement généralisé. Reprise dans la meilleure classe de réaction au feu EUROCLASS A1, selon NBN EN 13501-1;
- Très bon absorbant acoustique, améliore l'isolation acoustique d'une construction;
- Respectueuse de l'environnement, matériau naturel, entièrement recyclable. Contribue fortement à la durabilité d'un bâtiment;
- Répulsive à l'eau, non hygroscopique et non capillaire;
- Chimiquement neutre, ne cause ni ne favorise de corrosion;
- Ne constitue pas un sol de culture pour les moisissures.



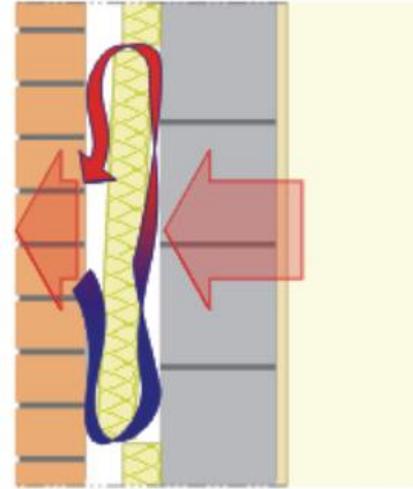
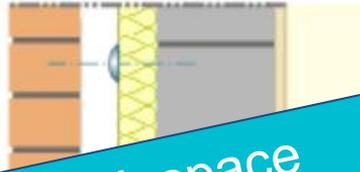
Assortiment et valeurs R_0

Épaisseur (mm)	R_0 (m ² .K/W)	Épaisseur (mm)	R_0 (m ² .K/W)
75	2,10	130	3,70
80	2,25	140	4,00
85	2,40	150	4,25
90	2,55	155	4,40
95	2,70	160	4,55
100	2,85	170	4,85
105	3,00	175	5,00
110	3,10	195	5,55
120	3,40	200	5,70
125	3,55		



Épaisseur (mm)	R_0 (m ² .K/W)
125	3,55

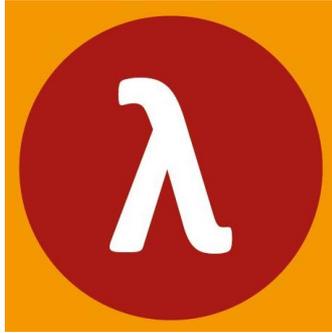
**R couche isolant attendue pour être conforme à PEB
> ou = 3,51**



En cas de pose négligée, l'espace disponible dans le creux du mur autorise une rotation spontanée de l'air autour des panneaux (même lorsque ces derniers sont quasi jointifs dans le plan vertical).

	$U_{théorique} (W/m^2 \times K)$	$U_{pratique} (W/m^2 \times K)$
Isolant dans le mur creux	1,34	1,35
Remplissage partiel du creux		
Pose correcte de l'isolant.	0,42 à 0,49	0,54 à 0,61
Pose déficiente de l'isolant.	0,42 à 0,49	0,99

Confort thermique d'hiver : 3 clés



**Le matériau
en général**

λ faible (↘) = Isolant performant 😊



**L'épaisseur de
matériau placé**

R élevé (↗) = Isolant performant 😊

$$R = \frac{e \text{ (m)}}{\lambda}$$



**Le complexe
paroi**

U faible (↘) = Paroi performante 😊

$$U = \frac{1}{R}$$

Enjeux thermiques

Objectif visé de la paroi

= Résistance thermique

R

Le « R »

Résistance au passage de la chaleur par conduction thermique.
« Capacité à garder la chaleur à l'intérieur de l'habitation »

Espace disponible

e

Le « e »

Épaisseur maximum d'isolant
(exprimée en mètres)

Déphasage

Le temps entre le moment où le matériau/la paroi reçoit la chaleur du soleil et la restitue à l'intérieur
→ Lié à la notion de confort d'été

Efficacité thermique de l'isolant

= Coefficient de conduction thermique

λ

Le « Lambda »

Capacité du matériau à conduire la chaleur par conduction thermique

$$\lambda = \frac{e \text{ (m)}}{R}$$

Enjeux d'usage

Type de paroi

Toit



Mur



Sol



Forme Isolant



VRAC



SOUPLE



SEMI-RIGIDE



RIGIDE

1

λ, R, U

Enjeux thermiques hiver

α, η, E

Enjeux thermiques été

1

λ, R, U

Enjeux thermiques hiver

α, η, E

Enjeux thermiques été

Mais aussi,

2

Enjeux de gestion de l'humidité

2.1. Coefficient de résistance à la diffusion à la vapeur d'eau



Le « Mu » = facteur de résistance à la diffusion de vapeur d'eau

= capacité d'un matériau à s'opposer à la migration de la vapeur d'eau

μ petit (\searrow) = Plus c'est ouvert à la vapeur d'eau



Caractérise la matière >> ex. : la laine minérale de marque x

2.1. Coefficient de résistance à la diffusion à la vapeur d'eau



$$\mu = 5$$

Signifie que la vapeur d'eau traverse 5 fois plus difficilement ce matériau que l'air.

Caractérise la matière >> ex. : la laine minérale de marque x

2.2. Résistance à la diffusion à la vapeur d'eau



Sd

Le « Sd » = Résistance à la diffusion de la vapeur d'eau en fonction de l'épaisseur de matériau utilisée

= Capacité à s'opposer au passage de la vapeur d'eau en fonction de l'épaisseur de matériau utilisée

1

$$Sd = \mu \times \text{épaisseur (m)}.$$

Épaisseur en m de la couche d'air stationnaire qui exercerait la même résistance à la diffusion de vapeur que la couche de matériau



le matériau en tant que « produit placé »
>> ex. : un film PE de 2 mm de marque x

Sd>> Règle du 5-1

2.1. Coefficient de résistance à la diffusion à la vapeur d'eau



Pour 20 cm d'un matériau ayant un $\mu = 5$
 $S_d = 0,2 * 5 = 1 \text{ m}$

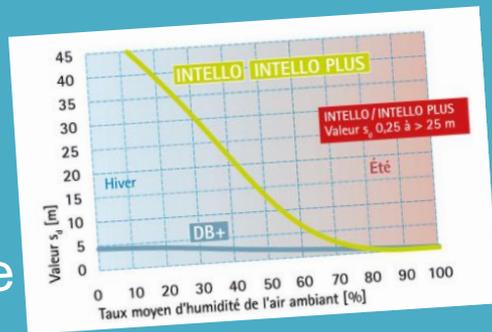
Signifie que 20 cm de ce matériau exerce la même résistance à la diffusion de la vapeur que 1 m d'air stationnaire.

2.2. Résistance à la diffusion à la vapeur d'eau



Classe	Sd (en mètre)	Matériau
E1	$2 < Sd < 5$ Légèrement étanche à la vapeur d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Feuille polyéthylène < 0,1 mm • Papier peint plastifié • Feuille de carton Freine-vapeur • Certaines peintures • Papier kraft avec feuille d'alu...
E2	$5 < Sd < 25$ Étanche à la vapeur d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Films en $\geq 0,2$ mm et laminés d'aluminium • Voile de verre bitumeux • Voile de polyester bitumeux ...
E3	$25 < Sd < 200$ Très étanche à la vapeur d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Bitumé armé • Bitumé polymère (> 3 mm) armé d'un voile de verre ou de PES ...
E4	$Sd > 200$ Pare-vapeur 'absolu'	<ul style="list-style-type: none"> • Bitumes armés avec feuilles métalliques • Pare-vapeur multicouches en bitume polymère (≥ 8 mm) ...

