

FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ENERGIE : PRINCIPES FONDAMENTAUX

PRINTEMPS 2025

Comment assurer l'étanchéité à l'air d'un bâtiment?

Enjeux, critères d'évaluation et de mesure de l'étanchéité à l'air



bruxelles
environnement
leefmilieu
brussel
.brussels

Muriel BRANDT
écorce
LOGEMENTS CONSULTANT



- ▶ Rendre compte de l'impact de l'étanchéité à l'air de l'enveloppe sur le bilan énergétique global d'un bâtiment
- ▶ Acquérir le vocabulaire technique propre
- ▶ Maîtriser les définitions, unités et ordres de grandeurs
- ▶ Pouvoir matérialiser l'enveloppe étanche d'un bâtiment
- ▶ Savoir les mesures à prendre pour assurer une bonne étanchéité à l'air de l'enveloppe



INTRODUCTION

- ▶ **Définition**
- ▶ **Infiltrations**
- ▶ **Étanchéité à l'air / à la vapeur d'eau**

ENJEUX

- ▶ Pourquoi rendre étanche?

MESURES & INDICATEURS

- ▶ Blower Door
- ▶ Indicateurs du niveau d'étanchéité à l'air

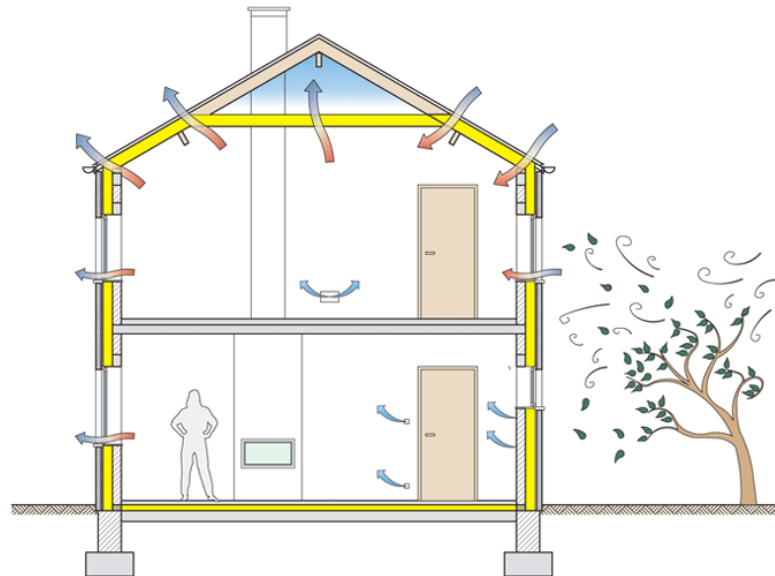
COMMENT RENDRE ÉTANCHE?

- ▶ Volume étanche
- ▶ Matériaux
- ▶ Dispositifs



Étanchéité à l'air [source: CTSC]

- L'étanchéité à l'air d'une construction définit sa capacité à empêcher le passage de l'air extérieur vers l'intérieur du bâtiment et inversement.
- Elle se quantifie à l'aide du débit de fuite qui traverse l'enveloppe sous un écart de pression donné entre l'extérieur et l'intérieur du bâtiment. En Belgique, on exprime généralement l'étanchéité à l'air pour une différence de pression de 50 Pa.

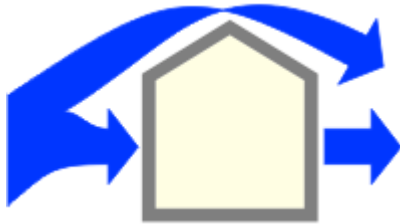


Source : Buildwise



Phénomène physique

- ▶ Différence de pression entre intérieur et extérieur (0 à 100 Pa)
→ Migration de l'air
 - Vent
Pression/dépression sur les façades



Source : énergie+



- Température
Chauffage → Dilatation de l'air intérieur → Surpression



Source : énergie+



D'où viennent les fuites ?

- Porosité des matériaux

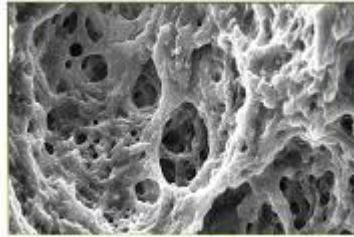
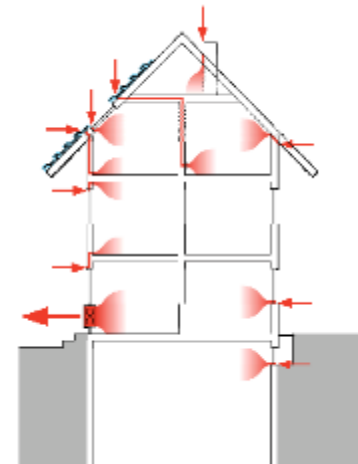


photo microscopique d'un tissu

- Non-continuité entre éléments de construction
 - Jonctions entre parois / matériaux / châssis
 - Défauts de construction
 - Châssis de portes et de fenêtres > ouvrant/dormant
 - Percements
 - ...

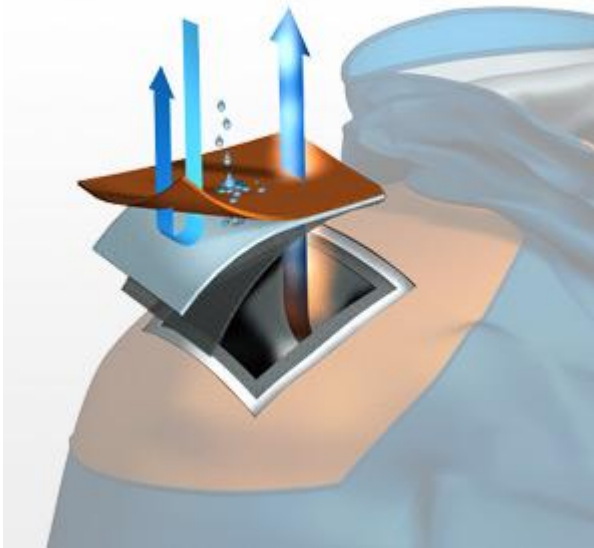


Source : energie+



Etanchéité à l'air ≠ étanchéité vapeur d'eau

- ▶ Enveloppe étanche et respirante = veste neuve en Gore-Tex®
- ▶ Enveloppe non étanche et imperméable à la vapeur = veste en plastique trouée



Source : GORE-TEX



INTRODUCTION

- ▶ Définition
- ▶ Infiltrations
- ▶ Étanchéité à l'air / à la vapeur d'eau

ENJEUX

- ▶ **Pourquoi rendre étanche?**

MESURES & INDICATEURS

- ▶ Blower Door
- ▶ Indicateurs du niveau d'étanchéité à l'air

COMMENT RENDRE ÉTANCHE?

