

FORMATION BATIMENT DURABLE

ENVELOPPE : ISOLATION DE LA FAÇADE À RUE

PRINTEMPS 2024

Isolation de la façade

Notions de base et inscription dans un contexte plus global



- ▶ Présenter le contexte urbanistique et réglementaire bruxellois, ainsi que les incitants financiers
- ▶ Rappeler les enjeux énergétiques en lien avec la rénovation d'une façade
- ▶ Présenter les différentes solutions et approches possibles pour améliorer la performance thermique des composants d'une façade



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

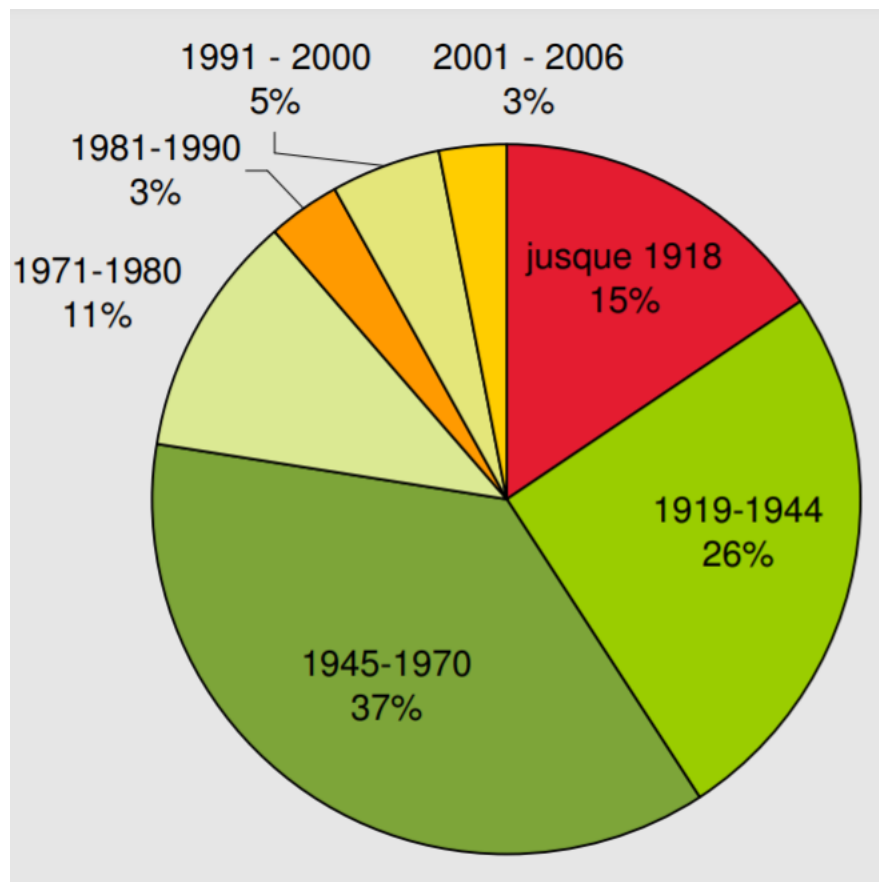
- ▶ **Typologies du bâti**
- ▶ RRU
- ▶ Réglementation PEB
- ▶ Aides et primes

POURQUOI ISOLER ?

COMMENT ISOLER ?



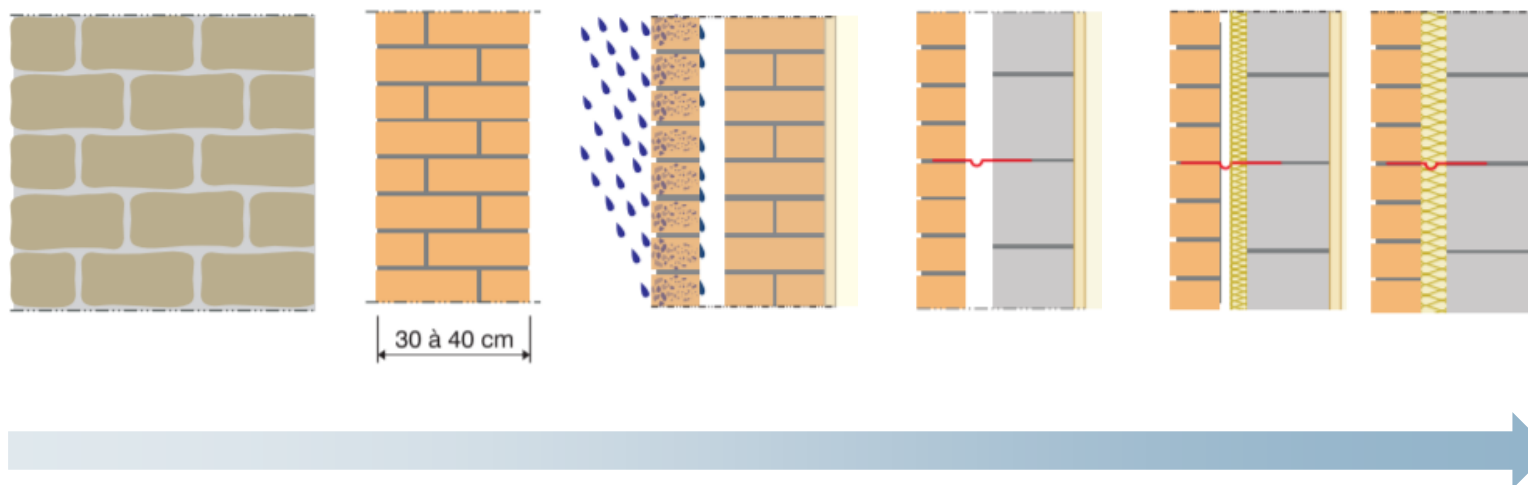
Répartition du bâti bruxellois



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



Evolution dans le temps des compositions de parois



Contexte urbain et/ou patrimonial



Exemples de façades bruxelloises



Contexte urbain et/ou patrimonial



Exemples d'intérieurs de maison bruxelloises



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

- Typologies du bâti
- **RRU**
- Réglementation PEB
- Aides et primes

POURQUOI ISOLER ?