- Sd de valeur définie avec précision mais, Sd pare-vapeur elle sera de plusieurs dizaines de mètres (ex. 50 m ou 100 m)
- Sd freine-vapeur ne sera que de quelques mètres (ex. 2 m à 5 m – rarement plus de 10 m).
- Pare-vapeur hygrovariable = Sd variable avec l'humidité relative.
 Fermé en hiver >> freine le passage de la vapeur vers l'extérieur
 Ouvert en été quand lorsque l'humidité relative intérieure est plus élevée >> permet le séchage du mur vers l'intérieur



Pare-vapeur Proclima DB+

Propriété	Réglementation	Valeur
Couleur		bleu
Grammage	NF EN 1849-2	190 g/m ²
Epaisseur	NF EN 1849-2	0.23 mm

Coeff. de résistance diffusion vapeur μ	NF EN 1931	10 000
---	------------	--------

Valeur sd	NF EN 1931	2.30 m
-----------	------------	--------

Valeur Hydrosafe	DIN 68800-2	2 m
Réaction au feu	NF EN 13501-1	Euroclasse E
Étanchéité à l'eau	NF EN 13984	NPD
Étanchéité à l'air	NF EN 12114	effectué
Force de traction max. longit./transv.	NF EN 13859-1 (A)	550 N/5 cm / 420 N/5 cm
Allongement en traction longit./transv.	NF EN 13859-1 (A)	5 % / 5 %
Résistance à la déchirure longit./transv.	NF EN 13859-1 (B)	70 N / 70 N
Durabilité après vieillissement artificiel	NF EN 1296 / NF EN 1931	réussi
Résistance à la température		stable jusque +40 °C
Conductivité thermique		0.13 W/(m·K)
Marquage CE	NF EN 13984	existe



	Epaisseur	Mu	Sd (m)	Comparaison
Plaque de plâtre enrobée de carton	12,5 mm	7	0,09	1
Maçonnerie Poroton	30 cm	7	2,3	25
Papier kraft bitumé	-	4,5	4,5	50
EPS	10 cm	60	6	66
XPS	10 cm	140	14	155
Feuille PE	0,2 mm	100.000	20	222

$$Sd = \mu \times \text{épaisseur (m)}.$$

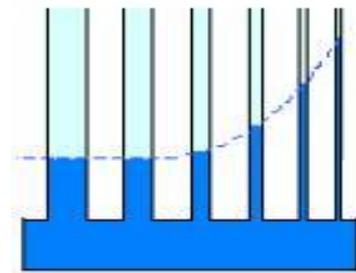
Une feuille de PE est 222 fois plus résistante au passage de la vapeur d'eau qu'une plaque de plâtre de 12,5 mm

2.3. Comportement à l'eau



Capillaire = **Aspire l'eau**

>> permet à d'éventuelles eaux de condensation interne de se diffuser jusqu'à la surface du matériau



Non capillaire = **N'aspire pas l'eau**

Hydrophobe = **repousse l'eau**

ex. : liège et laine minérale

Hydrophile = **attire l'eau**

ex. : la ouate de cellulose

2.3. Comportement à l'eau



Putrescible = qui pourrit quand on est en contact avec l'eau

Imputrescible = qui ne pourrit pas quand on est en contact avec de l'eau

Altérable = qui perd ses qualités en présence d'eau

Non altérable = qui ne perd pas ses qualités en présence d'eau

2.3. Capacités hygroscoπiques



= Capacité à absorber l'humidité de l'air.

- ▶ réguler une partie de l'humidité de l'air (en + ventilation)
- ▶ absorber ou restituer de la vapeur d'eau en fonction de la différence d'humidité avec l'air de la pièce
- ▶ si la paroi est perspirante et capillaire : capacité de faire migrer de la vapeur d'eau/humidité vers l'extérieur du bâtiment

Enjeux de gestion de l'humidité

Perméable / Imperméable à la vapeur d'eau

= Facteur de résistance à la diffusion de la vapeur d'eau



Le « Mu »

Capacité du matériau (en tant que matière) à s'opposer à la migration de vapeur



air immobile = 1



$$sd = \mu * e(m)$$

= résistance à la diffusion de vapeur

HYGROSCOPICITÉ

Poreux / non poreux

Avec des pores/cavités contenant de l'air

Si les pores sont :

- isolés les uns des autres → cellules fermées
- reliés entre eux par des canaux → cellules ouvertes

Hygrophile / Hygrophobe



Qui attire ou repousse les molécules d'eau

Capillaire / Non capillaire



Qui aspire ou non les molécules d'eau dans ses canaux
« La capillarité permet la diffusion, au travers de l'isolant, des éventuelles eaux de condensation. »

Putrescible / Imputrescible en présence d'humidité

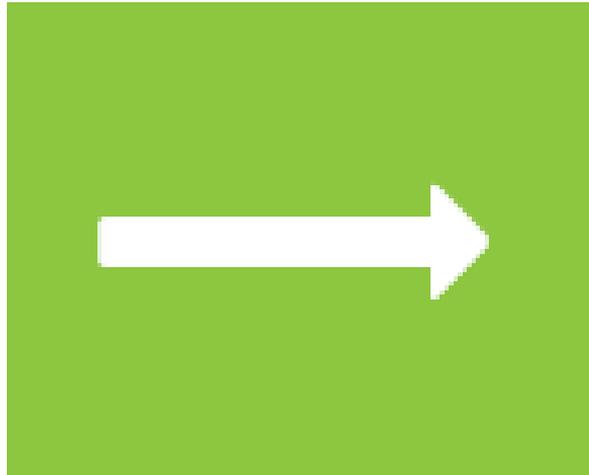
Qui pourrit, se décompose ou non en présence d'eau

Altérable / Non altérable en présence d'humidité

Qui perd ou non de ses qualités en présence d'eau



A vous de jouer : défi classer des isolants



1

λ, R, U

Enjeux thermiques hiver

α, η, E

Enjeux thermiques été

2

$\mu, sd, \text{hygroscopicité}$

Enjeux de gestion de l'humidité

Programme

□ Isoler >> bien isoler

1. Pourquoi isole-t-on ?
2. Comment ça marche ?
3. Les notions de base

A vous de jouer : défi isoler une paroi

□ Comment choisir un isolant ?

1. Caractéristiques thermiques
2. Confort d'hiver VS Confort d'été
3. Gestion de l'humidité

A vous de jouer : défi classer des isolants

4. Durabilité
5. Budget
6. Impact sur environnement et santé

A vous de jouer : défi matières

Le quizz



>> Par  trouver 4 questions

>> Choisir à qui la poser

- > 3 pts si répond seul
- > 1 pt si appel à l'équipe
- > 2 pts pour vous si réponse fausse



**Si je devais retenir
1 élément
de la journée, ce serait...?**



Merci de votre attention

Plus d'informations sur la Mallette à Isolation :



www.fai-re.eu



www.facebook.com/interregVFAIRe

Comment ventiler de manière maîtrisée

A. Les logements anciens non étanches

Fuites d'air → inconfortables, incontrôlables et source importante de déperditions énergétiques.

B. Les logements étanches

- **Aération par ouverture des fenêtres**

Non continue, difficilement contrôlable (perte de chaleur en hiver).

- **Ventilation naturelle**

Peu satisfaisante car dépend des conditions météorologiques extérieures et est donc difficilement maîtrisable.

- **Ventilation mécanique contrôlée**

Solution à adopter pour des logements rendus étanches

Qu'est-ce que ventiler de manière maîtrisée ?

Ventiler correctement un logement signifie :

- **Extraire l'air « pollué »** des pièces humides (salle de bains, cuisine, WC...)
- **Amener de l'air frais** de l'extérieur dans les pièces de vie (séjour, chambres, bureau...)
- Assurer la **circulation d'air entre les pièces** par un espace dégagé sous les portes ou par des grilles au bas des portes

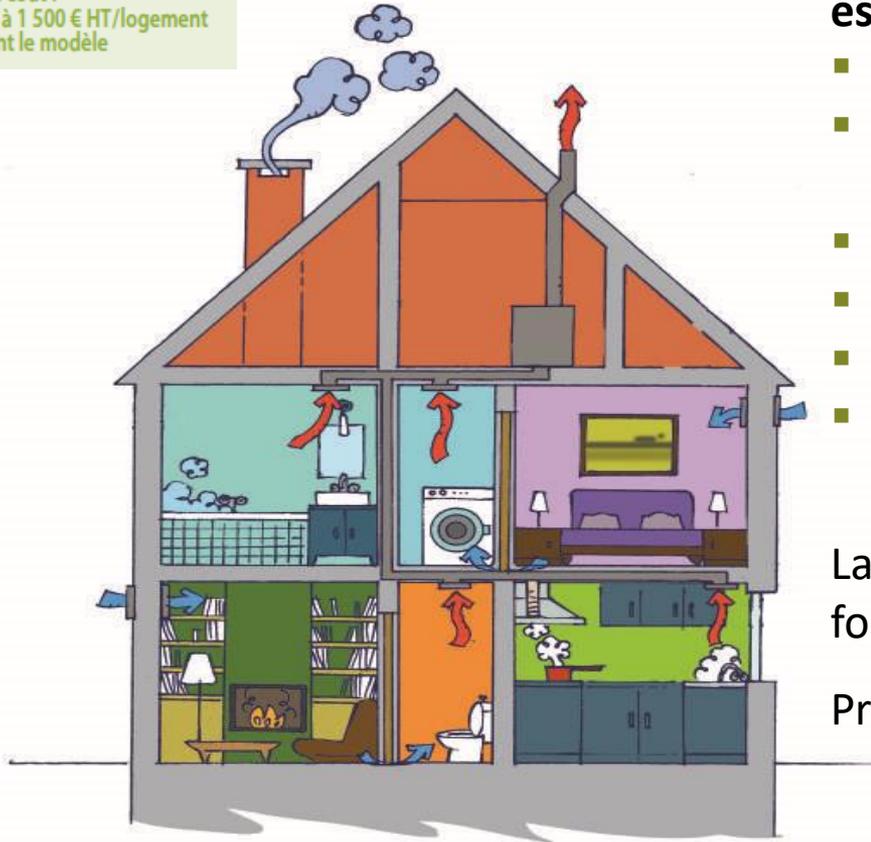
Quel système de ventilation maîtrisée choisir ?