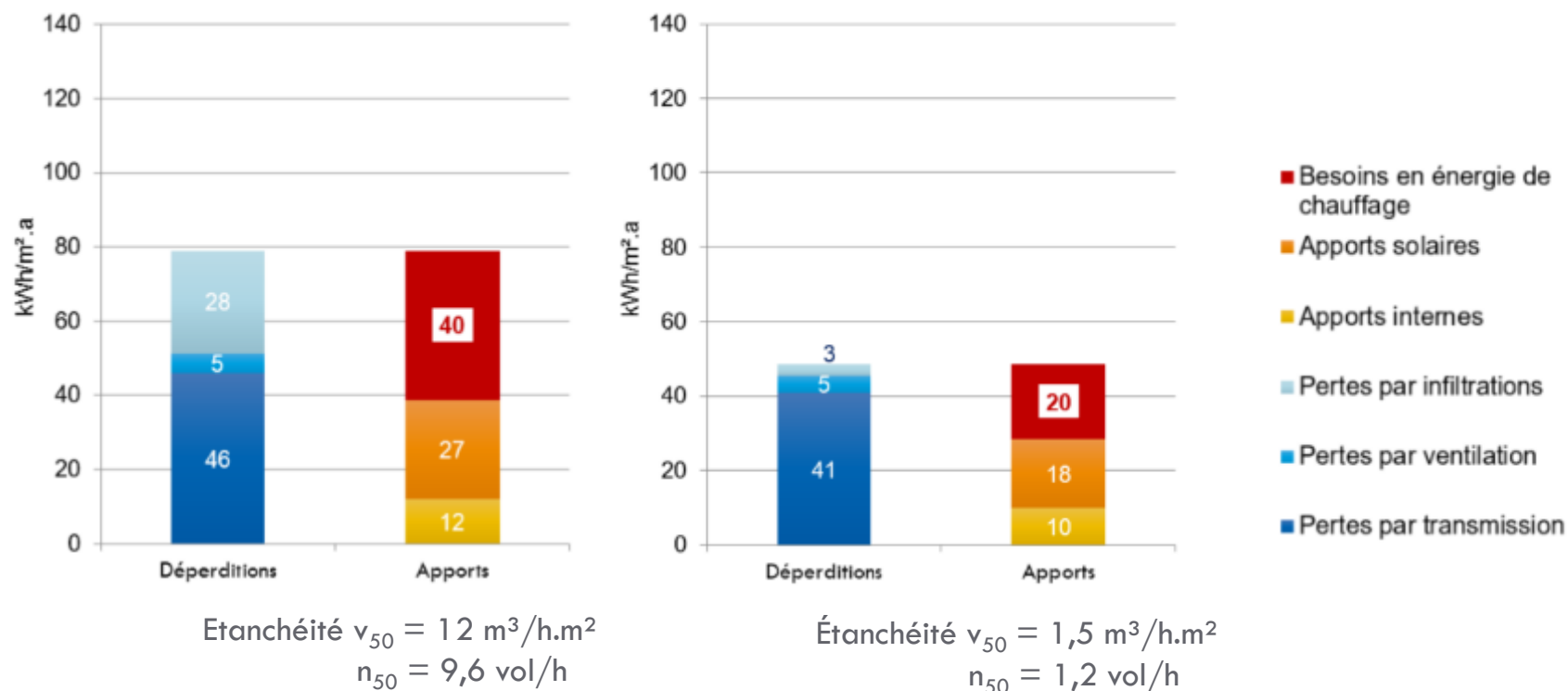
- ▶ Volume étanche
- ▶ Matériaux
- ▶ Dispositifs



POURQUOI RENDRE ÉTANCHE?

Limiter les pertes de chaleur (ventilation incontrôlée)

- Bilan énergétique: Impact de l'étanchéité à l'air sur la réduction du besoin de chauffage



⇒ **Les besoins sont divisés par 2 !**

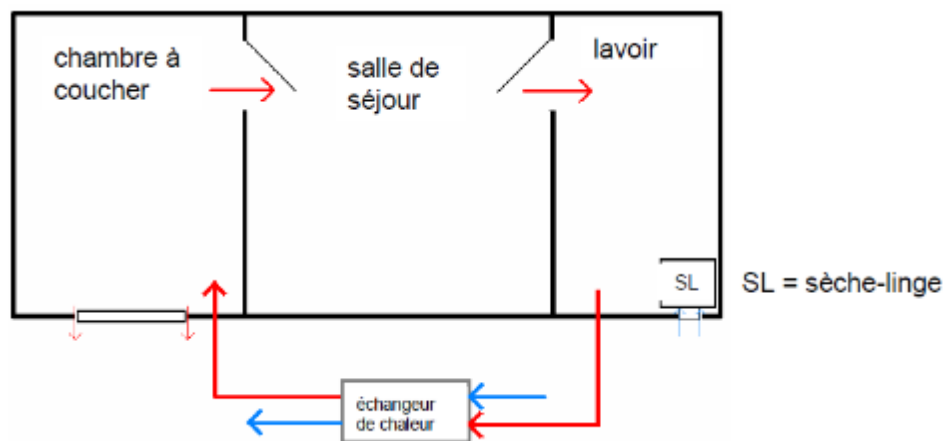
Source : écorce



POURQUOI RENDRE ÉTANCHE?

Favoriser le bon fonctionnement de la ventilation

- Si débit de fuite (n_{50}) $\nearrow$, rendement VMC (η_{VMC}) $\searrow$
 - Air repris plus froid (mélange entre air extérieur et intérieur)
 - Delta de température entre air repris et air neuf plus faible