COMMENT ISOLER ?





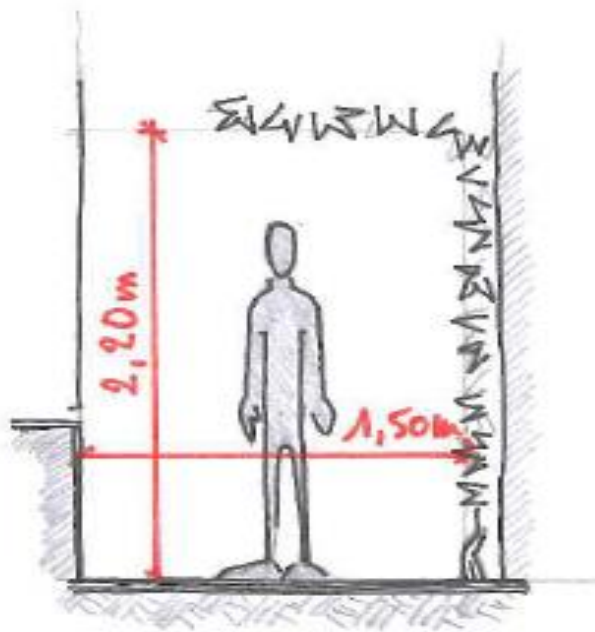
Il n'y a pas de réglementation urbanistique spécifique aux travaux d'isolation depuis l'entrée en vigueur de la réglementation PEB

⇒ **En cas de travaux d'isolation par l'extérieur, on va se référer aux règles relatives aux voies de circulation piétonne et aux éléments de saillie en façade.**



Titre VII, Section 2, Article 4, Voies de circulation piétonne

- § 1. Toute voie de circulation piétonne comporte un cheminement libre de tout obstacle d'une largeur minimale d'1,50 m d'un seul tenant et d'une hauteur libre minimale de 2,20 m.

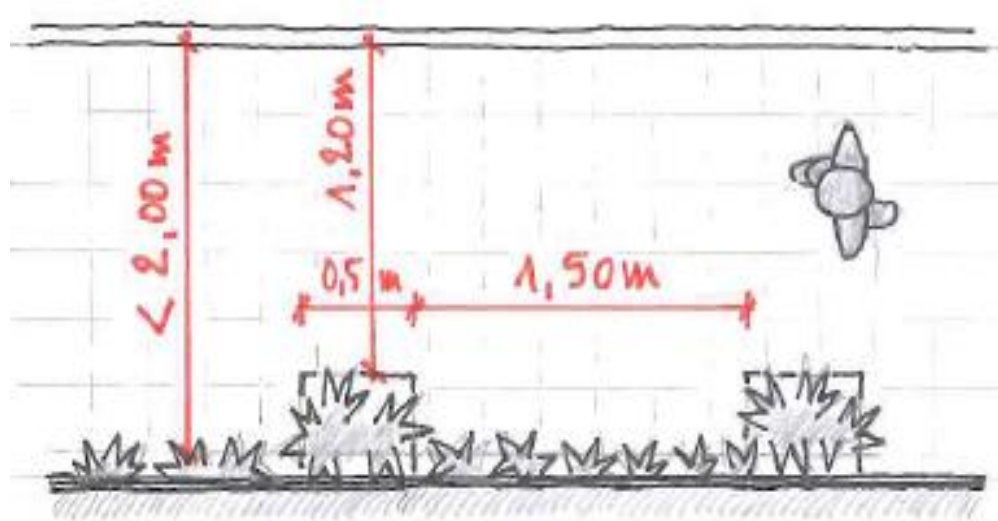


Source : CERAA



11 RÈGLEMENT RÉGIONAL D'URBANISME (RRU)**Titre VII, Section 2, Article 4, Voies de circulation piétonne**

- § 3. Au droit d'un obstacle permanent ou amovible dont la longueur maximale est de 0,50 m, la largeur du cheminement libre prévue au § 1er peut être réduite à 1,20 m lorsque la largeur de la voie de circulation piétonne est inférieure à 2 mètres. La distance minimale entre deux obstacles successifs est de 1,50 m.