Il existe 4 systèmes de ventilation :

- **Ventilation naturelle** (non satisfaisante)
- **Ventilation simple flux à pulsion mécanique** (peu utilisée)
- **Ventilation simple flux à extraction mécanique**
- **Ventilation à double flux avec ou sans récupération de chaleur**

Ventilation simple flux à extraction mécanique

• Faible coût :
700 € à 1 500 € HT/logement
suivant le modèle



est constituée de :

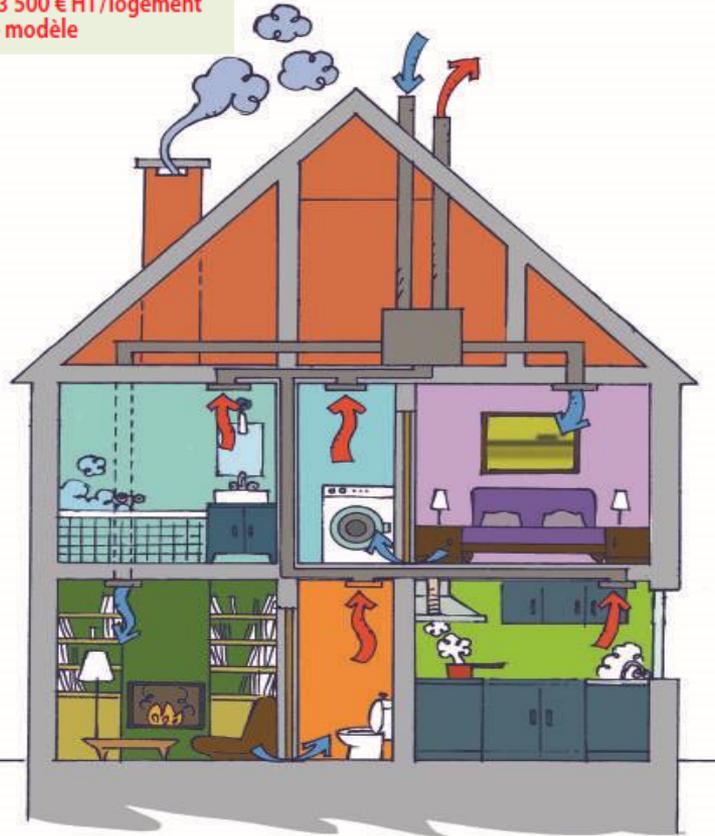
- grilles d'entrée d'air frais (pièces de vie)
- grilles d'extraction de l'air pollué (pièces humides)
- Orifices de transfert
- un **extracteur central**
- un **réseau de conduits**
- un **conduit d'évacuation** de l'air pollué vers l'extérieur

La qualité de l'air est garantie par le fonctionnement continu de l'extracteur central

Préférez les systèmes hygroréglables

Ventilation à double flux avec ou sans récupération de chaleur

• Système onéreux :
2 000 € à 3 500 € HT/logement
suivant le modèle



est constituée de :

- grilles d'entrée d'air frais
- grilles d'extraction de l'air pollué
- Orifices de transfert
- un groupe de ventilation central
- 2 réseaux de conduits
- un conduit d'entrée d'air frais et un conduit d'évacuation de l'air pollué

La qualité de l'air est garantie par le fonctionnement continu du groupe de ventilation central
récupération de chaleur : préchauffer l'air frais en récupérant la chaleur de l'air « pollué » avant de l'évacuer

Coûteux et souvent **difficile à placer en réno.**
Nécessite une étanchéité à l'air de qualité

• Coût :
600 € à 1 500 € HT/bouche/logement
(suivant le modèle)

D'autres options ?

La ventilation mécanique répartie

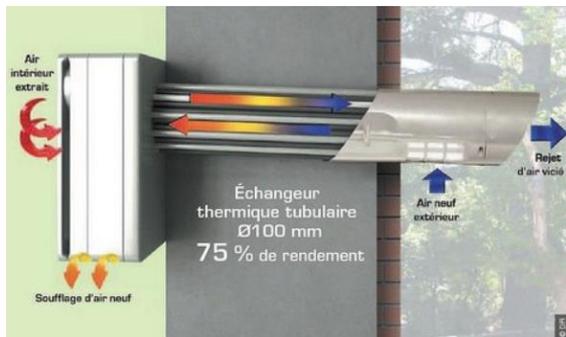
est constituée de :

- appareil traversant le mur et assurant soufflage et extraction de l'air de la même pièce humide.

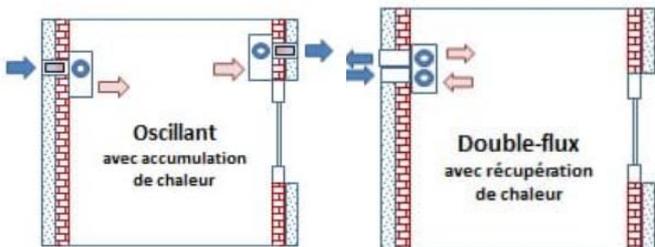
Si 1 seul ventilateur >> alternance sens rotation – à installer par paire pour éviter dépression/surpression

Si 2 ventilateurs >> assurant extraction et soufflage simultanément

La qualité de l'air est garantie par le fonctionnement continu des extracteurs individuels



Ex. « VMC double flux mono-pièce »
du fabricant Sauter.



D'autres options ?

Les extracteurs mécaniques temporisés



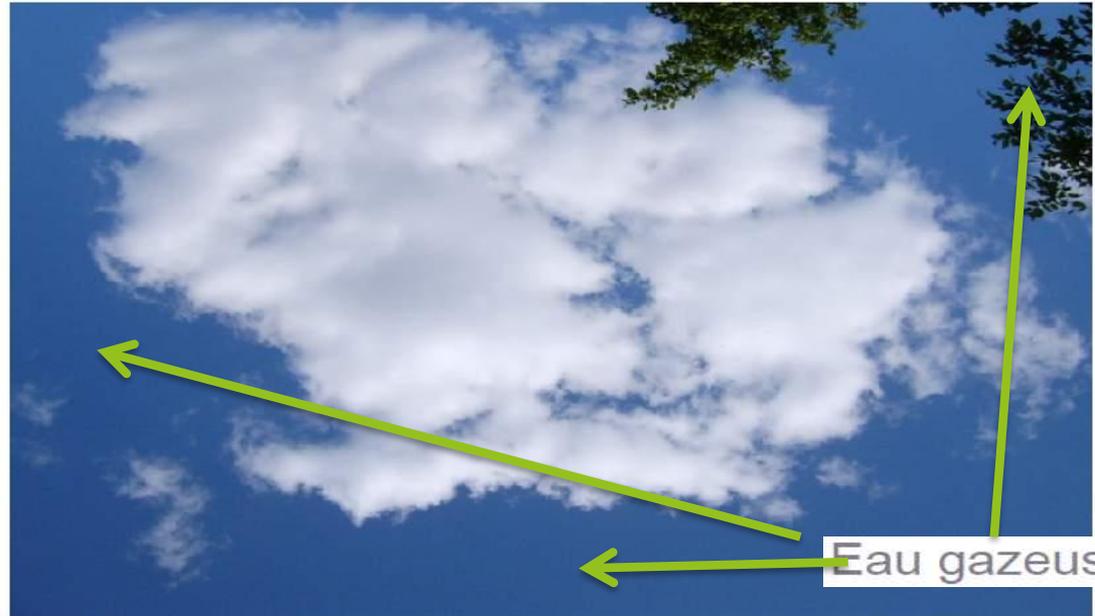
Evacuent l'air humide d'une pièce directement à l'extérieur ou via un conduit indépendant

Fonctionnent de manière intermittente :

- à la demande
- selon l'humidité
- avec un temps de temporisation

N'oubliez pas d'assurer la circulation de l'air frais entre les pièces de vie et les pièces humides

Les différents états de l'eau ?