Source : PRO-CLIMA

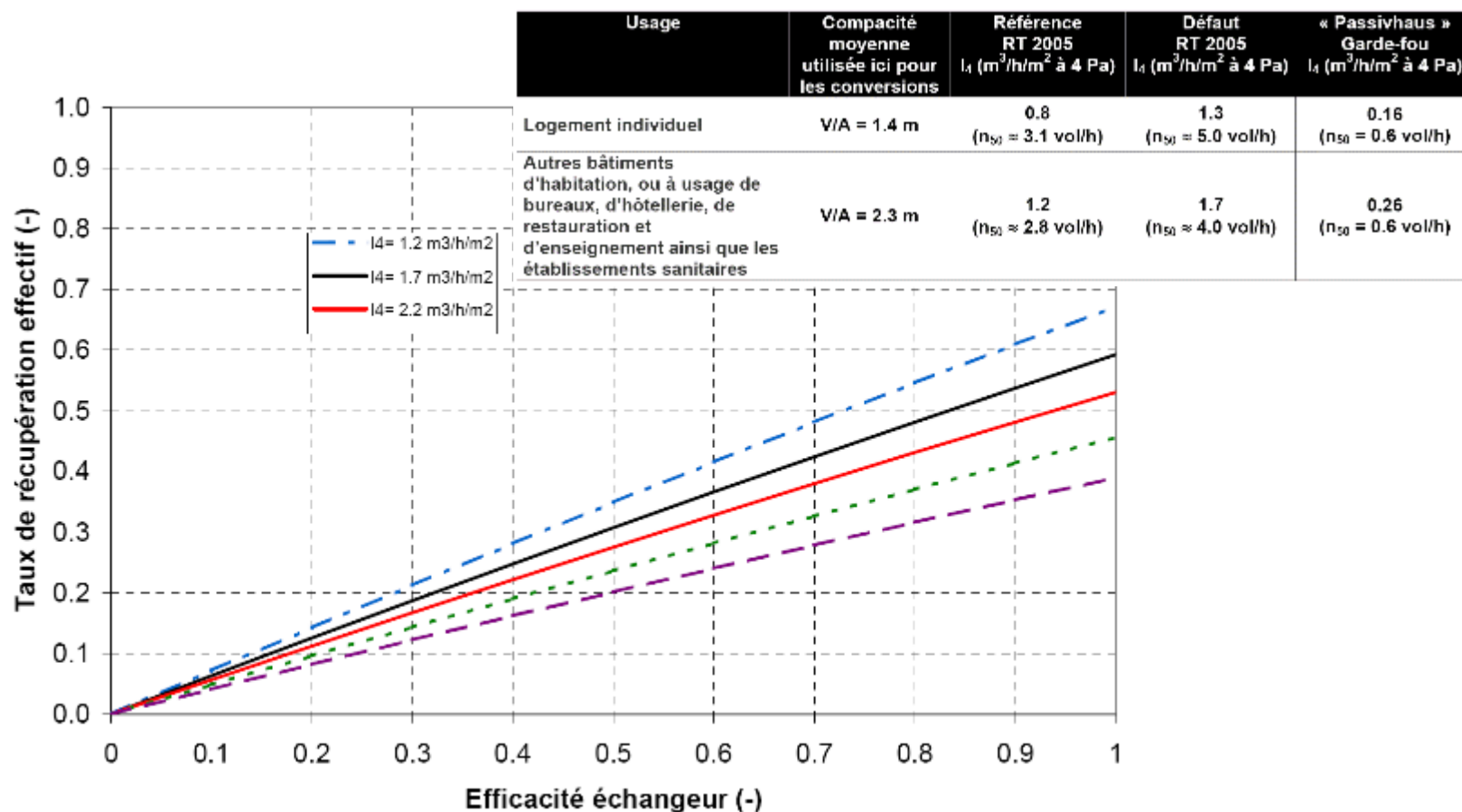
Ventilation et étanchéité à l'air vont de pair



POURQUOI RENDRE ÉTANCHE?

Favoriser le bon fonctionnement de la ventilation

- Si débit de fuite (n_{50}) $\nearrow$, rendement VMC (η_{VMC}) $\searrow$



INTRODUCTION

- Définition
- Infiltrations
- Étanchéité à l'air / à la vapeur d'eau

ENJEUX

- Pourquoi rendre étanche?

MESURES & INDICATEURS

- **Blower Door**
- **Indicateurs du niveau d'étanchéité à l'air**

COMMENT RENDRE ÉTANCHE?

- Volume étanche
- Matériaux
- Dispositifs

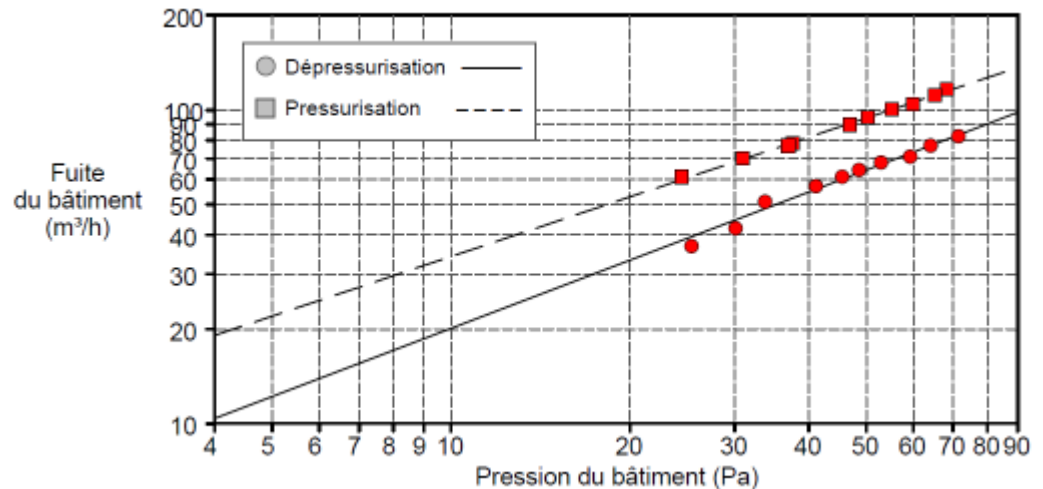


Définition

- ▶ Egalement appelé *test de la porte soufflante*, de *pressurisation* ou encore *d'infiltrométrie*
- ▶ Consiste à mettre les locaux en dépression et en surpression à l'aide d'un ventilateur et de (facultativement) détecter les endroits où l'air s'infiltré au travers de l'enveloppe



Source : écorce



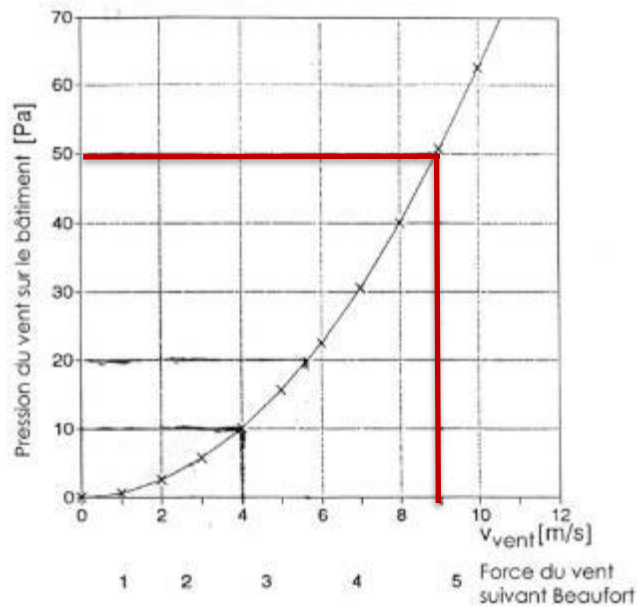
Conditions de mesure

- Mesures réalisées sur base une différence de 50 Pa entre intérieur et extérieur

Une pression d'1 Pascal est atteinte quand agit sur une surface de 1m² un poids exact de 0,1 kg

Une pression de 50 Pascal est atteinte s'il y a 5 kg ou une colonne d'eau de 5 mm

Dans la réalité, la pression du vent sur la façade peut varier entre 0 et 100 Pa. En Belgique, on considère en moyenne une différence de 2 Pa entre l'intérieur et l'extérieur.



