FORMATION BÂTIMENT DURABLE

GESTION DE L'ÉNERGIE : RESPONSABLE ENERGIE

PRINTEMPS 2023

Outils pour diagnostiquer un bâtiment existant :

étanchéité à l'air et à l'eau

Claire GRAVOUIL

bruxelles environnement leefmilieu brussel .brussels

Sur base de la présentation conçue par ICEDD asbl

CENERGIE
LA DURABILITÉ 360°

OBJECTIFS DE LA PRÉSENTATION

- 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

TABLE DES MATIÈRES

ETANCHÉITÉ 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

4 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.**

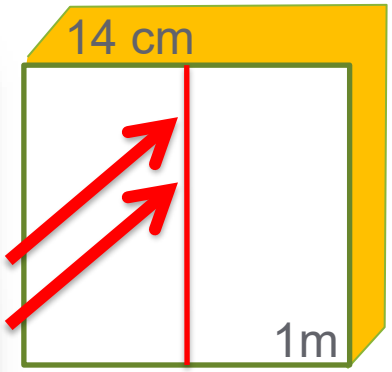
5 IMPACT SUR LES PERFORMANCES THERMIQUES

Valeurs rapportées à la surface de référence énergétique		
Surface de référence énergétique A_{RE}:	85.2	m²
Méthode utilisée:	Méthode mensuelle	
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	15	kWh/(m²a)
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	m²
Méthode utilisée:	Méthode mensuelle	
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	22	kWh/(m²a)
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	m²
Méthode utilisée:	Méthode mensuelle	
Besoin de chaleur de chauffage annuel:	77	kWh/(m²a)
Résultat du test d'infiltrométrie:	7.8 *	h⁻¹
Besoin en énergie primaire (eau chaude sanitaire, chauffage, électricité auxiliaire et domestique):	156	kWh/(m²a)
Besoin en énergie primaire (eau chaude sanitaire, chauffage et électricité auxiliaire):	102	kWh/(m²a)
Besoin en énergie primaire économisée par la production d'électricité		kWh/(m²a)
Puissance de chauffage:	61	W/m²
Surchauffe estivale:	4	%
Besoin de refroidissement annuel:		kWh/(m²a)
Puissance de refroidissement:		W/m²

Source/Bron : A2M



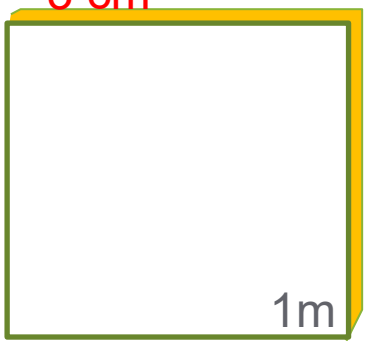
laine minérale
λ = 0,042 W/m.K

U = 0.3 W/m²K

Fente de 1 mm

> U = 1.44 W/m²K !

