

# FORMATION BATIMENT DURABLE

ENVELOPPE : ISOLATION DE  
LA FAÇADE À RUE

PRINTEMPS 2023

## Isolation de la façade

Notions de base et enjeux environnementaux

Julie RENAUX  
éCORCE  
INGÉNIERIE & CONSULTANCE





- ▶ Rappeler les enjeux énergétiques en lien avec la rénovation
- ▶ Revoir quelques rappels théoriques
- ▶ Aborder les points d'attention de quelques combinaisons courantes et sensibles d'opérations dépendantes dans le cadre d'une rénovation de façade, telles que la ventilation et l'amélioration de la performance énergétique des châssis.



## POURQUOI ?

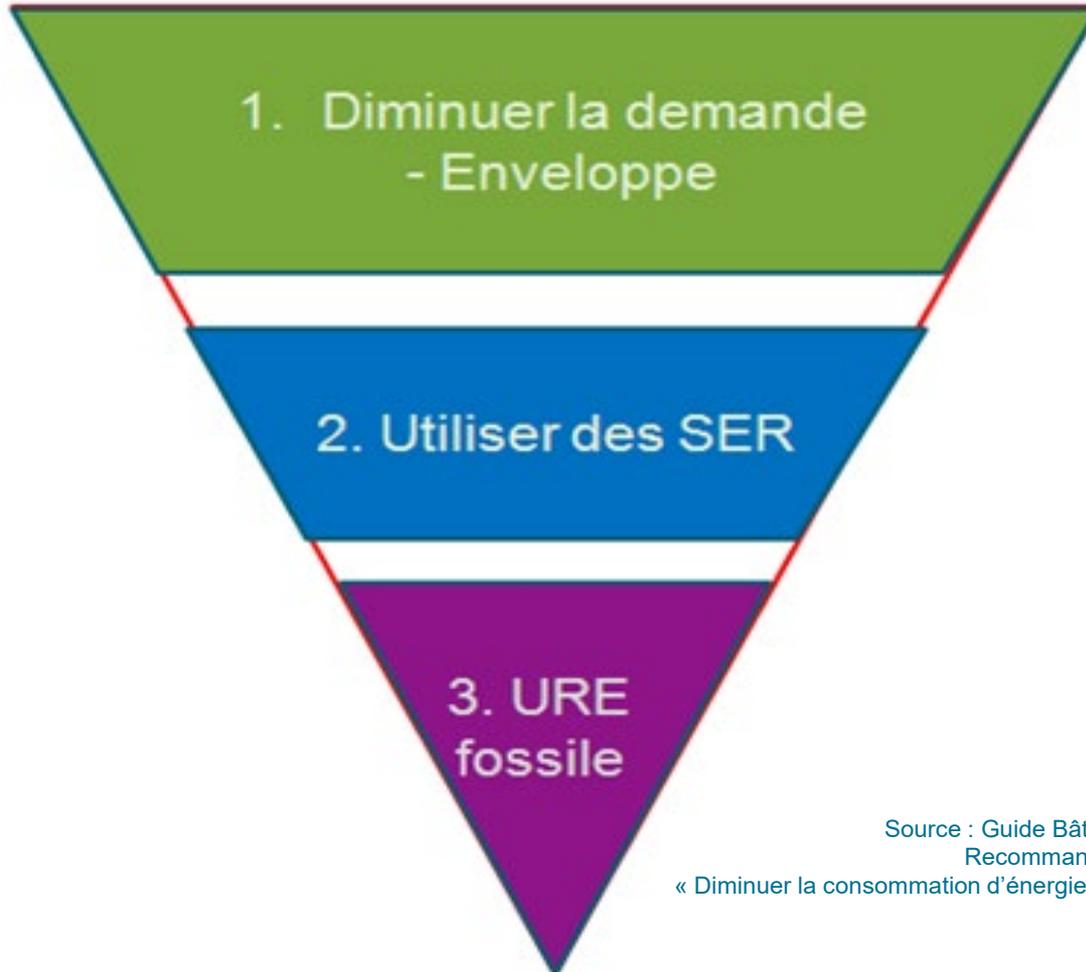
- ▶ **Enjeu énergétique**
- ▶ **Autre motivations**
- ▶ **Contexte**

## COMMENT ?

- ▶ Murs
- ▶ Menuiseries
- ▶ Jonctions (nœuds constructifs)
- ▶ Autres points d'attention



### Trias Energetica



Source : Guide Bâtiments Durables  
Recommandation G-ENE00  
« Diminuer la consommation d'énergie des bâtiments »



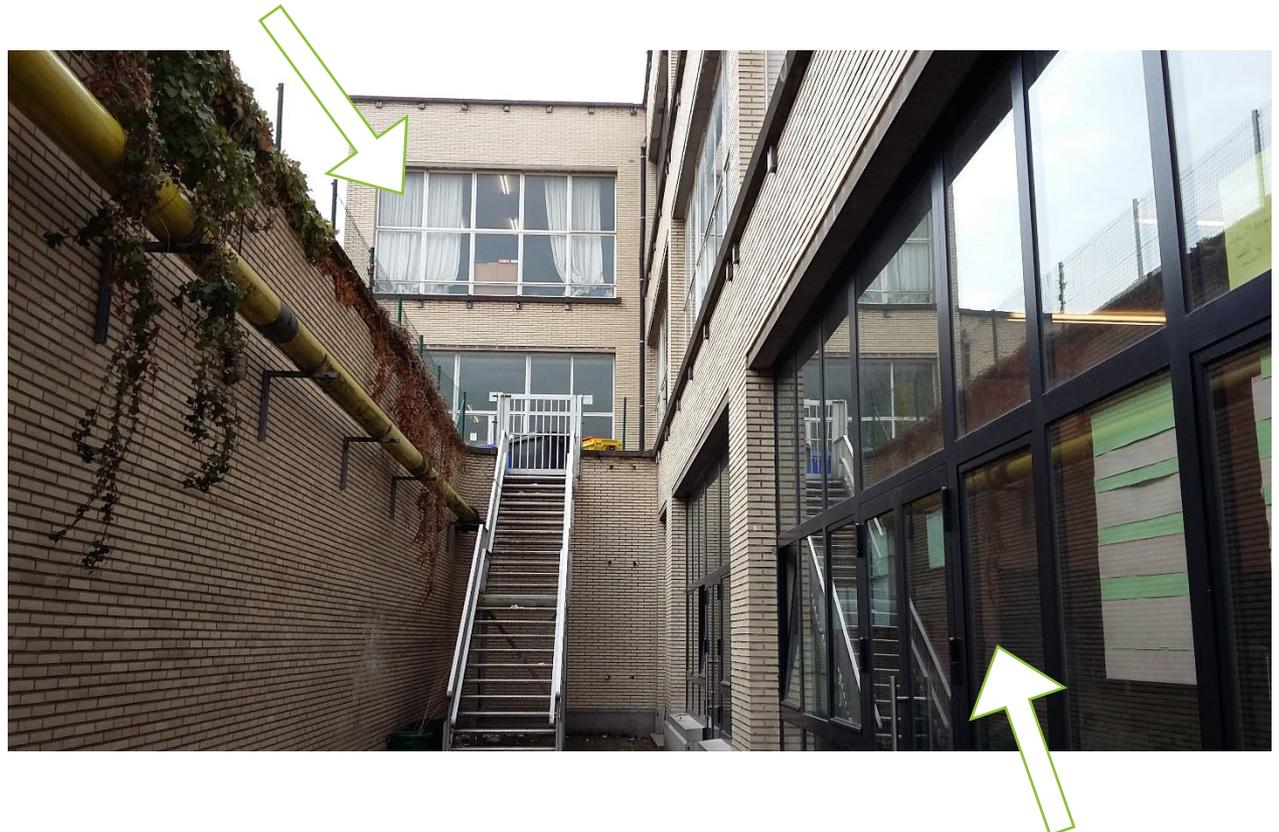
### Bilan énergétique

- ▶ Réduire les besoins nets d'énergie pour le chauffage: *ce qu'il faut apporter comme énergie pour compenser les déperditions au sein du volume protégé, après avoir déduit les apports solaires et internes.* Ces besoins sont compensés par le système de chauffage



## Notion de confort thermique

- ▶ Enveloppe performante
  - Limitation du rayonnement froid des parois
  - Limitation des fuites d'air incontrôlées



### Notion de confort thermique

- ▶ 6 paramètres selon P.O. Fanger



Source / Bron : Bruxelles Environment



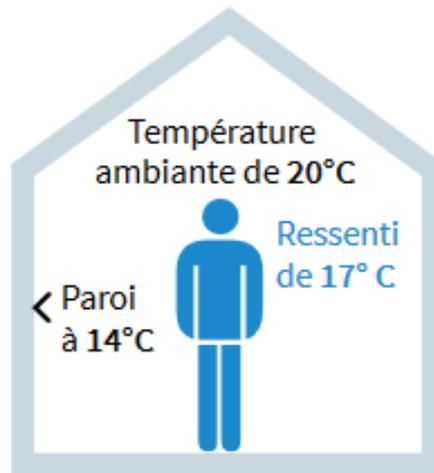
## Notion de confort thermique

Température de l'air et des parois

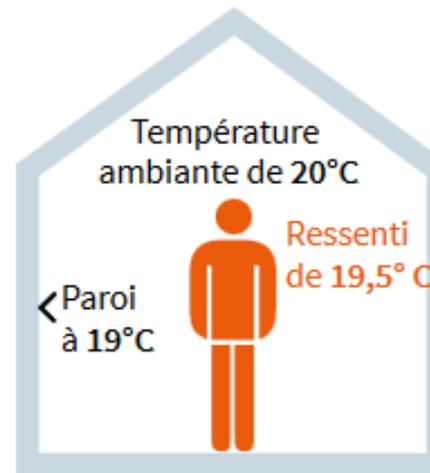
Quel impact sur la température de confort ressentie ? (= température opérative ou température résultante sèche)

$T^{\circ}\text{opérative} = (T^{\circ}\text{air} + T^{\circ}\text{parois}) / 2$   
pour autant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s.