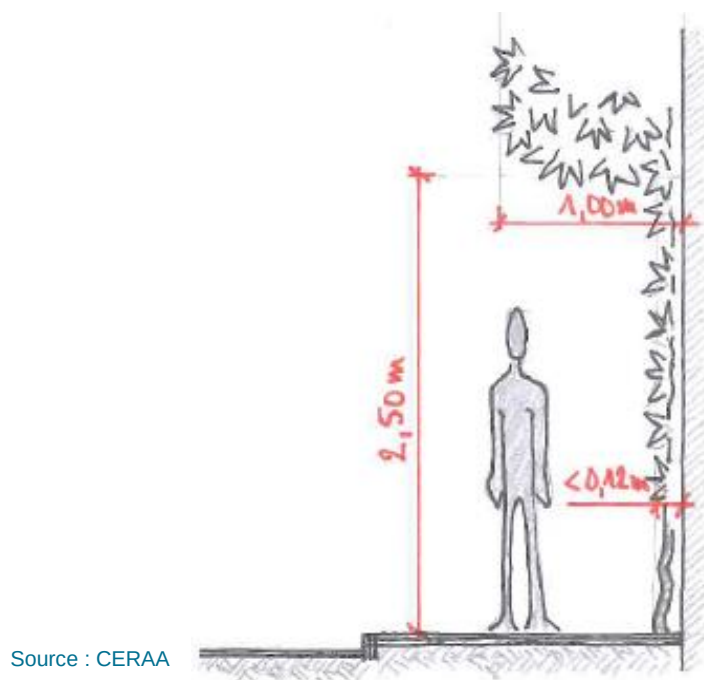


Source : CERAA



Titre I, chapitre 3, Article 10, Éléments en saillie sur la façade à rue

- § 1. Les éléments en saillie sur la façade à rue implantés à l'alignement ne peuvent constituer un danger pour les passants, ni une gêne pour les voisins. Par rapport au front de bâtisse, les éléments en saillie sur la façade n'excèdent pas 0,12 m sur les 2,50 premiers mètres de hauteur de la façade, et un mètre au-delà.



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

- Typologies du bâti
- RRU
- **Réglementation PEB**
- Aides et primes

POURQUOI ISOLER ?

COMMENT ISOLER ?





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 ² K)
1.	PAROIS DELIMITANT LE VOLUME PROTEGE, à l'exception des parois formant la séparation avec un volume protégé adjacent	
2021	1.1. PAROIS TRANSPARENTES/TRANSLUCIDES, à l'exception des portes et portes de garage (voir 1.3.), des murs-rideaux (voir 1.4.) et des briques en verre (voir 1.5.)	$U_{W,max} = 1.5^{(1)}$ àpd 2021 $U_{g,max} = 1.1^{(2)}$
	1.2. PAROIS OPAQUES, à l'exception des portes et portes de garage (voir 1.3.) et des murs-rideaux (voir 1.4.)	
	1.2.1. Toitures et plafonds	$U_{max} = 0.24$
	1.2.2. Murs non en contact avec le sol, à l'exception des murs visés en 1.2.4.	$U_{max} = 0.24$
2021	1.2.3. Murs en contact avec le sol	$U_{max} = 0.24^{(3)}$ àpd 2021
	1.2.4. Parois verticales et en pente en contact avec un vide sanitaire ou avec une cave PEB en dehors du volume protégé	$U_{max} = 0.24$ àpd 2021
	1.2.5. Planchers en contact avec l'environnement extérieur ou au-dessus d'un espace adjacent non-chauffé	$U_{max} = 0.24$ àpd 2021
	1.2.6. Autres planchers (planchers sur terre-plein, au-dessus d'un vide sanitaire ou au-dessus d'une cave PEB en dehors du volume protégé, planchers de cave enterrés)	$U_{max} = 0.24^{(3)}$ àpd 2021

Source : Bruxelles Environnement

Vademecum réglementation travaux PEB à partir de juillet 2017 (version mars 2023)





Quelques points d'attention...

- 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.





Quelques points d'attention...

- Dans le cas d'une UAN, URL ou URS, il est possible de préciser qu'une paroi existante est « inchangée ou avec travaux non repris au PU »

⇒ **Dans ce cas, il n'y a pas d'exigence sur la paroi concernée**

Mur ▼

Paroi inchangée ou avec travaux non repris au PU ▼

Paroi renouvelée

Paroi neuve ou reconstruite

Paroi inchangée ou avec travaux non repris au PU

☐ Oui ☒ Non





Quelques points d'attention...



- ▶ Si je remplace mes châssis + PU > réglementation PEB
 - Annexe XXVI - §1.1.7 / annexe XXVII - §7.2
Lorsque, dans un local existant d'une unité PEB rénovée lourdement ou simplement, des exigences de ventilation relatives aux amenées d'air / évacuation d'air doivent être satisfaites
 - Respect des débits minimum fixés > NBN D 50-001/NBN EN 13 779
 - En alimentation: le débit d'alimentation minimum exigé peut être limité à 45 m³/h par mètre courant de fenêtre remplacé/ajouté dans cet espace



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

→ Pourquoi ?

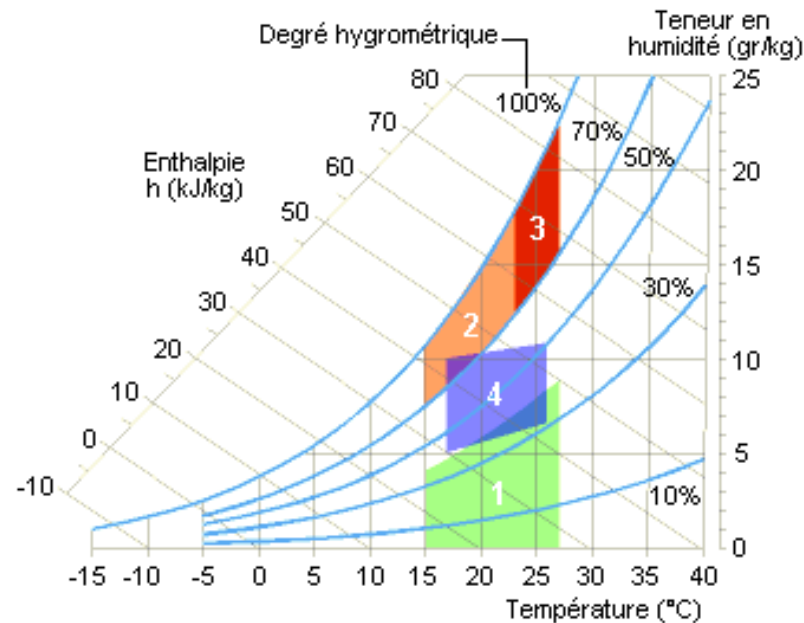
- ▶ L'environnement intérieur est le lieu de diverses pollutions dues
 - à l'occupation humaine
 - Odeurs
 - Fumée de cigarette
 - Humidité
 - CO₂
 - au bâtiment et à ses équipements
 - à l'environnement
- ▶ Celles-ci sont préjudiciables
 - à la santé
 - au confort
 - à la productivité des usagés
 - à la santé du bâtiment



