

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

GESTION DE L'ÉNERGIE :
RESPONSABLE ÉNERGIE

PRINTEMPS 2022

Outils pour diagnostiquer un bâtiment existant :
étanchéité à l'air et à l'eau

Claire GRAVOUIL



Sur base de la présentation conçue par ICEDD asbl





- ▶ Attirer l'attention sur les difficultés d'atteindre un niveau performant d'étanchéité à l'air des bâtiments en rénovation
- ▶ Disposer des outils et sources d'information utiles pour aborder la problématique de l'étanchéité à l'air



ÉTANCHÉITÉ À L'AIR : INTRODUCTION

LES FENÊTRES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

LES PORTES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

DIFFICULTÉS POUR ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR EN
RÉNOVATION

TEST DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR



ETANCHÉITÉ À L'AIR

- ▶ **Mauvaise** : risque d'inétanchéité à l'eau et condensation interne
- ▶ **Moyenne** : déperditions énergétiques importantes dans un bâtiment bien isolé
- ▶ **Elevée** : peu de déperditions mais nécessité d'un système de ventilation contrôlée

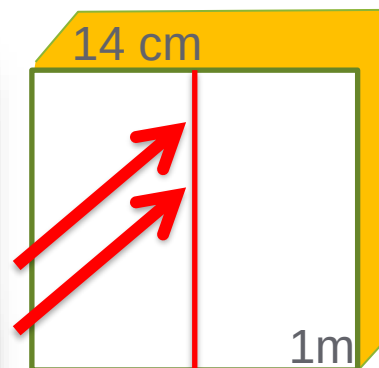
⇒ **En rénovation, on va isoler. Il faudra donc rendre l'enveloppe davantage étanche à l'air pour que l'isolation soit efficace et durable, et donc il faudra aussi ventiler.**



IMPACT SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES

Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique	
Surface de référence énergétique A_{RE} :	85.2 m ²
Méthode utilisée: Méthode mensuelle	
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	15 kWh/(m ² a)
Résultat du test d'infiltrométrie:	0.6 h ⁻¹
Besoin en énergie primaire	
Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique	
Surface de référence énergétique A_{RE} :	85.2 m ²
Méthode utilisée: Méthode mensuelle	
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	22 kWh/(m ² a)
Résultat du test d'infiltrométrie:	1.5 h ⁻¹
Besoin en énergie primaire	
Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique	
Surface de référence énergétique A_{RE} :	85.2 m ²
Méthode utilisée: Méthode mensuelle	
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	77 kWh/(m ² a)
Résultat du test d'infiltrométrie:	7.8 * h ⁻¹
Besoin en énergie primaire	
(eau chaude sanitaire, chauffage, électricité auxiliaire et domestique):	156 kWh/(m ² a)
Besoin en énergie primaire	
(eau chaude sanitaire, chauffage et électricité auxiliaire):	102 kWh/(m ² a)
Besoin en énergie primaire	
économisée par la production d'électricité	kWh/(m ² a)
Puissance de chauffage:	61 W/m ²
Surchauffe estivale:	4 %
Besoin de refroidissement annuel:	kWh/(m ² a)
Puissance de refroidissement:	W/m ²

Source/Bron : A2M



laine minérale
 $\lambda = 0,042 \text{ W/m.K}$

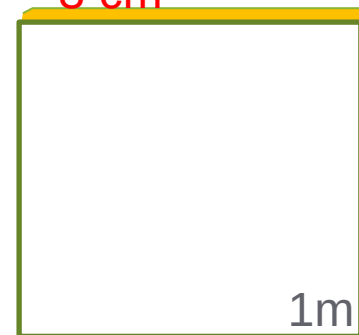
$$U = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fente de 1 mm

$$> U = 1.44 \text{ W/m}^2\text{K} !$$

Soit 4.8 x plus mauvais

3 cm



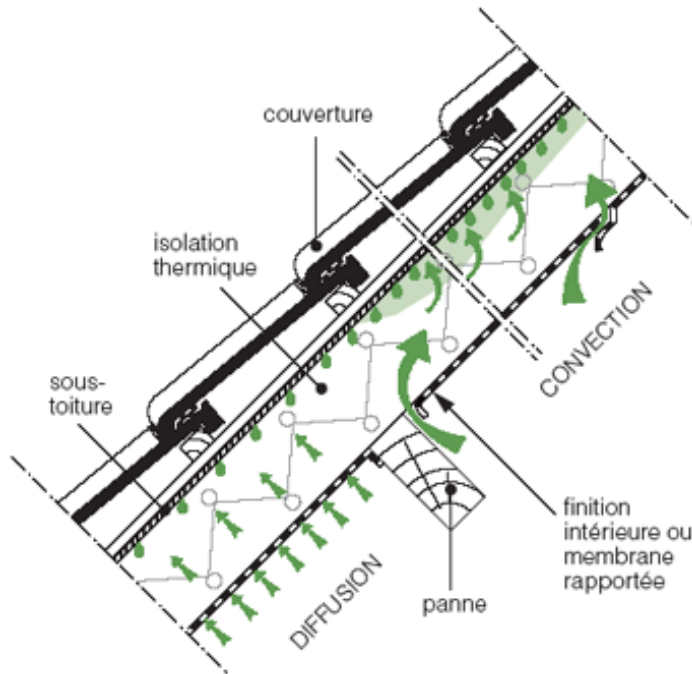
laine minérale
 $\lambda = 0,042 \text{ W/m.K}$

* $n_{50} = 7,8 \text{ vol/h} > \text{Moyenne sur 50 logements mesurés dans les années 90}$