SITUATION INCONFORTABLE



SITUATION DE CONFORT

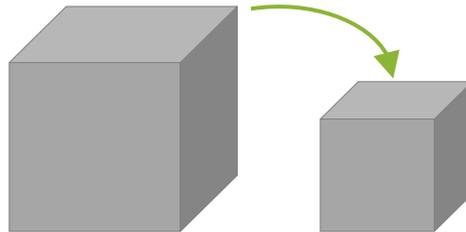


Source / Bron : <http://renov-energetique.sud-aisne.fr/>



**Lien aux systèmes**

- ▶ Enveloppe performante
  - Système de chauffage moins puissant



→ Parfois plus petit



→ Souvent moins couteux  
(à technologie équivalente)

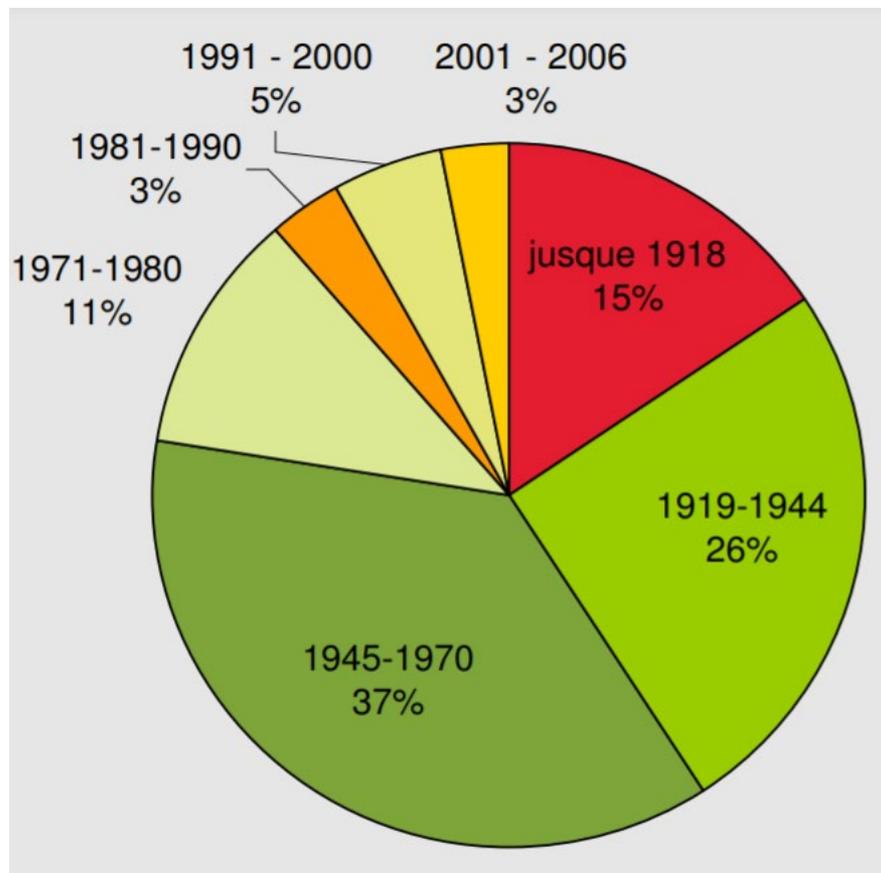


→ nouveaux systèmes à envisager ?



## Typologies du bâti

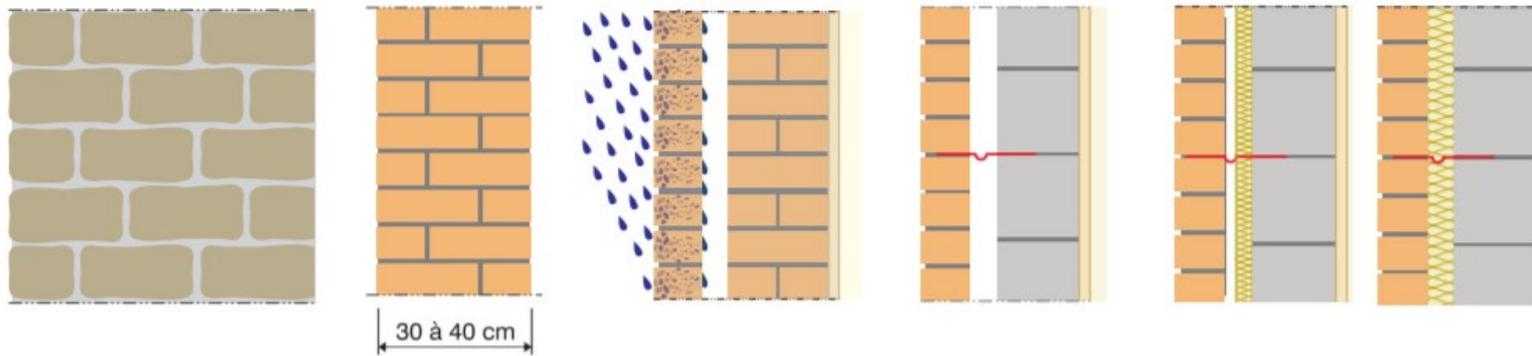
- Répartition du bâti bruxellois



Source / Bron : CERAA - L'application des principes de la maison passive en Région de Bruxelles-Capitale - Rapport final - janvier 2008



### Typologies du bâti



## Typologies du bâti



⇒ **Façade à rue = paroi la plus complexe à isoler**



POURQUOI ?

**COMMENT ?**

- ▶ **Murs**
- ▶ Menuiseries
- ▶ Jonctions (nœuds constructifs)
- ▶ Autres points d'attention



## Comment isoler un mur ?

- ▶ Quand on parle d'isolation de façade à rue, à quoi pensez-vous?
  - Motivations
  - Freins
  - Considérations pratiques, financières, esthétiques....



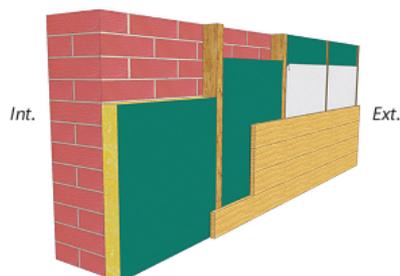
**wooclap**



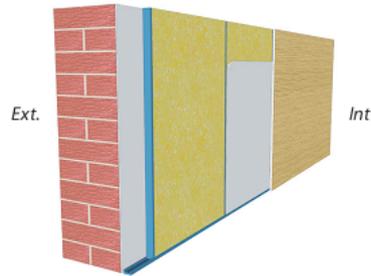
## Comment isoler un mur ?

- Isolation par l'extérieur, par l'intérieur et/ou de la coulisse

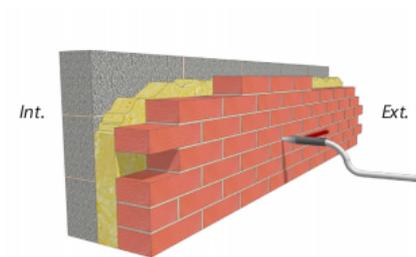
□ Isolation par l'extérieur



□ Isolation par l'intérieur



□ Isolation par la coulisse



	Le matériau isolant est appliqué sur la face extérieure du mur. Il est protégé des intempéries par une finition extérieure imperméable à la pluie mais perméable à la vapeur.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Méthode résolvant la plupart des ponts thermiques.</li> <li>• Contrôle de la mise en œuvre de l'isolant aisé.</li> <li>• Amélioration de l'étanchéité à la pluie de la façade.</li> <li>• Préservation de la masse thermique du mur.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dans le cas d'une modification de la façade extérieure du bâtiment, demande d'un permis d'urbanisme souvent indispensable.</li> <li>• Étudier les raccords au niveau des châssis (appui de fenêtre...), de la toiture (corniche, gouttière...), des tuyaux de descente...</li> </ul>

	Le matériau isolant est appliqué sur la face intérieure. Il est recouvert d'une finition avec pare-vapeur.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Travaux effectués à l'abri des intempéries et pouvant être réalisés pièce par pièce.</li> <li>• Contrôle de la mise en œuvre de l'isolant aisé.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ponts thermiques difficiles voire impossibles à résoudre.</li> <li>• Diminution de la place utile à l'intérieur du bâtiment.</li> <li>• Partie extérieure du mur soumise à des contraintes thermiques plus importantes (risque de fissures et de gel des matériaux...).</li> <li>• Finitions intérieures à refaire.</li> <li>• Risque réel de condensation interne entre le mur et l'isolant.</li> <li>• Diminution de la masse thermique du bâtiment.</li> </ul>

	Un matériau isolant est insufflé dans la coulisse d'un mur de façade au travers d'orifices pratiqués dans les joints du mur. Les orifices sont ensuite refermés proprement. Cette méthode est fortement déconseillée lorsque le parement extérieur est peint ou lorsque les briques sont émaillées.
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de modification d'aspect de la façade.</li> <li>• Finitions intérieures et extérieures intactes.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôle correct du remplissage difficile, sauf éventuellement par thermographie.</li> <li>• Épaisseur d'isolant limitée par l'espace disponible (techniquement un minimum de 4 cm est requis).</li> <li>• Risque d'accroissement de certains ponts thermiques.</li> <li>• Pour les isolants en vrac, risque de tassement dans le temps.</li> </ul>