Les différents modes de transmission de la chaleur

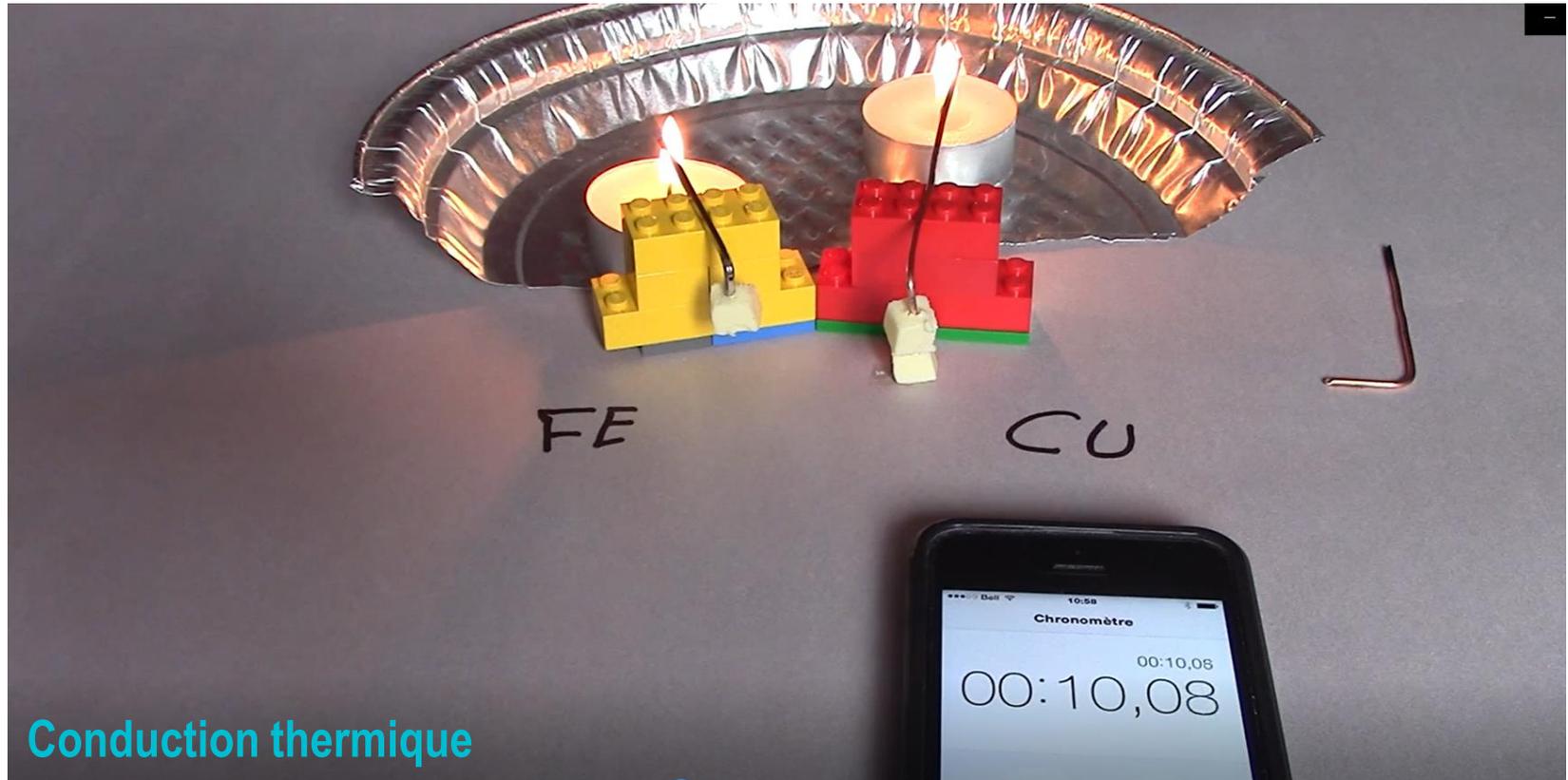
Expérience du clou

1

Principe de conduction thermique

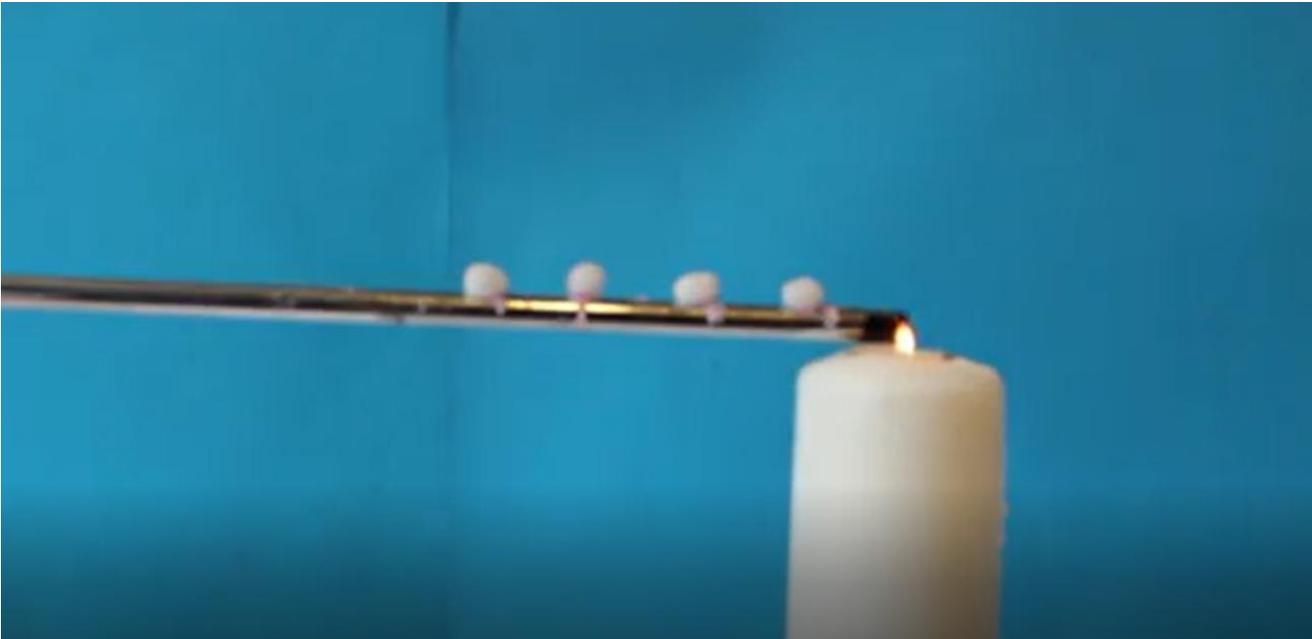


Les différents modes de transmission de la chaleur



Les différents modes de transmission de la chaleur

Comment se propage la chaleur par conduction?



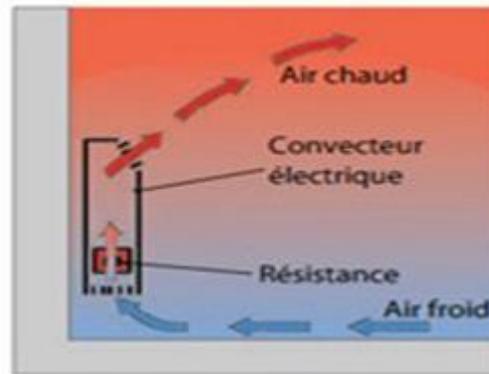
Conduction thermique

Les différents modes de transmission de la chaleur

Expérience du mobile

2

Principe de convection thermique



Les différents modes de transmission de la chaleur



Convection thermique

Les différents modes de transmission de la chaleur

Expérience du bain de soleil

3

Principe de rayonnement thermique



Les différents modes de transmission de la chaleur



Les différents modes de transmission de la chaleur



Mise en œuvre

Observer l'état existant : régler les problèmes d'humidité dans les parois avant de les isoler (diagnostic du bâtiment)

Envisager votre chantier sur le long terme et envisager une stratégie globale, même si les travaux sont phasés (objectif énergétique, budget, planification...)