Source/Bron : Isoproc



IMPACT SUR LA DURABILITÉ DE LA CONSTRUCTION



Sources/Bronnen : CSTC

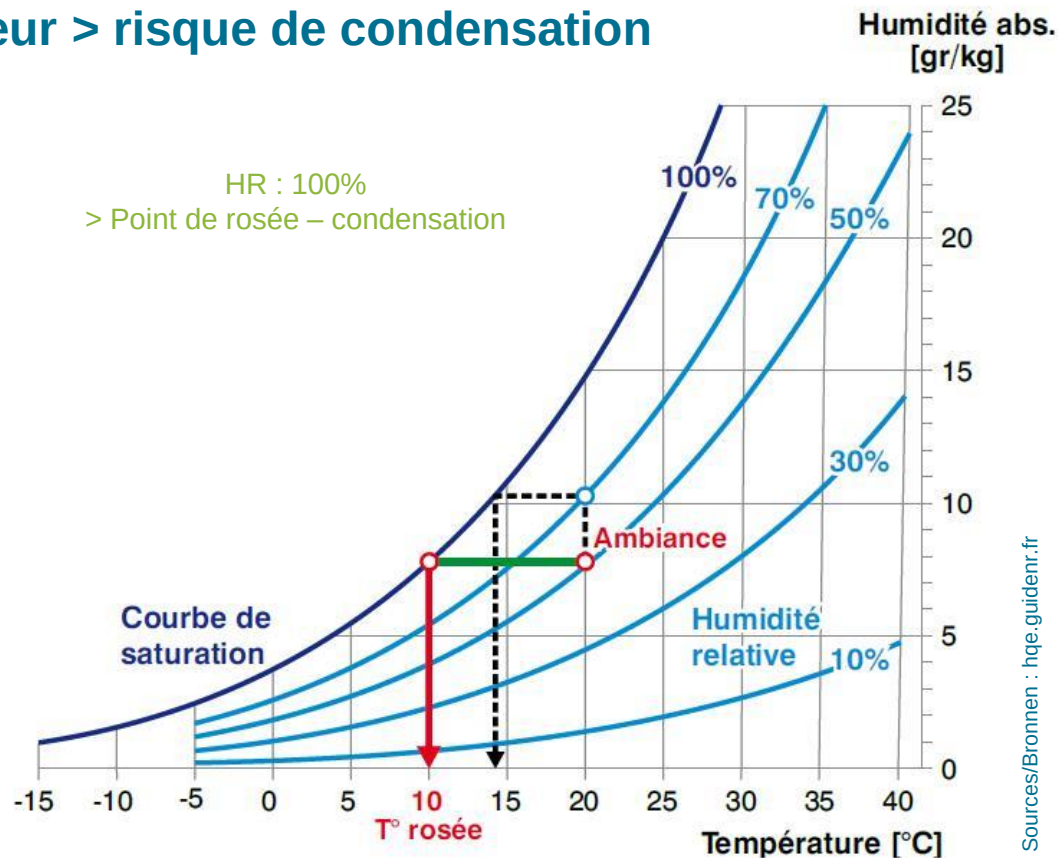
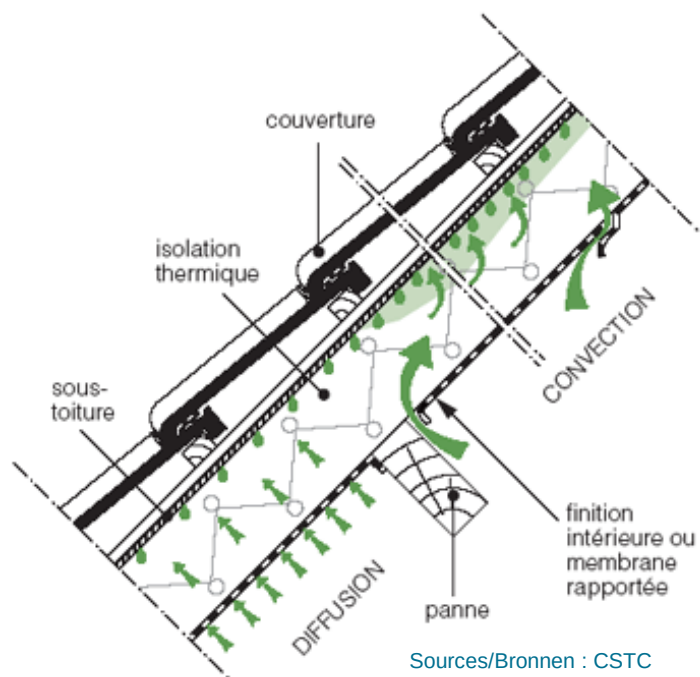


Attention : Etanchéité à l'air et à la vapeur !

Risque élevé de condensation interne!



Focus sur le transfert de vapeur > risque de condensation



L'air chaud peut contenir plus d'humidité que l'air froid

Risque élevé de condensation interne!



Focus sur le transfert de vapeur > risque de condensation

μ (mu) [-] : Coefficient de résistance à la diffusion de la vapeur
(ou Facteur de diffusion de la vapeur d'eau)

- ▶ Plus μ est grand, plus la résistance est grande, plus le matériaux est resistant à la transmission de la vapeur
 - Air : 1
 - Laine minérale : 1,1 – 1,8
 - Enduit plâtre : 6-10
 - Pin : 370
 - Métaux : infini

Sd [m] : Résistance à la diffusion de la vapeur ou épaisseur d'air équivalente

- Épaisseur de la couche d'air équivalente à la diffusion en m
- $Sd = \mu \times d$ (m)