Source / Bron : brochure audit PAE2 région Wallonne, 2013



### Comment isoler un mur ?

- ▶ Isolation par l'extérieur, par l'intérieur et/ou de la coulisse
- ▶ Paramètres d'influence pour le choix de la méthode d'isolation:

	Choix des matériaux	Performance technico-économique	Impacts sur la santé	Préservation du patrimoine	Impact sur le confort
<b>Murs</b>					
<b>Exterieur</b>	++	++	++	-	++
<b>Interieur</b>	++	+	+	++	+
<b>Coulisse</b>	-	+	++	++	+



Source / Bron : Guide Bâtiment Durable

*Note: Dans la mesure où les éléments du choix durable alimentent la réflexion quant à la durabilité du projet, il s'agit bien d'une simple indication, qui de plus doit être interprétée dans chaque situation particulière.*



- ▶ Suivant la réglementation PEB actuelle, quelle est la valeur  $U_{\max}$  pour un mur de façade (= mur contre extérieur)?
- ▶ A quelle épaisseur d'isolation cela correspond-il...
  - En laine de bois ( $\lambda = 0,04$  W/mK)?
  - En PUR ( $\lambda = 0,024$  W/mK)?
- ▶ Selon quel(s) indicateur(s) l'étanchéité à l'air d'un bâtiment est-elle exprimée?

wooclap





### Quelle épaisseur d'isolant ?

- ▶ Respect au minimum des exigences PEB > L'exigence relative aux valeurs U/R admissibles est d'application pour
  - Toutes les affectations
  - Toutes les natures de travaux



ELEMENT DE CONSTRUCTION		$U_{max}$ (W/m <sup>2</sup> K)
1.	PAROIS DELIMITANT LE VOLUME PROTEGE, à l'exception des parois formant la séparation avec un <u>volume protégé adjacent</u>	
	1.2.2 Murs non en contact avec le sol, à l'exception des murs visés en 1.2.4.	$U_{max} = 0.24$

Source / Bron : Bruxelles Environnement  
Extrait des exigences Umax/Rmin - Umax à partir de 2021





## Quelle épaisseur d'isolant ?

- ▶ Se fixer un objectif ambitieux  $> U$  entre **0,1 et 0,2 W/m<sup>2</sup>K**
  
- ▶ Pour un mur...
  - 12 cm LM avec  $\lambda = 0,032$  W/mK fixé mécaniquement  
→  $U \approx 0,25$  W/m<sup>2</sup>K
  - 20 cm PU avec  $\lambda = 0,023$  W/mK fixé mécaniquement  
→  $U \approx 0,12$  W/m<sup>2</sup>K
  - 25 cm EPS avec  $\lambda = 0,032$  W/mK collé (avec finition crépi)  
→  $U \approx 0,12$  W/m<sup>2</sup>K
  - 40 cm Cellulose avec  $\lambda = 0,040$  W/mK dans une ossature bois (13%)  
→  $U \approx 0,12$  W/m<sup>2</sup>K

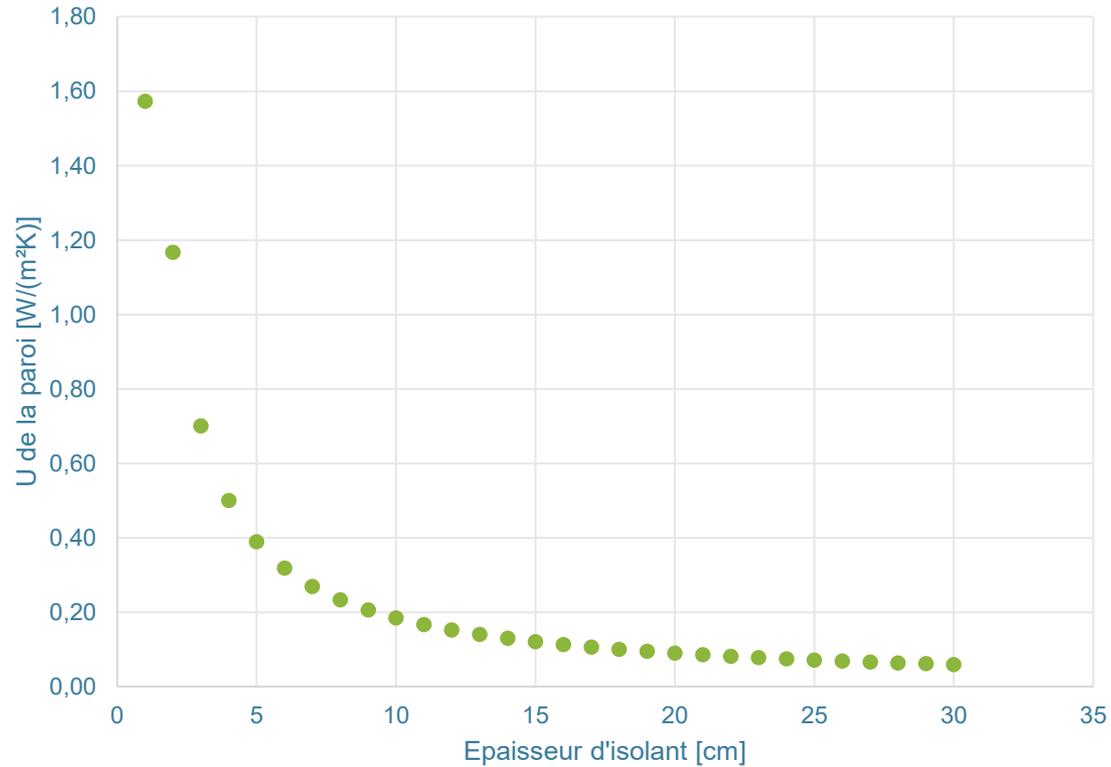




## Quelle épaisseur d'isolant ?

- ▶ Viser un optimum

Variation de U en fonction de l'épaisseur d'isolant

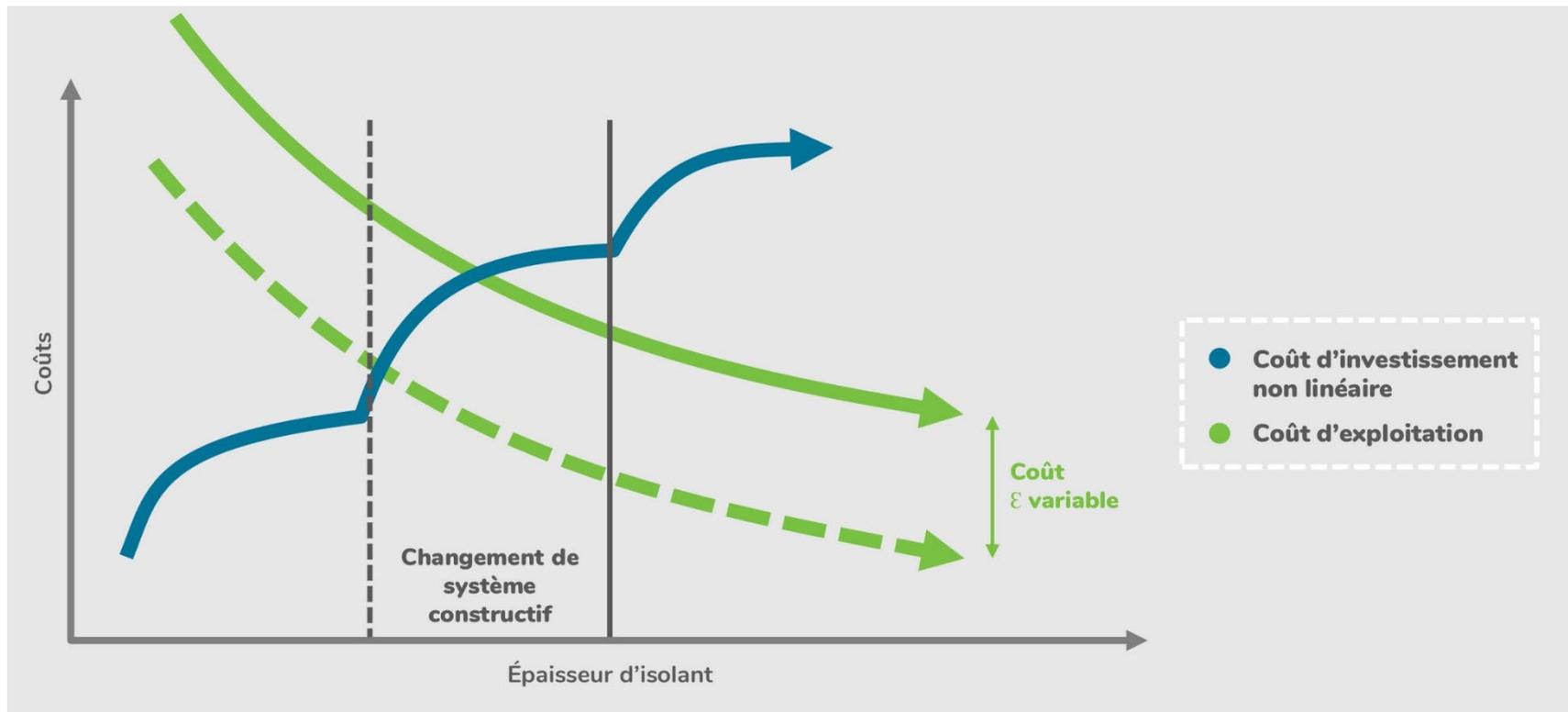




## Quelle épaisseur d'isolant ?

- ▶ Viser un optimum
  - Optimum économique

⇒ **Variable suivant le coût de l'énergie et le système constructif envisagé**



Source / Bron : Guide Bâtiment Durable



POURQUOI ?