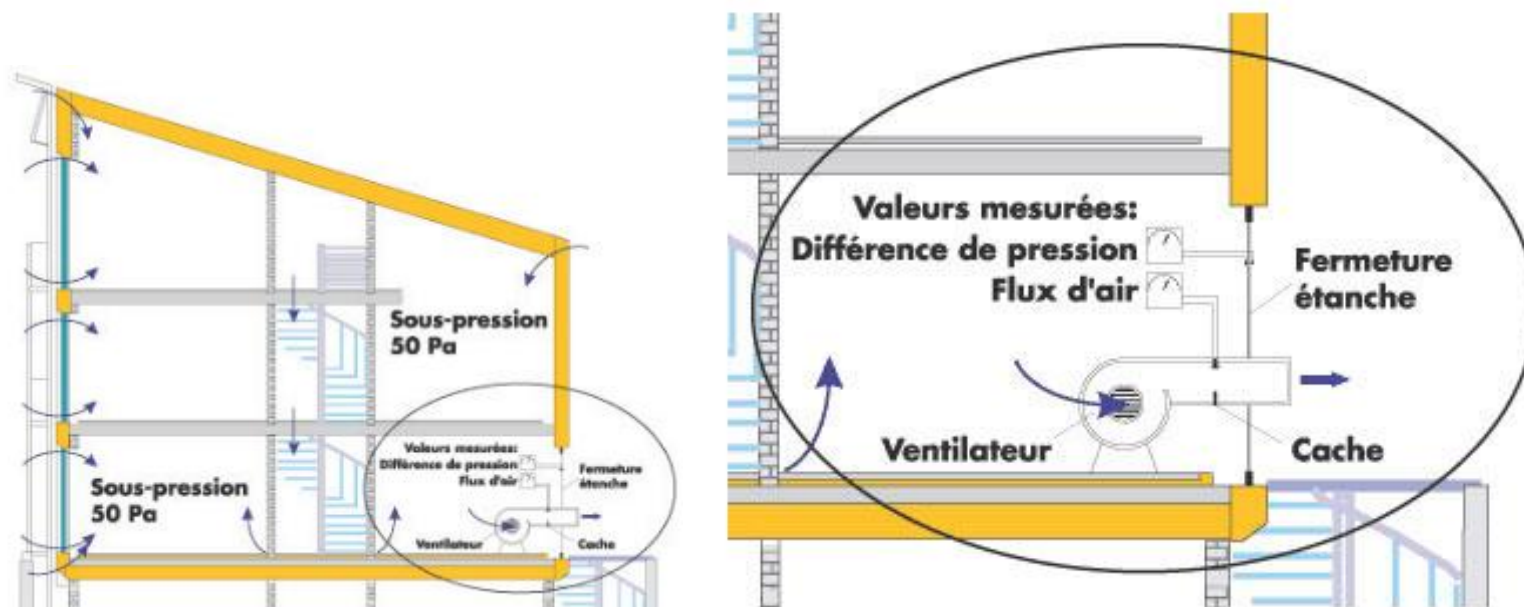
Force du vent (Echelle de Beaufort)	Vitesse du vent en m/s	Reconnaisable par:
0	0,00 - 0,45	Absence de vent, ascension verticale de la fumée.
1	0,45 - 1,50	La direction du vent n'est visible que par la fumée, mais pas par une girouette.
2	1,60 - 3,30	Le vent est ressenti au visage; des feuilles frémissent; la girouette bouge.
3	3,40 - 5,40	Des feuilles et des brins minces bougent; le vent étire un fanion.
4	5,50 - 7,90	Soulève de la poussière et du papier dissocié; bouge des brins et des branches minces.
5	8,00 - 10,70	Des branches et des petits arbres bougent.
6	10,80 - 13,80	La force du vent devient audible. Sifflement auprès de cables et coins de maisons; de fortes branches bougent.
9	20,80 - 24,40	Peut être considéré comme tempête, des tuiles de toiture mal fixées se détachent et tombent.
12	32,80 - 36,90	Essentiellement au littoral, des murs s'effondrent, grande dévastation.

Source: BlowerDoor GmbH: Minneapolis Blower Door, dans: Anwenderhandbuch Modell 4; Springe, 2002



NBN EN 13829

- Performance thermique des bâtiments – détermination de la perméabilité à l'air des bâtiments – Méthode de pressurisation par ventilateur (ISO 9972:1996, modifiée)
- Processus de mesure



Source: lamaisonpassive.be



NBN EN 13829

- ▶ La norme décrit deux types de méthodes d'essai selon le but poursuivi
- ▶ Ces deux méthodes induisent une préparation différente du bâtiment
 - Méthode A (essai d'un bâtiment utilisé)

Il convient que l'état de l'enveloppe du bâtiment représente son état pendant la saison où l'on utilise les systèmes de chauffage ou de refroidissement

⇒ **Méthode exigée pour valorisation en certification passive et PEB**

- Méthode B (essai de l'enveloppe du bâtiment)

Toute ouverture volontaire dans l'enveloppe du bâtiment doit être fermée ou scellée, comme spécifié en 4.b.I et 4.b.II.

⇒ **Permet une évaluation de l'étanchéité à l'air en cours de chantier**

⇒ **Complémentaire au test A, surtout lorsque les exigences sont élevées**



V_{50} [m³/h]

- ▶ Débit de fuite d'air total sous une différence de pression à **50 Pascals**
- ▶ Moyenne du débit mesuré en **surpression** et en **dépression**

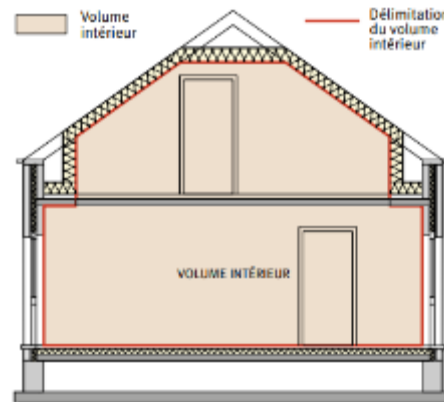
 **v_{50} [m³/h.m²]**

- ▶ Débit de fuite d'air total par m² de surface de déperdition A_t [m²] sous une différence de pression à 50 Pascals
- ▶ Valeur que l'on encode dans le logiciel PEB
- ▶ Correspond à V_{50}/A_t
- ▶ A_t : surface de déperdition du volume protégé [m²]



n_{50} [$\text{m}^3/\text{h.m}^3$ ou $1/\text{h}$]

- ▶ Nombre de volumes d'air renouvelés par heure sous une différence de pression de 50 Pascals
- ▶ $n_{50} = V_{50} / V_{\text{intérieur}}$
 - $V_{\text{intérieur}}$ = volume intérieur net
 - Définition : *Espace volontairement climatisé à l'intérieur d'un bâtiment ou d'une partie de bâtiment soumis à essai, ne comprenant en général ni les combles, ni le sous-sol ni les structures annexes*



Source : Buildwise NIT255



- ▶ Pour respecter les critères du standard passif : $n_{50} < 0,6$
- ▶ En le divisant par 20, on obtient une approximation des débits d'infiltration moyens sur l'année





Ne pas confondre

- n_{50} : Taux de renouvellement [vol/h] (débit de fuite rapporté au volume intérieur du bâtiment) → Utilisé dans le PHPP

$$n_{50} = \dot{V}_{50} / V$$



- $\dot{v}_{50}$: Perméabilité de l'enveloppe [$\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$] (débit de fuite rapporté à la surface de l'enveloppe). → Utilisé dans la PEB

