

Atelier d'écoconstruction

Pratique et technique

La performance énergétique des bâtiments

Isolation et étanchéité

- Isolation et migration de la vapeur d'eau
- Étanchéité à l'air
- Une approche globale
- Un travail commun

Le confort...
D'abord!

Les conditions du confort

- Le confort thermique
- La qualité de l'air
- L'éclairage
- L'acoustique

Le confort thermique

« Un bâtiment devrait assurer, sans aucune consommation d'énergie, un confort au moins équivalent à celui régnant à l'extérieur. »

Le confort thermique

De quoi dépend-il ?

Le confort thermique

- T° de l'air
- T° des parois
- Vitesse de l'air
- Humidité relative
- (Métabolisme)
- (Habillement)

La qualité de l'air

- « *Le bâtiment ne devrait pas contribuer à dégrader sa qualité.* »
- Pollution intérieure liée à l'usage :
 - Odeurs,
 - Humidité,
 - CO_2 et autres composés gazeux.

L'éclairage

Privilégier l'éclairage naturel

Points d'attention

- Intensité
- Rendu des couleurs
- Spectre

L'acoustique

Techniques d'amélioration

- Densité
- Masse-ressort
- Pas de circulation de l'air
- Amortissement en surface

Chaleur, énergie et confort...

Les échanges de chaleur

- Entre deux zones de températures différentes
- Du chaud vers le froid
- Par différents processus

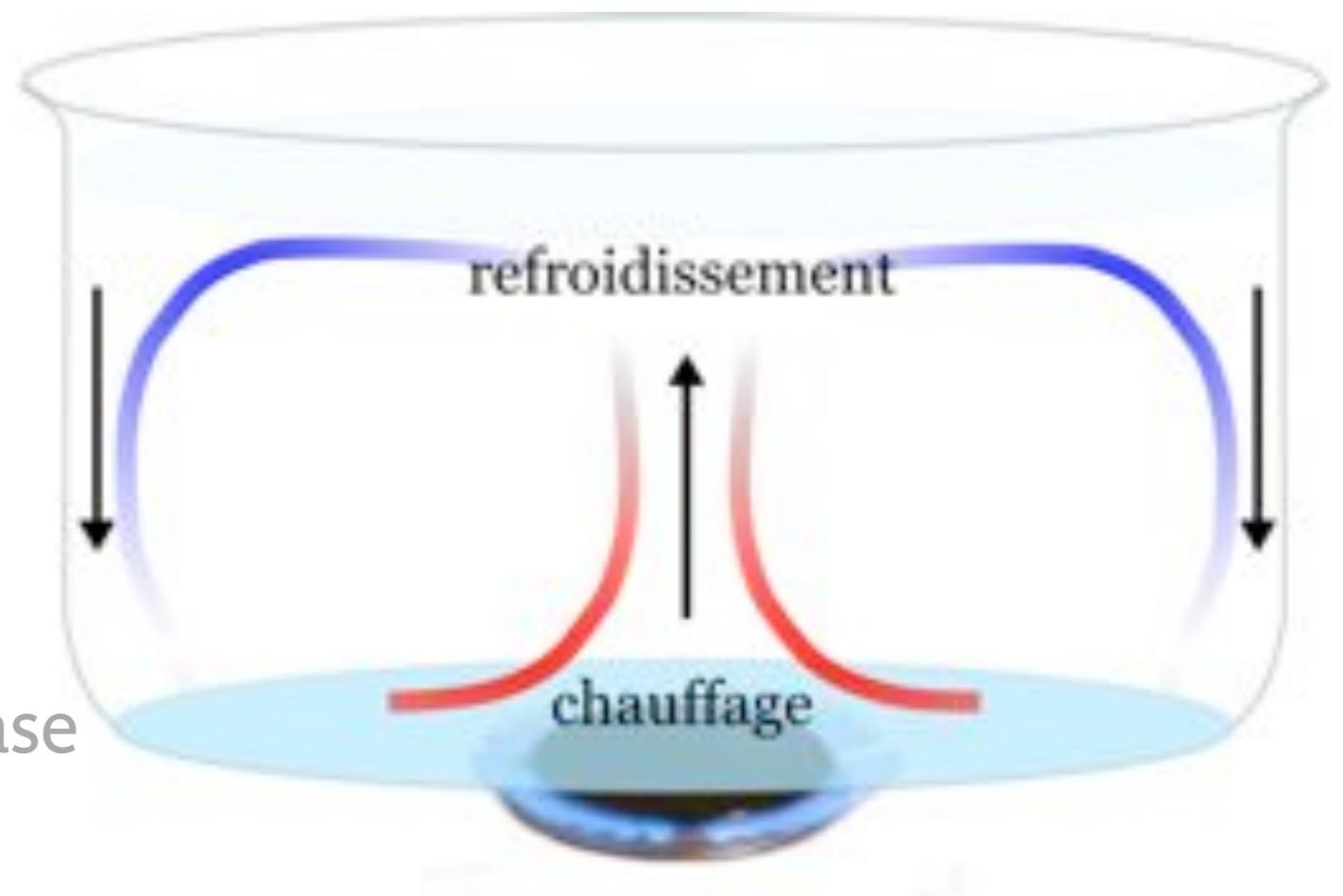
Les modes de transfert

- La conduction
- La convection
- Le rayonnement
- Le changement de phase



Les modes de transfert

- La conduction
- La convection
- Le rayonnement
- Le changement de phase



Les modes de transfert

- La conduction
- La convection
- Le rayonnement
- Le changement de phase

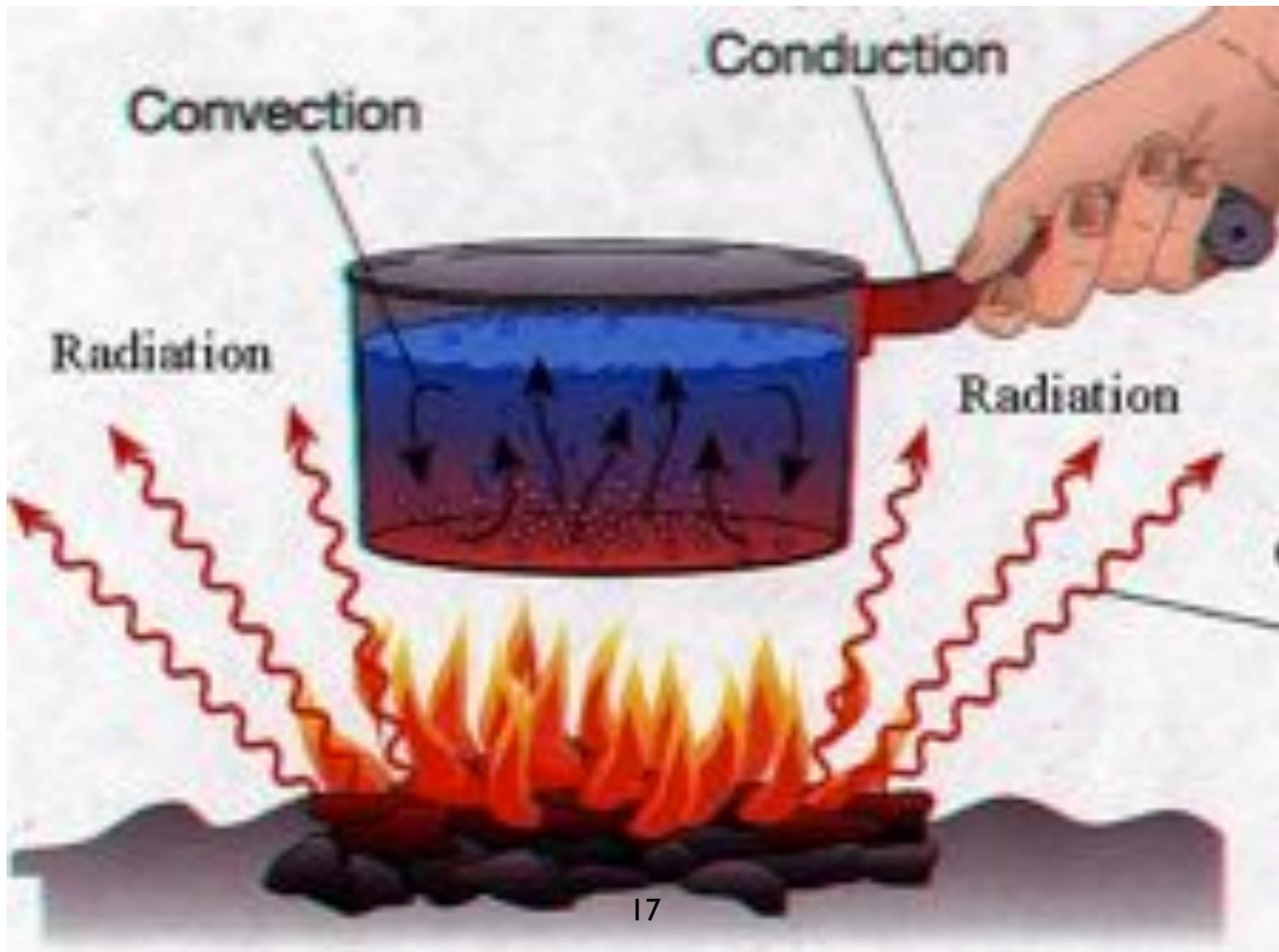


Les modes de transfert

- La conduction
- La convection
- Le rayonnement
- Le changement de phase



Les modes de transfert



Les isolants

Un isolant : un matériau qui transmet mal la chaleur, que ce soit par conduction, convection ou rayonnement.

... Des conditions difficiles à concilier...

Un isolant transmet mal la chaleur

- Conduction

Pour éliminer la **conduction**, il faut éliminer la matière. Le vide ne conduit pas la chaleur.

Un isolant transmet mal la chaleur

- Convection

Pour éliminer la **convection**, il faut immobiliser ou supprimer les fluides. Il n'y a de convection possible ni dans le vide, ni dans un fluide immobilisé.

Un isolant transmet mal la chaleur

- Rayonnement

Pour éliminer le **rayonnement**, il faut des écrans opaques au rayonnement, ou des surfaces non émissives (donc réfléchissantes) au rayonnement thermique.