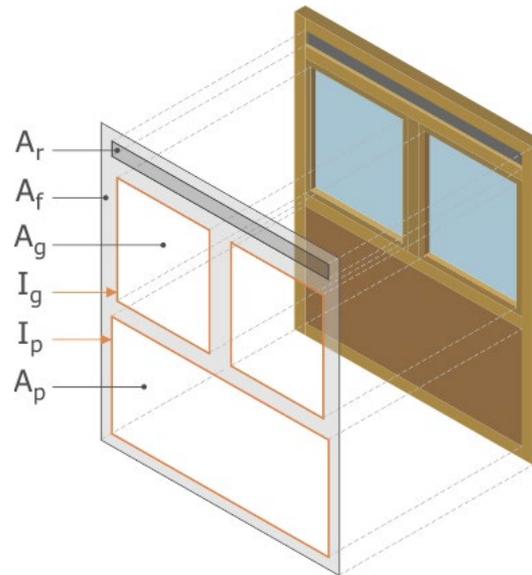
**COMMENT ?**

- ▶ Parties courantes
- ▶ **Menuiseries**
- ▶ Jonctions (nœuds constructifs)
- ▶ Autres points d'attention



- Suivant la réglementation PEB actuelle, quelle est la valeur  $U_{w_{\max}}$  pour une fenêtre contre extérieur?

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + A_p U_p + A_r U_r + l_g \psi_g + l_p \psi_p}{A_g + A_f + A_p + A_r}$$



Source/ Bron : énergie +

wooclap



## Analyse des châssis existants

- ▶ En rénovation...conserver / réparer / améliorer / remplacer?
- ▶ Situation...
  - Ancienneté (d'origine, déjà remplacé,...)
  - Aspect (bâtiment classé, exigences urbanistiques, etc)
  - Matériau (bois, acier, aluminium, béton...)
  - Type de vitrage (simple vitrage, double vitrage, vitrail...)
  - Etat de dégradation (ouverture, aspect extérieur...)
  - Typologie adaptable (de SV en DV)

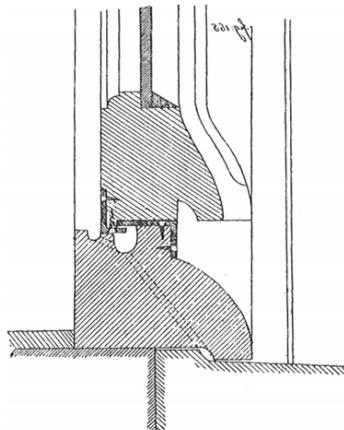


Source/Bron : Centre Urbain



## Analyse des châssis existants

- ▶ La fenêtre « ancienne » VS
  - Profilé faible section
  - Souvent simple vitrage
  - Étanchéités (eau et air) faibles
    - ☞ « ventilation » vs confort thermique
  - Bonne transmission lumineuse
  - Gains solaires élevés
- Grande variété esthétique



Source/Bron : CSTC

- Fenêtre « moderne »
- Forte section
- Double voir triple vitrage
- Bonnes étanchéités
  - hermétiques
- TL plus faible
- Gains solaires moindres
  - (mais contrôle)
- (diverses)

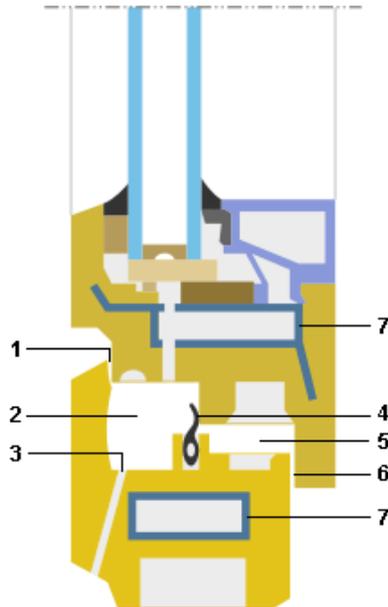


Source/Bron : Symbio

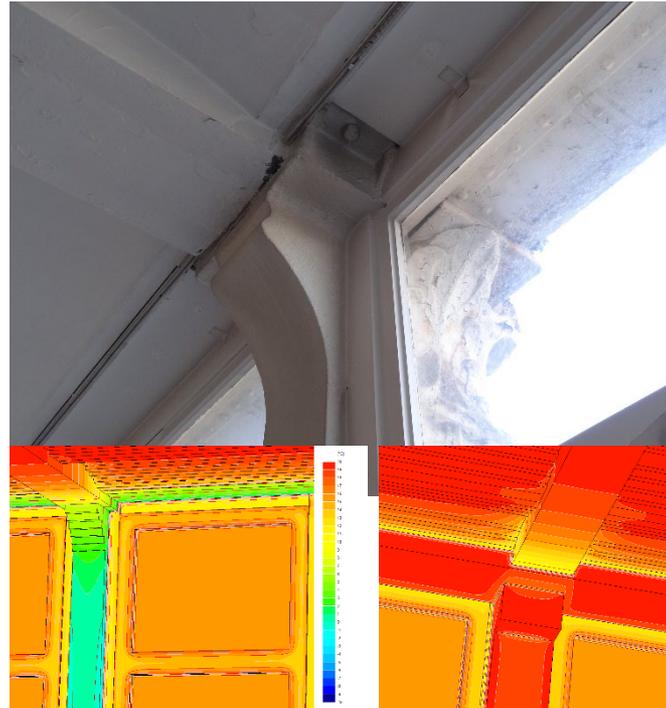


## Analyse des châssis existants

- ▶ Intervention selon le point de vue
  - Technique (faisabilité, nécessaire,... ?)
  - Énergétique (gain indéniable)
  - Financier (pas nécessairement rentable)
  - Confort thermique (gain indéniable) – attention acoustique
  - Ventilation (à intégrer)

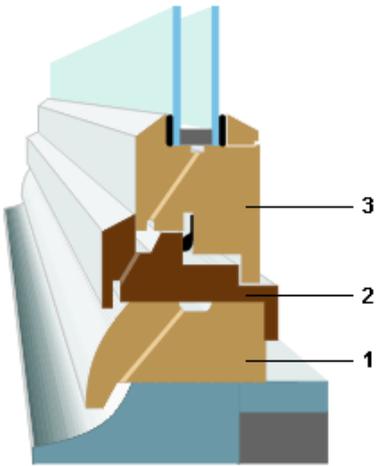


Source/Bron : energieplus-lesite.be



Source/Bron : écorce

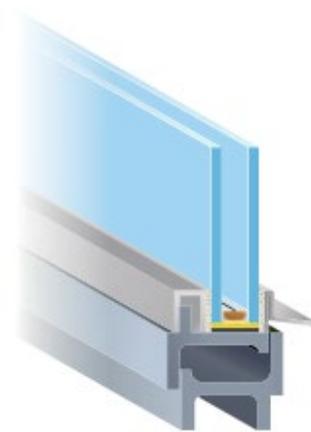
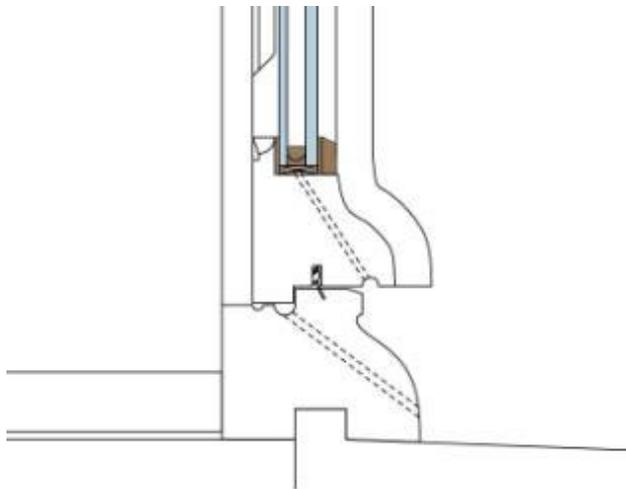
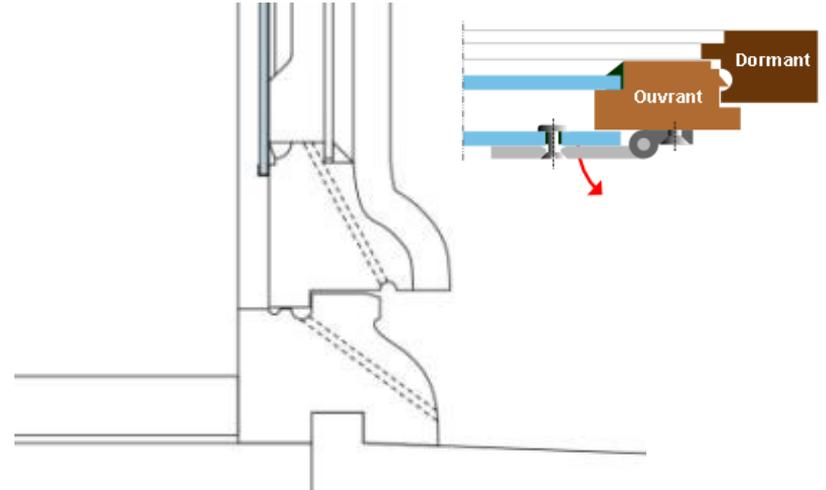
### Quelles pistes d'amélioration?