Soit 4.8 x plus mauvais

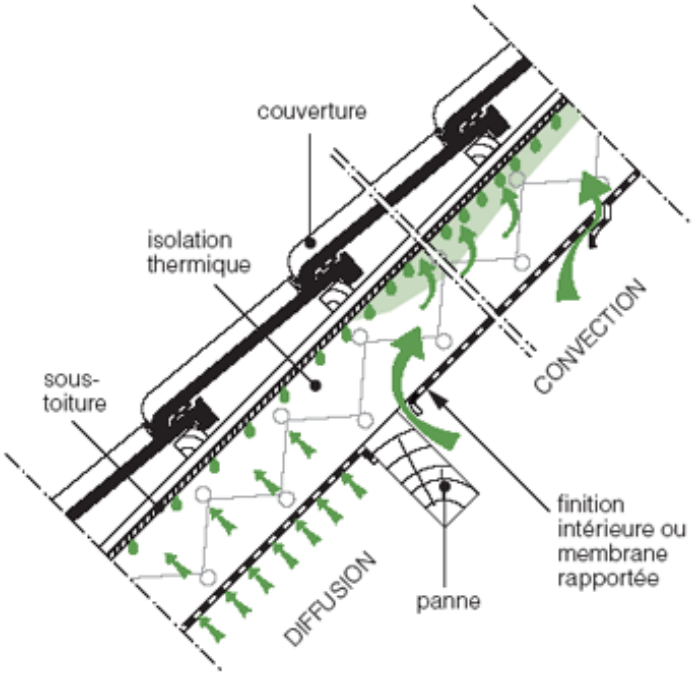


laine minérale
λ = 0,042 W/m.K

Source/Bron : Isoproc

* n50 = 7,8 vol/h > Moyenne sur 50 logements mesurés dans les années 90

6 IMPACT SUR LA DURABILITÉ DE LA CONSTRUCTION



Sources/Bronnen : CSTC

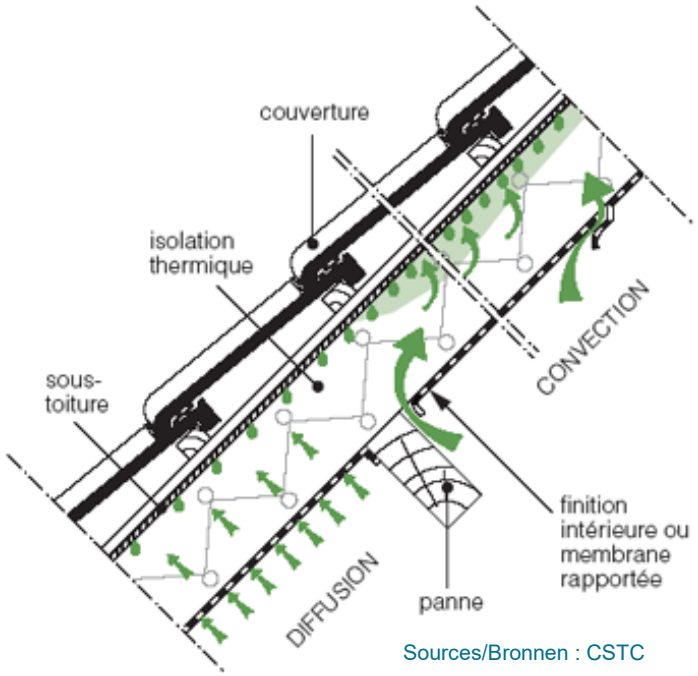
Attention : Etanchéité à l'air et à la vapeur !

Risque élevé de condensation interne!

7

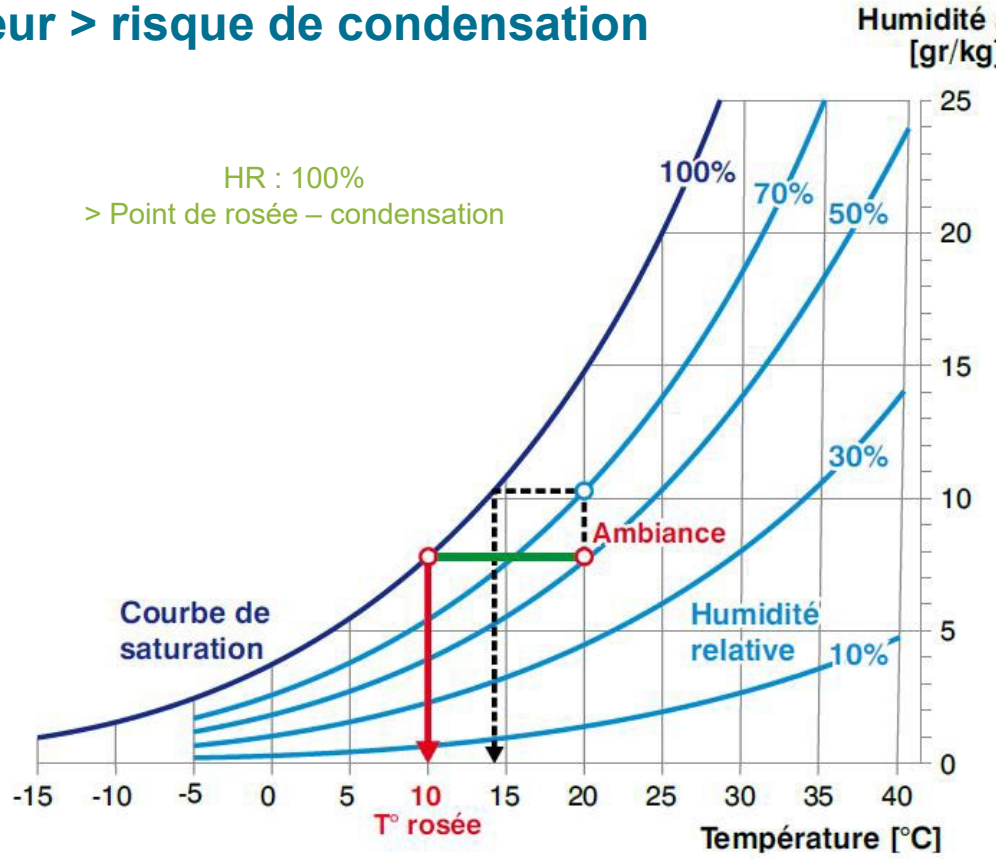
IMPACT SUR LA DURABILITÉ DE LA CONSTRUCTION

Focus sur le transfert de vapeur > risque de condensation



Sources/Bronnen : CSTC

HR : 100%
> Point de rosée – condensation



Sources/Bronnen : hqe.guidenr.fr

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

Risque élevé de condensation interne!