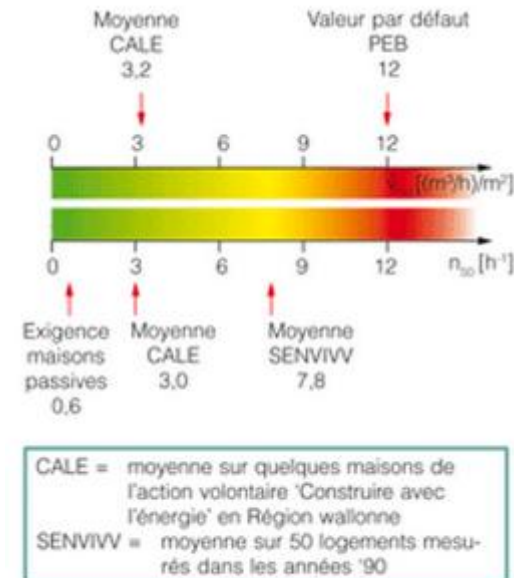
$$\dot{v}_{50} = V_{50} / A_t$$



Ordres de grandeur



- ▶ Bâtiment ancien non rénové: $n_{50} \approx 7,8$ vol/h
- ▶ Certification passive: $n_{50} \leq 0,6$ vol/h
- ▶ Valeur par défaut PEB: $\dot{v}_{50} = 12$ m³/h.m²



Source : Buildwise

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

Fonctionnement ventilation

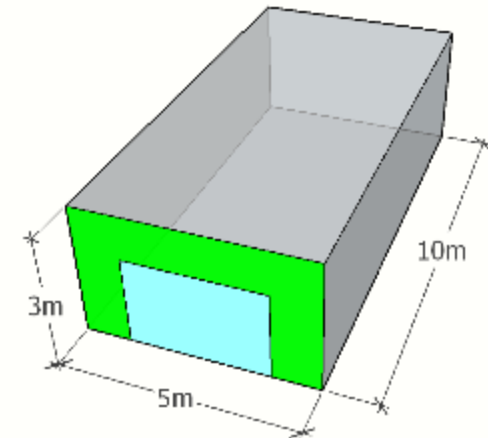
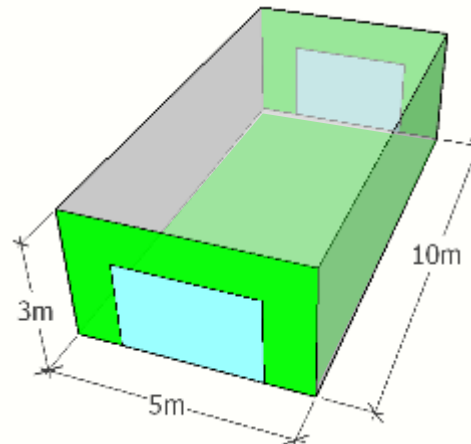
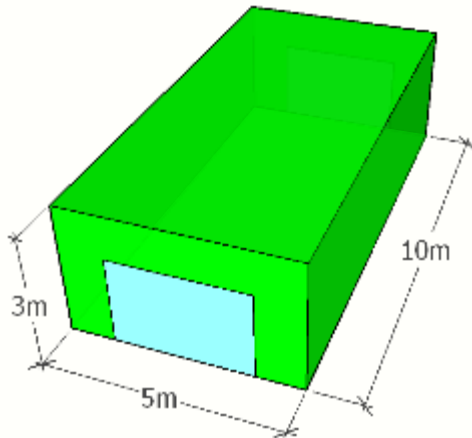
- ▶ 3 vol/h lorsque la ventilation du bâtiment est assurée par un système mécanique système B-C ou D) ;
- ▶ 1 vol/h lorsque la ventilation du bâtiment est assurée par un système mécanique à double flux équipé d'un récupérateur de chaleur.





Exercice

- Pour $n_{50} = 0,6 \text{ Vol/h}$, calculer le v_{50} pour les 3 cas de figure suivants
 - Cas 1: Unité indépendante (6 faces de déperdition)
 - Cas 2 : Unité traversant sur sol (3 faces de déperdition)
 - Cas 3: Unité uni-faciale (1 face de déperdition)





Exercice

	Surface déperditio n At [m ²]	Volume [m ³]	n ₅₀ [vol/h]	V ₅₀ [m ³ /h]	v ₅₀ [m ³ /h.m ²]
Cas 1 : Isolé			0,6		
Cas 2 : Traversant sur sol			0,6		
Cas 3: Uni-face			0,6		





Exercice

	Surface déperditio n At [m ²]	Volume [m ³]	n ₅₀ [vol/h]	V ₅₀ [m ³ /h]	v ₅₀ [m ³ /h.m ²]
Cas 1 : Isolé	190	150	0,6	90	0,47
Cas 2 : Traversant sur sol	80	150	0,6	90	1,12
Cas 3: Uni-face	15	150	0,6	90	6



INTRODUCTION

- Définition
- Infiltrations
- Etanchéité à l'air / à la vapeur d'eau

ENJEUX

- Pourquoi rendre étanche?

MESURES & INDICATEURS

- Blower Door
- Indicateurs du niveau d'étanchéité à l'air

COMMENT RENDRE ÉTANCHE?

- **Volume étanche**
- **Matériaux**
- **Dispositifs**



Délimitation du volume étanche

- ▶ 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
- ▶ Barrière étanche coté intérieur/chaud de l'isolant

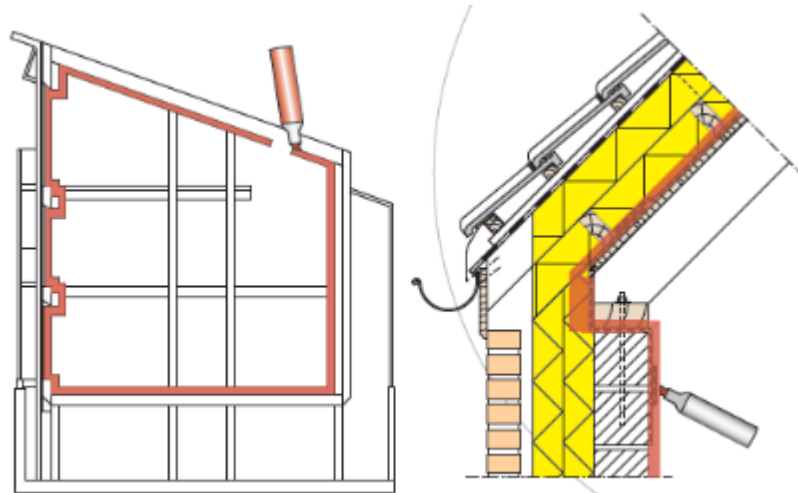


Fig. 4 Schémas de principe et de détail représentant la position de l'écran à l'air (trait rouge)

Source : Buildwise Contact n°33 (1-2012)

⇒ **En pratique, il faut donc savoir comment seront réalisées les jonctions « délicates » : mur-toiture, mur-fenêtre, mur-plancher, toiture-lucarne...**



Délimitation du volume étanche – Quels espaces comprend-t-il?

- ▶ Garage

⇒ **A priori pas dans le volume protégé/étanche**

- ▶ Locaux nécessitant une ventilation naturelle permanente

- Local poubelles
- Local compteurs gaz
- Chaufferie

⇒ **A priori pas dans le volume protégé/étanche**

- ▶ Accès aux espaces adjacents non chauffés

- Comble, cage d'escalier, couloir...