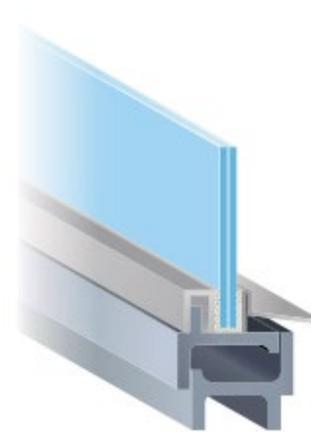
Source/Bron : energieplus-lesite.be



Source/Bron : CSTC

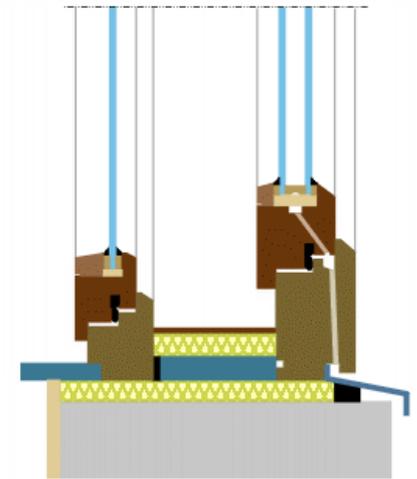


Double vitrage



Simple vitrage peu émissif

Source / Bron : Homegrade



Source/Bron : energieplus-lesite.be



### Quelles pistes d'amélioration?

- ▶ Amélioration du complexe existant (joints, réglages, etc.)
- ▶ Remplacement du vitrage (si le profilé du châssis le permet)
- ▶ Survitrage
- ▶ Remplacement des parties ouvrantes
- ▶ Dédoublage du châssis
- ▶ Remplacement du châssis

⇒ **Développé lors de la présentation 3:**  
« Les menuiseries extérieures... guider la raison »



### Les questions à se poser

- ▶ La porte a-t-elle un intérêt historique, esthétique, patrimonial?
- ▶ Est-elle toujours en bon état?
- ▶ A quel point est-elle isolée? Etanche à l'air?
- ▶ Est-elle techniquement améliorable? Moyennant des méthodes et un budget raisonnable?
- ▶ La porte doit-elle délimiter le volume protégé?
- ▶ ...



Source / Bron : Homegrade

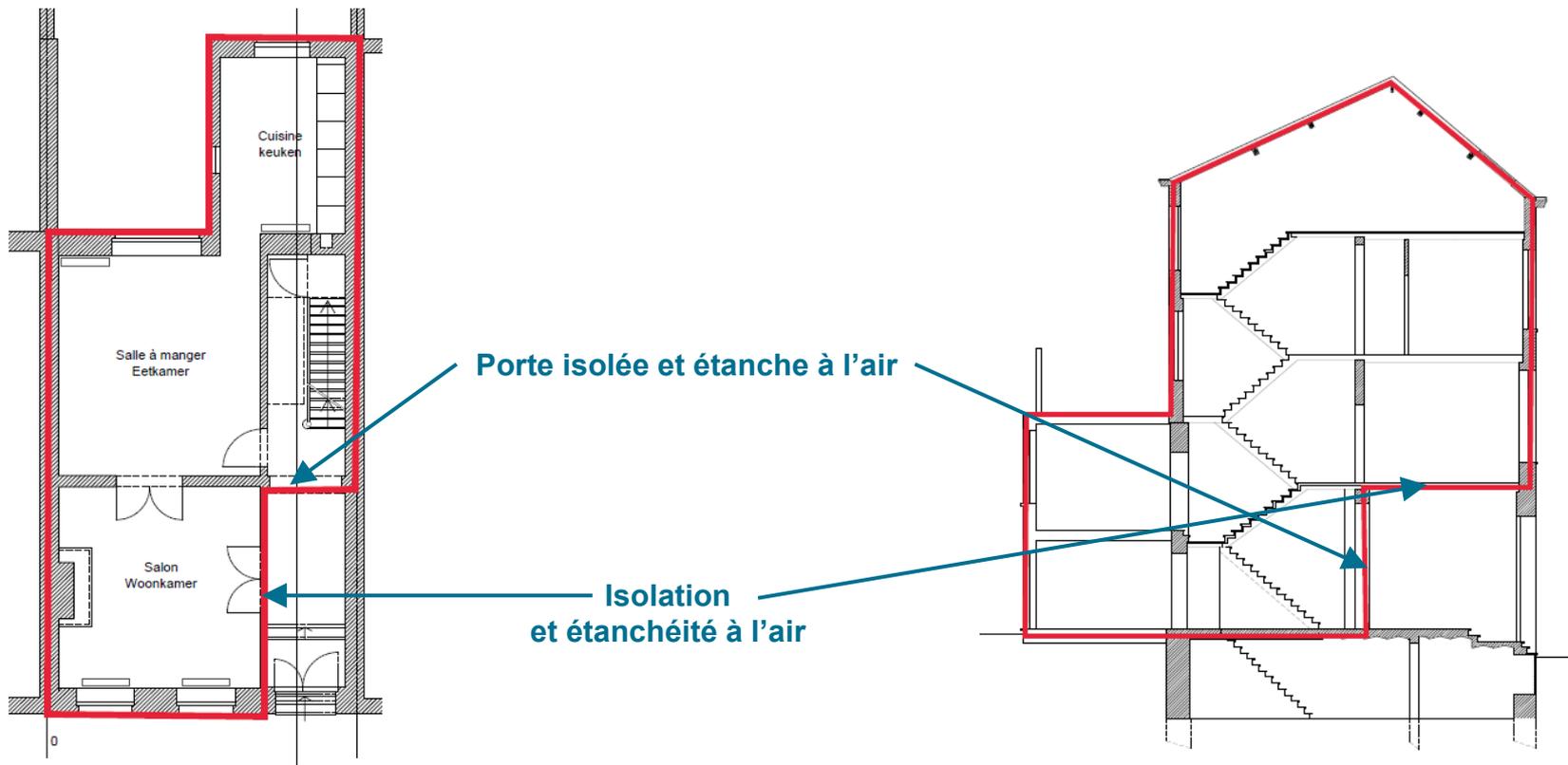


Source / Bron : Confédération construction



## Quelles pistes d'amélioration?

- ▶ Sortir la porte d'entrée du volume protégé
  - Création d'un sas d'entrée → exigences thermiques et d'étanchéité à l'air reportées sur la porte du sas.

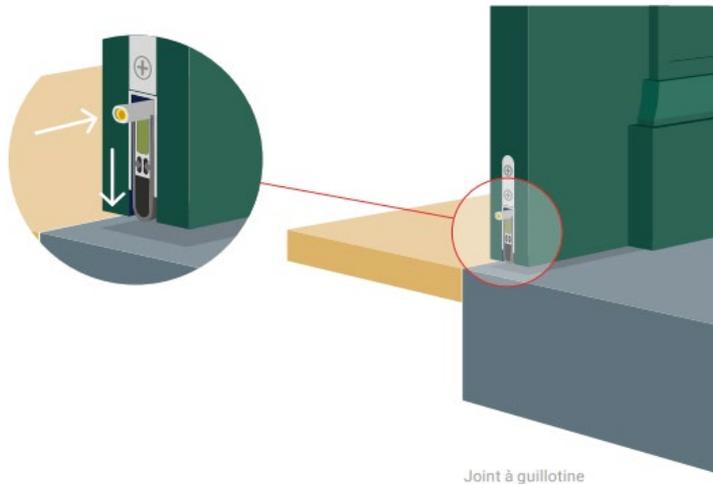


## Quelles pistes d'amélioration?

- ▶ Amélioration de l'étanchéité à l'air
  - Pourtour de la porte: mise en place/remplacement des joints, installation d'un joint tombant/d'un seuil suisse...

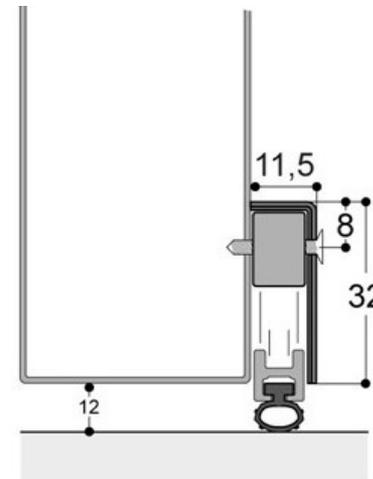
### Joint tombant / joint à guillotine

#### Encastré



Source / Bron : Homegrade

#### Plinthe en applique



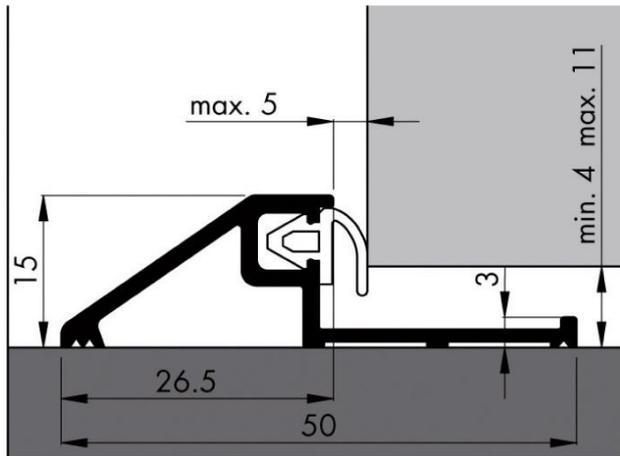
Source / Bron : Joint Dual



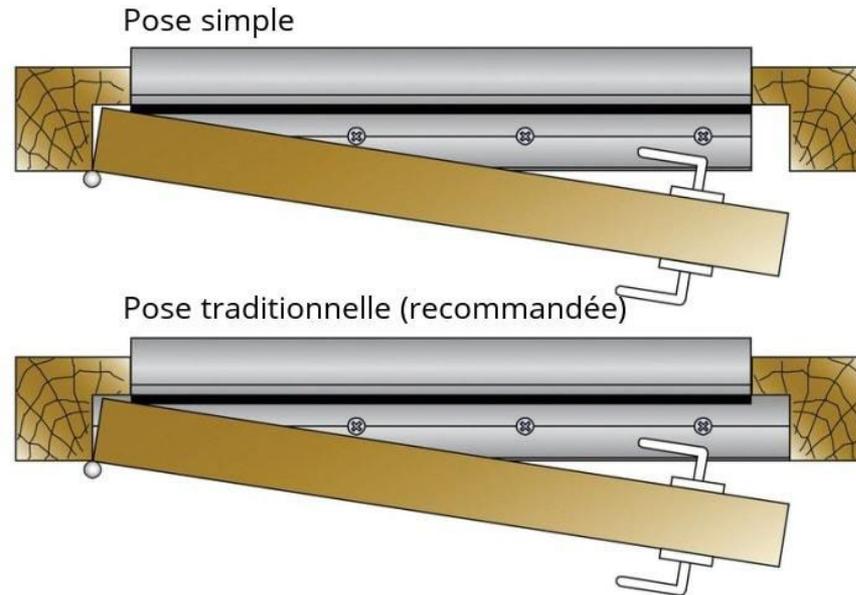
## Quelles pistes d'amélioration?