Un isolant transmet mal la chaleur

- Changement de phase

Pour éliminer l'évaporation-condensation, il faut utiliser des matériaux secs.

Un isolant transmet mal la chaleur

CONCLUSION :

Dans le bâtiment, l'isolant courant le plus efficace c'est *l'air*, pour autant qu'il soit :

- Sec
- Immobile

Les matériaux isolants

L'air est immobilisé par des

- Fibres (minérales, organiques)
- Mousses (minérales, synthétiques)

Que l'on trouve sous diverses formes :

En vrac,

En matelas,

En panneaux.

Qualités des isolants thermiques

La conductivité thermique n'est pas la seule propriété à prendre en compte dans le choix d'un isolant.

- Résistance au feu
- Résistance mécanique (traction et compression)
- Étanchéité à l'air
- Résistance à la diffusion de vapeur d'eau
- Faible absorption d'eau par immersion, par flottaison et par diffusion
- Stabilité dimensionnelle et comportement à la chaleur
- Qualités acoustiques
- Qualités environnementales (santé, énergie grise, renouvelable)
- Prix

Principes physiques

- Conductivité thermique
- Résistance thermique des parois
- Perméabilité à la vapeur d'eau
- Humidité relative et condensation
- Ponts thermiques

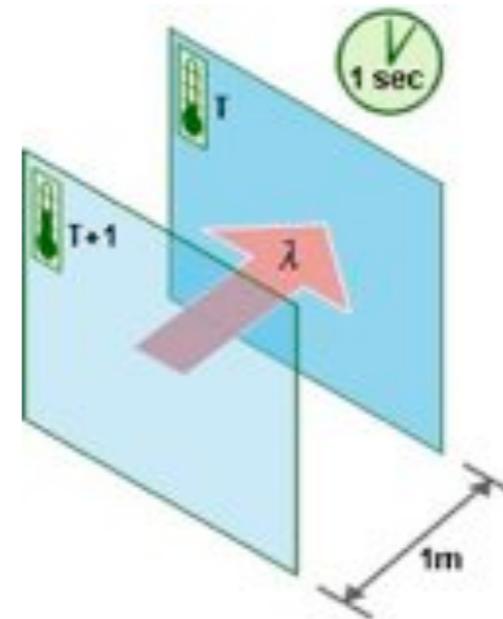
Conductivité thermique

(λ)

La **conductivité thermique** (λ) est une caractéristique propre à chaque matériau.

Elle indique la quantité de chaleur qui se propage :

- en 1 seconde,
- à travers 1 m^2 d'un matériau,
- épais d'un 1 m ,
- lorsque la différence de température entre les deux faces est de 1 K ($1 \text{ K} = 1^\circ\text{C}$).



> La conductivité thermique s'exprime en **W/mK**.

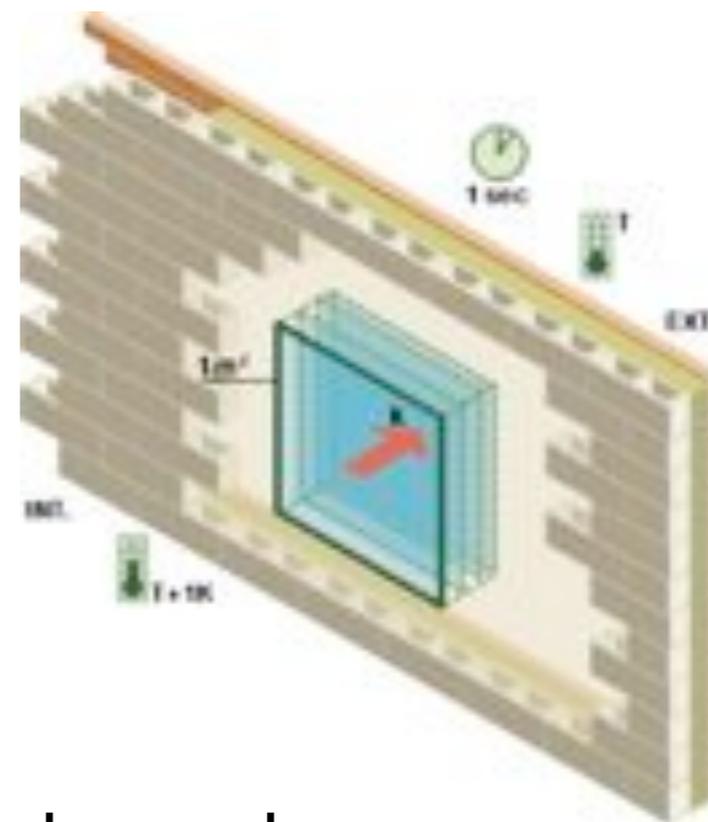
Plus la conductivité thermique est élevée, plus le matériau est conducteur de la chaleur. Plus elle est faible, plus le produit est isolant.

Résistance thermique des parois

La ***résistance thermique*** (**R**) dépend de l'épaisseur du matériau et de sa conductivité thermique.

Elle indique la quantité de chaleur qui se propage :

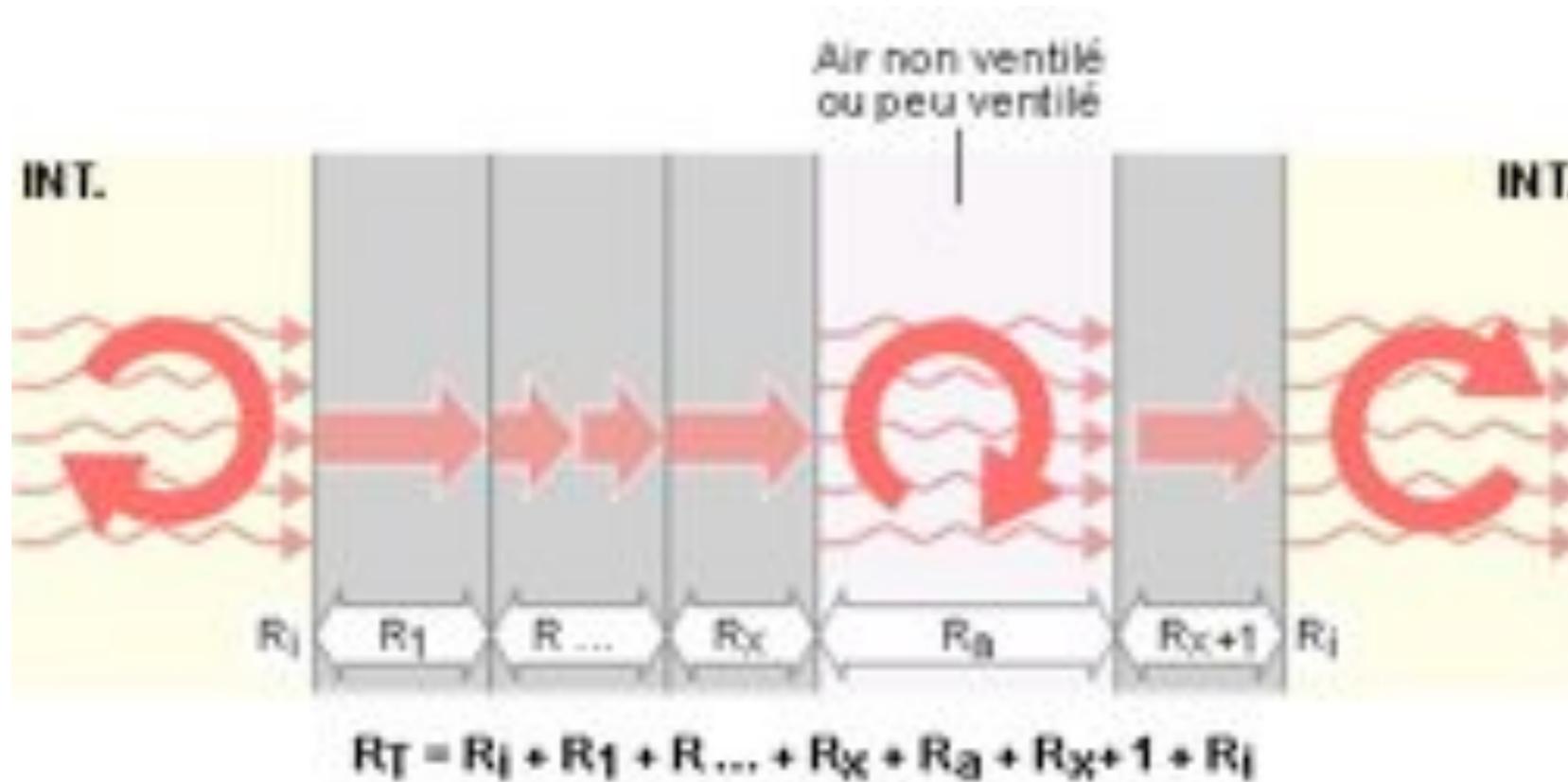
- en 1 seconde,
- à travers 1 m² d'un matériau,
- d'une certaine épaisseur,
- lorsque la différence de température entre les deux faces est de 1 K (1 K = 1°C).