Pare vapeur : Sd élevé souvent > 100m

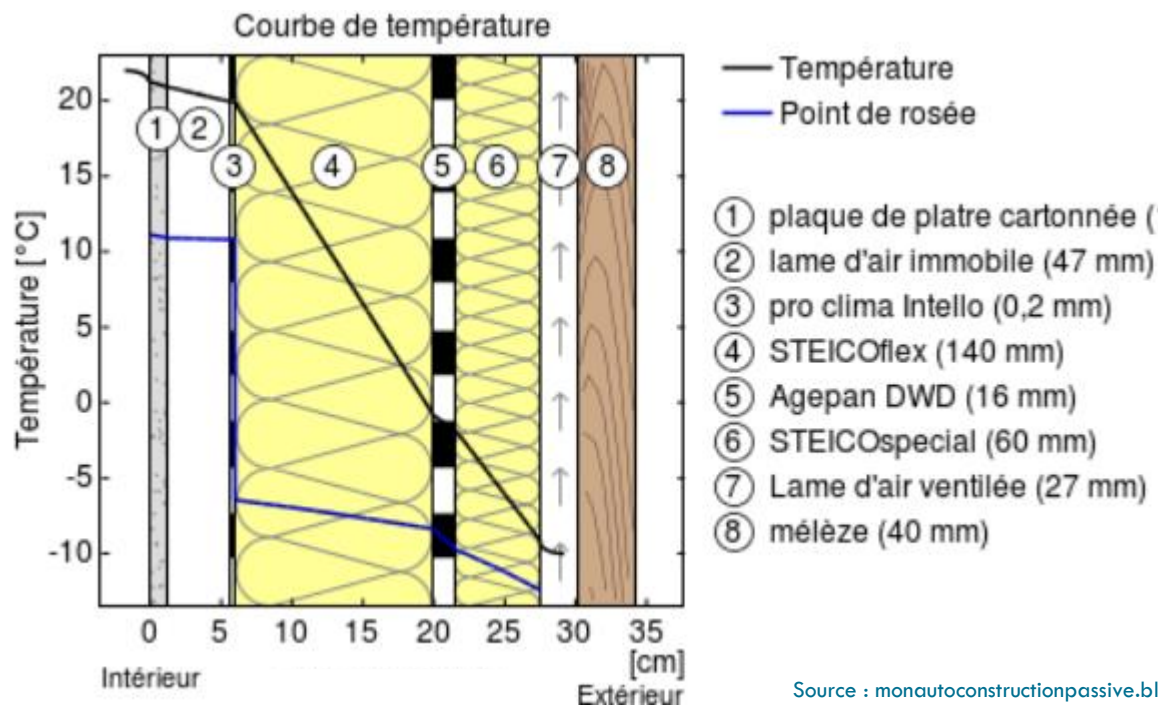
Frein-vapeur (hygrovariable) : Sd moyennes : 2 à 18 m

➔ À placer toujours
du côté chaud de la paroi



Focus sur le transfert de vapeur > risque de condensation

Diagramme de Glaser



Source : monautoconstructionpassive.blogspot.fr

Pour éviter la condensation :
 $T^{\circ} \text{ rosée} < T^{\circ} \text{ dans la paroi}$



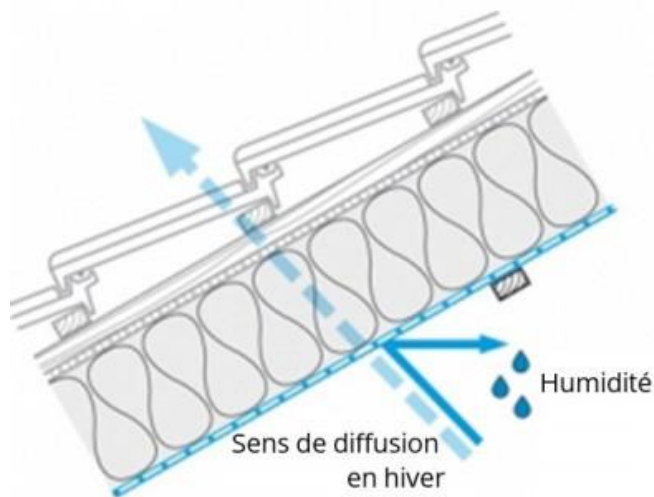
Focus sur le transfert de vapeur > risque de condensation

Migration de la vapeur :

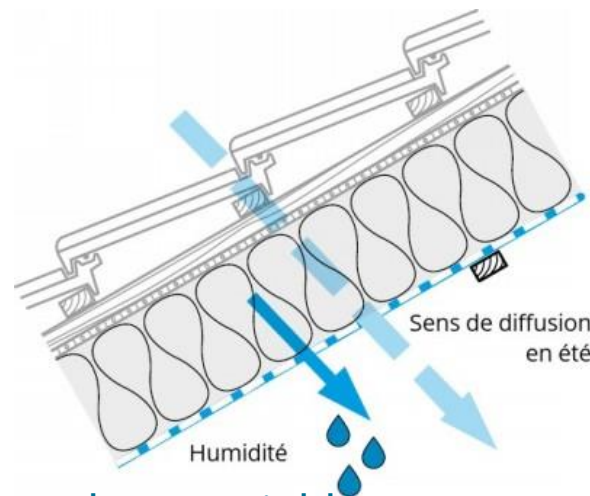
Pression de vapeur* la plus forte > Pression de vapeur la plus faible

*La pression de vapeur dépend des températures et de l'humidité

Sens de diffusion de la vapeur en hiver



Sens de diffusion de la vapeur en été



Pare-vapeur – Frein-vapeur hygrovariable

Source : proclima

- **Pare vapeur** : Entièrement étanche à la vapeur
- **Frein-vapeur** : régule le passage de la vapeur
 - ➔ Permet de faire sécher l'été ou si humidité piégée dans le caisson