⇒ **Suivant les cas... Choix de conception !**

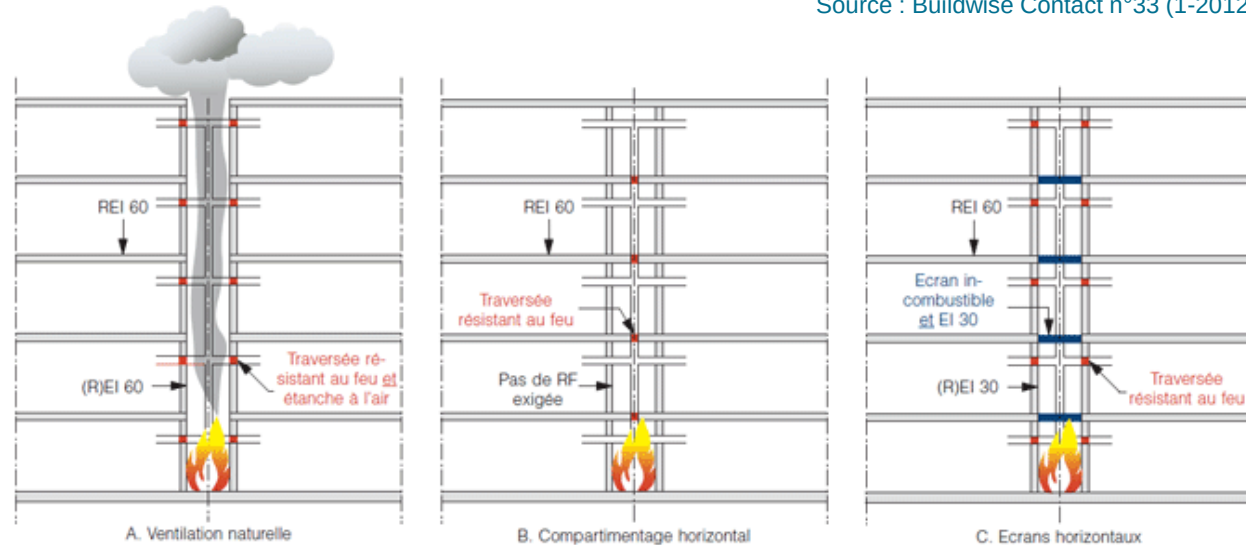


Délimitation du volume étanche – Quels espaces comprend-t-il?

► Gaines techniques

⇒ **Suivant le principe de compartimentage incendie. Choix de conception !**

Source : Buildwise Contact n°33 (1-2012)



Compartimentage

Vertical

Horizontal

Vertical et horizontal

Ventilé?

Oui

Non

Non

Dans VE?

KO*

OK

OK

*Sauf si Bluekit



Construction massive

- ▶ Matériau assurant l'étanchéité = **enduit continu non fissuré**
 - Enduit : plâtre, chaux, argile, mortex, cimentage...



Source : Knauf



Source : Maison.com



Source : BEAL



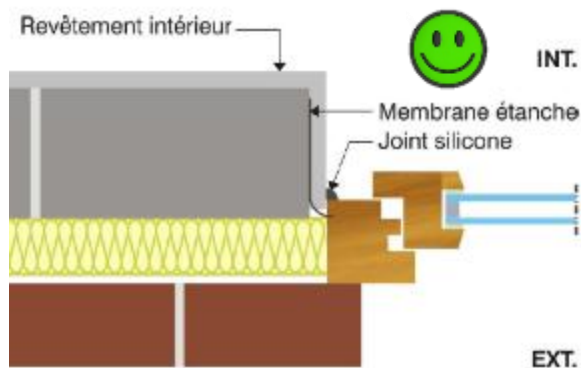
Construction massive

- ▶ Matériau assurant l'étanchéité = **L'enduit continu non fissuré**
 - Continu : sans interruption jusqu'au prochain élément étanche

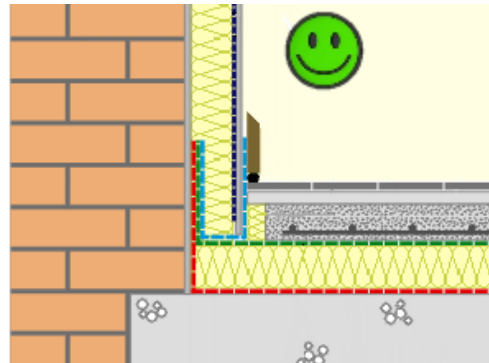
Plafonner les retours de baies

Electricité baignée dans l'enduit

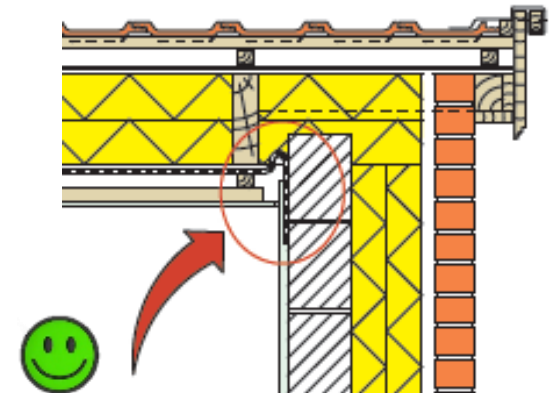
Membranes adéquates aux raccords



Raccord châssis/mur
Source: énergie +



Raccord mur/dalle
Source: énergie +



Raccord mur/toiture
Source: CTSC



Construction massive

- ▶ Matériau assurant l'étanchéité = L'**enduit continu non fissuré**
 - Non fissuré : attention à la mise en œuvre (géométrie), à la composition (principalement au niveau de l'argile) et à la durabilité des matériaux choisis !



Source : Claytec

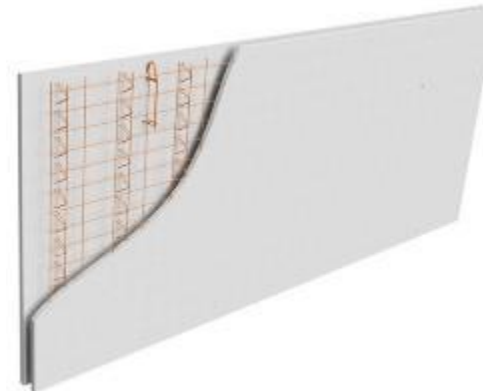


Construction massive

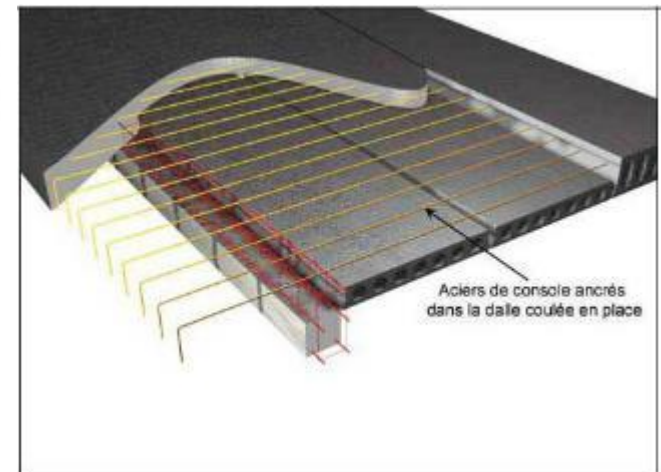
- ▶ Eléments en béton coulés CONTINUS
 - voile
 - dalle de compression
 - hourdis (attention au rebouchage des alvéoles sur faces latérales)
 - ...