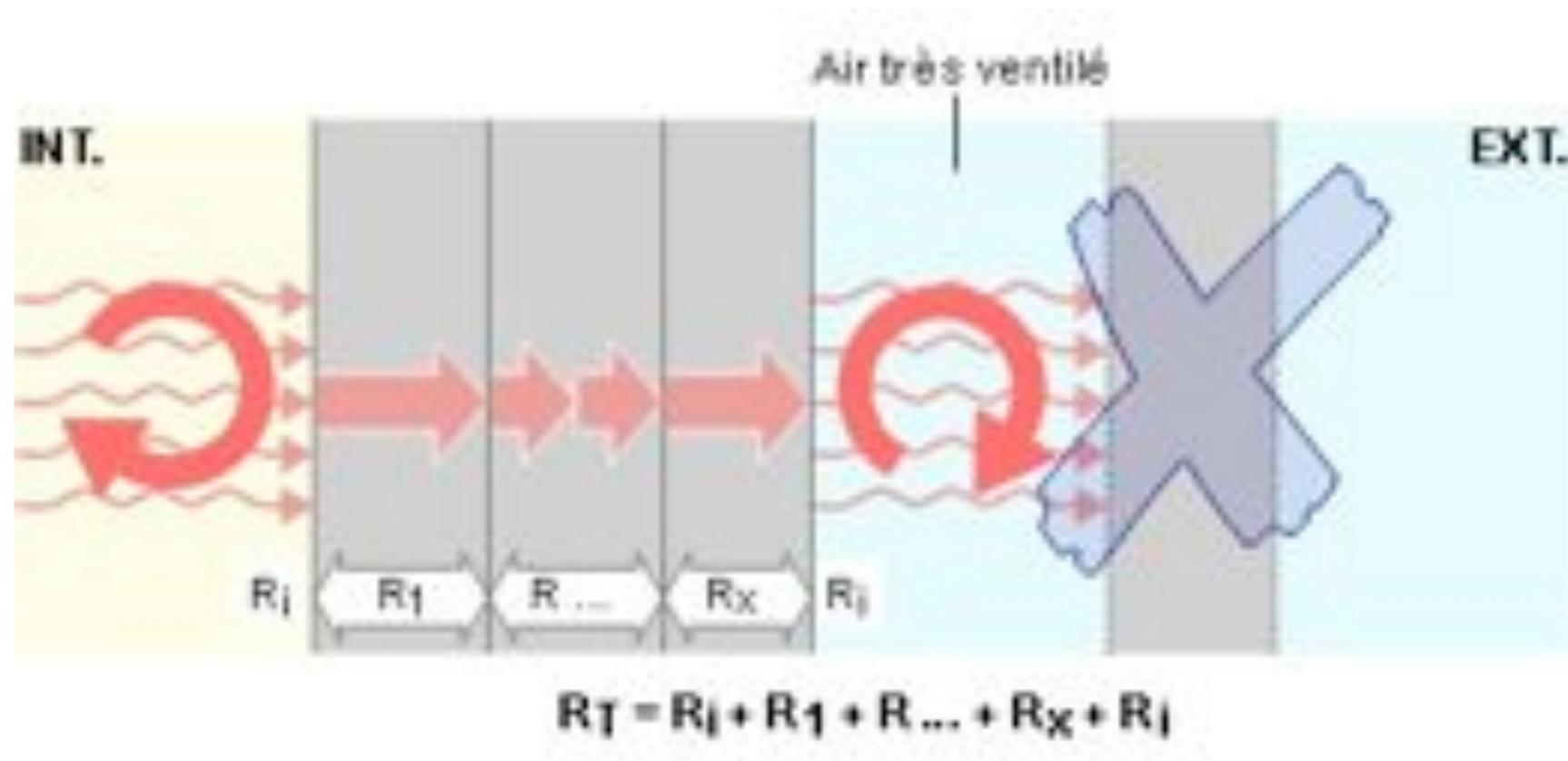
$R = d / \lambda$, où d est l'épaisseur de la couche.

> La résistivité thermique s'exprime en **m² K / W**.

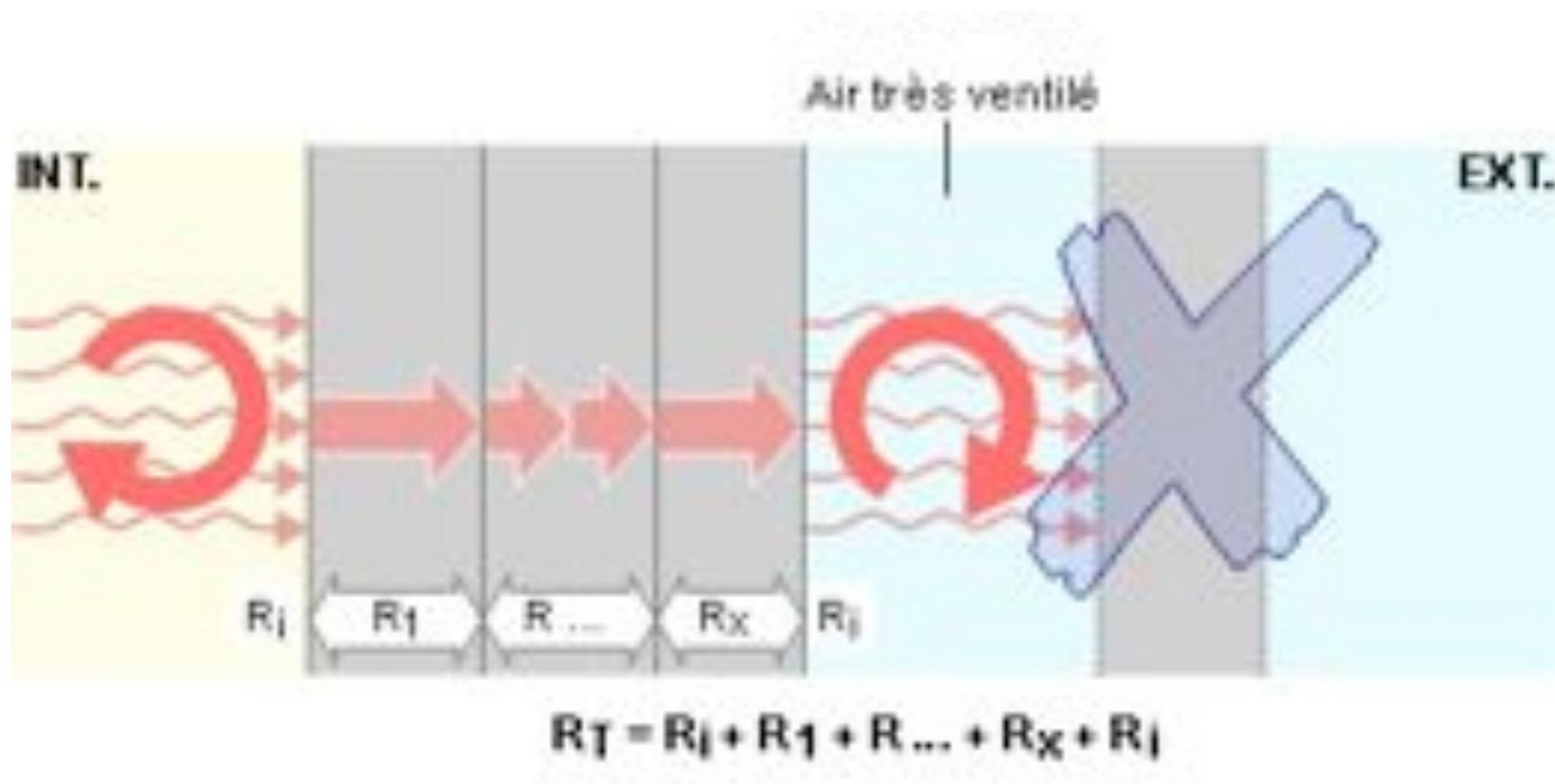
Dans une **paroi constituée de plusieurs couches** homogènes, les résistances thermiques s'additionnent



Dans une **paroi constituée de plusieurs couches**,
les résistances thermiques s'additionnent



... pour autant qu'on ne rencontre pas de couche d'air très ventilée.



Le coefficient de **transmission thermique** (**U**, anciennement **k**) d'une paroi est l'inverse de sa résistance thermique totale.

$$U = 1 / R$$

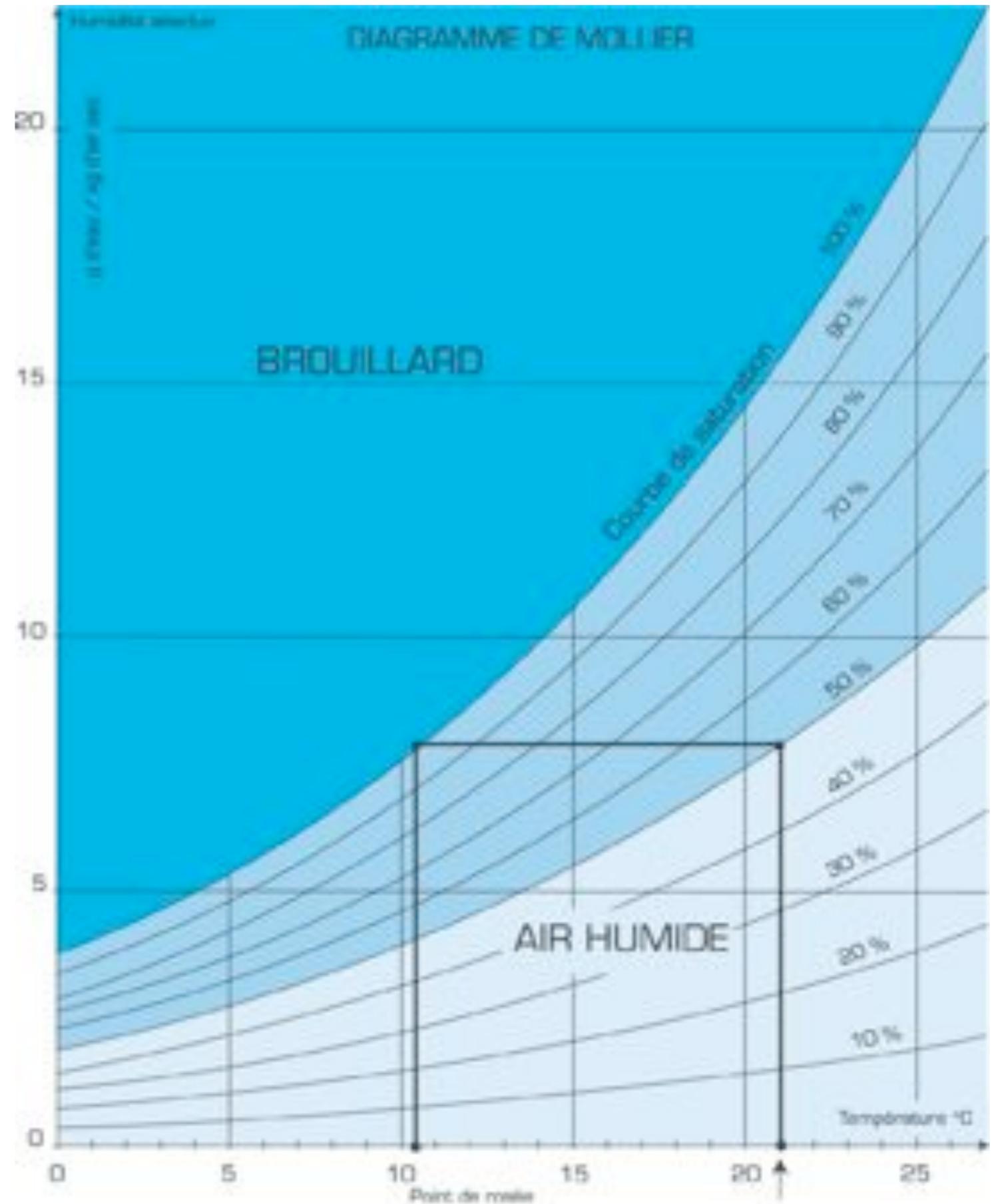
> Le coefficient de transmission thermique s'exprime en **W / m² K** .