IMPACT SUR LA DURABILITÉ DE LA CONSTRUCTION

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 = μ x d (m)

Pare vapeur : Sd élevé souvent > 100m

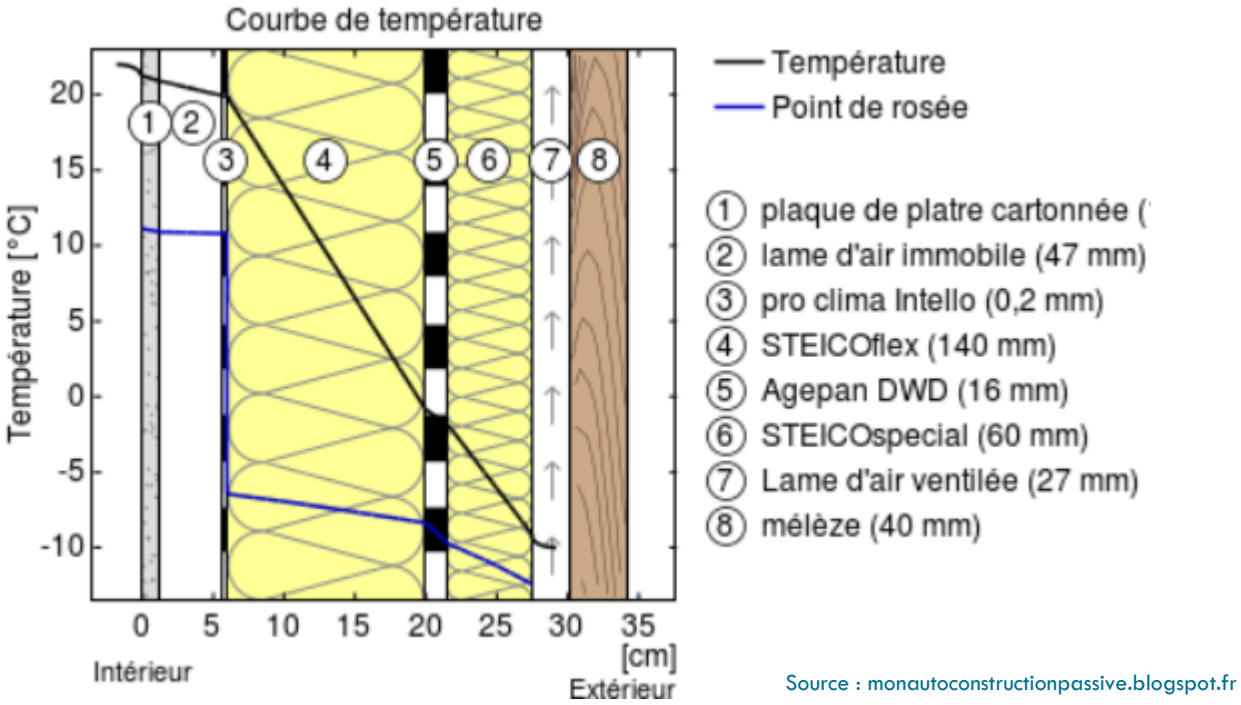
Frein-vapeur (hygrovariable) : Sd moyennes : 2 à 18 m

➔ À placer toujours du côté chaud de la paroi

IMPACT SUR LA DURABILITÉ DE LA CONSTRUCTION

Focus sur le transfert de vapeur > risque de condensation

Diagramme de Glaser



Source : monautoconstructionpassive.blogspot.fr

Pour éviter la condensation :
T° rosée < T° dans la paroi

IMPACT SUR LA DURABILITÉ DE LA CONSTRUCTION

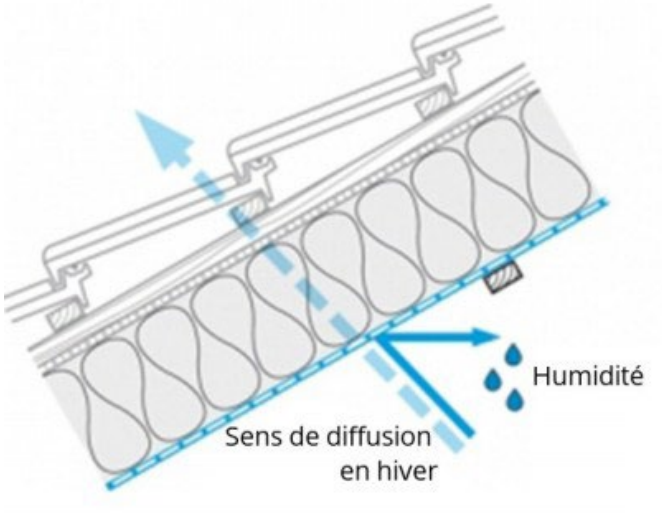
Focus sur le transfert de vapeur > risque de condensation