ÉTANCHÉITÉ À L'AIR : INTRODUCTION

LES FENÊTRES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

LES PORTES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

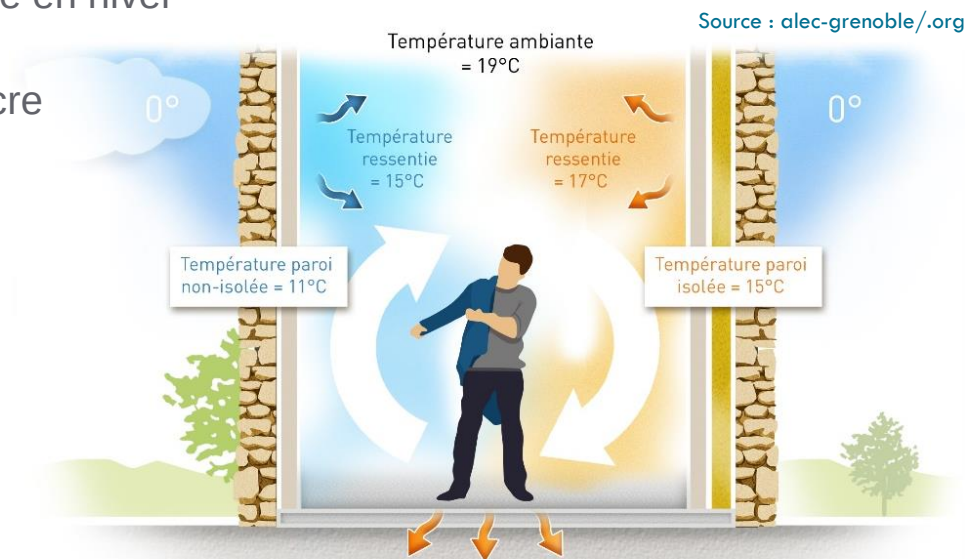
DIFFICULTÉS POUR ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR EN
RÉNOVATION

TEST DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR



ANCIENNES FENÊTRES

- ▶ L'étanchéité à l'air et à l'eau sont généralement médiocres
- ▶ Les performances thermiques sont mauvaises
- ▶ La température de surface est faible en hiver
 - ⇒ inconfort thermique
- ▶ La sécurité à l'effraction est médiocre



→ En rénovation, le premier réflexe est souvent de **remplacer** les fenêtres. Il est parfois possible de **rénover** les fenêtres (placement de joints, intégration de double vitrage, placement d'un survitrage,...)

→ PS : le remplacement de fenêtre est très peu rentable (TRS élevé ~min 20-30 ans) si on base le calcul uniquement sur les économies d'énergie réalisables

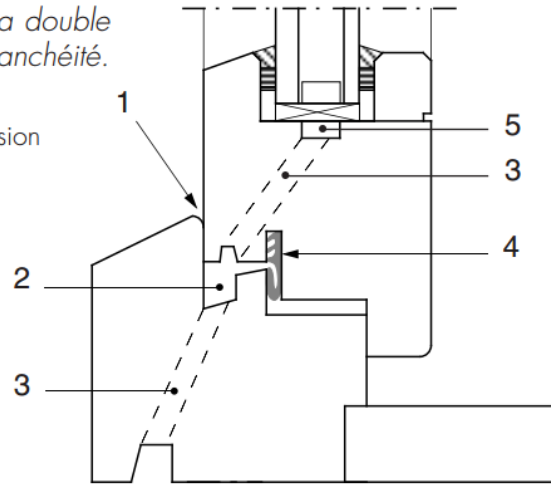
⇒ **Il faut considérer l'augmentation du confort des occupants !**



Principe de la double barrière d'étanchéité

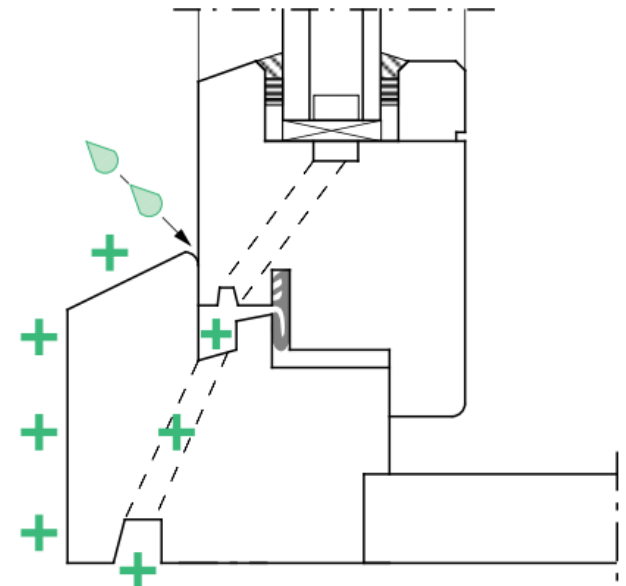
Fig. 3 Principe de la double barrière d'étanchéité.

1. barrière à l'eau
2. chambre de décompression
3. exutoires de drainage
4. étanchéité à l'air
5. canal de drainage de la feuillure du vitrage