Vapeur d'eau et condensation

L'air chaud peut contenir plus de vapeur d'eau que l'air froid.

Quand l'air se refroidit, le taux d'humidité augmente.

Quand le taux d'humidité dépasse le seuil de saturation, l'eau condense.



Condensation interne

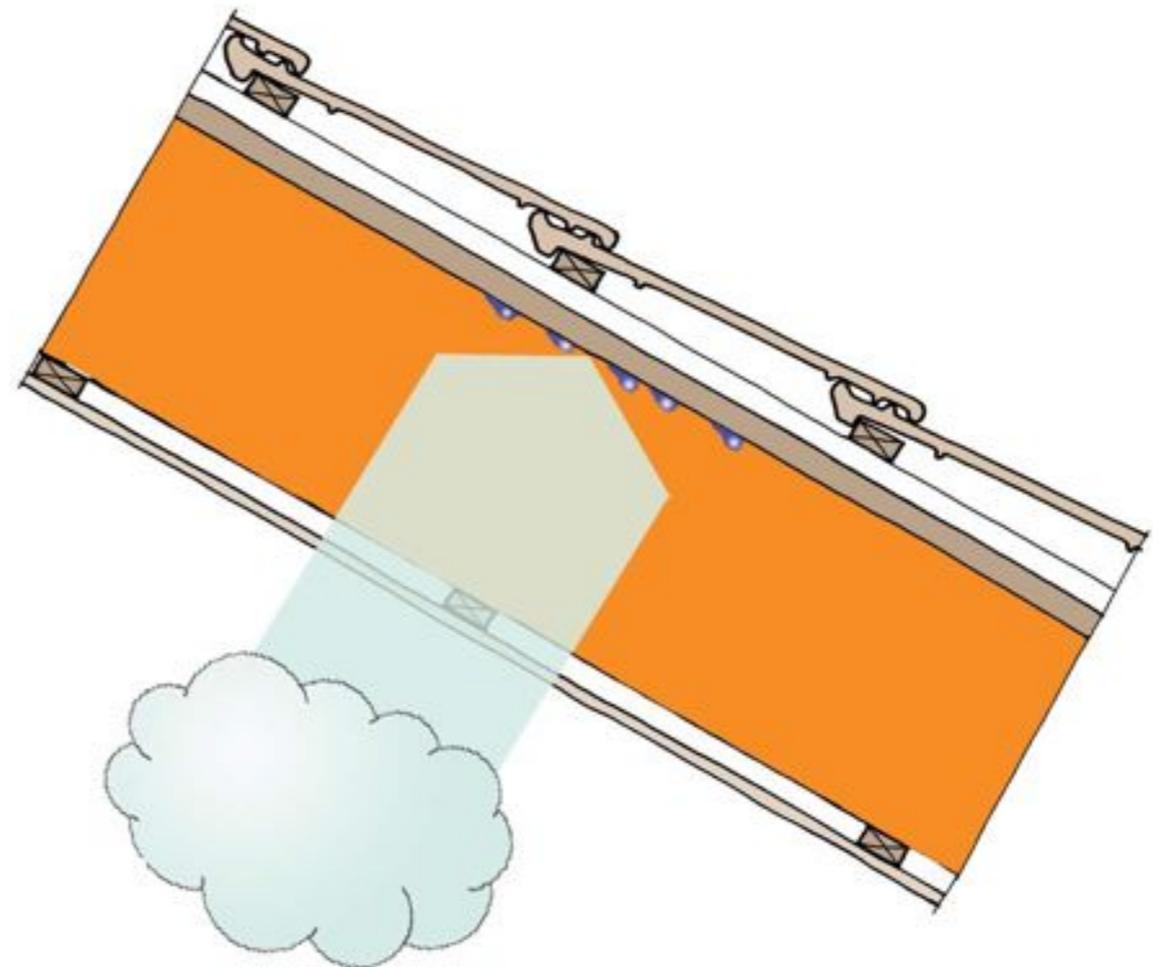
Si de l'air chaud et humide entre dans une paroi, il y a risque de condensation à l'intérieur de celle-ci.

La vapeur d'eau se condense alors sur la première paroi froide qu'elle rencontre, par exemple, la sous-toiture.

Toute condensation interne prolongée peut :

- engendrer des moisissures,
- dégrader les matériaux, notamment les structures en bois.

Le risque est important car ce phénomène n'est pas directement visible et lorsqu'il apparaît sur la paroi, les dégâts peuvent déjà être importants.



Côté extérieur, prévoir une sous-toiture perméable à la vapeur d'eau.

L'objectif de cette couche est :

- d'empêcher toute humidité extérieure sous forme liquide d'entrer dans la paroi,
 - d'être étanche au vent,
- mais aussi
- de permettre à toute éventuelle humidité intérieure sous forme de vapeur (l'humidité présente dans le bois par exemple) de se diffuser aisément vers l'extérieur.

Côté intérieur, placer un pare-vapeur.

L'objectif de cette couche est :

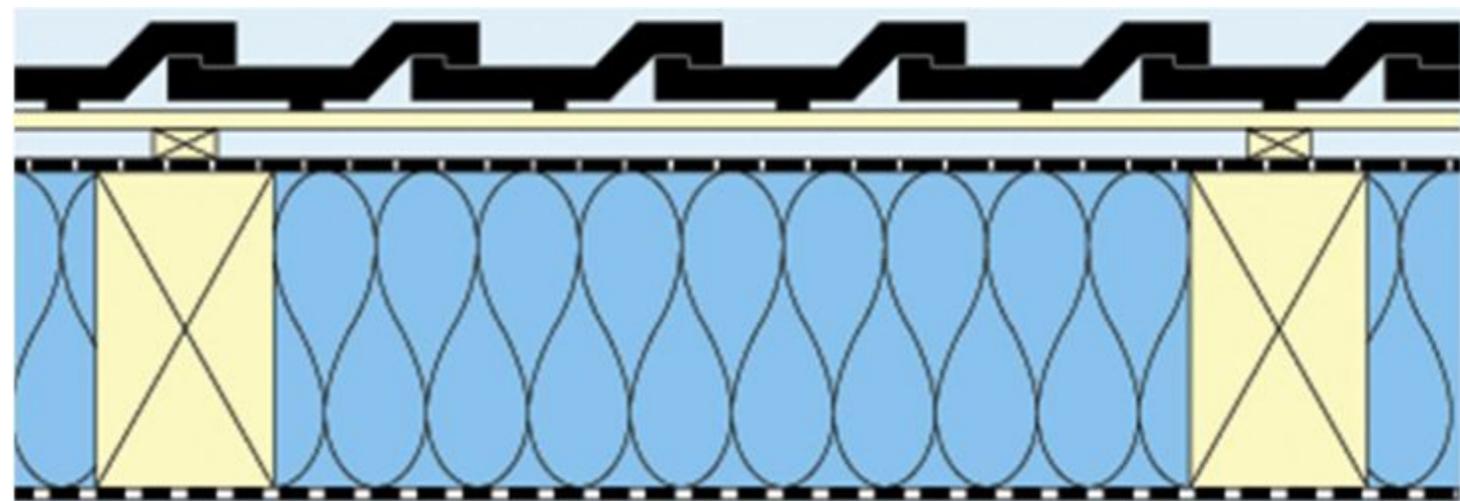
- d'empêcher toute perte de chaleur par convection,
- d'être aussi fermée à la diffusion de vapeur que nécessaire.

La mise en place du pare-vapeur demande beaucoup de soin au niveau des raccords.

face extérieure étanche à la pluie

face extérieure étanche au vent

la plus ouverte possible à la diffusion de vapeur



sous-toiture,
couche de
protection de
l'isolation

freine-vapeur,
étanche à l'air

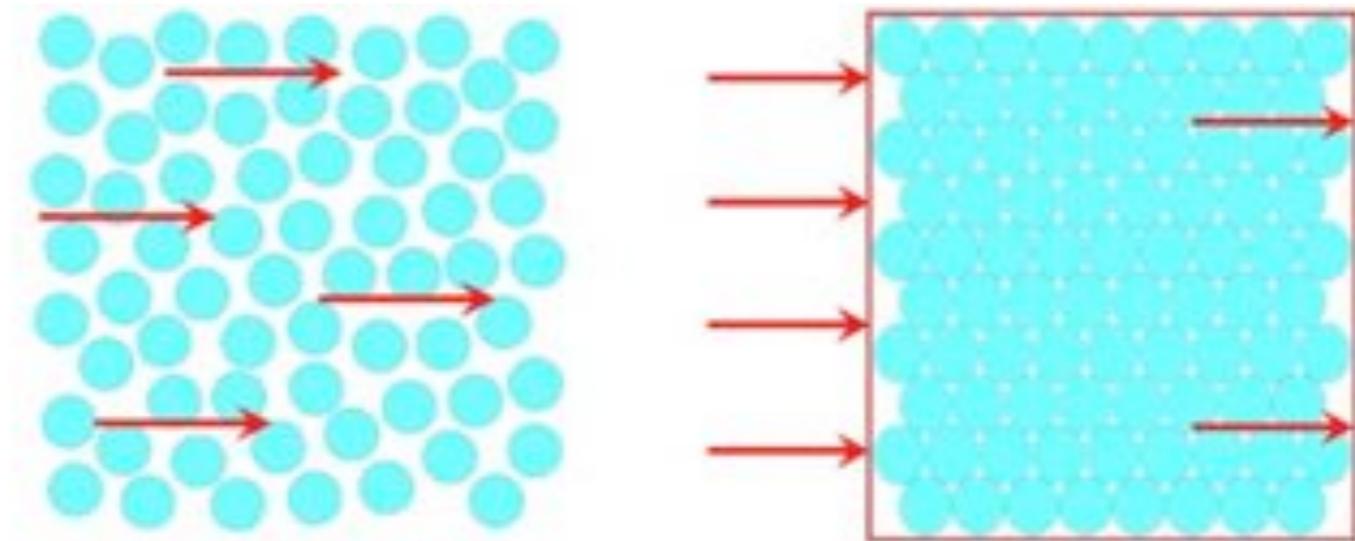
face intérieure étanche à l'air et calibrant
la diffusion de vapeur