Migration de la vapeur :

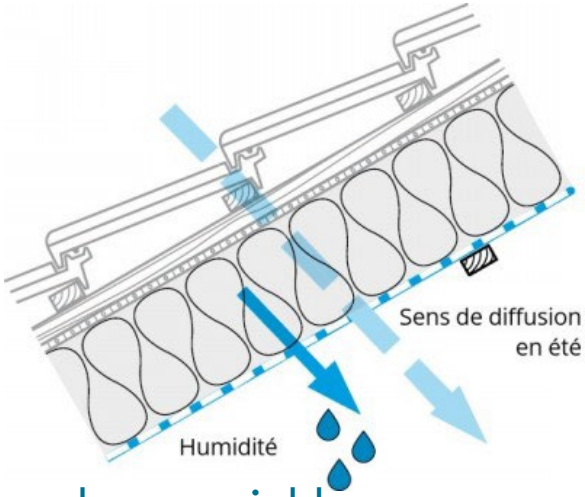
Pression de vapeur* la plus forte > Pression de vapeur la plus faible

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

Sens de diffusion de la vapeur en hiver



Sens de diffusion de la vapeur en été



Pare-vapeur – Freine 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

TABLE DES MATIÈRES

ETANCHÉITÉ 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

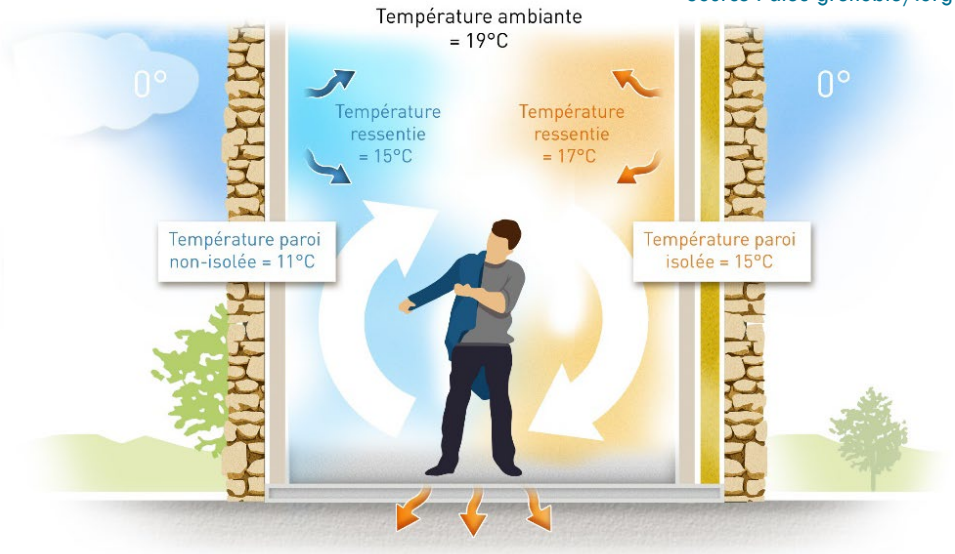
TEST DE L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