Voile béton armé



Prémur béton
Source : Rector



Dalle de compression
Source : SEAC



Construction massive

- ▶ Bloc de béton cellulaire/silico-calcaire
 - Etanche dans la masse, mais mise en œuvre soignée requise > L'enduit mince est recommandé!



Bloc béton cellulaire
Source : Ytong



Bloc silico-calcaire
Source : Xella



Construction en ossature

- ▶ Panneaux OSB (rainuré-langueté, bandes adhesives adaptées aux raccords)



- ▶ Membranes d'étanchéité
 - feuilles d'alu/polyéthylène à éviter, mieux papier renforcé



Source : Pro clima



Source : Isover



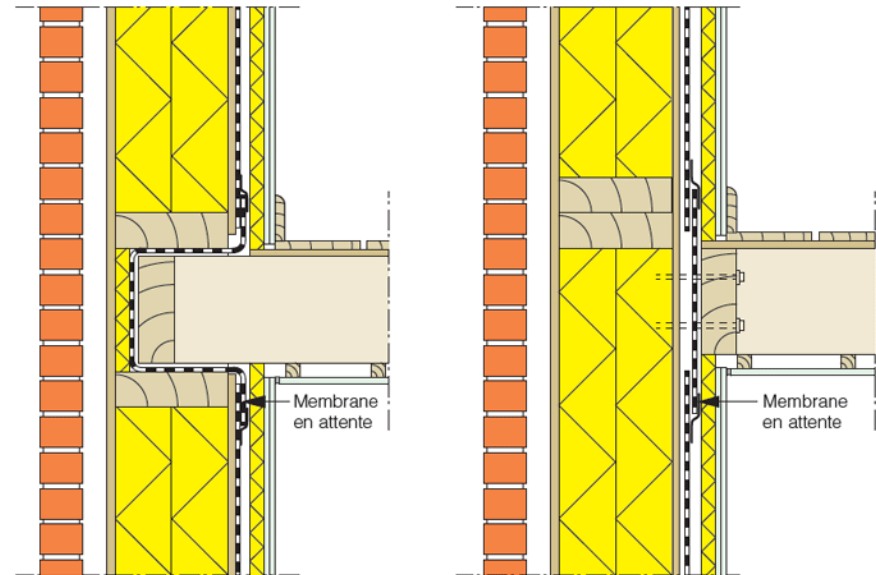
Construction en ossature

- ▶ Principe de continuité à respecter via différents produits
 - Adhésifs, colles de contact ou agrafe double-plié...
 - Couche d'installation souvent nécessaire (contre-cloison technique)

⇒ **ANTICIPATION !**



Raccords divers
Source: CTSC

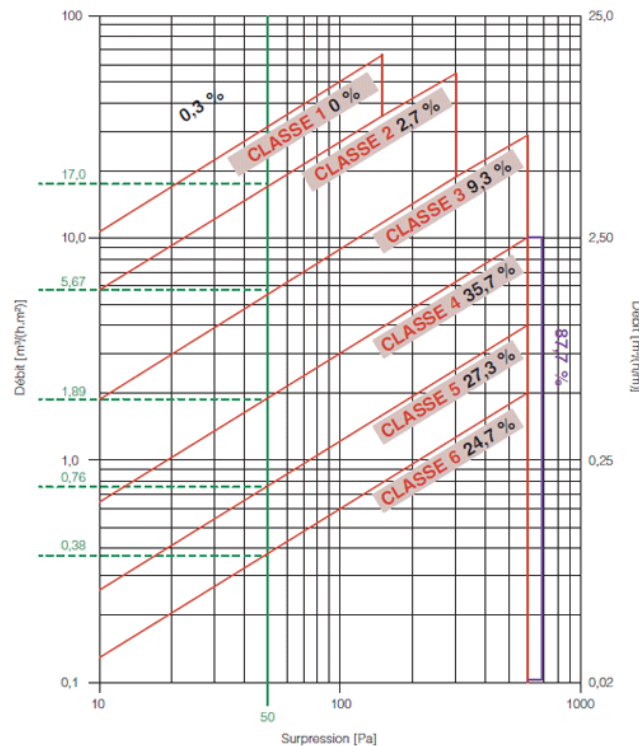


Raccord façade / plancher intermédiaire
Source: CTSC



Châssis

- Sources d'infiltration 1 : Au niveau du châssis en lui-même (jonction ouvrant/dormant)
 - Classes de performance d'étanchéité à l'air des menuiseries extérieures
 - Châssis fixe > Oscillo-battants et ouvrants simples > Double ouvrants > Coulissants



→ Châssis classe d'étanchéité classe 4
Fuites à 50 Pa (conditions de test BD)
= 1,89 m³/h.m²

Source: Buildwise

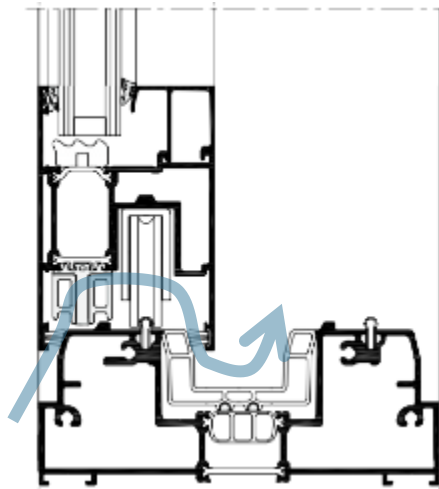


Châssis

- Source d'infiltration 1: Au niveau du châssis en lui-même (jonction ouvrant/dormant)



- Attention aux coulissants
 - Joints brosse sans compression (>< fenêtre à frappe avec joint polymère compressé)
 - Possibilité d'un tombant coulissant



Coupe dans un châssis
coulissant



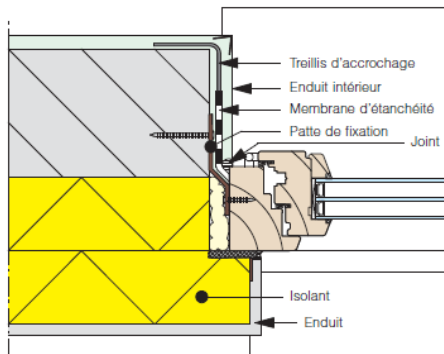
Châssis

- ▶ Source d'infiltration 1 : Au niveau du châssis en lui-même (jonction ouvrant/dormant)
 - Impact du type de profilé et de sa mise en œuvre, points d'attention:



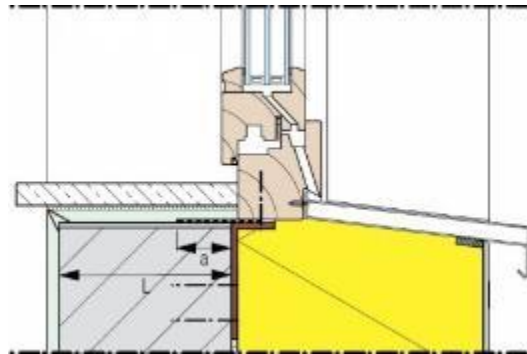
Châssis

- Source d'infiltration 2: Entre le châssis et son support (placement)
 - Raccords avec les murs gérés avec adhésifs
 - Traiter correctement les seuils de portes
 - Plinthes à mouvement automatique – à guillotine « Kaltefeind »
 - Joints de brosse éventuellement combinés à des charnières à mouvement hélicoïdal permettant de limiter le frottement de la brosse sur le sol lors de l'ouverture ou de la fermeture de la porte
 - « seuil suisse »



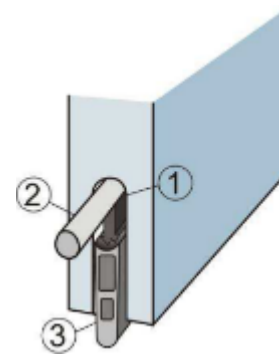
Raccord châssis/mur

Source: Buildwise



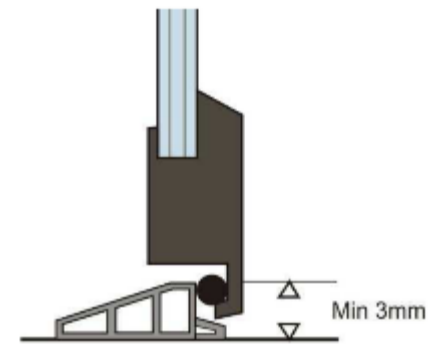
Raccord châssis/tablette

Source : Buildwise



« Kaltefeind »

Source : Matriciel



« Seuil suisse »

Source : Matriciel

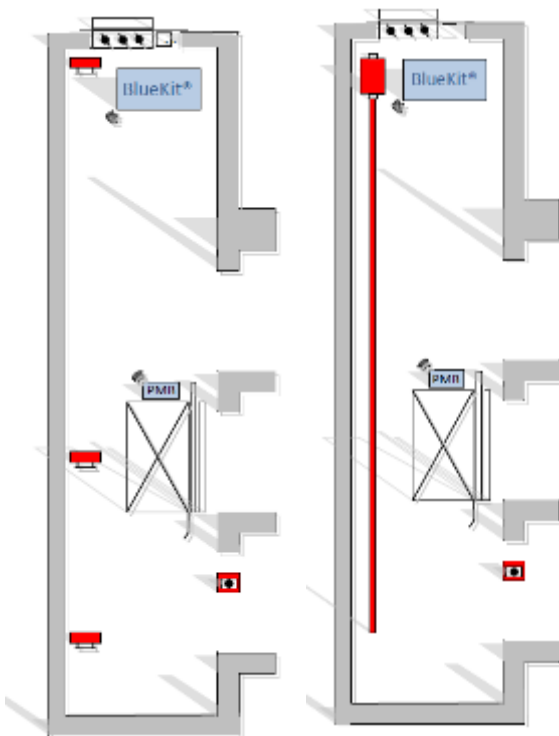


Hotte

- Sans rejet vers l'extérieur (à charbon pour le logement ou à compensation pour les plus gros systèmes)

Ascenseur

- Clapet de ventilation automatique (type « BlueKit »)



Source: BlueKit

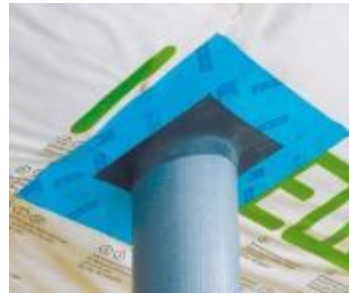


Ventilation

- ▶ Manchon étanche préfabriqué
- ▶ Adhésifs (pose radiale)



Source Buildwise



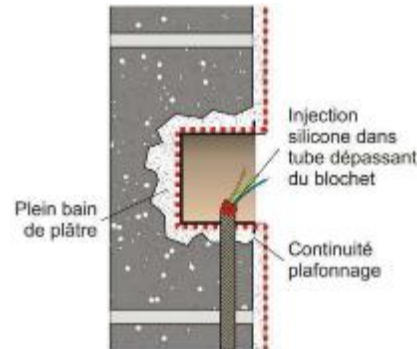
Source : Pro Clima

Equipements électriques

- ▶ Blochets étanches
- ▶ Blochets standards en plein bain de plâtre



Source Buildwise

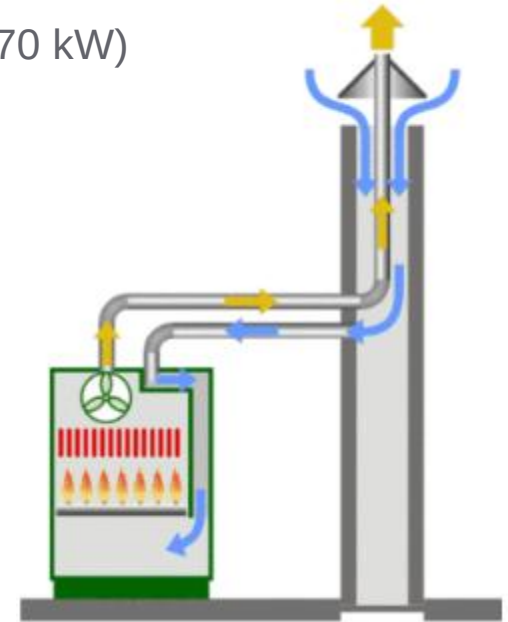


Source Guide Bâtiment Durable



Chauffage

- ▶ 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)



Source: energie+

Boîtes aux lettres

- ▶ A l'extérieur

Chatière

- ▶ Pas encore de solutions (re)connues



Quelques problèmes fréquents...



Photos: écorce



Quelques problèmes fréquents...



Photo: Daniel De Vroey



Photo: écorce



Photos: écorce



Quelques problèmes fréquents...



Photo: écorce



Photo: Daniel De Vroey



Photo: Daniel De Vroey



Photo: Daniel De Vroey





- ▶ L'étanchéité à l'air doit être soignée afin de limiter les déperditions thermiques et garantir la durabilité de la construction
- ▶ L'étanchéité à l'air doit être réfléchie dès le début du projet
 - Délimitation du volume étanche et des locaux qu'il comprend
 - Choix judicieux des matériaux
 - Etude des raccords





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ [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](#)



Sites internet

- ▶ [Buildwise | Classes de performance d'étanchéité à l'air des menuiseries extérieures](#)
- ▶ [Energie + | Concevoir l'étanchéité à l'air](#)



Formations et séminaires

- ▶ Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement
<https://environnement.brussels/formationsbatidurable>
Consultez tous les supports [gratuitement](#) !



Muriel BRANDT

Ingénieur projet
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