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

→ Pourquoi ?

- La ventilation permet de réguler le taux d'humidité



Zone 1 : problèmes de sécheresse.

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

Zone 3 : développements d'acariens.

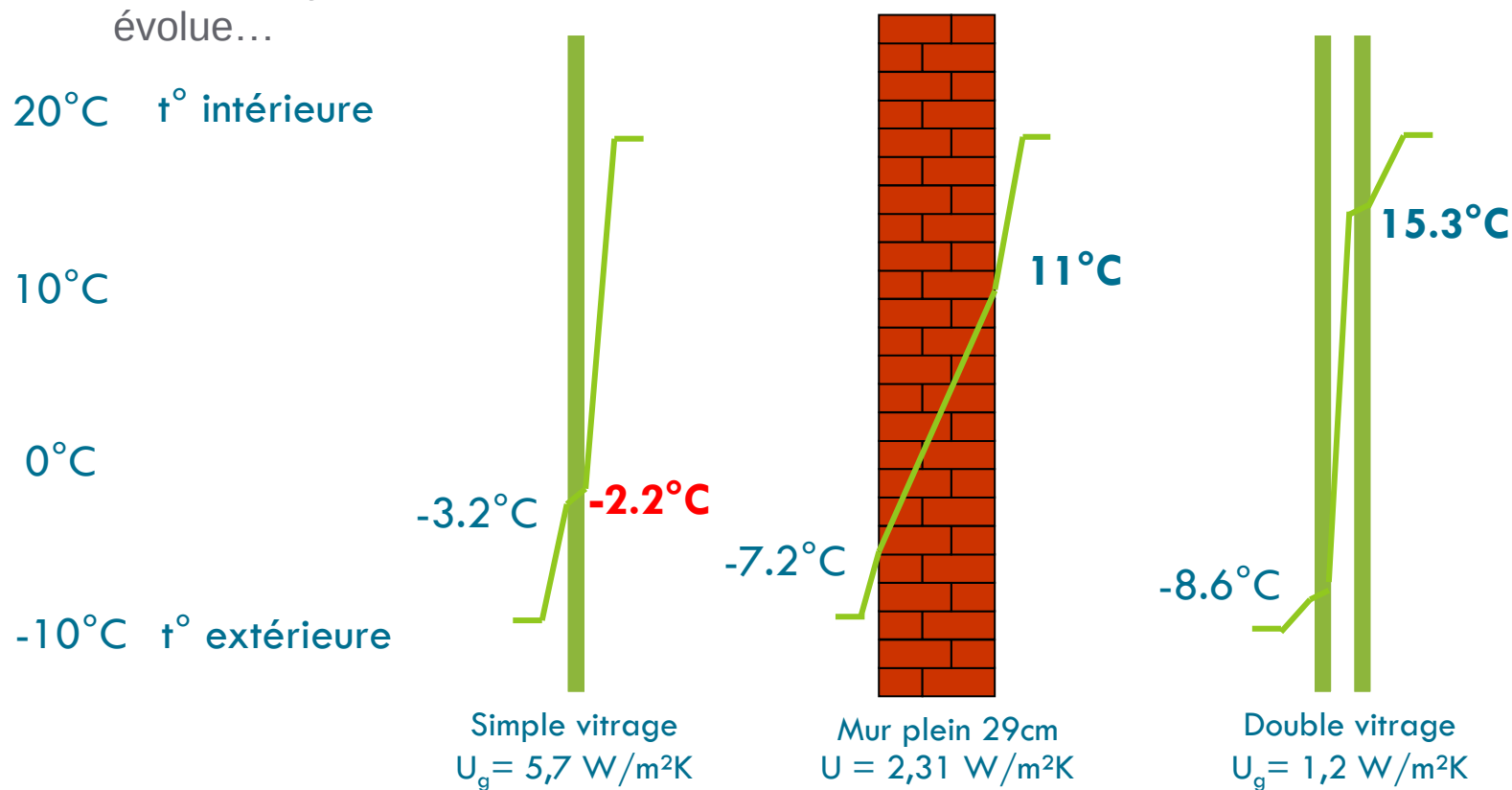
Zone 4 : polygone de confort hygrothermique



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...)**



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

- Typologies du bâti
- RRU
- Réglementation PEB
- **Aides et primes**

POURQUOI ISOLER ?

COMMENT ISOLER ?



Réforme des primes

► Déclaration de Politique Régionale 2019-2024

« En ce qui concerne les primes régionales, une simplification sera menée, vers un dispositif de primes intégré pour la rénovation, rapprochant pleinement les primes énergie et les primes à la rénovation pour le public-cible commun des propriétaires occupants ».