12

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

Source : alec-grenoble/.org



➔ **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

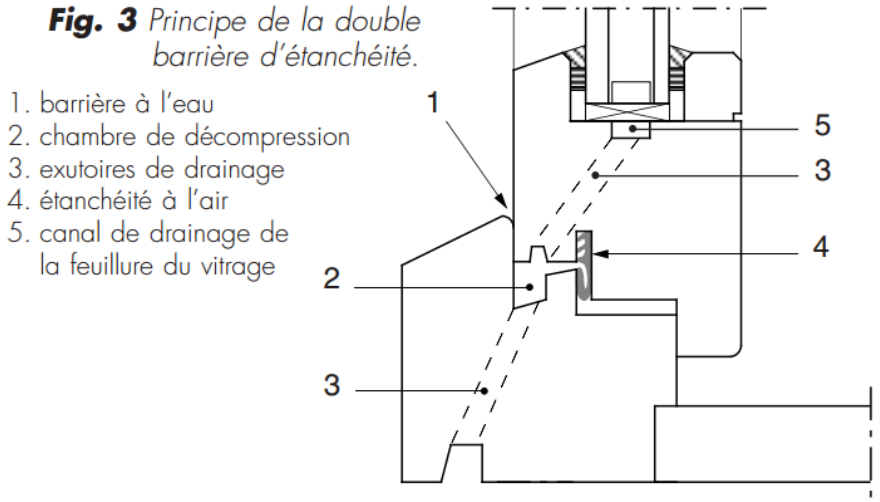


Fig. 3 *Principe de la double barrière d'étanchéité.*

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

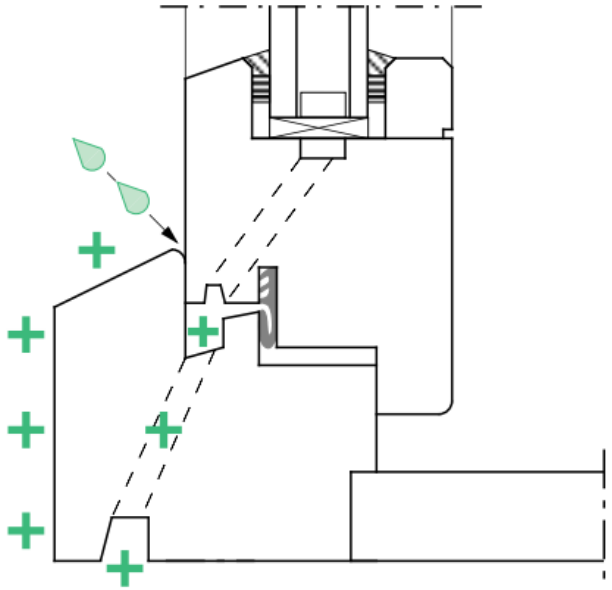
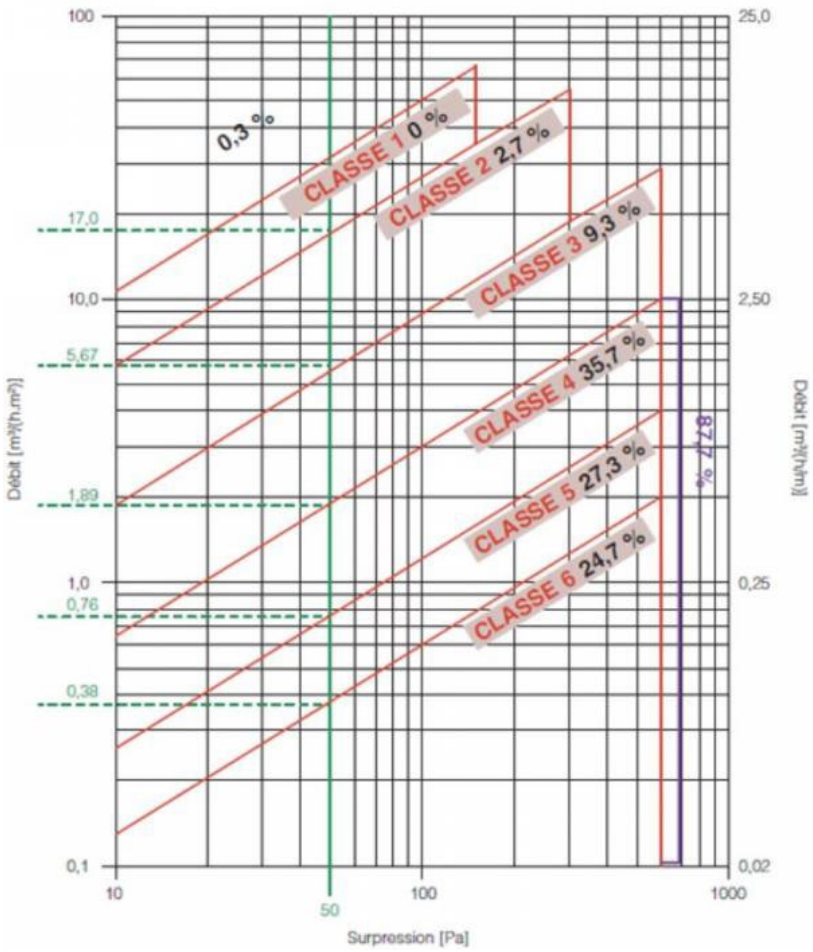


Fig. 4 *Equilibrage des pressions entre l'ambiance extérieure et la chambre de décompression.*