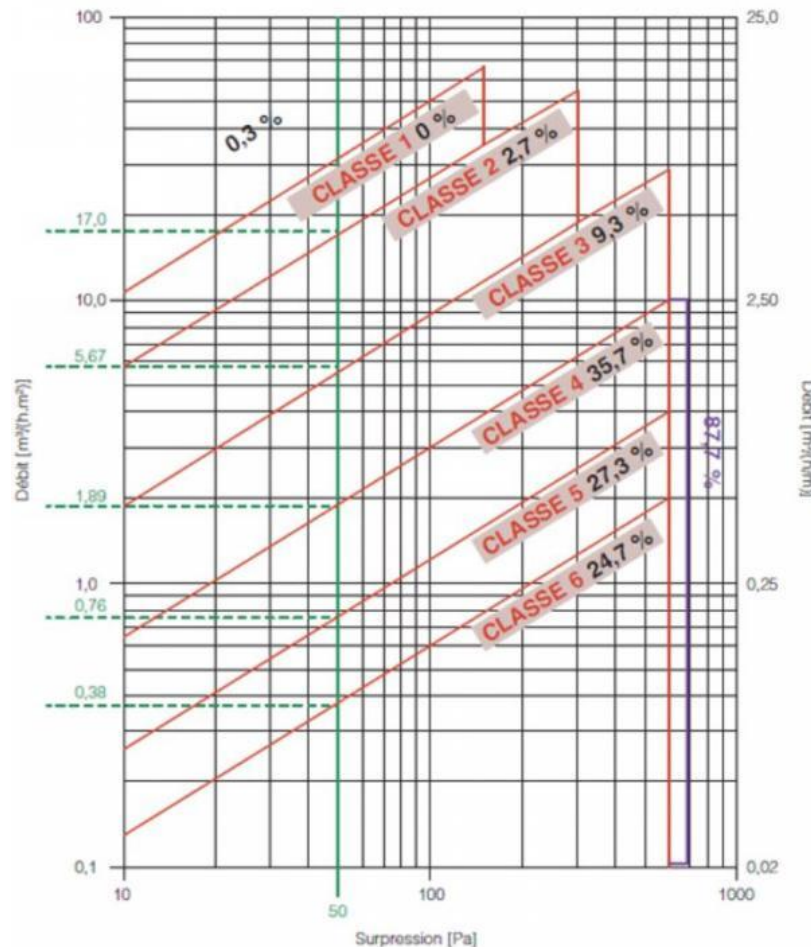


Source/Bron : CSTC Revue 1/1995 p23-24

Fig. 4 Equilibrage des pressions entre l'ambiance extérieure et la chambre de décompression.



Comment un châssis permet-il de garantir une bonne étanchéité ?



Source / bron : CSTC

- ▶ Classe de 1 à 6
- ▶ 87% des châssis sont de classe 4
- ▶ Suffisant pour étanchéité traditionnelle
- ▶ Pour maison passive :
 - 20% des pertes se font via les châssis



Étanchéité entre le châssis et la paroi

- Le châssis est en lui même étanche, mais la mise en oeuvre est importante pour un raccord avec le mur



ÉTANCHÉITÉ À L'AIR : INTRODUCTION

LES FENÊTRES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

LES PORTES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

DIFFICULTÉS POUR ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR EN
RÉNOVATION

TEST DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR



Paramètres de l'étanchéité :

- ▶ La porte elle même (classe d'étanchéité)
- ▶ Raccord avec la paroi
- ▶ A la différence des fenêtres : **le seuil**



Exemple de fuites d'air au niveau du seuil des portes



Plinthe à guillotine :



Source / bron : barbier.be

Avantages :

- étanche et efficace si bonne mise en oeuvre

Désavantages :

- mise en oeuvre difficile
- nécessite une entaille dans la porte (pas aisé en renovation)
- entretien du mécanisme



Couvre-joint métallique :



Source / bron : pointp.fr

Avantages :

- élimine les fuites dues à un revêtement de sol discontinu
- Mise en oeuvre aisée
- Réhausse faible par rapport au sol

Désavantage :

- Étanchéité faible (mais peut-être efficace en combinaison avec une plinthe à guillotine, brosse ou lèvres en caoutchouc)



Ajout d'une brosse :



Source / bron : comparateur-batiment.com

Avantages :

- Mise en oeuvre aisée
- Peut-être combinée avec une charnière montante permettant de limiter le frottement de la brosse lorsque de l'ouverture et fermeture de la porte

Désavantages :

- Étanchéité faible (moins étanche que la lèvre en caoutchouc)



Ajout d'une lèvre en caoutchouc :



Source / bron : comparateur-batiment.com

Avantages :

- Mise en oeuvre aisée
- Peut-être combinée avec une charnière montante permettant de limiter le frottement de la brosse lorsque de l'ouverture et fermeture de la porte

Désavantages :

- Étanchéité faible (moins étanche que la plinthe à guillotine ou la pièce d'appui)
- Peut rendre l'ouverture / fermeture difficile si pas de charnière montante)



Pièce d'appui (ou Seuil Suisse) :



Source / bron : stroybek.ru

Avantages :

- Mise en oeuvre aisée
- Mise en oeuvre facilement applicable en renovation
- Système efficace pour étanchéité

Désavantages :

- Réhausse (environ 15, 20mm) par rapport au niveau du sol, peu adéquat pour une porte d'entrée (accès PMR)



La porte fenêtre :



Source / bron : forumconstruire.com

Avantages :

- Système très étanche

Désavantages :

- Réhausse (environ 15, 20mm) par rapport au niveau du sol, peu adéquat pour une porte d'entrée (accès PMR)
- Risque d'endommagement du système en cas de passage fréquent)



Installation d'un sas d'entrée :



Source / bron : miroiterie-uni-verre.fr

Avantages :

- Système très étanche

Désavantages :

- Cher
- Difficile à mettre en oeuvre
- Modification de l'aspect de la façade extérieure
- Pas toujours possible



Boudin de porte:



Source / bron : pinterest.com

Avantages :

- Sans travaux
- Peu coûteux

Désavantages :

- À remettre correctement après chaque ouverture
- Peut-être encombrant
- Aspect esthétique



Eviter les percements

- Chatières



Source / bron : ferplast

Chatière étanche à l'air

(ouverture électronique avec detection de collier)



ÉTANCHÉITÉ À L'AIR : INTRODUCTION

LES FENÊTRES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

LES PORTES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

**DIFFICULTÉS POUR ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR EN
RÉNOVATION**

TEST DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR



COMMENT ASSURER UNE BONNE ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ?