Ne pas hésiter à prendre conseils auprès de professionnels (architectes, auditeurs...) ou de différents organismes de conseils (guichets énergie, EIE...)

Investir dans la qualité d'exécution des travaux

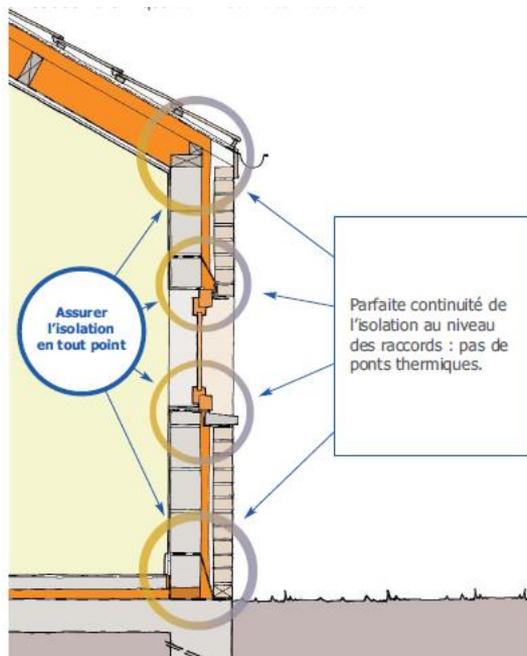


Points de vigilance

Assurer la continuité

continuité de l'isolation thermique au niveau des raccords.

étanchéité à l'air et au vent afin d'éviter les fuites d'air chaud.



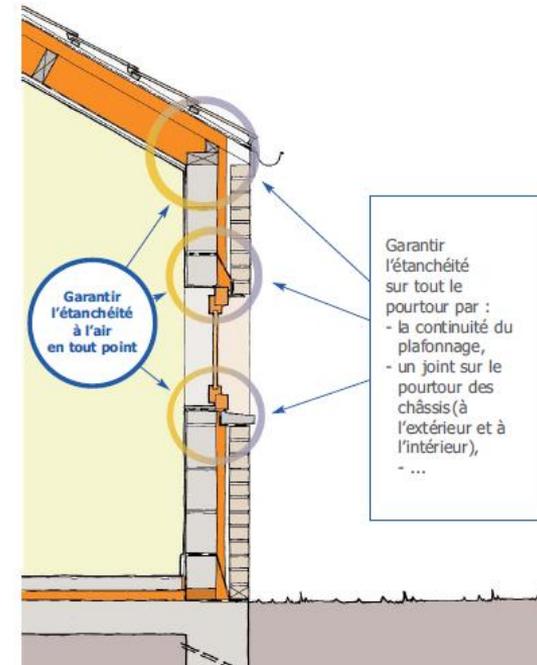
Du côté intérieur,
les finitions doivent être
résistantes à la vapeur d'eau
(au besoin avec un pare-vapeur).

Du côté extérieur,
la protection contre les
intempéries doit être très
perméable à la diffusion
de vapeur d'eau.

- Jonctions à programmer -

- Murs extérieurs et dalle de sol
- Murs extérieurs et murs de refend
- Murs extérieurs et planchers intermédiaire
- Murs et châssis de portes et fenêtres
- Anglées des murs extérieurs
- Murs et toitures
- Appuis des charpentes
- Faîtes et noues
- Percements

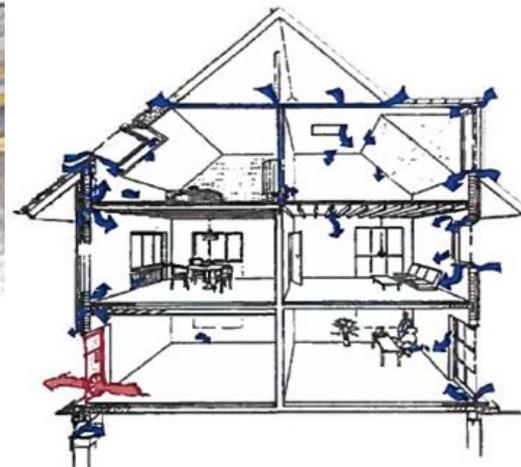
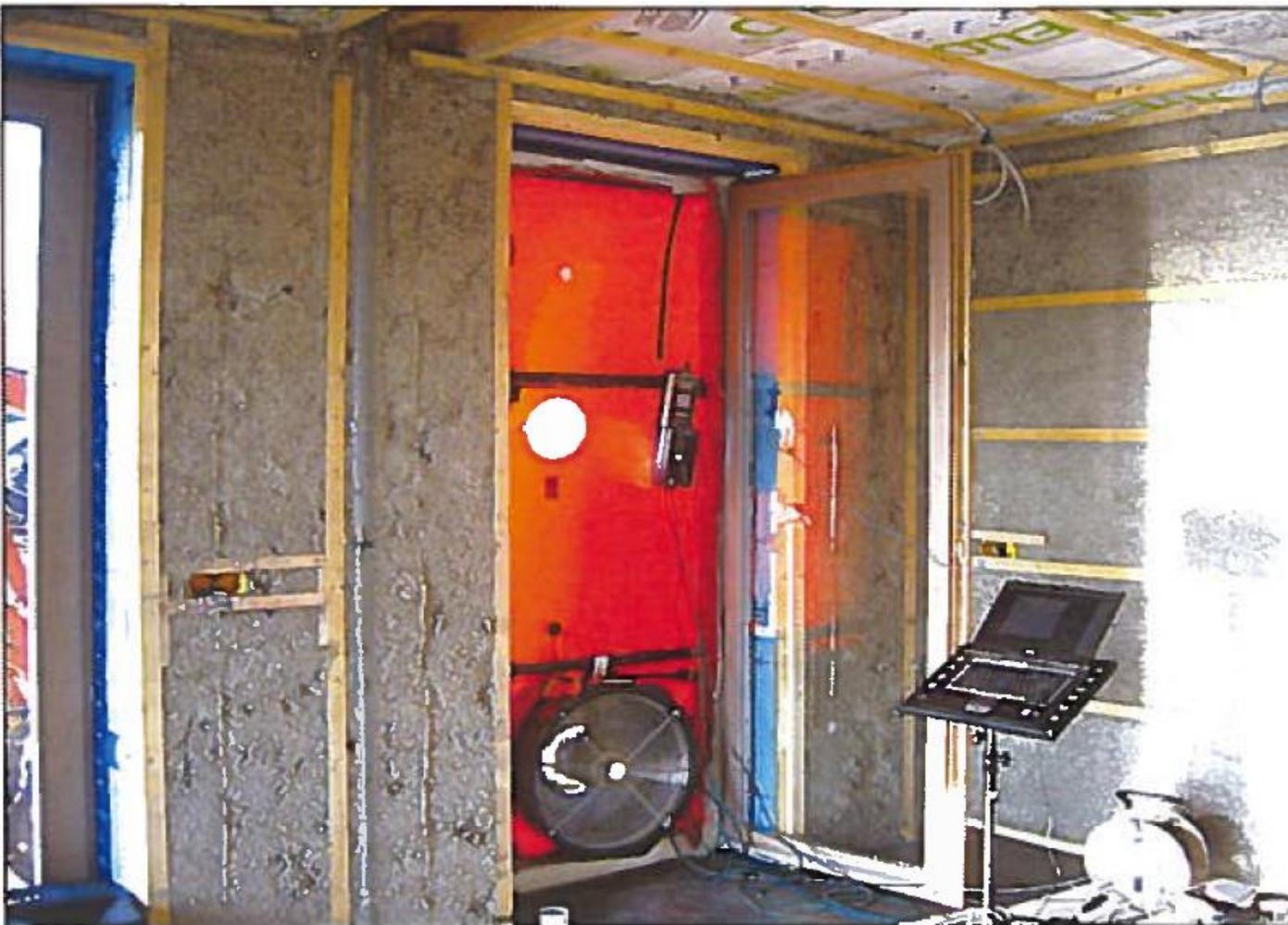
- Changements de plans
- Changements de matières





Étanche à l'air or not étanche à l'air ?