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

Etanchéité entre le châssis et la paroi

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

Source/Bron : Isoproc

TABLE DES MATIÈRES

ETANCHÉITÉ 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

ETANCHEITÉ DES PORTES

Paramètres de l'étancheité :

- La porte elle même (classe d'étancheité)
- 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 :

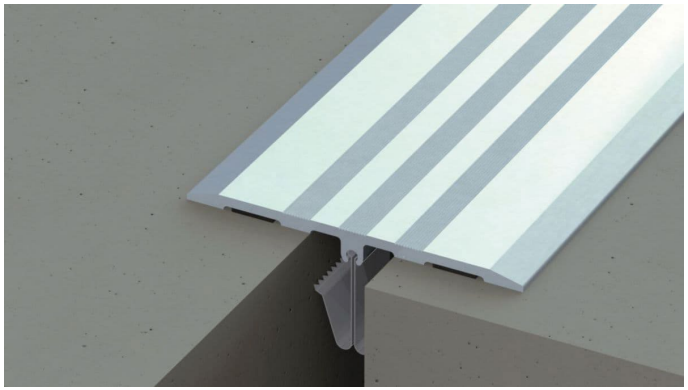
- étanche et efficace si bonne mise en oeuvre

Désavantages :

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

LES DIFFÉRENTES SOLUTIONS

Couvre-joint métallique :



Source / bron : pointp.fr

Avantages :

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

Désavantage :

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

LES DIFFÉRENTES SOLUTIONS

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 :

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

LES DIFFÉRENTES SOLUTIONS

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 :

- Étancheité 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 étancheité

Désavantages :

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

LES DIFFÉRENTES SOLUTIONS

La porte fenêtre :

Source / bron : forumcontruire.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

LES DIFFÉRENTES SOLUTIONS

Boudin de porte:

Source / bron : pinterest.com

Avantages :

- Sans travaux
- Peu coûteux

Désavantages :

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

POINTS D'ATTENTION

Eviter les percements

- Chatières

Source / bron : ferplast

Chatière étanche à l'air

(ouverture électronique avec detection de collier)

TABLE DES MATIÈRES

ETANCHÉITÉ 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

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 mlise 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

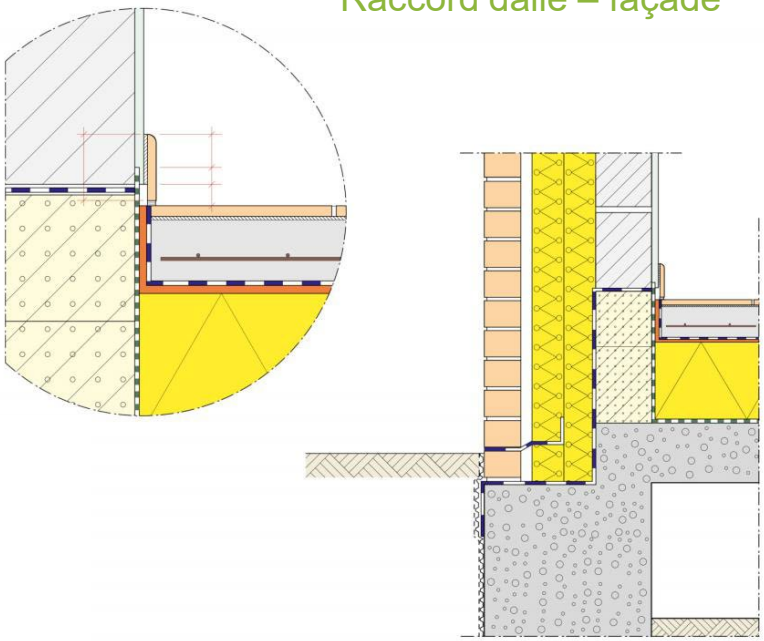
- Parfois grâce à des joints souples dans les angles « fissurables »
- De préférence via des bandes autocollantes ou bandes de jonction spécifiques

Photo : ICEDD

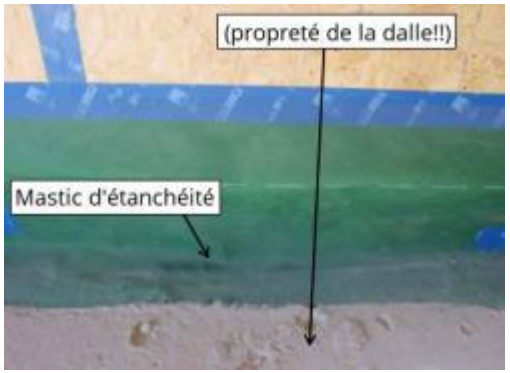
COMMENT ASSURER UNE BONNE ÉTANCHÉITÉ À L'AIR ?