- ▶ Amélioration de l'étanchéité à l'air
  - Pourtour de la porte: mise en place/remplacement des joints, installation d'un joint tombant/d'un seuil suisse...

### Seuil suisse de rénovation



Source / Bron : Fernand Georges



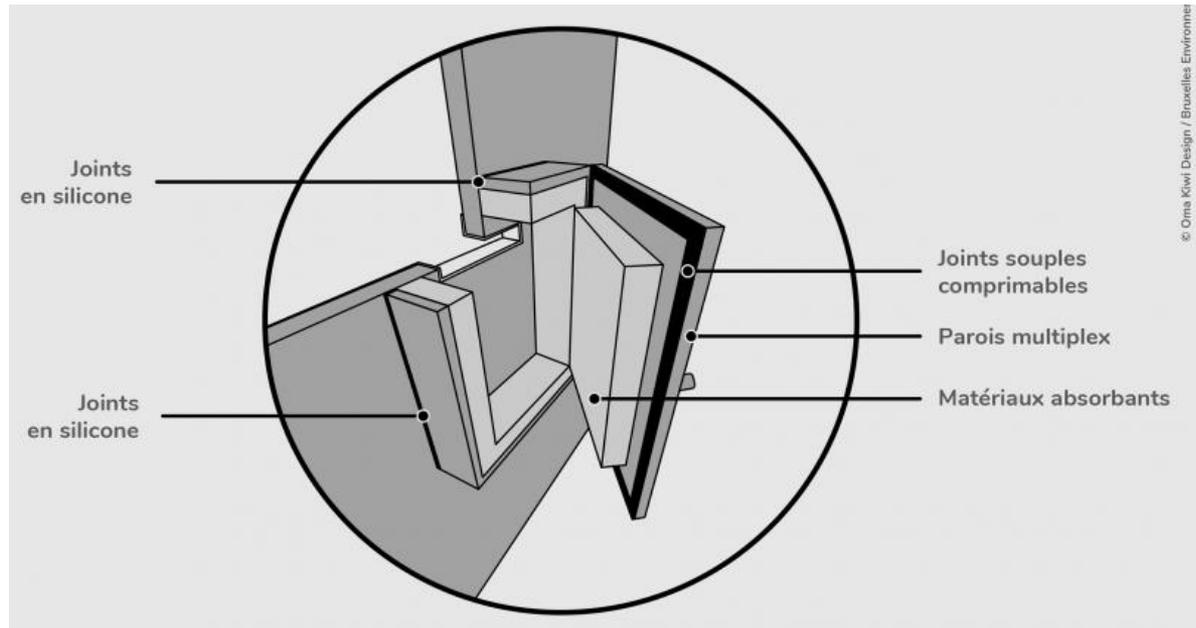
Source / Bron : Cogeferm



## Quelles pistes d'amélioration?

- ▶ Amélioration de l'étanchéité à l'air
  - Boîte aux lettres

⇒ **Amélioration thermique et acoustique**



Source / Bron : Guide Bâtiment Durable



POURQUOI ?

**COMMENT ?**

- ▶ Parties courantes
- ▶ Menuiseries
- ▶ **Jonctions (nœuds constructifs)**
- ▶ Autres points d'attention

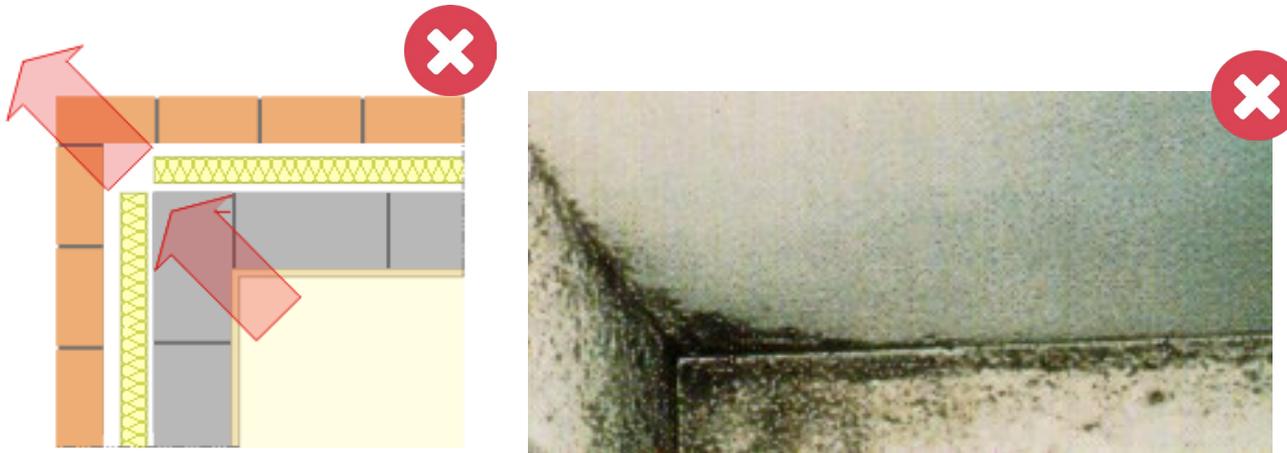


## Si j'isole mes parois, je dois ...

- ▶ Gérer les ponts thermiques aux raccords
- ▶ Assurer une continuité d'étanchéité

→ Pourquoi ?

- Pour garantir la pérennité du bâtiment dans le temps



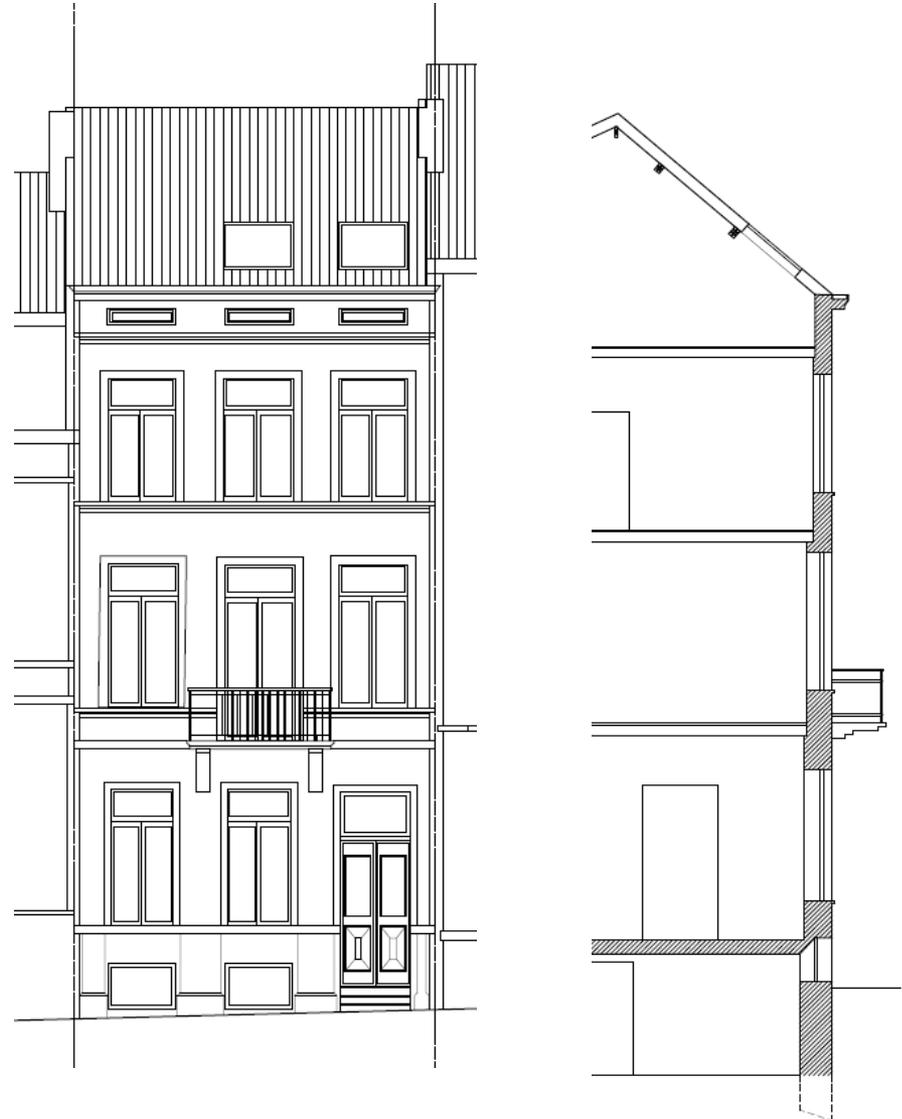
Source/Bron : énergie +

⇒ Sera développé dans chaque présentation spécifique à un mode d'isolation



## Wooclap

- ▶ J'isole cette façade par l'extérieur: où vais-je rencontrer des nœuds constructifs à traiter?
- ▶ J'isole cette façade par l'intérieur: où vais-je rencontrer des nœuds constructifs à traiter?



wooclap



POURQUOI ?