source :  pro clima - Moll

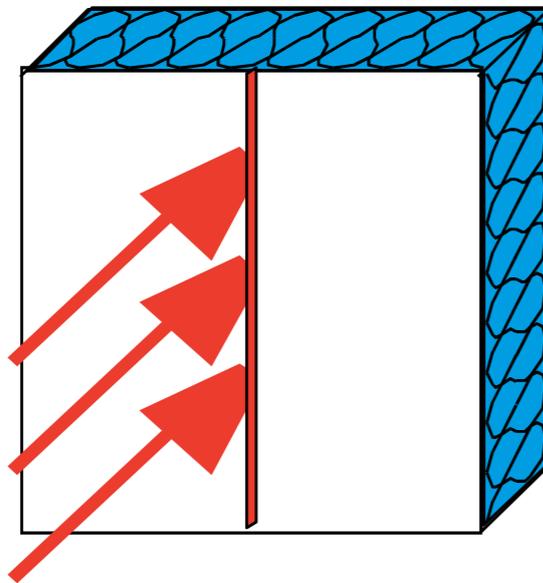
Pourquoi l'étanchéité à l'air ?

Eviter les pertes de chaleur par convection

L'air en mouvement transmet la chaleur



— la convection et les pertes d'énergie



- 1 m² de construction isolée
- 14 cm d'isolation ouverte à la diffusion
- écran étanche à l'air

conditions climatiques:

à l'intérieur +20°C, 50 % HR

à l'extérieur -10°C, 80 % HR

vent de 2 Beaufort

la valeur U théorique :

0,3 W/[m².K]

**la valeur U correspondante
avec une fente de 1 mm :**

1,44 W/[m².K]

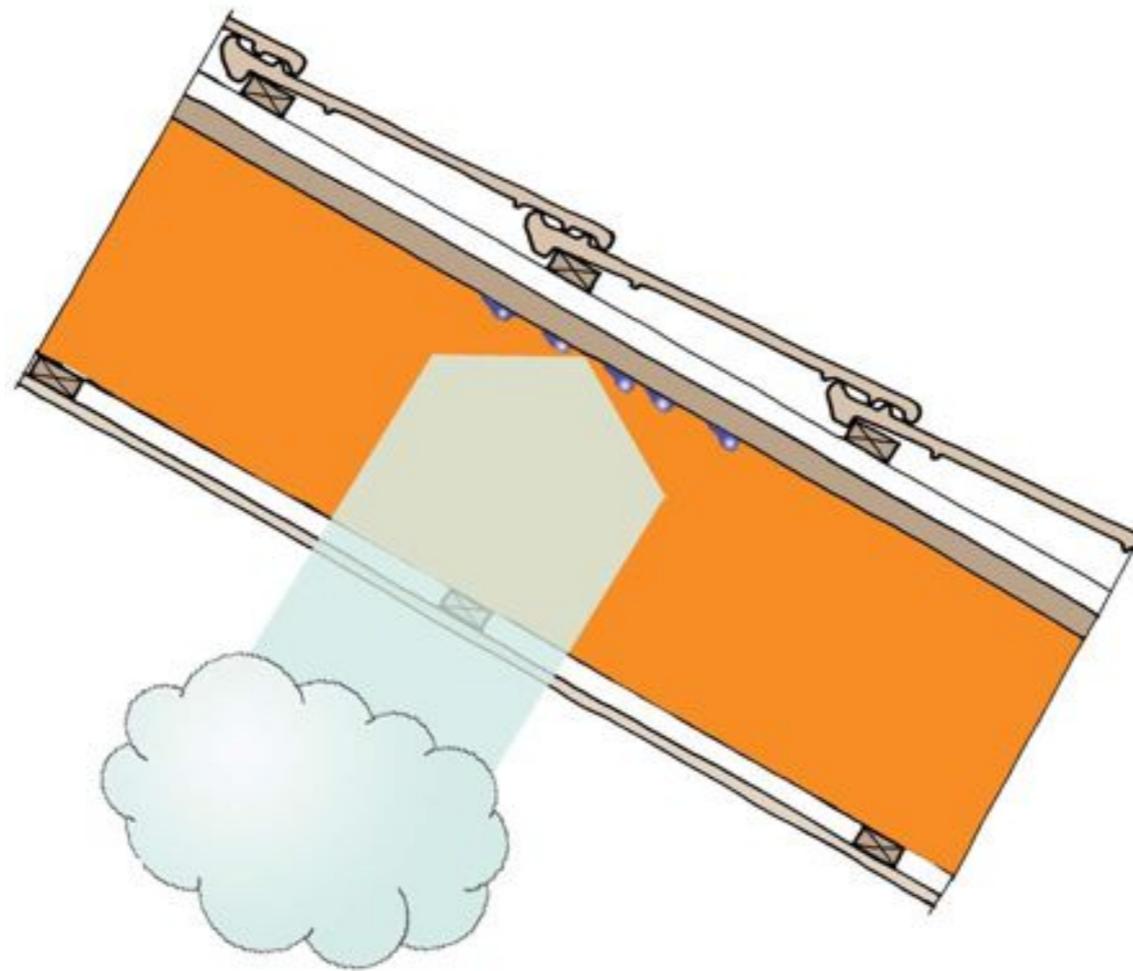
facteur 4,8

source :  pro clima – Moll;
mesure : Institut für Bauphysik,
Stuttgart, DBZ 12/89

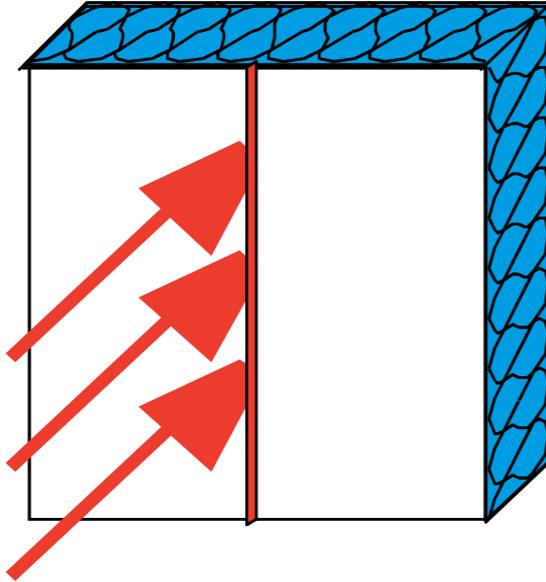
Pourquoi l'étanchéité à l'air ?

Prévenir les dégâts
à la construction

L'air chaud contient de la vapeur d'eau



— l'humidité : diffusion et convection



- 1 m² de construction isolée
- 14 cm d'isolation ouverte à la diffusion
- écran étanche à l'air
- valeur μ_d de 30m

conditions climatiques:

à l'intérieur +20°C, 50 % HR

à l'extérieur -10°C, 80 % HR

vent de 2 Beaufort

la diffusion en hiver :

0,5 g/[m².jour]

**la convection à travers une
fente de 1 mm :**

800 g/[m .jour]

facteur 1600

source :  pro clima – Moll;
mesure : Institut für Bauphysik,
Stuttgart, DBZ 12/89

Quand on commande des travaux

Bien spécifier à l'architecte ou à l'entrepreneur ce qu'on veut

Entre autres, par exemple :

- Une isolation continue,
- Une étanchéité à l'air soignée,
- Une paroi qui ne pose pas de problème d'humidité,
- Des matériaux appropriés et de qualité (énergie grise, qualité de l'air, origine naturelle, hygroscopiques ou non, etc.)

Se donner dès le début les moyens de contrôle

Entre autres, par exemple :

- Contrôle sur plan et dessin des détails,
- Intégration de ses demandes au cahier des charges (matériaux, technique),
- Respect des prescriptions du CSTC ou du fabricant,
- Entreprise ayant suivi une formation certifiée,
- Réservation de marché à l'éco-construction,
- Réservation de marché à l'économie sociale,
- Test d'infiltrométrie,
- ...

Les clés de la réussite

- Conception
- Détails
- Phasage
- Réalisation et suivi
- Vérification

L'isolation...
en pratique !

N'oublions pas !

- Ce qui isole bien, c'est de l'air sec et immobile.
- L'isolation doit être continue.

Et que voit-on parfois ?