Prime F : Façades (conditions 2023)

		Type de bâtiment	Unité		Montant de la prime par catégories de revenus		
F1	<u>Isolation thermique des façades</u>	Tous	€/m ²	par l'intérieur :	35	40	45
				par l'extérieur :	50	70	90
				en coulisse :	20	25	30
F2	<u>Bardage</u>	Résidentiel	€/m ²		40	45	50
F3	<u>Enduit</u>	Résidentiel	€/m ²		40	45	50
F4	<u>Embellissement avant</u>	Résidentiel	€/m ²		50	50	50 (+750/log.)
F5	<u>Embellissement arrière et latéral</u>	Résidentiel	€/m ²		20	30	40
F6	<u>Isolation acoustique des murs</u>	Résidentiel	€/m ²		30	60	90

* + Bonus matériau durable / ** + Bonus plusieurs travaux

Source : <https://renolution.brussels/fr/les-primas-renolution-2022>



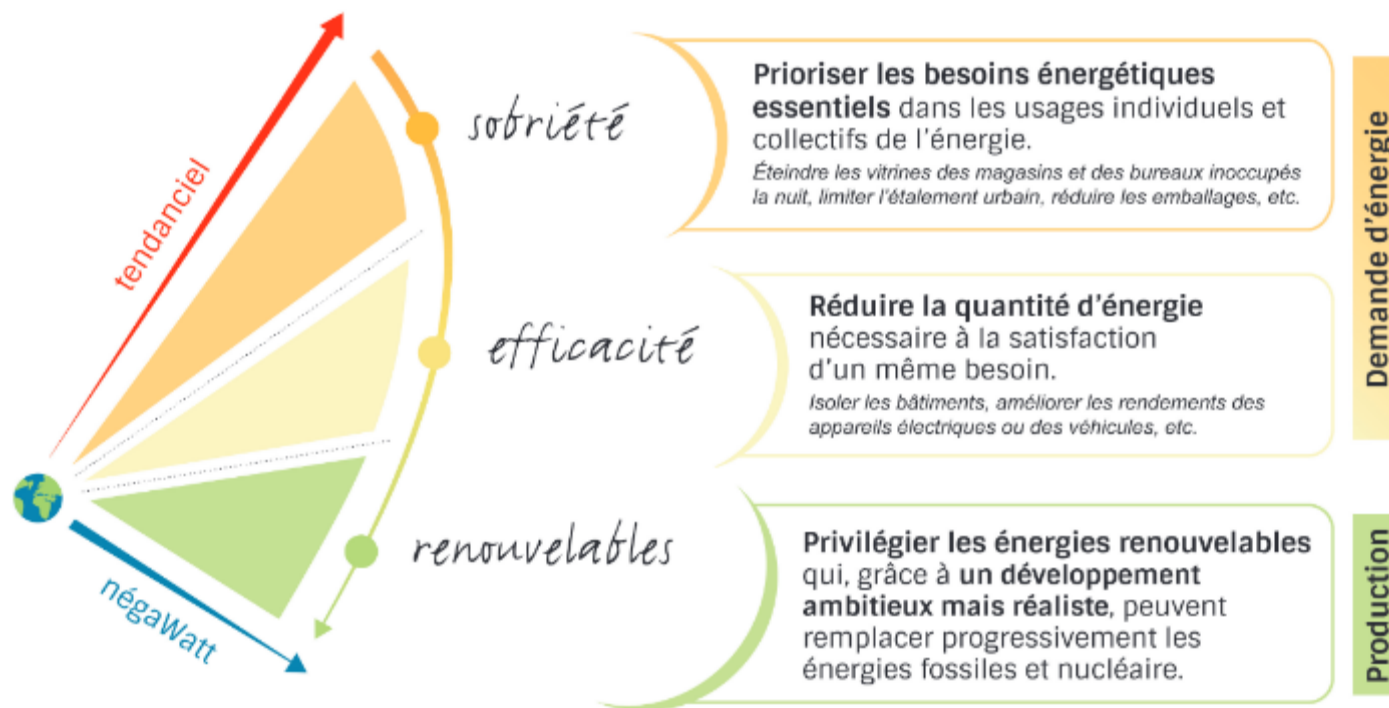
CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

POURQUOI ISOLER ?

- ▶ **Enjeu énergétique**
- ▶ Autres motivations

COMMENT ISOLER ?





Source : © Association négaWatt



Sobriété

- ▶ Le confort doit être atteint là où il est nécessaire
- ▶ Il n'est pas nécessaire partout et/ou en tout temps
- ▶ Il peut (doit?) être adapté à l'espace (couloir >< salle blanche)