Prévoir un matériau étanche à l'air



Source / Bron : monplafonneur.be



Source / Bron : la maison durable

Système INTELLIO PLUS F18



Source / Bron : Isoproc.be



Source / Bron : hevadex.com



COMMENT ASSURER UNE BONNE ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ?

Prévoir un matériau étanche à l'air

	+	-
Enduit plâtre	Continu Peu coûteux Prend peu de place	4mm au minimum Solution humide Durabilité dans le temps (percements impossibles)
Panneaux dérivés bois (OSB...)	Mise en oeuvre sèche Fonction structurelle (contreventement)	Les raccords doivent être retapés Ne peut pas être utilisé en finition Plus coûteux que la membrane
Membrane sèche	Pare-vapeur ou freine vapeur (hygrovariable) Mise en oeuvre sèche Coût réduit	Nécessite une mise en oeuvre soignée Matériaux composants à la paroi doivent être secs avant mise en oeuvre membrane
Membrane liquide	Pratique pour maçonneries et raccord délicat (angles, fissures...)	Qualité de l'air du matériaux (peu de recul sur ce matériaux)



COMMENT ASSURER UNE BONNE ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ?

Assurer la continuité de cette barrière à l'air à chaque jonction/raccord, c.-à-d. prévenir toute fente/fissure

- Parfois grâce à des joints souples dans les angles « fissurables »
- De préférence via des bandes autocollantes ou bandes de jonction spécifiques

Raccord toiture – façade

Raccord
menuiserie - façade



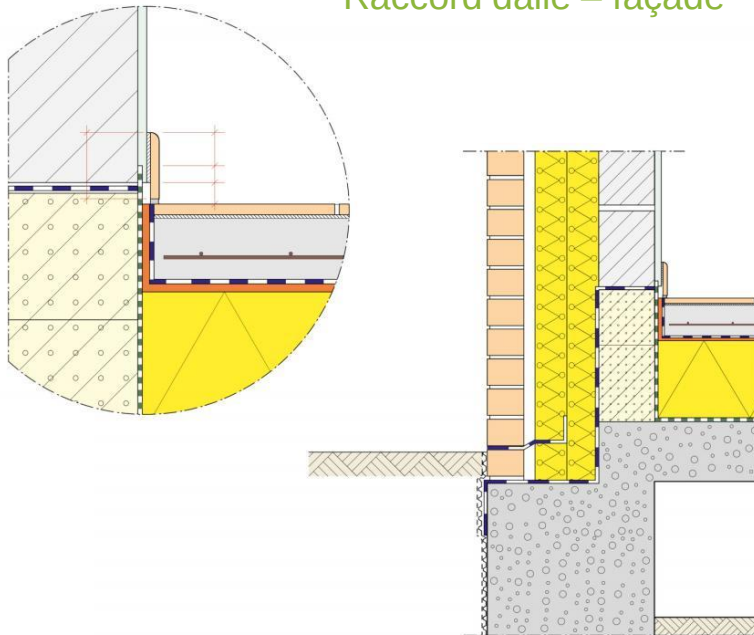
Photo : ICEDD



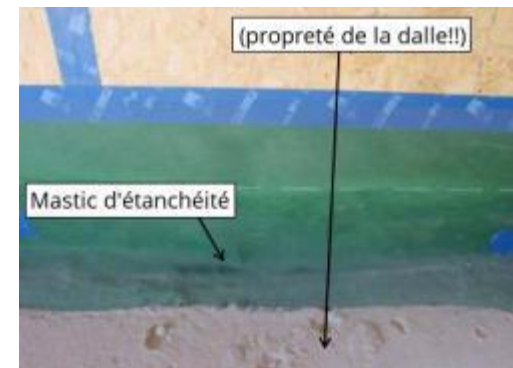
COMMENT ASSURER UNE BONNE ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ?

Assurer la continuité de cette barrière à l'air à chaque jonction/raccord, c.-à-d. prévenir toute fente/fissure

Raccord dalle – façade



Sources : guide bâtiment durable



Sources : CSTC



DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

En théorie

- ▶ Sur chaque plan et coupe du bâtiment, pouvoir faire un trait continu indiquant la limite d'étanchéité à l'air
- ▶ Volume isolé = volume étanche à l'air



- ⇒ En pratique, il faut donc savoir comment sont réalisées les jonctions « délicates » : mur-toiture, mur-fenêtre, mur-plancher, toiture-lucarne,...
- ⇒ Souvent besoin d'investigations !



En pratique : Plancher



Source : <http://img8.bricozone.be/159384e365d2154afc.jpg>



En pratique : Plancher

- **Solution 1** (si isolation par l'intérieur) :

Désolidarisation des planchers de la façade

Couper les poutres avant l'encastrement dans le mur et supporter celles-ci par une poutre perpendiculaire ou un doublage du mur de façade.



Photo A2M



En pratique : Plancher

- **Solution 1** (si isolation par l'intérieur) :

Désolidarisation des planchers de la façade

Couper les poutres avant l'encastrement dans le mur et supporter celles-ci par une poutre perpendiculaire ou un doublage du mur de façade.