La bonne pose des isolants



... continue



... croisée



... propre et soignée
dans tous les détails

Continuité de l'isolant







Éviter toute entrée d'air
sur les bords
ou par les joints

ET DIN 4102, B1, Z-23, 1.2-
HFCKW und HFCKW
FC, HFC









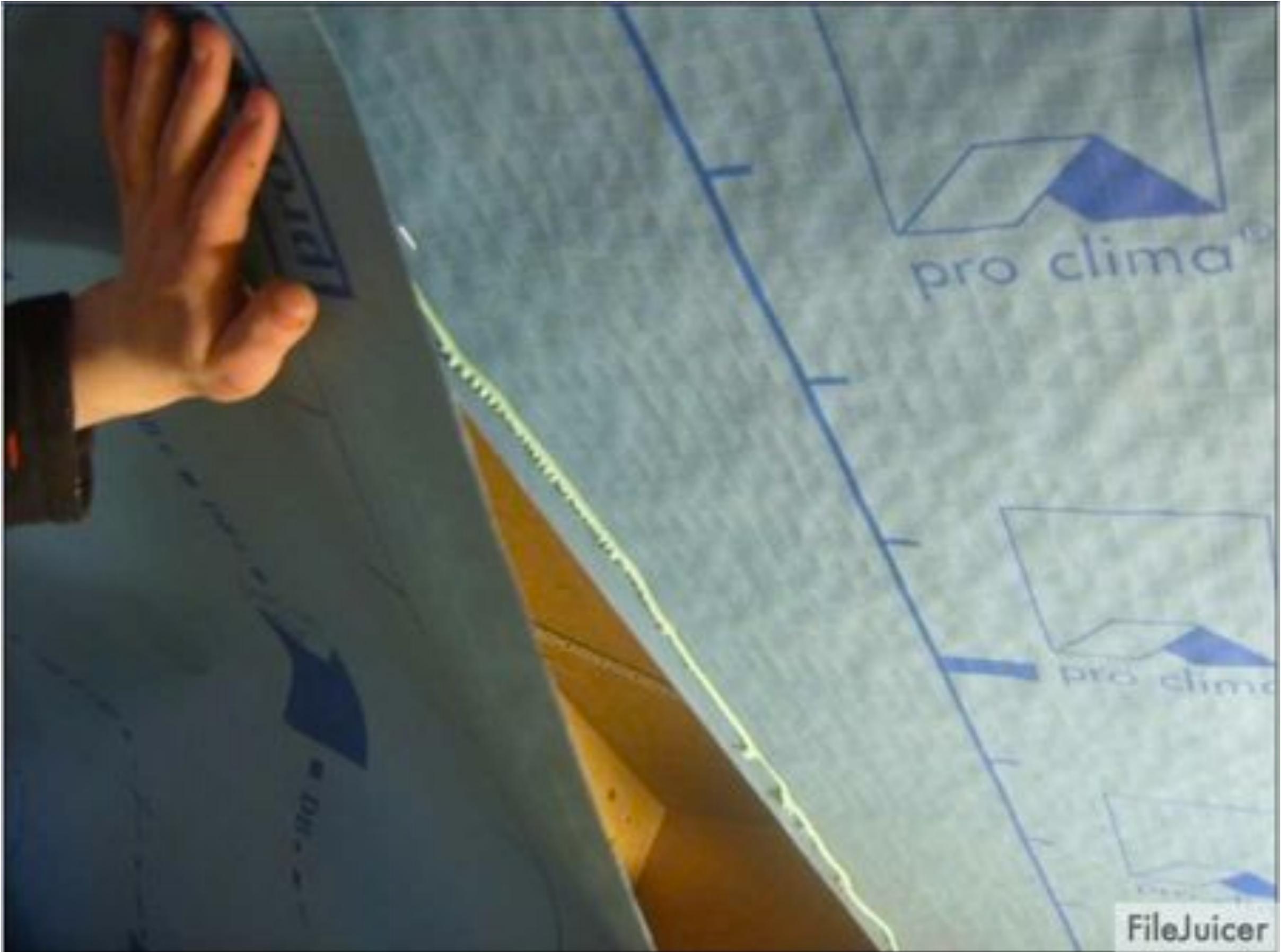
Anticiper et préparer l'avenir

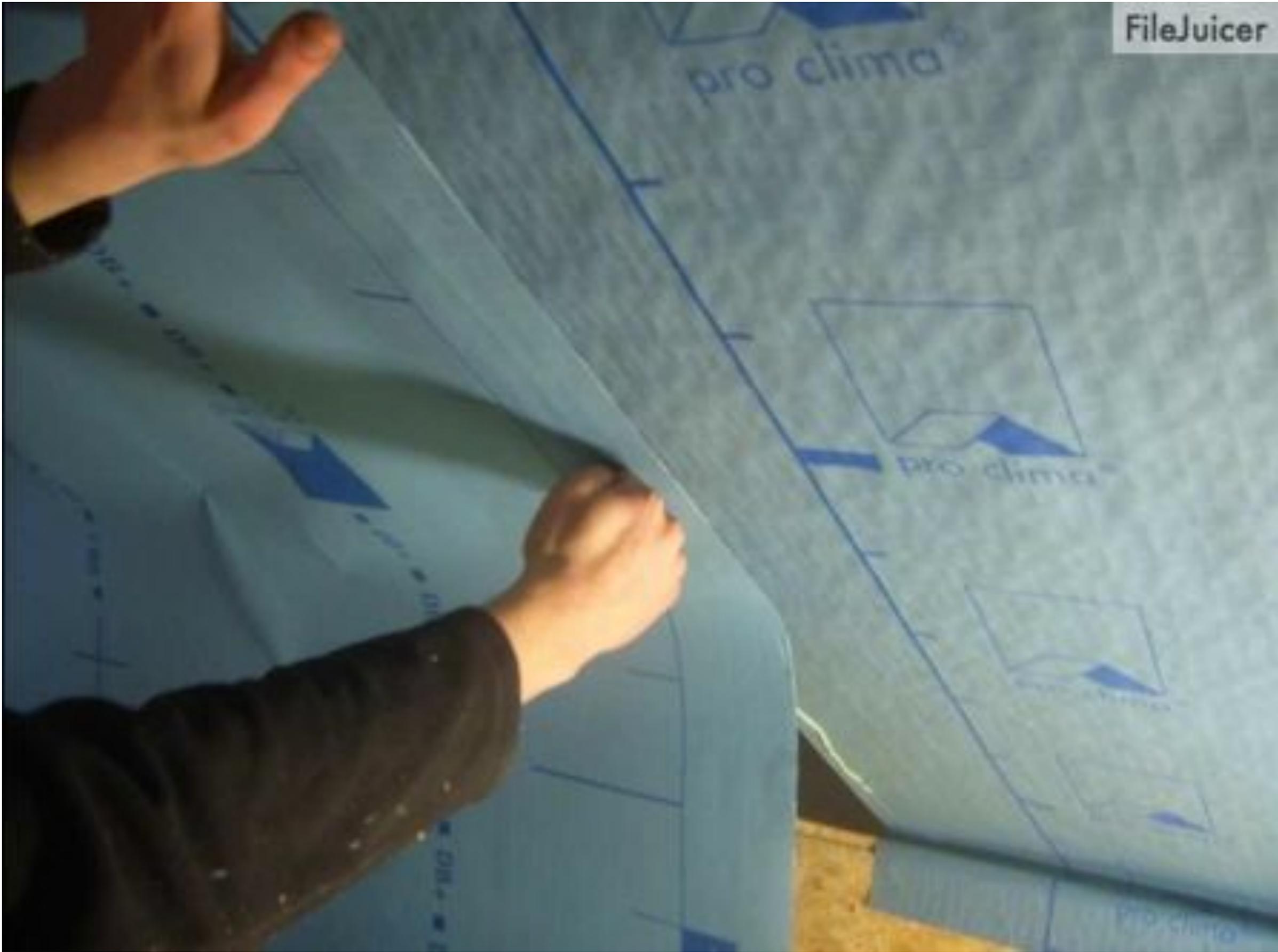




La bonne pose d'un frein-vapeur

Coller entre les lés







FileJuicer







Veiller à l'étanchéité
aux raccords avec
d'autres matériaux



FileJuicer











FileJuicer







INTELLO®

INTELLO

www.proclima.com



Veiller à la continuité
des raccords





Eviter de percer
l'étanchéité

H

Biztonsági pértételező és Mgrsz
Diffúziós ellenálló: a pértételezők
Újrahasznosítható - 100 % pórsó

m-16 100b mini 10 m-ig









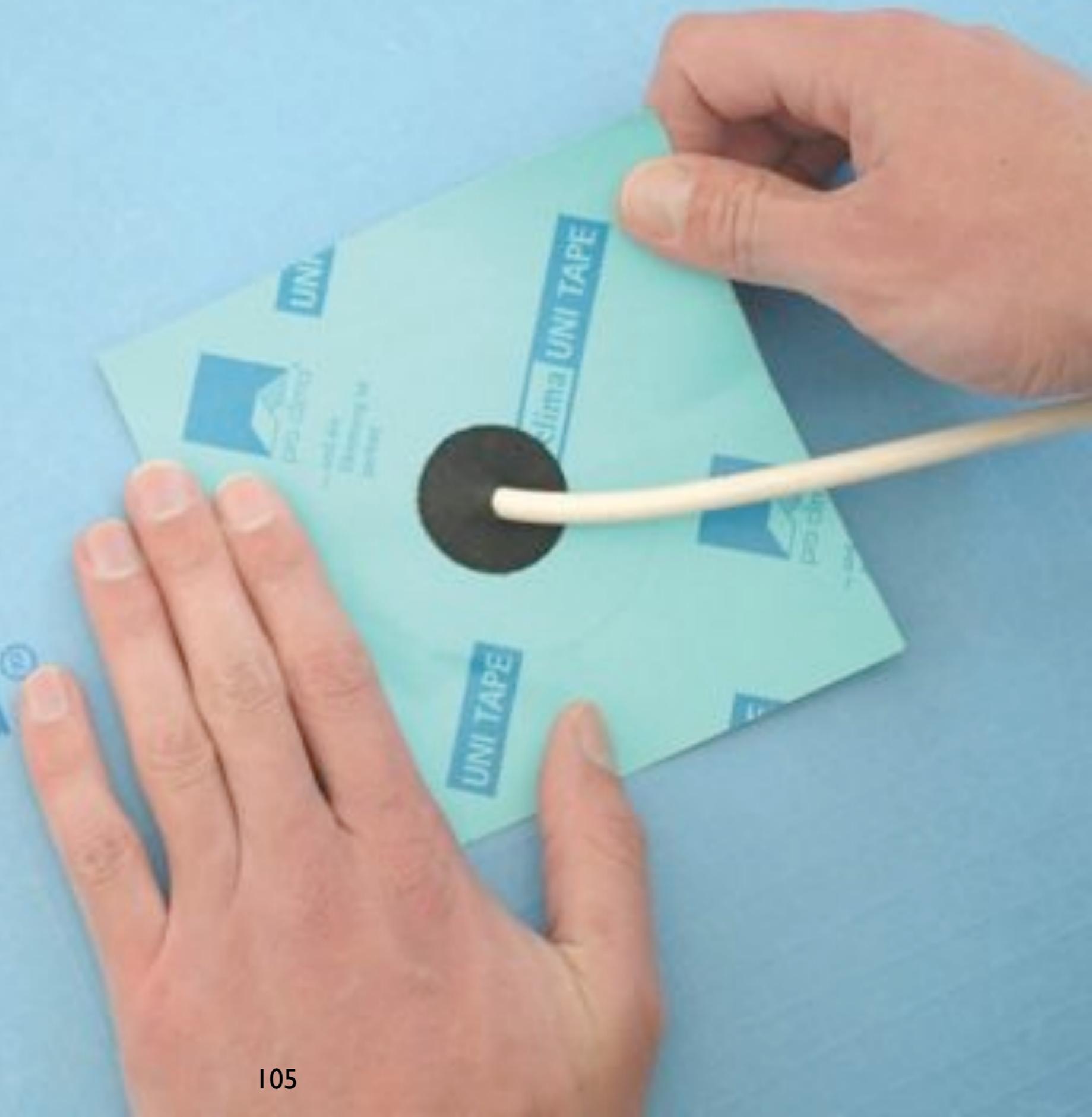
Et quand il faut...