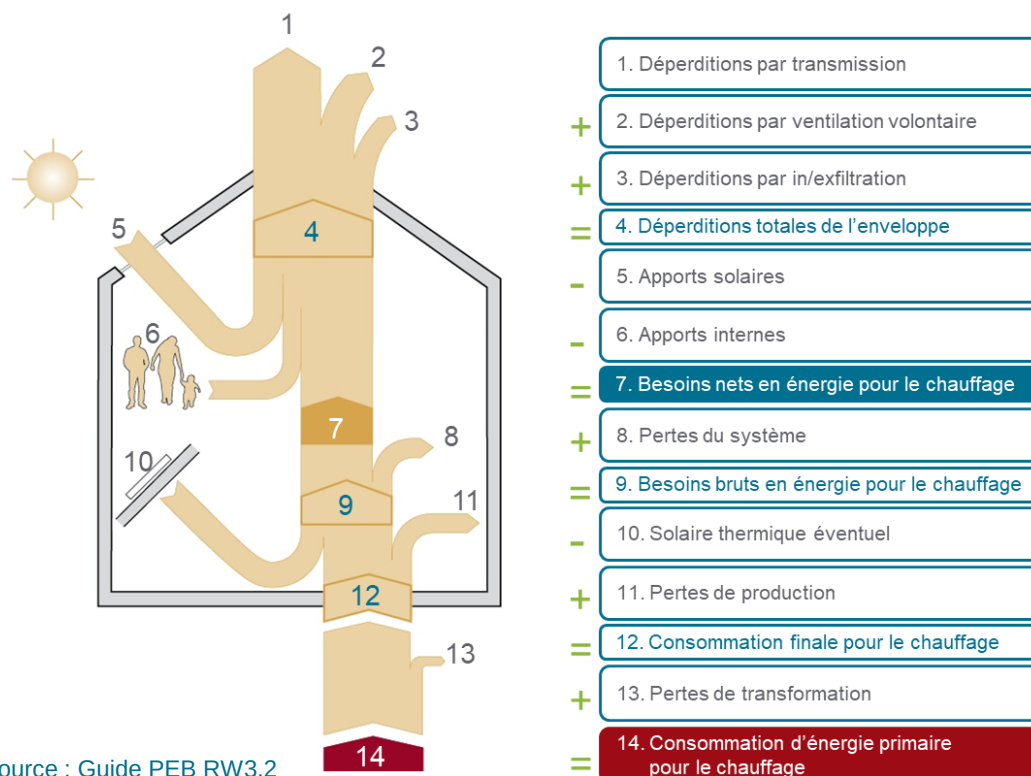
Efficacité

- ▶ Limiter les déperditions calorifiques en **période de chauffe**
- ▶ Concevoir un bâtiment favorisant les solutions de climatisation passive pour garantir le confort en **saison chaude**
- ▶ Concevoir un bâtiment favorisant l'apport d'**éclairage naturel**
- ▶ Choisir des **technologies performantes** et **adaptées aux besoins**



Limiter les déperditions calorifiques en période de chauffe

- 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



Source : Guide PEB RW3.2



Déperditions par transmission

Bilan thermique pour une maison mitoyenne de 216m² et 650m³

Paroi	Surface	U (W/m ² .K)	Composition	Part dans le bilan
Façade	78 m ²	2,3	19 cm brique, 2 cm ciment.	21 %
Ouvertures	30 m ²	4,6	Châssis bois et simple vitrage.	27 %
Toiture	100 m ²	2,4	Tuiles, sous-toiture et charpente	37 %
Sol	75 m ²	3,9	20 cm de béton.	15 %

Bilan thermique pour un appartement 2 façades de +/-115m² et 350m³

Paroi	Surface	U (W/m ² .K)	Composition	Part dans le bilan
Façade	34 m ²	2,3	19 cm brique, 2 cm ciment.	42 %
Ouvertures	23 m ²	4,57	Châssis bois et simple vitrage.	58 %

Source : Guide Bâtiment Durable

⇒ Les pertes par les façades et ouvertures peuvent fortement varier selon la typologie de bâtiment (nombre de façades, appartement, époque de construction...)



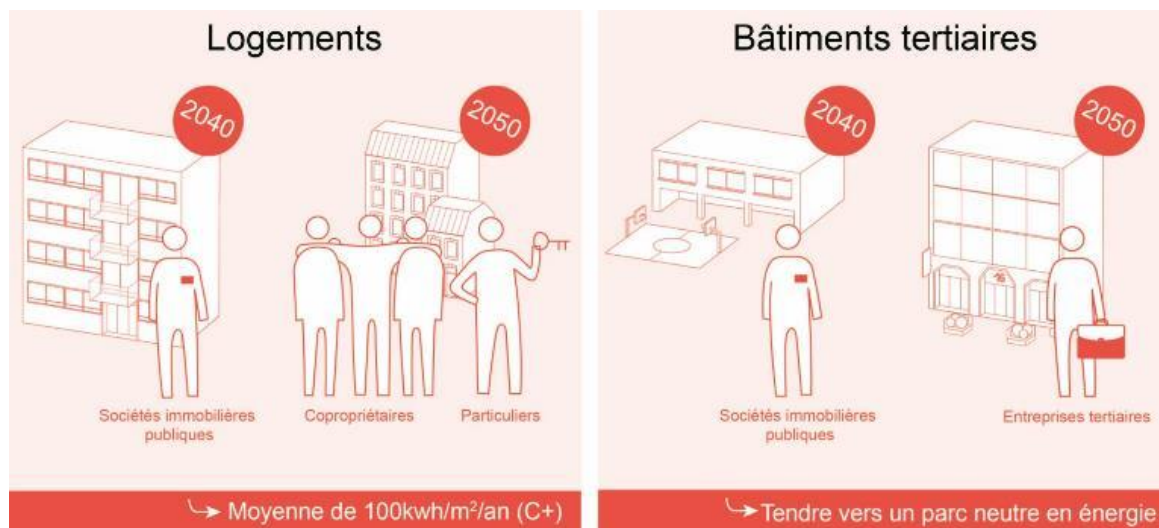
Exigences PEB URL (Unité Rénovée Lourdement)



- ▶ NOUVEAUTE 2023 ! CEP à calculer
- ▶ $\text{CEP} < 150 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$



Stratégie de rénovation RENOLUTION



⇒ **Plus exigeant que la réglementation !**

⇒ **Objectif global à atteindre**



Pour connaître la part des déperditions inhérente aux façades (murs et ouvertures) et pour s'assurer d'atteindre à terme les objectifs de la stratégie RENOLUTION, il est nécessaire d'avoir une approche globale et sur le long terme !