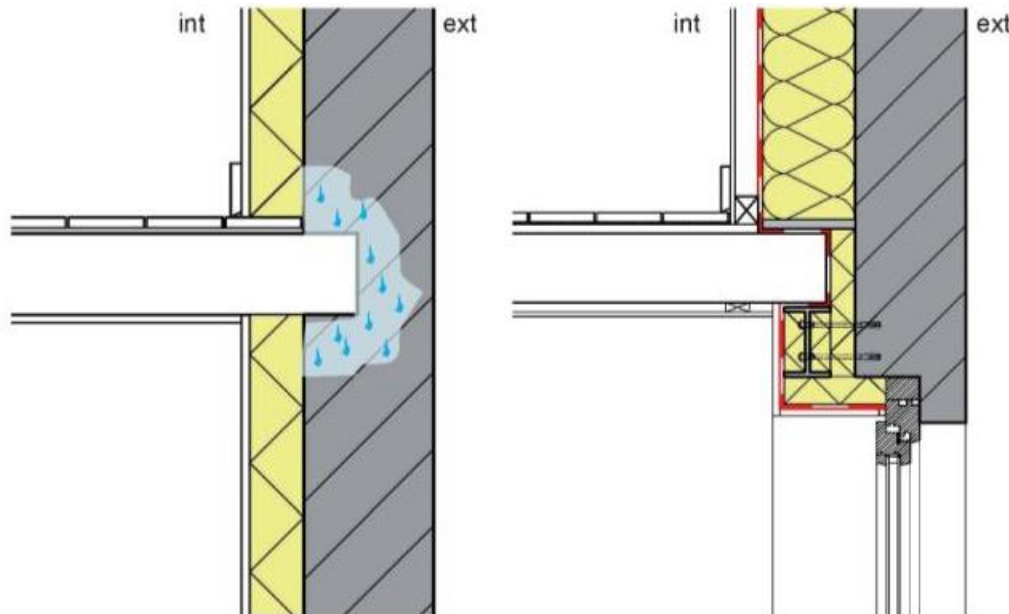


Photo A2M

Logement à Eupen
| Eupen | Famille
Henz-Noffalse |
architecte: FHW



En pratique : Plancher

► Solution 2 :

Réaliser l'étanchéité à l'air entre chaque poutre de plancher et le mur



Photo ICEDD



En pratique : Plancher

► Solution 3 :

Remplacer le plancher en bois par un plancher « lourd » tel que du béton coulé sur place

- Applicable dans les grosses rénovations
- Permet de résoudre des problèmes multiples (incendie, acoustique, inertie thermique,...)



Sources : isotolp.com



En pratique : Raccord mur-escalier



Source : www.bricoleurdudimanche.com/local/cache-vignettes/L50xH38/1336059688-9c7c8.jpg



En pratique : Raccord mur-escalier

► Solution 1

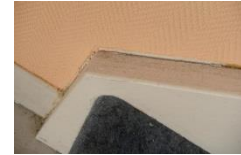
Réaliser un joint souple entre l'escalier et le mur

⇒ **Peu durable : à éviter!**

► Solution 2

Glisser une membrane derrière l'escalier et coller celle-ci sur le mur

⇒ **Souvent difficile!**



En pratique : droit des percements des câbles/gaines et derrière les tableaux électriques existants

⇒ A réfléchir au cas par cas...



Photo Pierre Demesmaecker

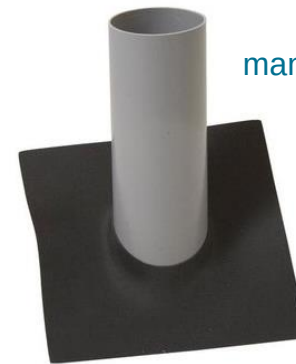


DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

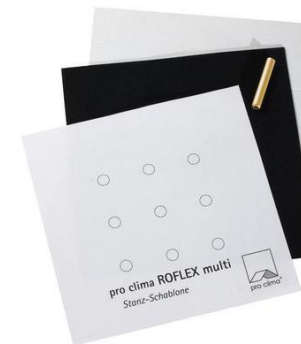
En pratique : droit des percements des câbles/gaines et derrière les tableaux électriques existants

► Pistes :

- Boucher les gaines, soigner l'étanchéité à l'air des tableaux électriques (surtout aux passages des câbles),...
- Inclure le local dans le volume protégé



Œillet /
manchette étanche



Source : proclima

Source: Pro Clima



DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

En pratique : Installation de chauffage

⇒ A réfléchir au cas par cas



Photos : ICEDD



En pratique : Installation de chauffage

► Pistes :

- Préférer le placement d'une chaudière étanche (si < 70 kW)

Voir NBN B 61-001 (si $P > 70$ kW)

Voir NBN B 61-002 (si $P < 70$ kW)

- Exclure le local du volume protégé (attention alors aux passages de conduites)

Impact sur l'enveloppe également, à anticiper au maximum.



DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

En pratique : boîtes aux lettres/compteur gaz

► Pistes :

- Préférer le placement à l'extérieur du bâtiment
- Si pas possible : exclure du volume protégé (les parois doivent alors être isolées et l'accès à la boîte aux lettres par l'intérieur doit être envisagé via un châssis étanche (idem fenêtres))

Source : gallery.linear.org

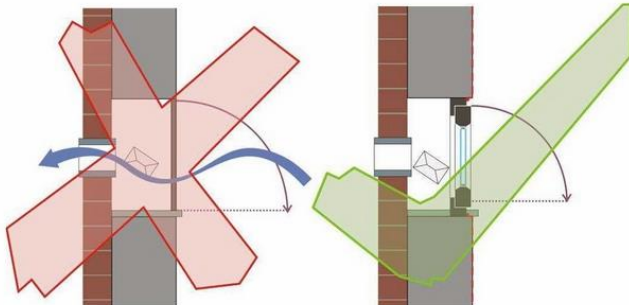


Photo ICEDD

Source / bron : Matriciel



DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

En pratique : ascenseurs

- ▶ Obligation de disposer d'une ouverture en partie haute de la cage d'ascenseur (toiture)
 - Extraire l'ascenseur du volume protégé
 - ou
 - Possibilité de placer un clapet motorisé + son automatisation (par exemple : Blue Kit)



Source : www.bluekit.eu



DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

En pratique : autres

- Quid
 - des locaux poubelle
 - des combles non aménagées mais situées dans le volume protégé
 - derrière la toilette suspendue : est-ce plafonné ?
 - ...