**COMMENT ?**

- ▶ Parties courantes
- ▶ Menuiseries
- ▶ Jonctions (nœuds constructifs)
- ▶ **Autres points d'attention**



## Une protection solaire sera-t-elle prévue ?

→ Emplacement/encombrement/fixation + Alimentation électrique

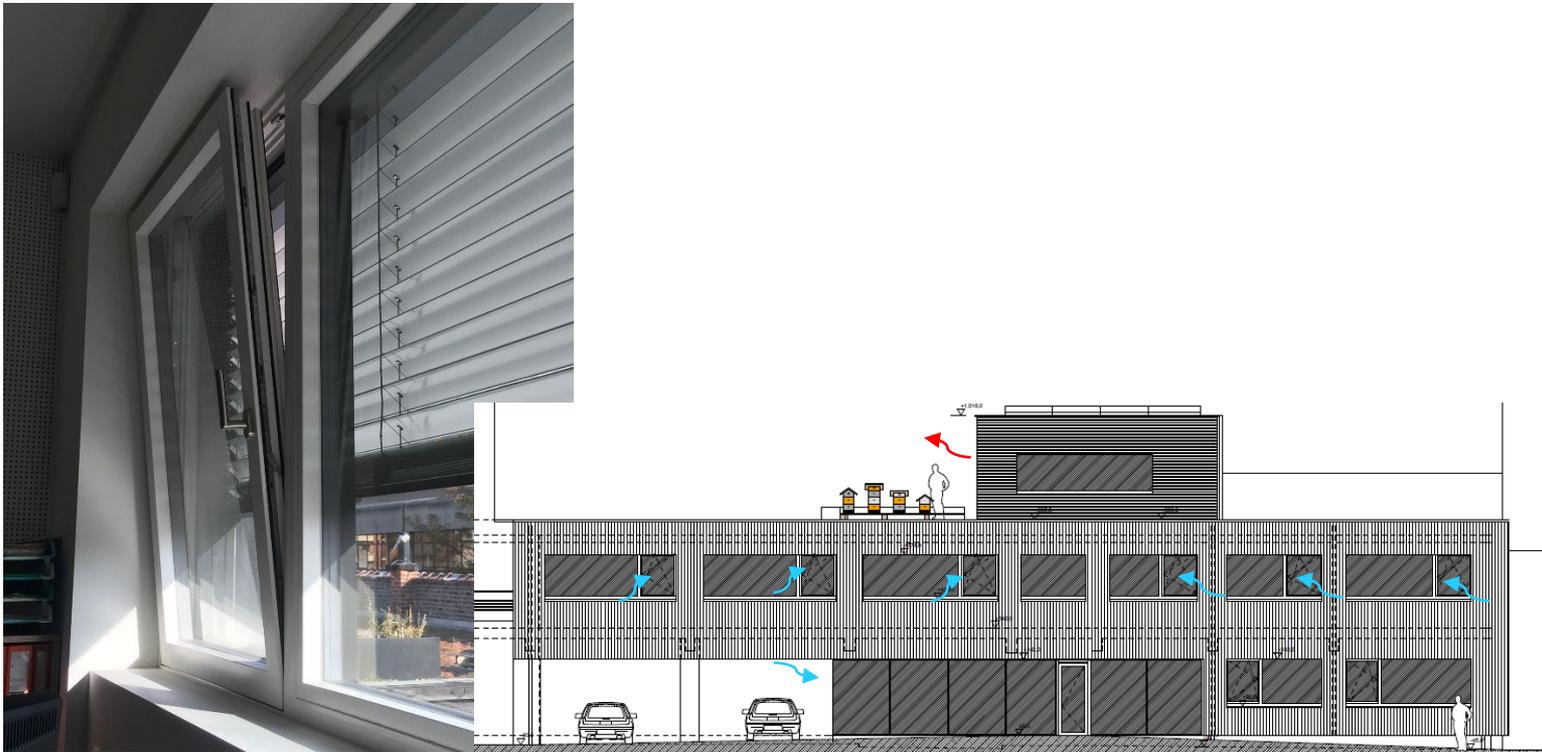


Source / Bron : écorce



## Mes châssis participeront-ils à la ventilation naturelle du bâtiment ?

- La ventilation sera-t-elle manuelle ou automatique?
- Si manuelle : Quelle ouverture ?



Source / Bron : écorce



### Mes châssis participeront-ils à la ventilation naturelle du bâtiment?

- La ventilation sera-t-elle manuelle ou automatique?
- Automatique: Châssis permettant le placement d'un dispositif d'ouverture automatique + alimentation électrique



Source / Bron: G-U



NBN  
50.001

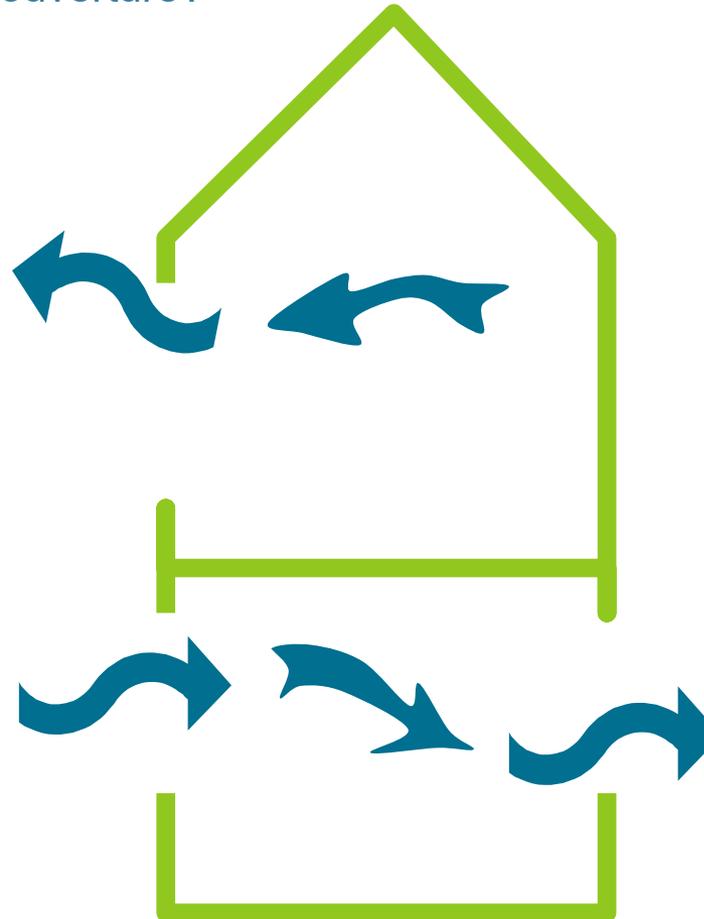
### Mes châssis participeront-ils à la ventilation naturelle du bâtiment?

→ Ventilation intensive (≠ ventilation hygiénique):  
Quelle surface d'ouverture?

salle de séjour  
chambre à coucher  
bureau  
salle de jeux  
cuisine



ouverture fenêtres  
et /ou portes



#### Ventilation unilatérale

Si l'espace a des fenêtres ou des portes qui s'ouvrent dans une façade

$$A_{\text{ouverture}} = 0,064 A_{\text{espace}}$$

#### Ventilation transversale

Si l'espace a des fenêtres ou des portes qui s'ouvrent dans au moins deux façades

$$A_{\text{ouverture}} = 0,032 A_{\text{espace}} \\ \text{min. 40\% par paroi}$$



## Mes châssis participeront-ils à la ventilation naturelle du bâtiment?

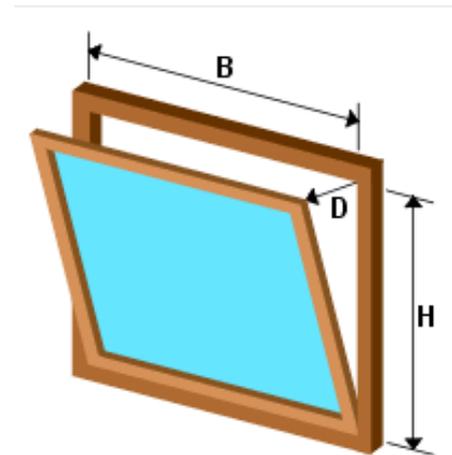
→ Ventilation intensive (≠ ventilation hygiénique):  
Quelle surface d'ouverture?

- ▶ Via oscillo-battant
- Section équivalente

$$A = (A_1 \cdot A_2) / (A_1 + A_2)$$

$$A_1 = B \cdot H$$

$$A_2 = D \cdot (H + B)$$



## Si je remplace mes châssis, je dois mettre en place un système de ventilation...



→ Que m'impose la PEB ?

- ▶ Si je remplace mes châssis + PU > réglementation PEB
  - Remplacement ou ajout de châssis (annexe XV - §1.g / annexe XVI - §7.2), au minimum
    - Respect des débits fixés > NBN D 50-001/NBN EN 13 779
    - 45 m<sup>3</sup>/h /mct de fenêtre remplacé/ajouté



- Lorsqu'aucun permis n'est requis pour les travaux, le projet n'entre pas dans le champ d'application de la réglementation Travaux PEB

Exemple: travaux d'isolation du toit par l'intérieur

- En rénovation, lorsqu'il y a un PU, seuls les travaux à la surface de déperdition thermique et influençant la performance énergétique du bâtiment déclenchent l'obligation de respecter la réglementation travaux PEB. **Toutefois**, lorsque la procédure est déclenchée, l'ensemble des parties rénovées de l'enveloppe sont soumises aux exigences PEB, que ces parties soient soumises au dit permis ou non.