Temperaturspærre og lufttettere
fra 0,25 m til 10 m,
100 % igennemsigtig polyolefin.

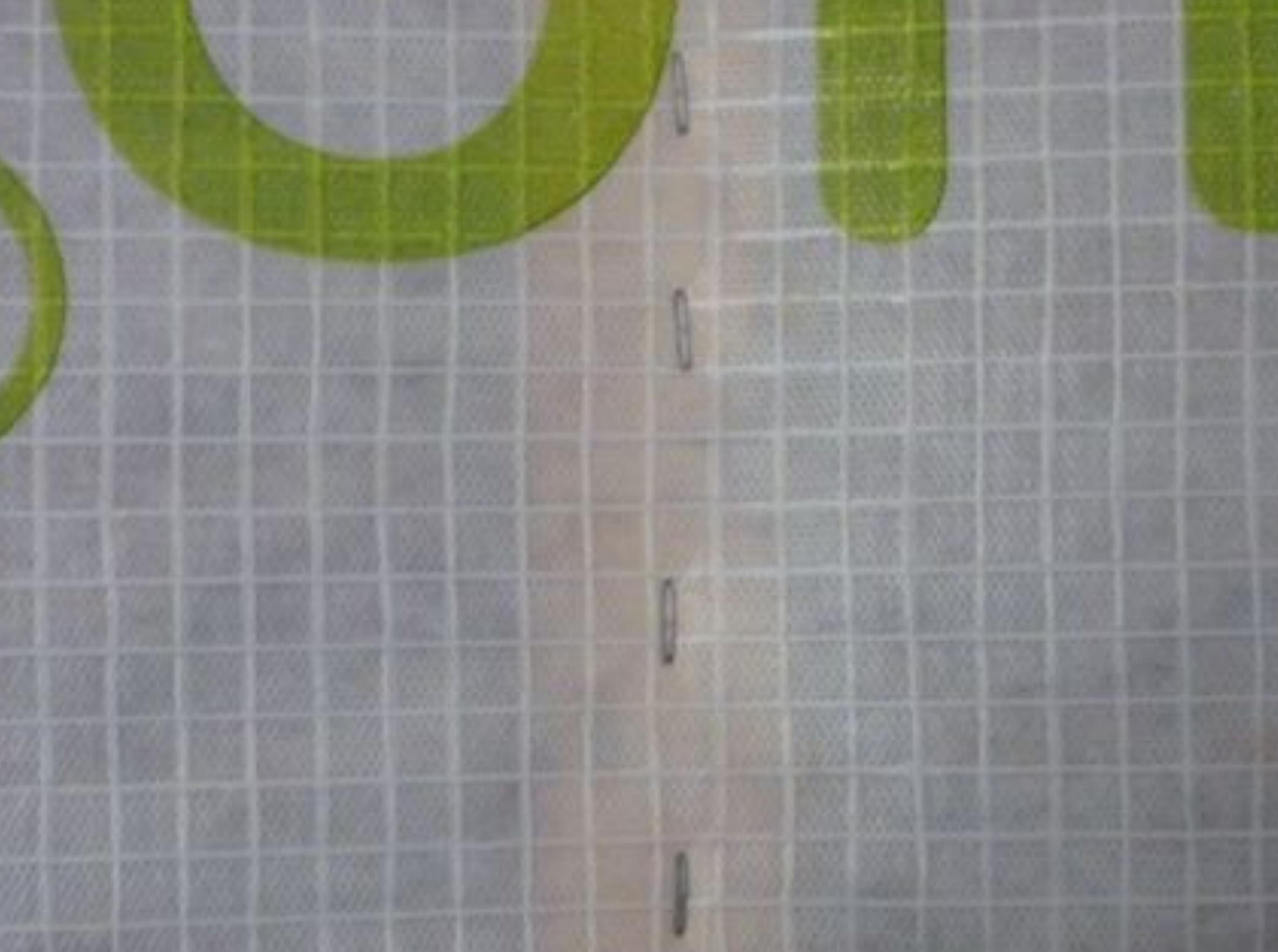
100 % igennemsigtig

100 % igennemsigtig
100 % igennemsigtig
100 % igennemsigtig





Soigner les détails

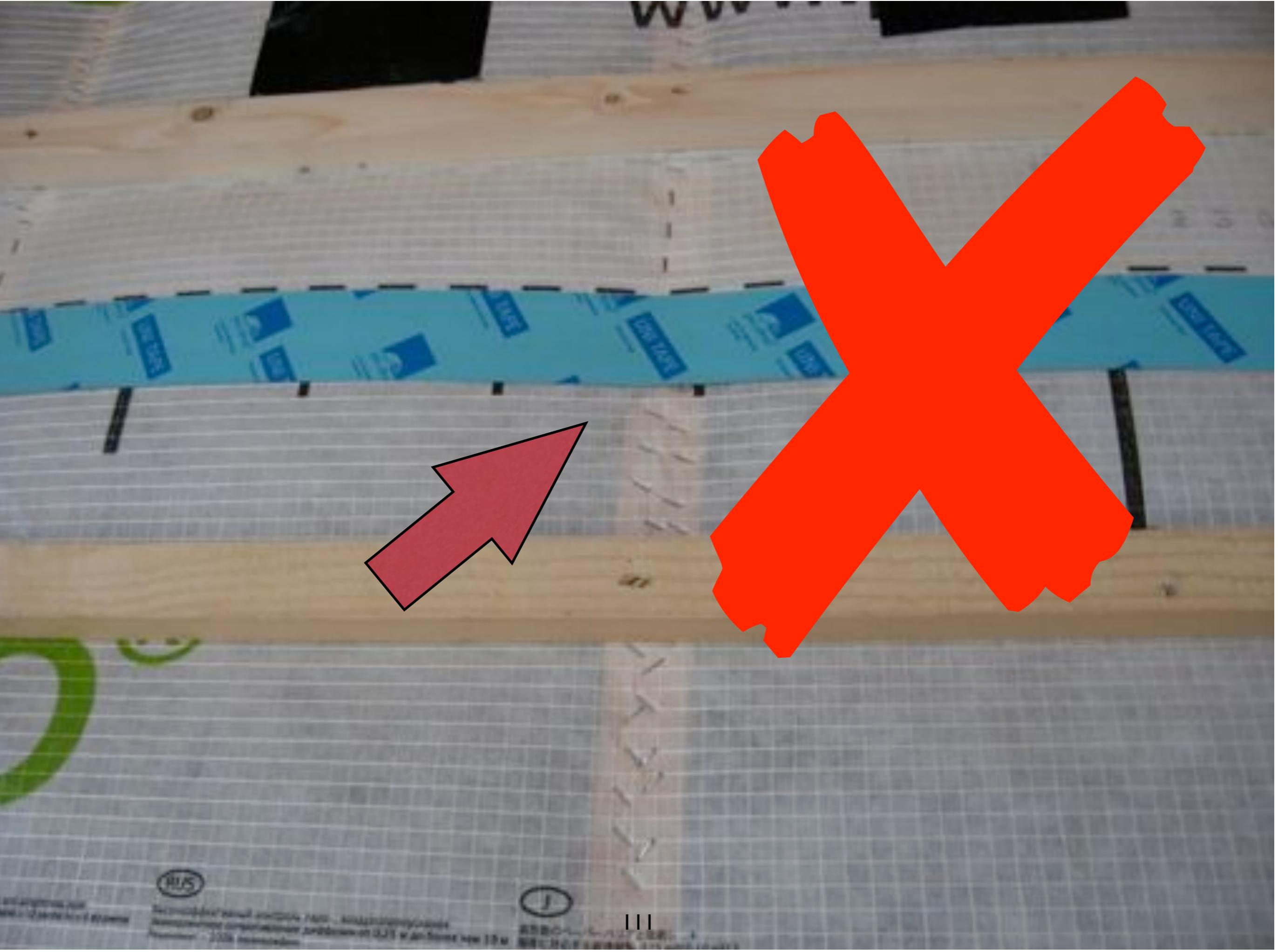






www.proclima.com

INTELLO®



www.ikea.com



www.ikea.com



www.ikea.com

|||

Les panneaux OSB
peuvent-ils servir de
freine-vapeur ?