⇒ **Réaliser un bilan énergétique !**



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE

POURQUOI ISOLER ?

- Enjeu énergétique
- **Autres motivations**

COMMENT ISOLER ?



Notion de confort thermique

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



Source : écorce



Notion de confort thermique

- 6 paramètres selon P.O. Fanger

Paramètres
de conception
/régulation

Paramètres
d'usage

Critères

Température des parois

Température de l'air

Vitesse de l'air

Humidité

Métabolisme

Habillement



Source : Bruxelles Environment



Notion de confort thermique

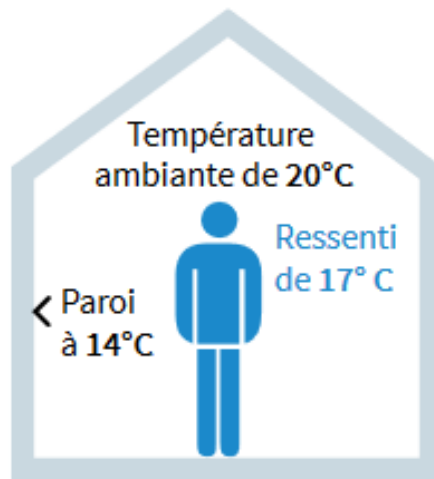
Température de l'air et des parois

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

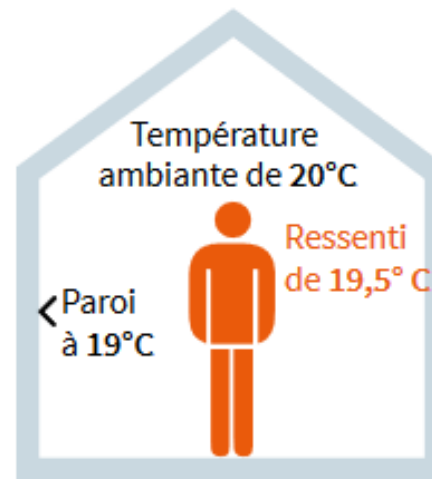
$$T^{\circ}\text{opérative} = (T^{\circ}\text{air} + T^{\circ}\text{parois}) / 2$$

pour autant que la vitesse de l'air ne dépasse pas 0,2 m/s.

SITUATION INCONFORTABLE



SITUATION DE CONFORT

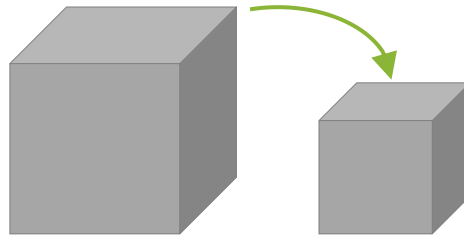


Source : <http://renov-energetique.sud-aisne.fr/>



Lien aux systèmes

- ▶ Enveloppe performante
 - Système de chauffage moins puissant



→ Parfois plus petit



→ Souvent moins coûteux
(à technologie équivalente)



→ nouveaux systèmes à envisager ?



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE
POURQUOI ISOLER ?

COMMENT ISOLER ?

- ▶ **Murs**
- ▶ Ouvertures
- ▶ Nœuds constructifs (jonctions)
- ▶ Autres points d'attention



Comment isoler un mur ?

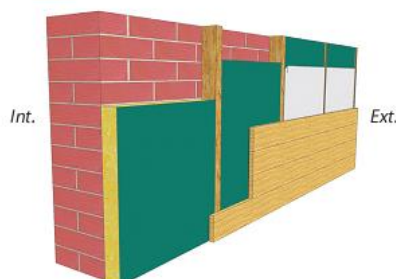
- ▶ Isolation par l'extérieur, par l'intérieur et/ou de la coulisse > Paramètres d'influence
 - Valeur patrimoniale/architecturale/urbanistique de la façade (intérieur/extérieur)
 - Objectifs performanciers thermiques
 - Encombrement
 - Accessibilité pour les travaux
 - Budget et timing
 - Inertie et gestion de la surchauffe
 - Compatibilité des parois existantes avec le système envisagé
 - Implications liées (finitions, techniques...)
 - Planification et phasage, vision d'ensemble, raccords avec des travaux déjà réalisés/à réaliser
 - Acoustique
 - Organisation de chantier, habitabilité durant les travaux
 - ...



Comment isoler un mur ?

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

□ Isolation par l'extérieur



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.

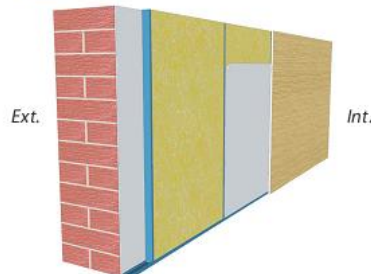


- Méthode résolvant la plupart des ponts thermiques.
- Contrôle de la mise en œuvre de l'isolant aisé.
- Amélioration de l'étanchéité à la pluie de la façade.
- Préservation de la masse thermique du mur.



- Dans le cas d'une modification de la façade extérieure du bâtiment, demande d'un permis d'urbanisme souvent indispensable.
- Étudier les raccords au niveau des châssis (appui de fenêtre...), de la toiture (corniche, gouttière...), des tuyaux de descente...