## Si je remplace mes châssis, je dois mettre en place un système de ventilation...

→ Pourquoi ?

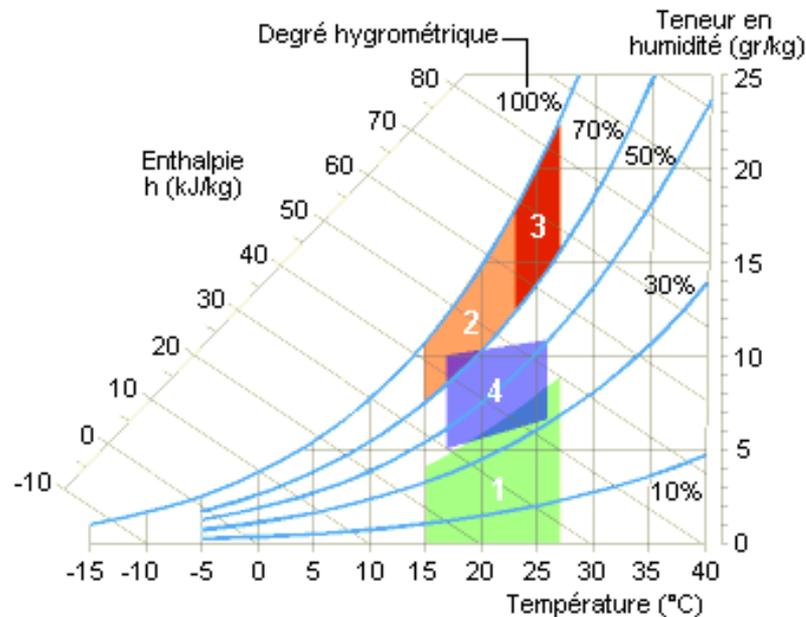
- ▶ L'environnement intérieur est le lieu de diverses pollutions dues
  - à l'occupation humaine
    - Odeurs
    - Fumée de cigarette
    - Humidité
    - CO<sub>2</sub>
  - au bâtiment et à ses équipements
  - à l'environnement
- ▶ Celles-ci sont préjudiciables
  - à la santé
  - au confort
  - à la productivité des usagés
  - à la santé du bâtiment



**Si je remplace mes châssis, je dois mettre en place un système de ventilation...**

→ Pourquoi ?

- En rendant le bâtiment plus étanche, l'humidité s'évacue moins facilement



**Zone 1 : problèmes de sécheresse.**

**Zones 2 et 3 : développements de bactéries et de micro-champignons.**

**Zone 3 : développements d'acariens.**

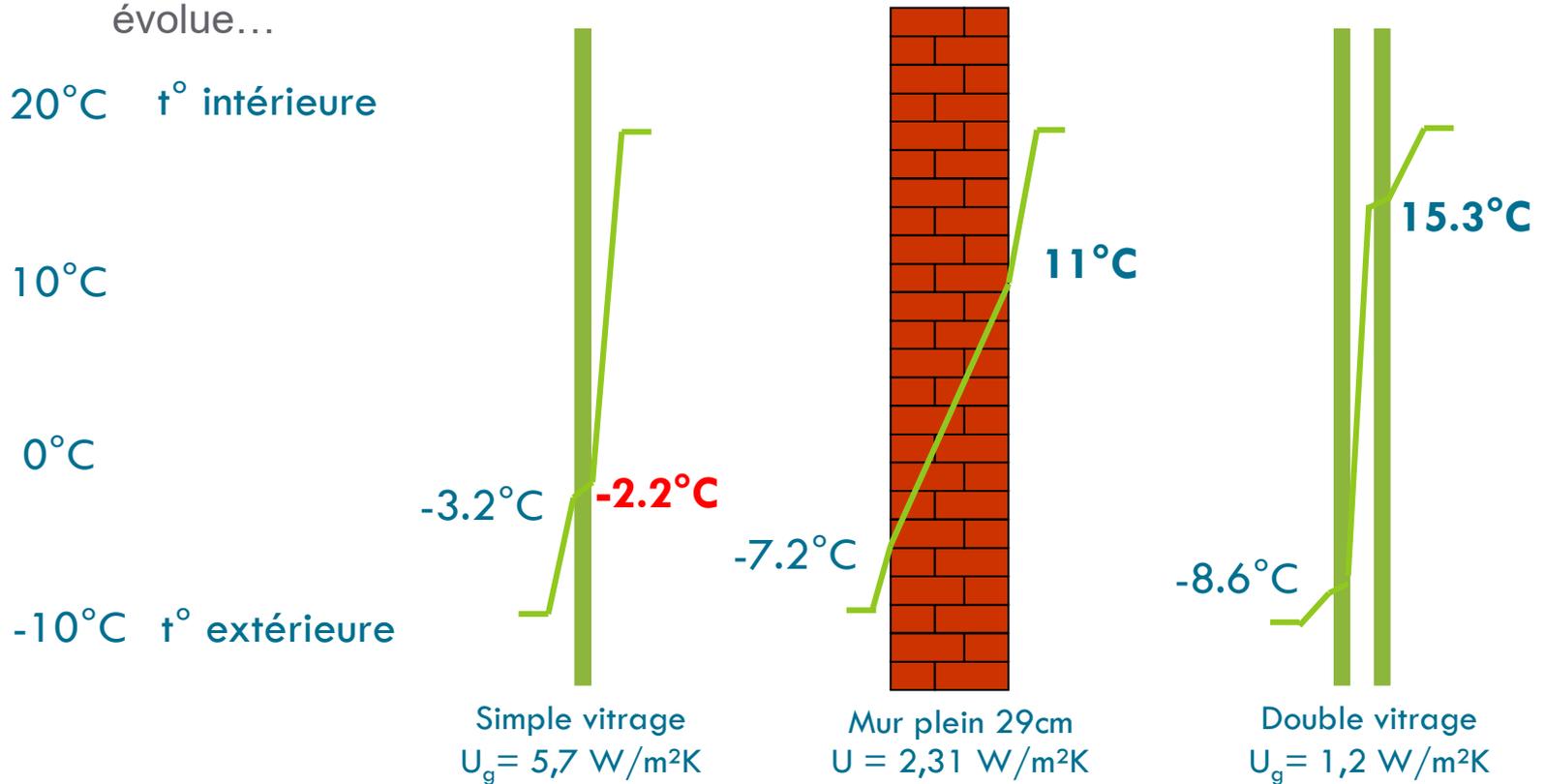
**Zone 4 : polygone de confort hygrothermique**



**Si je remplace mes châssis, je dois mettre en place un système de ventilation...**

→ Pourquoi ?

- ▶ En remplaçant les châssis, le phénomène de condensation sur paroi froide évolue...



## Si je remplace mes châssis, je dois mettre en place un système de ventilation...



- ▶ Dans l'idéal système de ventilation complet sur tout le bâtiment
- ▶ Au minimum dans les locaux où il y a eu remplacement de châssis (= respect des exigences réglementaires)
- ▶ Solution intermédiaire: système de ventilation sur base réglementaire qui pourra être complété dans de futures phases de rénovation en vue de former un système complet en finalité.

⇒ **Anticiper (gainage, encombrement, débits...)**





- ▶ L'isolation de la façade à rue fait partie d'une stratégie globale de rénovation énergétique d'un bâtiment.
- ▶ Outre l'amélioration des performances énergétiques, l'isolation de la façade apporte un meilleur confort et permet de réduire la puissance de chauffage.
- ▶ En termes d'isolation thermique, il n'y a pas de solution toute faite, chaque projet a ses propres contraintes et spécificités et donc sa/ses solution(s) adaptée(s).
- ▶ Plusieurs pistes d'amélioration des châssis → diagnostic préalable nécessaire
- ▶ La ventilation joue un rôle important au niveau du confort, ainsi que de la santé des occupants et du bâtiment. Il faut en tenir compte le plus tôt possible dans le projet de rénovation.
- ▶ Dans la logique énergétique, une réflexion globale doit avoir lieu sur l'isolation thermique, l'étanchéité à l'air et la ventilation du bâtiment.





## Guide bâtiment durable

[www.guidebatimentdurable.brussels](http://www.guidebatimentdurable.brussels)

- ▶ Énergie | [Enveloppe énergétique](#)
  - Dossier | [Diminuer les pertes thermiques par transmission](#)
  - [Dossier | Améliorer l'étanchéité à l'air](#)
    - [Solution | Étanchéité à l'air des portes extérieures](#)
  - Dossier | [Assurer le confort thermique](#)
    - [Solution | Protections solaires extérieures](#)
- ▶ Énergie | [Techniques du bâtiment](#)
  - [Dossier | Concevoir un système de ventilation énergétiquement efficace](#)
- ▶ Matériaux
  - [Dossier | Choix durable des châssis](#)





## Sites internet

- ▶ [Homegrade | Fenêtre ancienne en bois/acier](#)
- ▶ Energie plus  
<https://energieplus-lesite.be/>

## Ouvrages

- ▶ SPW Énergie Wallonie, 2018, [Guide pratique pour les architectes, La conception globale de l'enveloppe et l'énergie](#)
- ▶ SPW Énergie Wallonie, 2018, [Guide pratique pour les architectes, La fenêtre et la gestion de l'énergie](#)



## Formations

Formation Bâtiment Durable | Rénovation partielle et par phase

Formation Bâtiment Durable | Ventilation: conception et régulation



**Julie RENAUX**

Ingénieur projet  
écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ [info@ecorce.be](mailto:info@ecorce.be)



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