Contrôle d'étanchéité

Test Blower Door :

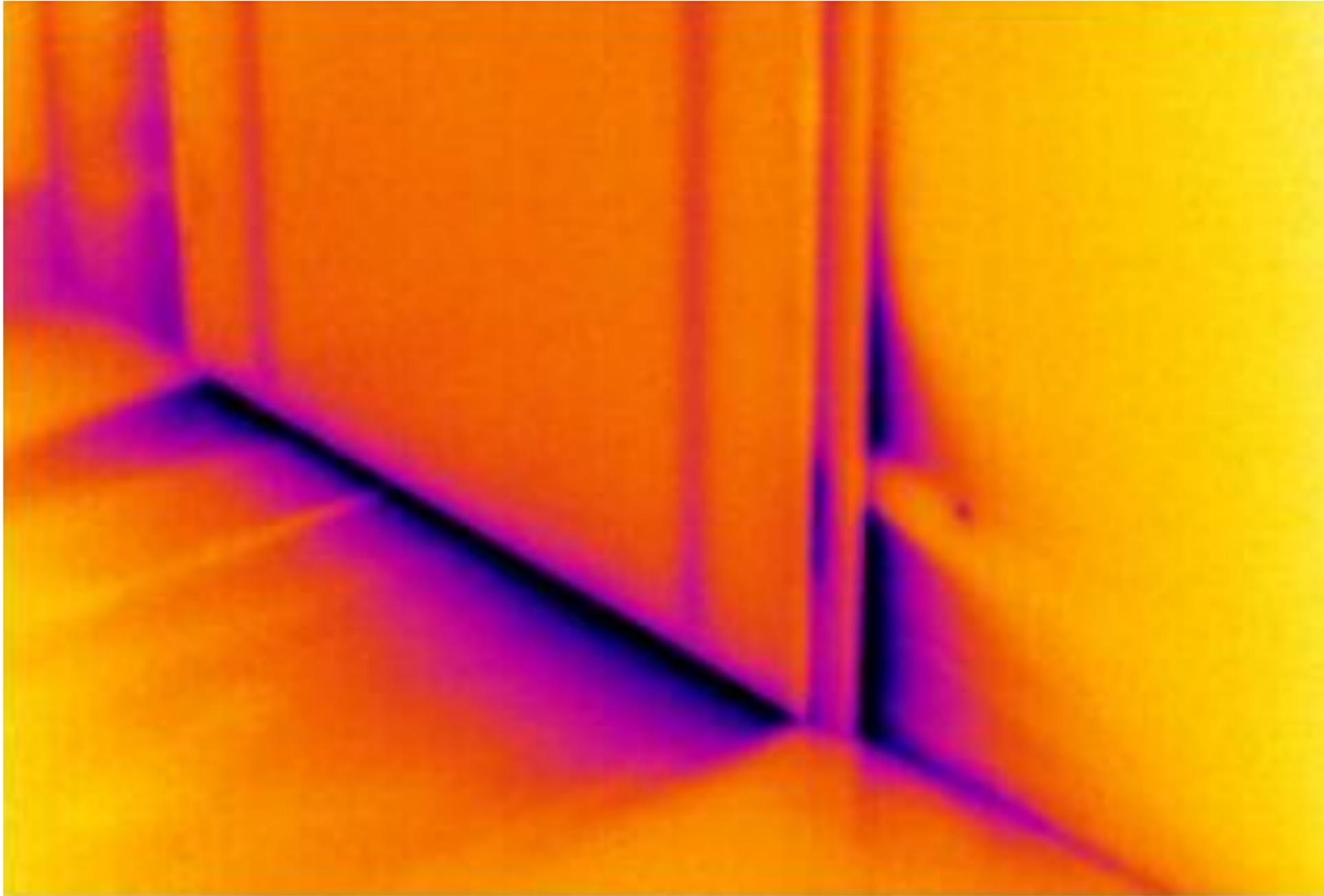
Mise en dépression ou en surpression
du bâtiment

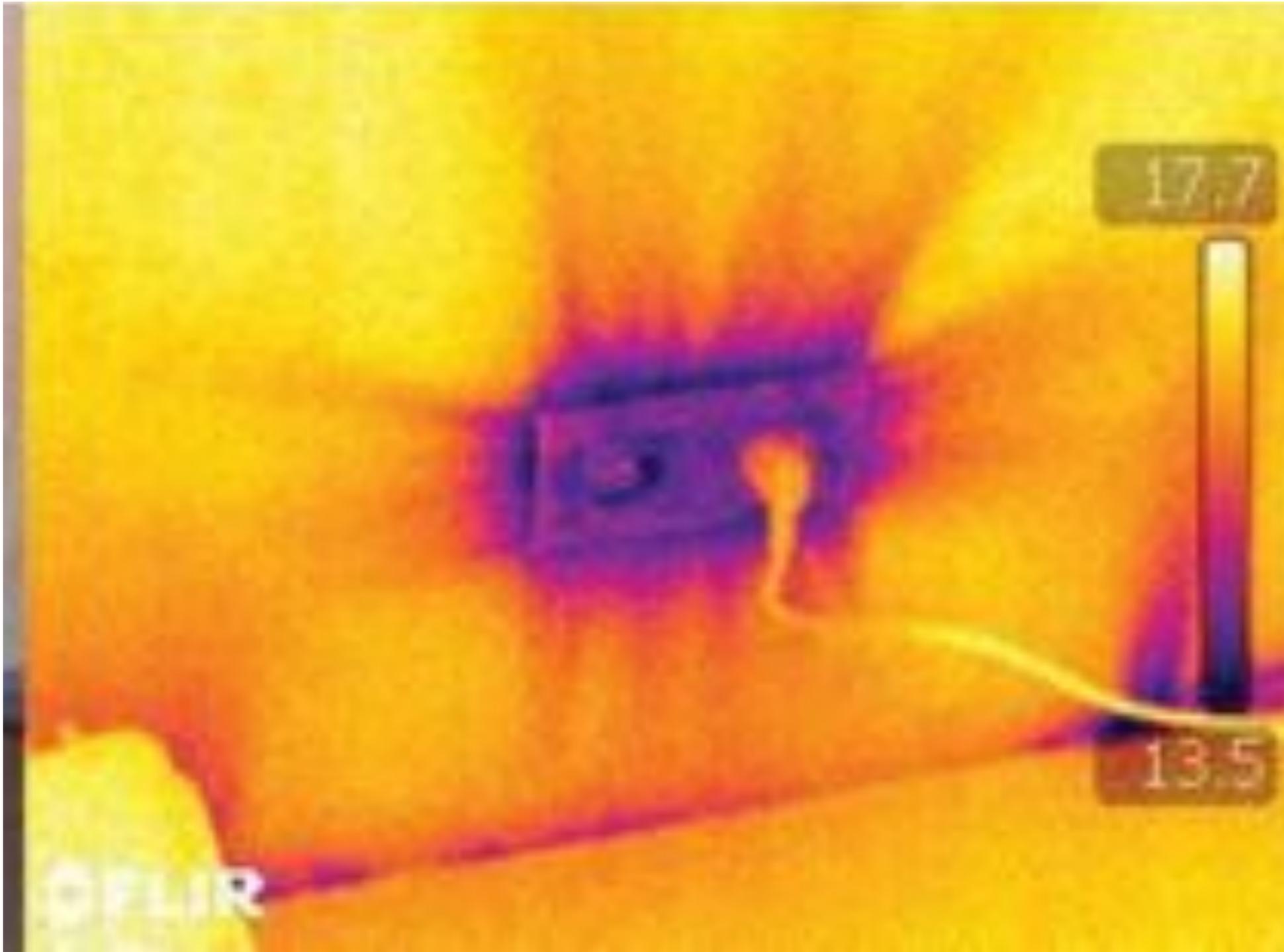
Traquer les fuites









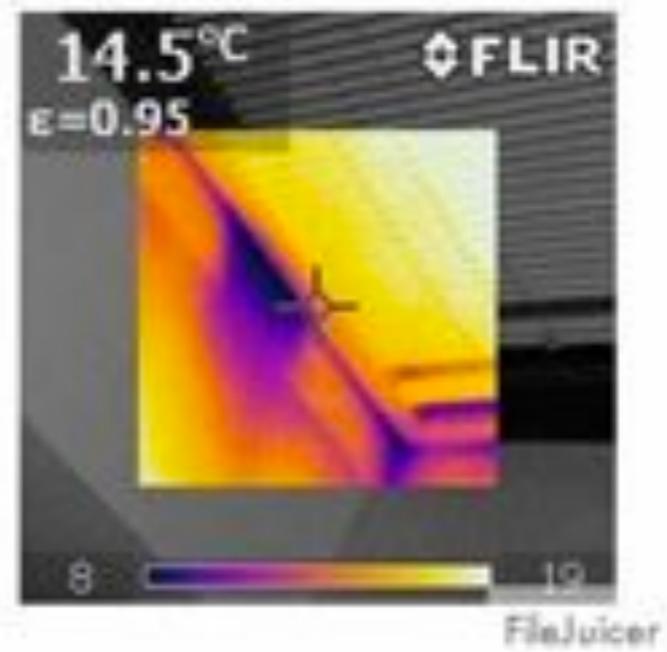
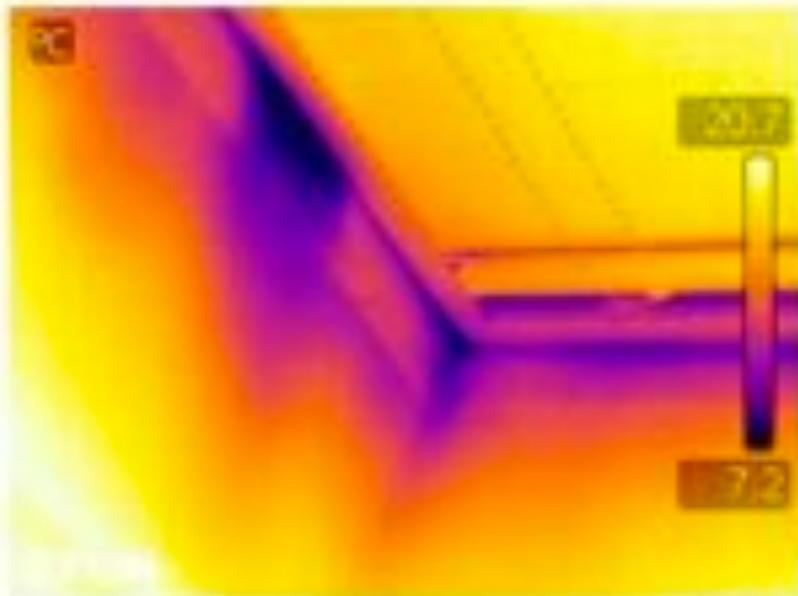


Châssis de fenêtre

Exemple de la fenêtre de toiture



Blower Door: fuites fenêtre Velux





Préparer l'étanchéité périphérique





19/04/2007



19/04/2007



161

Fakro clima 084

FAKRO

FAKRO