Ce qui est étanche	Ce qui n'est pas étanche
Le béton vibré	Une chape
Le verre	La Mousse PU (sauf exception)
L'enduit recouvrant entièrement un mur (sans fissure)	Bloc de béton, de béton cellulaire, de terre cuite alvéolée
Un frein-vapeur / Pare-vapeur	Certains dérivés du bois
Un joint silicone	Les isolants fibreux
Les panneaux OSB classe 4 (avec tape)	Mur hétérogène (ex colombage)
Prédalle et pré-mur en béton coulé	Les matériaux poreux
Les bois massifs sans fente	



Grâce à la dépression de 50 Pa l'air extérieur rentre par les fuites dans l'écran à l'air.

➤ Ce flux d'air est le plus souvent repéré à la main. La visualisation se fait à l'aide de tubes de contrôle.

➤ L'utilisation d'une caméra thermique permet de travailler plus vite et de détecter les plus petits défauts.



Fig. 51 Surface de blocs maçonnés non enduite au-dessus du niveau d'un plafond suspendu : source de fuites.



Fig. 52 Jonctions entre lés réalisées avec des bandes adhésives pour assurer l'étanchéité à l'air d'une toiture à versants.

Votre avis ?

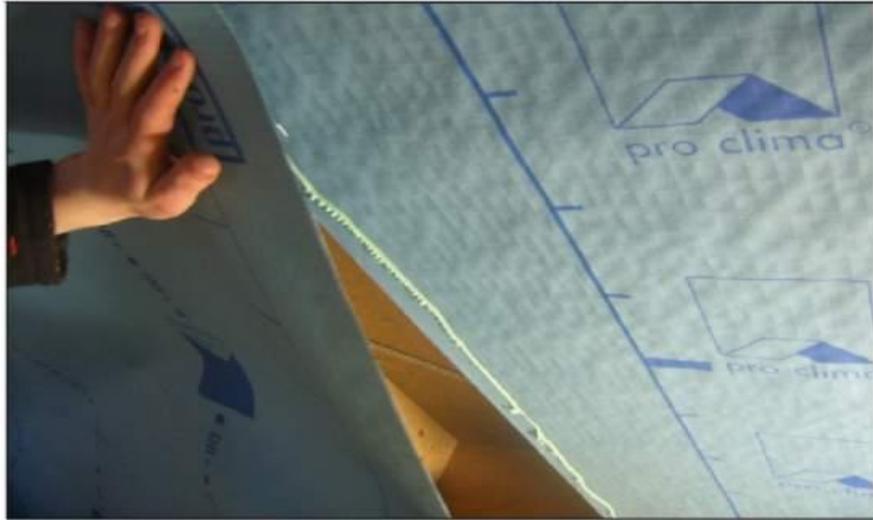
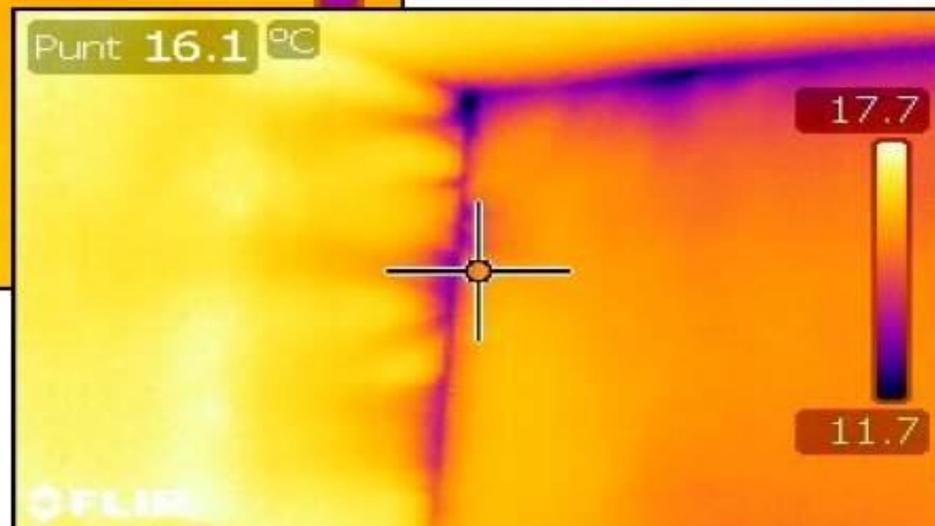




Fig. 70 Mise en œuvre d'une étanchéité à l'air liquide au droit de la traversée des membrures d'une charpente.



Fig. 87 Pose correcte des membranes en attente sur les pannes, mais risque de fuites d'air aux extrémités des pannes (o) et exemple de résolution à l'aide d'un manchon confectionné sur place (1-2-3-4-5).





La jonction du pare-vapeur avec les parois adjacentes doit être réalisée avec un grand soin afin d'éviter toute fuite d'air au niveau de ce raccord.



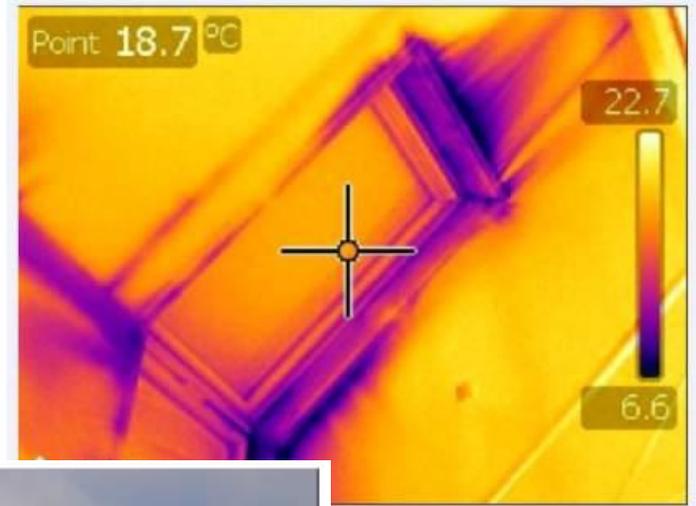






Fig. 95 Etanchéité à l'air autour d'une fenêtre de toiture : exemple de réalisation inacceptable (à gauche) et de bonne réalisation (à droite).



Fig. 96 Exemple de collerette de liaison au pare-vapeur et de bloc isolant prémontés en usine.

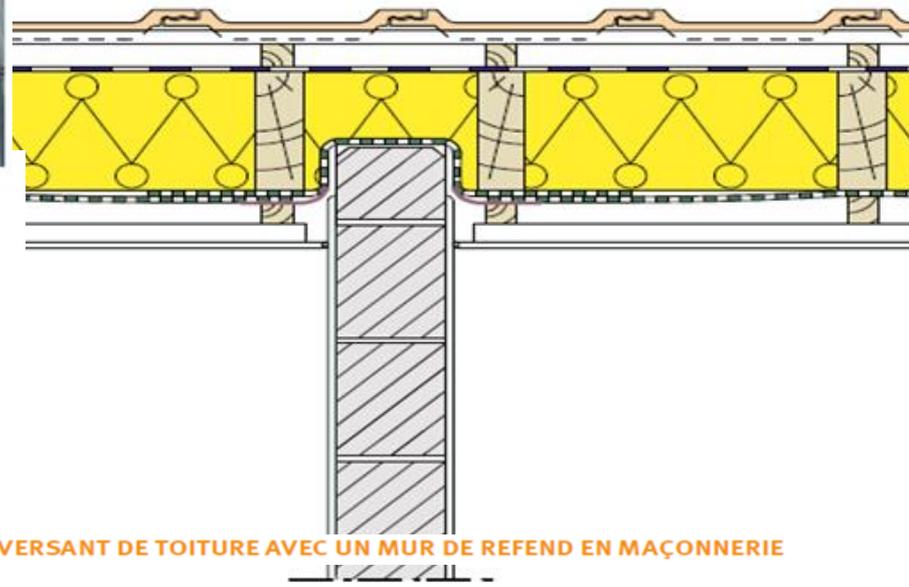


Fig. 97 Exemple de profilé de châssis facilitant la jonction entre un pare-air souple et une fenêtre de toit.