Des solutions types existent mais en rénovation, c'est souvent au cas par cas et difficile à prévoir au stade du projet !



ÉTANCHÉITÉ À L'AIR : INTRODUCTION

LES FENÊTRES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

LES PORTES DANS L'ENVELOPPE DU BÂTIMENT

DIFFICULTÉS POUR ASSURER L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR EN
RÉNOVATION

TEST DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR



- ▶ L'étanchéité à l'air ne se calcule pas, elle se mesure
- ▶ Méthode : Test de pressurisation ou d'infiltrométrie ou encore Test Blower Door
- ▶ Ce test est le seul moyen pour déterminer avec précision les pertes par in/exfiltration



Source : www.architectesdehemptinneetgregoire.be



CONDITIONS DU TEST

- ▶ 1 test en surpression, 1 test en dépression > Moyenne
- ▶ 1 ou plusieurs portes, en fonction du volume testé
- ▶ Porte à placer sur une menuiserie étanche
 - Pas sur la porte d'entrée (car souvent peu étanche)

Test selon plusieurs méthode :

- **Méthode B**

- Test intermédiaire en cours de chantier
- il est autorisé de taper certaines fuites qui sont prévus d'être amélioré

- **Méthode A**

- Test final
- Le bâtiment doit être testé tel qu'il sera utilisé (pas de tape autorisé)
- Les arrivées d'air volontaires peuvent-être obturées (grille dans les châssis fermées, groupe de ventilation éteint et bouché...)
- Portes intérieures ouvertes



INDICATEURS DU NIVEAU D'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Attention ! Ne pas confondre :

- ▶ $\dot{v}_{50}$: PEB
- ▶ n_{50} : utilisé dans le PHPP

$\dot{v}_{50} = V_{50} / \text{surface de déperdition [m}^3/\text{h.m}^2]$
 > les mitoyens ne sont pas comptabilisé
 comme des surfaces de déperditions

$n_{50} = V_{50} / \text{Volume intérieur [vol/h]}$

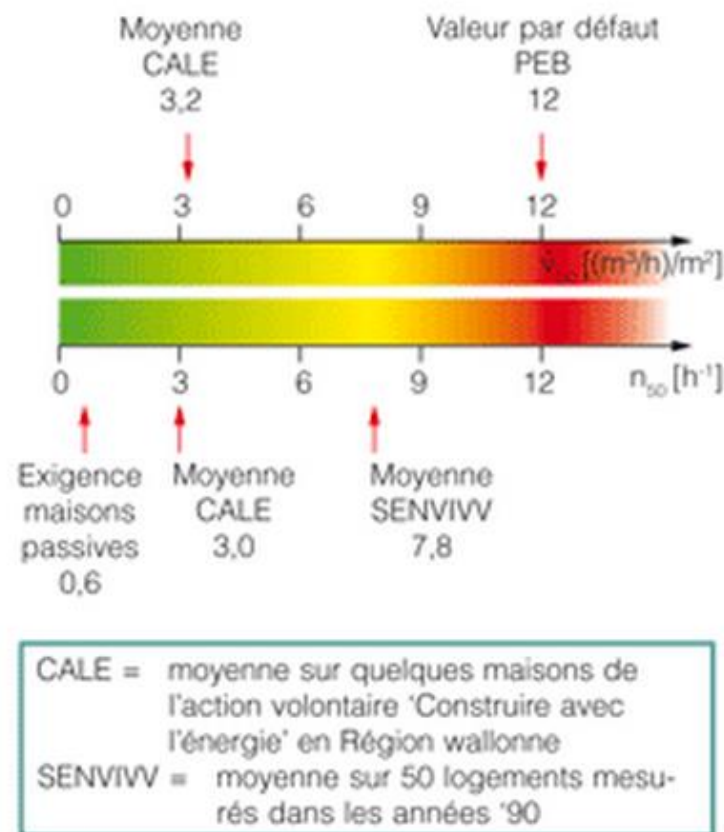


Fig. 1 Valeurs repères pour $\dot{v}_{50}$ et n_{50} .

Source : CSTC





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Thème ENERGIE

[Dossier | Améliorer l'étanchéité à l'air](#)

[Dispositif | Réaliser une paroi étanche à l'air et de bons raccords](#)

[Dispositif | Etanchéité à l'air des châssis de fenêtre](#)

[Dispositif | Étanchéité à l'air des portes extérieures](#)

[Dispositif | Etanchéité à l'air des techniques](#)





Sites internet

- ▶ Energie +

www.energieplus-lesite.be

- ▶ CSTC

www.cstc.be

Wallonie énergie

<http://energie.wallonie.be>

- ▶ Fiches bâtiments exemplaires (fiches 1.1. et 1.2.)

https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF_RT_BATEX_Fiche1.1._Etancheite_FR.pdf

- ▶ https://document.environnement.brussels/opac_css/elecfile/IF_RT_BATEX_Fiche1.2._Etancheite_FR.pdf

- ▶ Guide pour la conception de maisons neuves durables

<http://energie.wallonie.be/fr/conception-de-maisons-neuves-durables.html?IDC=6099&IDD=44684>





- ▶ L'étanchéité à l'air doit être soignée afin de limiter les déperditions et garantir une durabilité normale de la construction
- ▶ L'étanchéité à l'air doit être réfléchie dès le stade du projet et les corps de métier doivent être écolés/pilotés/contrôlés
- ▶ En rénovation, il est particulièrement difficile d'assurer une étanchéité à l'air performante. La collaboration et communication entre l'architecte, l'entrepreneur (et le maître de l'ouvrage) doit être efficace



Claire GRAVOUIL

Ingénieure

Cenergie

 + 32 488 18 96 58 Claire.gravouil@cenergie.be

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