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

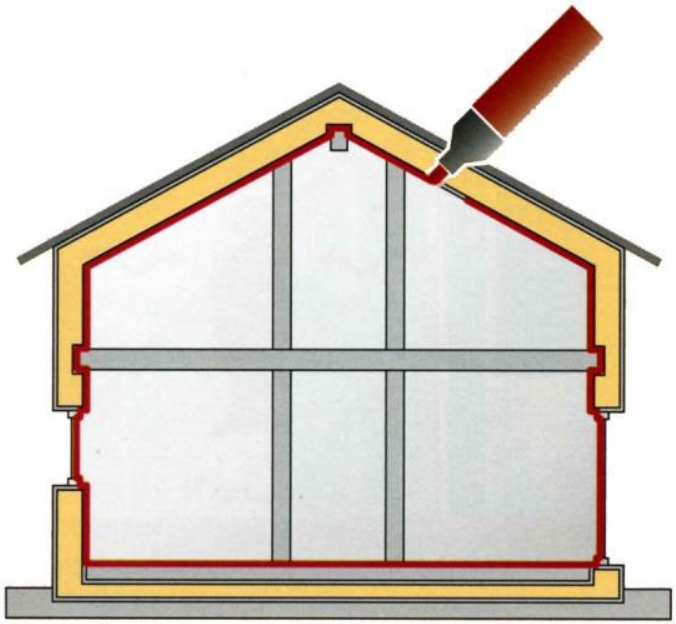


Sources : CSTC

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

MISE EN PRATIQUE

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.

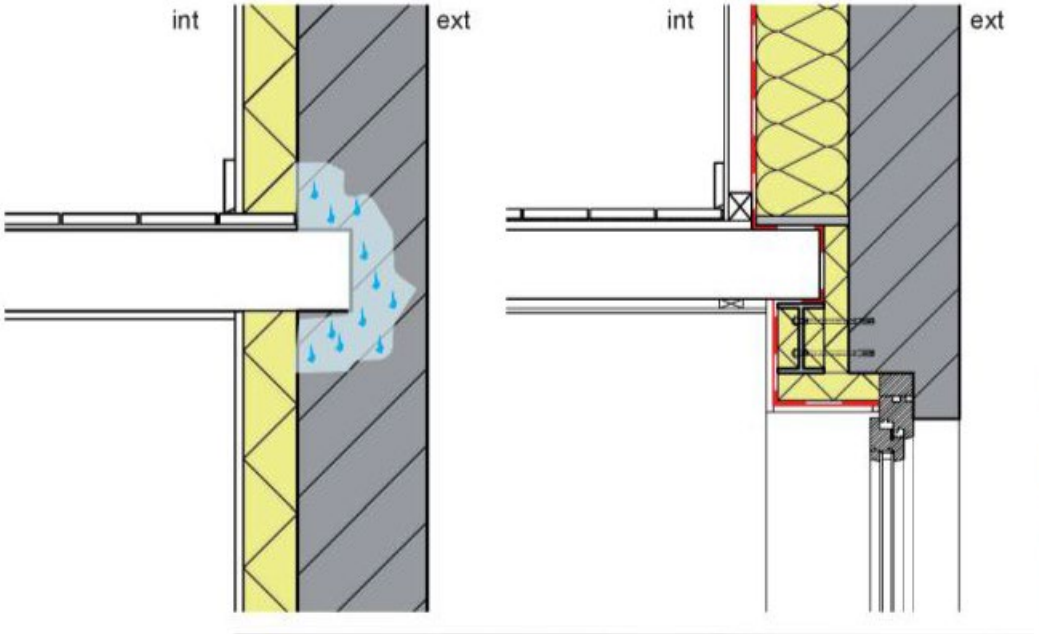


Photo A2M

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

MISE EN PRATIQUE

En pratique : Plancher

- **Solution 2** :

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

Photo ICEDD

MISE EN PRATIQUE

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

MISE EN PRATIQUE

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!**

MISE EN PRATIQUE

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

⇨ **A réfléchir au cas par cas…**

Photo Pierre Demesmaecker

41

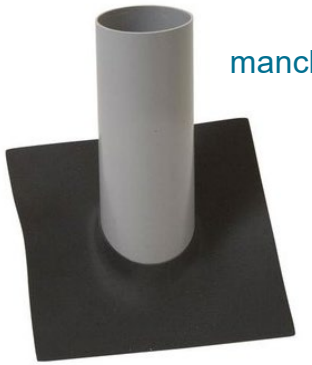
DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