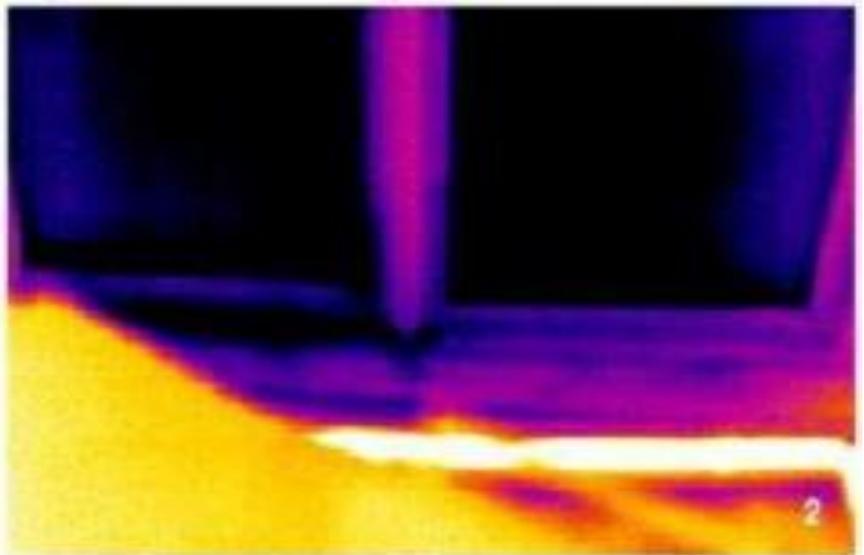
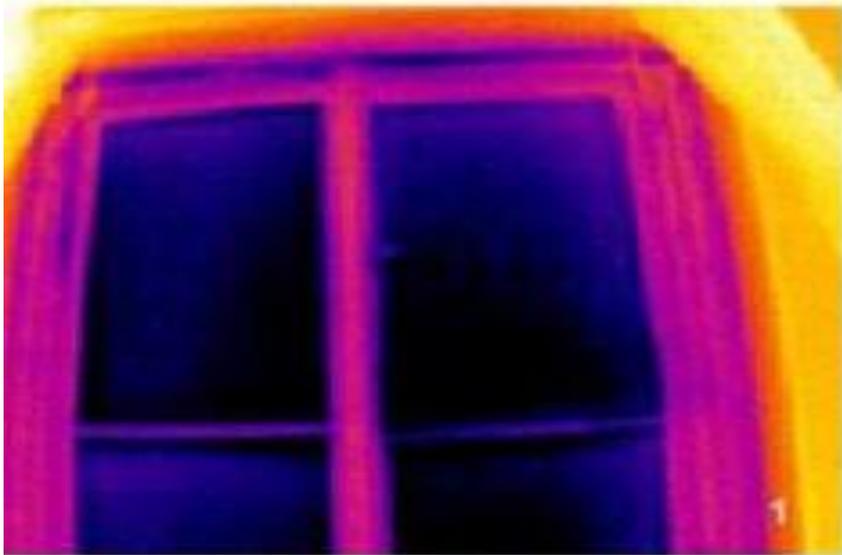




Fig. 92 Membranes en attente permettant d'assurer la continuité de l'étanchéité à l'air des versants de toiture.



LIAISON D'UN VERSANT DE TOITURE AVEC UN MUR DE REFEND EN MAÇONNERIE



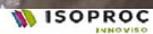






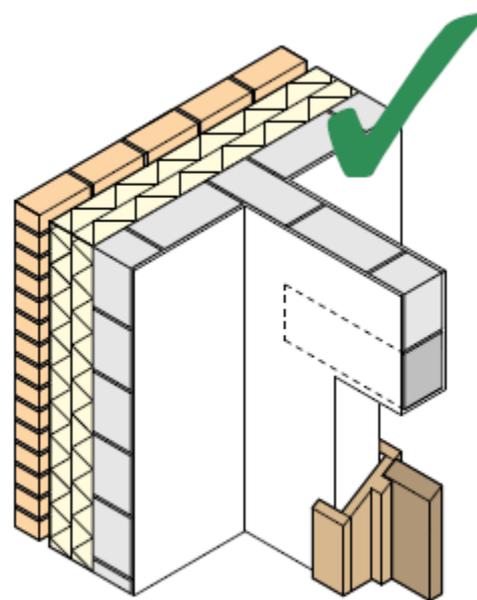
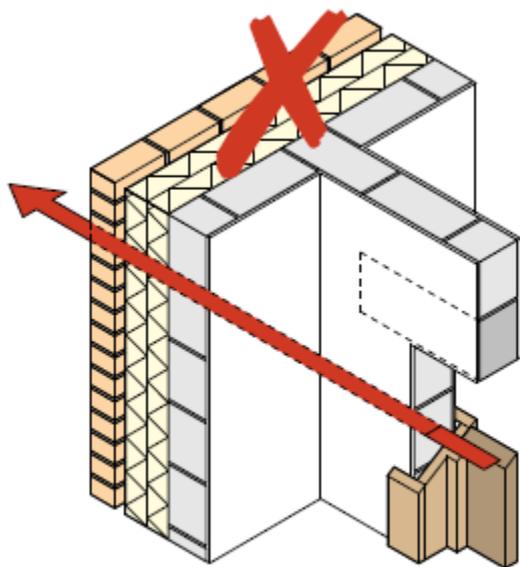


Couche d'accrochage



Noyer dans l'enduit





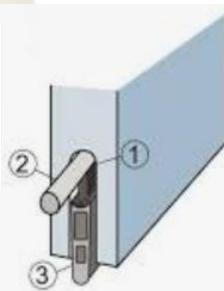
Détail 4 Cimentage ou enduisage d'un pourtour de baie à la jonction d'un mur de refend avec la façade dans le cas d'une structure en maçonnerie (vue 3D).



Tableau 10 Traitement de la partie inférieure d'une porte.

Solution inacceptable	Absence de joint-brosse ou de plinthe à guillotine (cf. figure 47)
Solution minimum	Joint-brosse ou plinthe à guillotine
Solution idéale	Pièce d'appui inférieure (figures 48 et 49)

Fig. 47 Exemple fréquent d'absence de joint ou de joint mal réglé sous une porte.



1. Gorge creuse dans la traverse inférieure de la porte
2. Ergot de commande de la guillotine
3. Guillotine étanche

(Source : Matriciel)



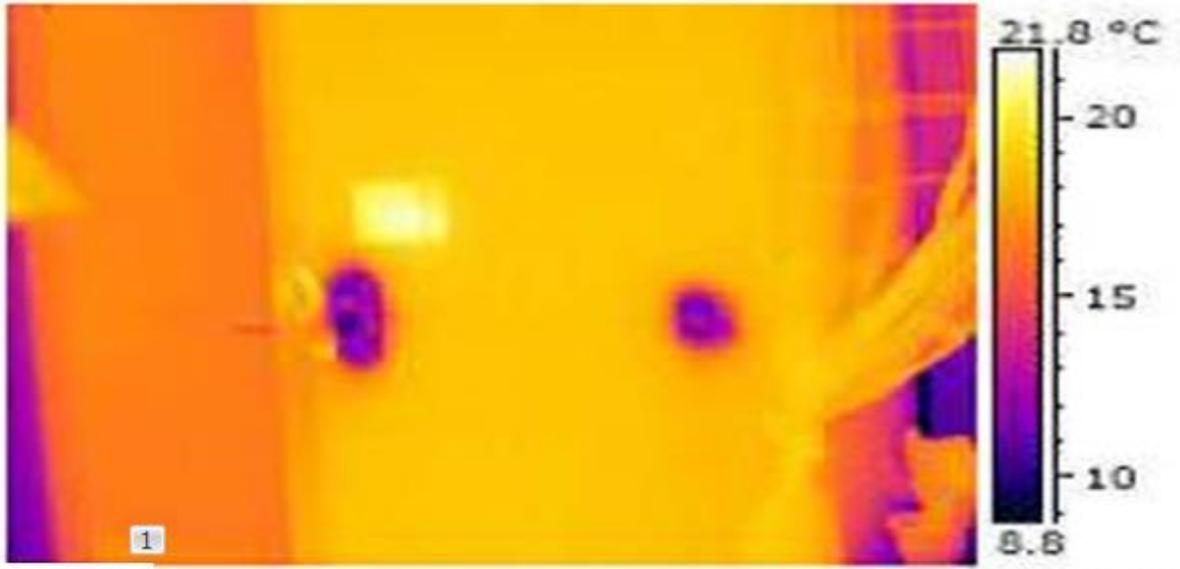


Fig. 76 Etanchéité à l'air liquide appliquée en pied de mur.

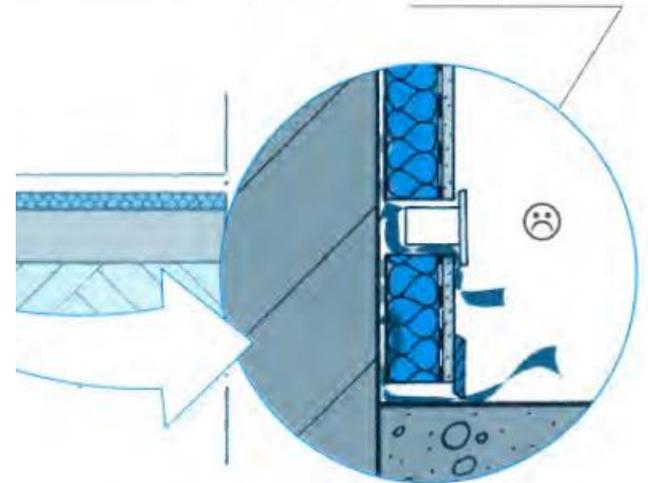
5.1.4 BÉTON COULÉ *IN SITU*

Le béton coulé *in situ* offre des performances élevées d'étanchéité à l'air. Les joints de reprise de bétonnage et les percements de frettage doivent toutefois être traités de manière adéquate tant qu'ils sont accessibles (primaire bitumineux et/ou joints en butyle, par exemple).

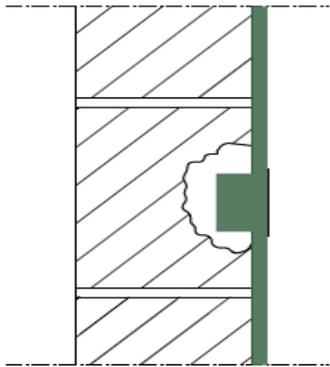
Les prédalles et les prémurs en béton sont également étanches à l'air, pour autant que les jonctions entre éléments aient été soignées. Le béton de seconde phase confère à la paroi une bonne étanchéité à l'air. Dans le cas de dalles en béton alvéolées, il y a lieu d'éviter toute circulation d'air au sein des alvéoles.



La vapeur migre au travers des matériaux poreux. Ce transport de vapeur (appelé diffusion) est en général très lent. La vapeur contenue dans l'air se déplace aussi en même temps que celui-ci. Par contre, ce transport de vapeur (appelé convection) est souvent bien plus important que le transport par diffusion.



A. BLOCHET ÉTANCHE À L'AIR



B. BLOCHET NOYÉ DANS DU PLÂTRE OU DU MORTIER FRAIS

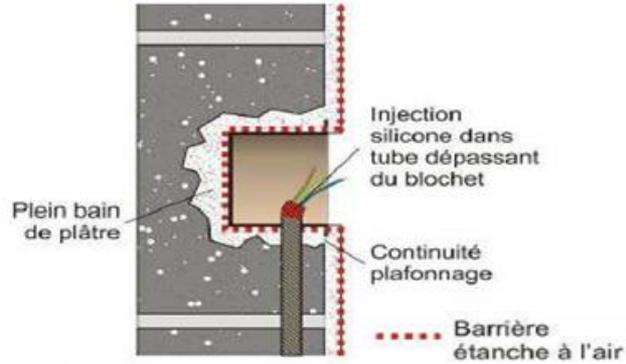


Fig. 31 Deux exemples permettant d'éviter les fuites d'air



Étanchéité du blochet (Source : André Baivier)



Fig. 32 Exemple de blochet étanche à l'air.



Fig. 30 Bouchon hermétique empêchant le passage d'air dans un tube annelé.

Dans les constructions légères à ossature en bois, la mise en place de contre-cloisons est courante. Correctement exploitées, celles-ci permettent de placer les blochets sans endommager ni interrompre le pare-air (figure 33). Dans ce cas, les blochets étanches à l'air ne présentent évidemment pas d'intérêt.

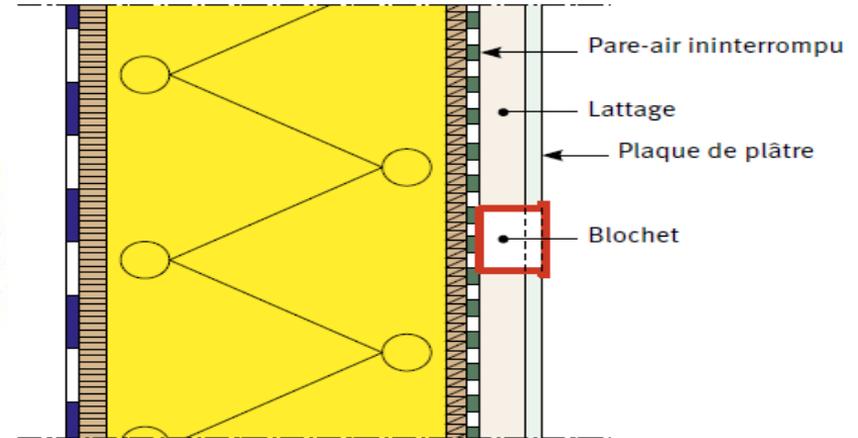


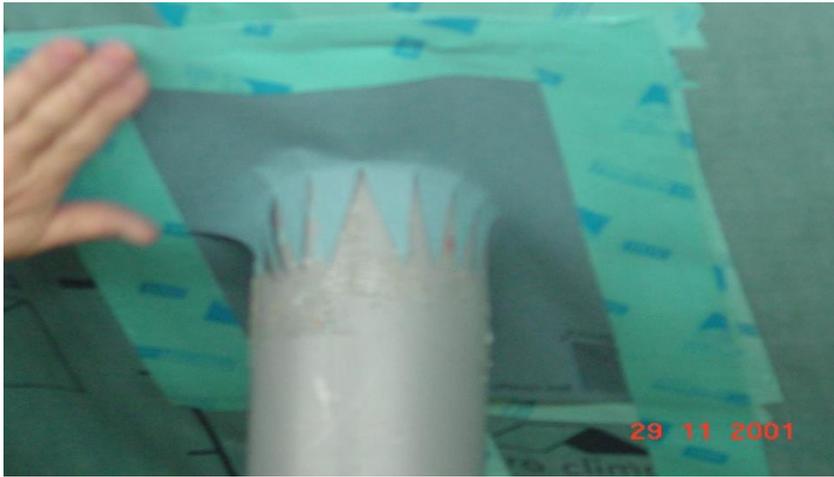
Fig. 33 Utilisation d'une contre-cloison pour intégrer un blochet sans interrompre le pare-air.



Fig. 36 Exemples de contre-cloisons permettant le passage de câbles et de conduites électriques sans perçage du pare-air.



Fig. 44 Espace réduit rendant impossible une étanchéification correcte des percements.



- ⇒ Importance de veiller à l'étanchéité à l'air de toute l'enveloppe du bâtiment
- ⇒ Ici, détail d'un élément freine vapeur pour une cheminée en toiture





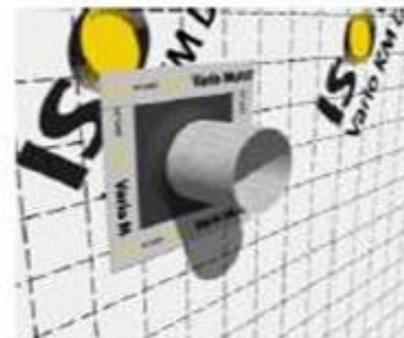
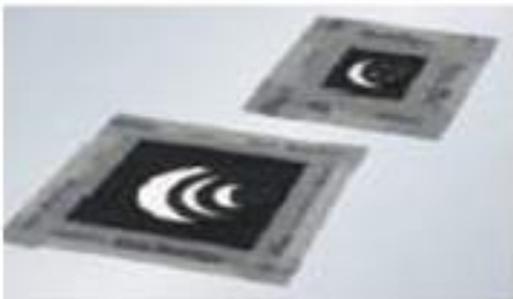


Fig. 37 Exemple de manchon (enduisable) permettant de préserver la continuité du pare-air au passage des câbles.

4.4.4.3 Traitement du passage des câbles

Lorsqu'un percement ne peut être évité, il doit être traité pour prévenir toute fuite d'air autour du câble. Pour étanchéifier le passage des câbles, on utilise le plus souvent des manchons tels qu'illustrés à la figure 37. Il en existe de différents formats, pour différents diamètres ou différents nombres de câbles.

Il convient de souligner que ces manchons nécessitent d'être placés en même temps que les câbles. C'est donc *a priori* l'électricien qui devra les installer. Idéalement, il choisira le produit adapté en concertation avec le concepteur (compatibilité avec le support, nécessité d'un manchon enduisable ou non).



Analyse infrarouge des ponts thermiques d'une habitation