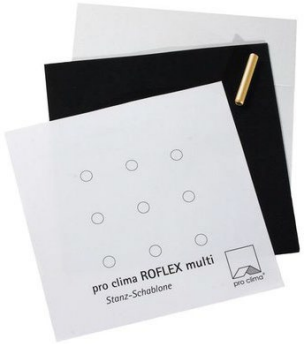
En pratique : droit des percements des câbles/gaines et derrière les tableaux électriques existants

- 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

Source: Pro Clima

Œillet / manchette étanche





Source : proclima

DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

En pratique : Installation de chauffage

⇨ **A réfléchir au cas par cas**

Photos : ICEDD

DÉFINITION DU VOLUME ÉTANCHE

En pratique : Installation de chauffage

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

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

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

NBN 61.001

NBN 61.002

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

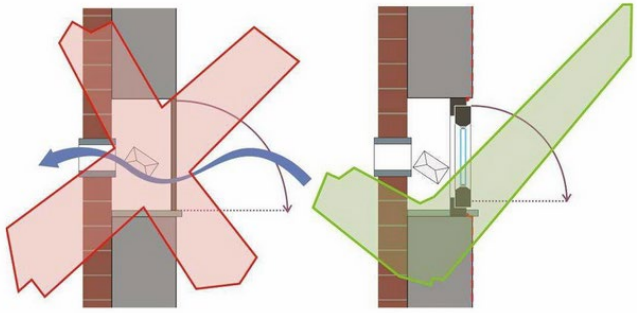
Impact sur l'enveloppe également, à anticiper au maximum.

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.lineair.org



Source / bron : Matriciel

Photo ICEDD

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 ?
  - …

zone non plafonnée derrière des tuyauteries : INFILTRATIONS.

Zone non plafonnée en fond de WC : INFILTRATIONS.

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

TABLE DES MATIÈRES

ETANCHÉITÉ 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

TEST

- 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

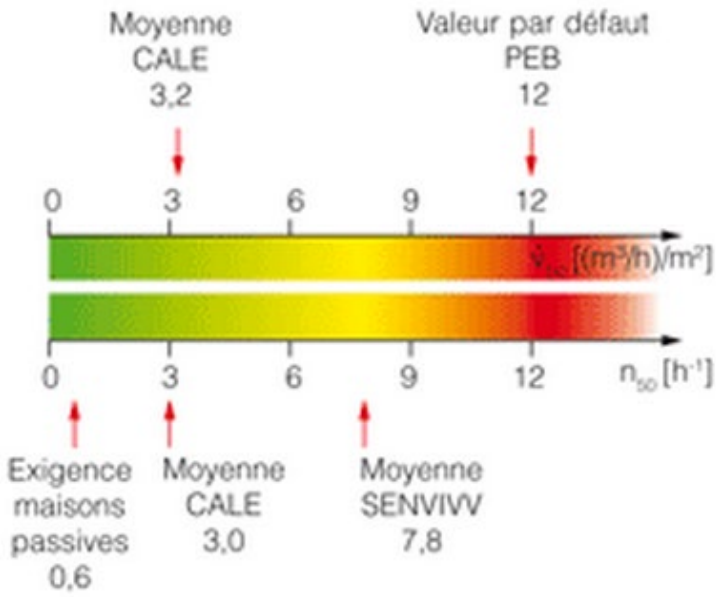
Attention ! Ne pas confondre :

- : PEB
- n_{50} : utilisé dans le PHPP

= V_{50} / surface de déperdition [m³/h.m²]

> les mitoyens ne sont pas compta déperditions

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



CALE = moyenne sur quelques maisons de l'action volontaire 'Construire avec l'énergie' en Région wallonne

SENVIVV = moyenne sur 50 logements mesurés dans les années '90

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

Source : CSTC

OUTILS

Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- Thème ENERGIE

  Dossier | Améliorer l'étanchéité à l'air

  Solution | Réaliser une paroi étanche à l'air et de bons raccords

  Solution | Etanchéité à l'air des châssis de fenêtre

  Solution | Étanchéité à l'air des portes extérieures

  Solution | Etanchéité à l'air des techniques

  Solution | Essai d'étanchéité à l'air

OUTILS

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

CE QU'IL FAUT RETENIR DE L'EXPOSÉ

- L'étanchéité à l'air doit être soignée afin de limiter les déperditions et garantir une durabilité normale de le 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

CONTACT

Claire GRAVOUIL

Ingénieure

Cenergie

+ 32 488 18 96 58

claire.gravouil@cenergie.be

CENERGIE
LA DURABILITÉ 360°

MERCI POUR VOTRE ATTENTION