□ Isolation par l'intérieur



Le matériau isolant est appliqué sur la face intérieure. Il est recouvert d'une finition avec pare-vapeur.

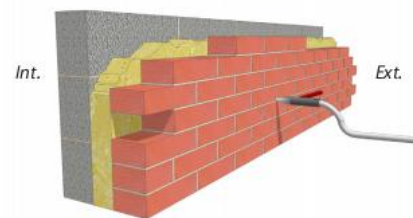


- Travaux effectués à l'abri des intempéries et pouvant être réalisés pièce par pièce.
- Contrôle de la mise en œuvre de l'isolant aisé.



- Ponts thermiques difficiles voire impossibles à résoudre.
- Diminution de la place utile à l'intérieur du bâtiment.
- Partie extérieure du mur soumise à des contraintes thermiques plus importantes (risque de fissures et de gel des matériaux...).
- Finitions intérieures à refaire.
- Risque réel de condensation interne entre le mur et l'isolant.
- Diminution de la masse thermique du bâtiment.

□ Isolation par la coulisse



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.



- Pas de modification d'aspect de la façade.
- Finitions intérieures et extérieures intactes.



- Contrôle correct du remplissage difficile, sauf éventuellement par thermographie.
- Épaisseur d'isolant limitée par l'espace disponible (techniquement un minimum de 4 cm est requis).
- Risque d'accroissement de certains ponts thermiques.
- Pour les isolants en vrac, risque de tassement dans le temps.



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
Murs					
Exterieur	++	++	++	–	++
Interieur	++	+	+	++	+
Coulisse	–	+	++	++	+

++ Elevé

+ Moyen

– Faible

Source : 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.





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/m²K)
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 : Bruxelles Environnement
Vademecum réglementation travaux PEB à partir de juillet 2017 (version mars 2023)





Quelle épaisseur d'isolant ?

- Se fixer un objectif ambitieux $> U$ entre **0,1 et 0,2 W/m²K**



- 12 cm LM avec $\lambda = 0,035$ W/mK fixé mécaniquement
→ $U \approx 0,29$ W/m²K > **insuffisant !**
- 20 cm PU avec $\lambda = 0,023$ W/mK fixé mécaniquement
→ $U \approx 0,12$ W/m²K
- 25 cm EPS avec $\lambda = 0,032$ W/mK collé (avec finition crépi)
→ $U \approx 0,12$ W/m²K
- 40 cm Cellulose avec $\lambda = 0,038$ W/mK dans une ossature bois (13%)
→ $U \approx 0,12$ W/m²K

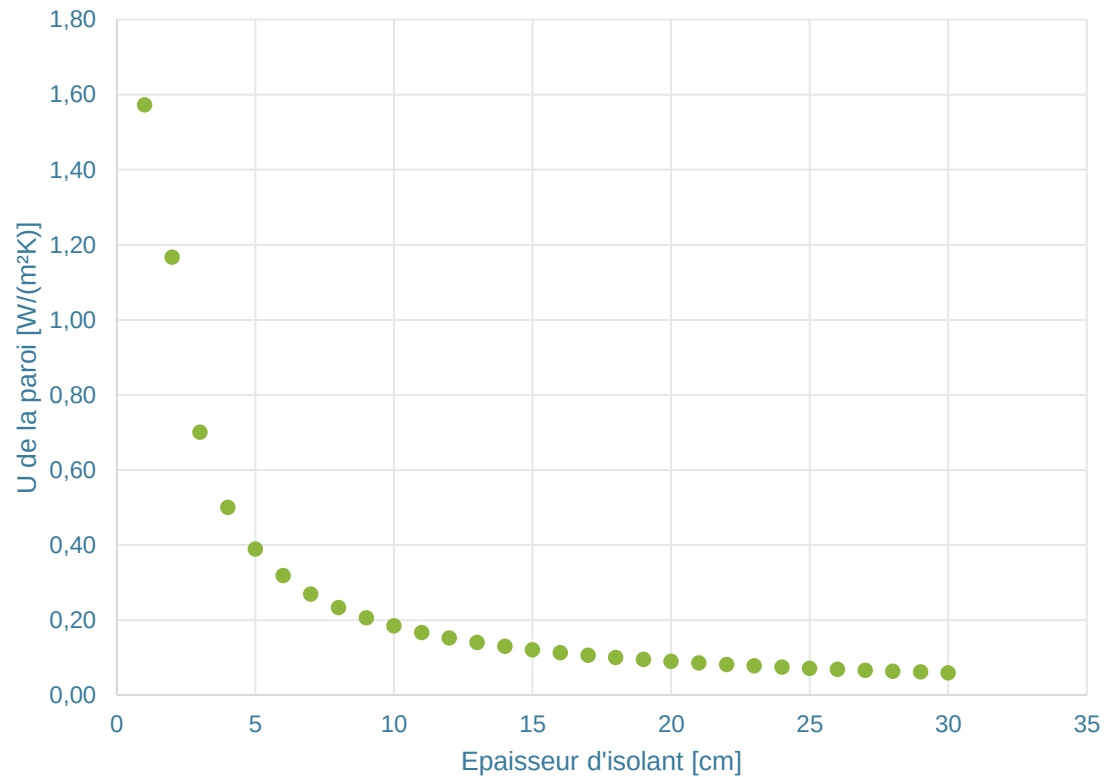




Quelle épaisseur d'isolant ?

- Viser un optimum

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

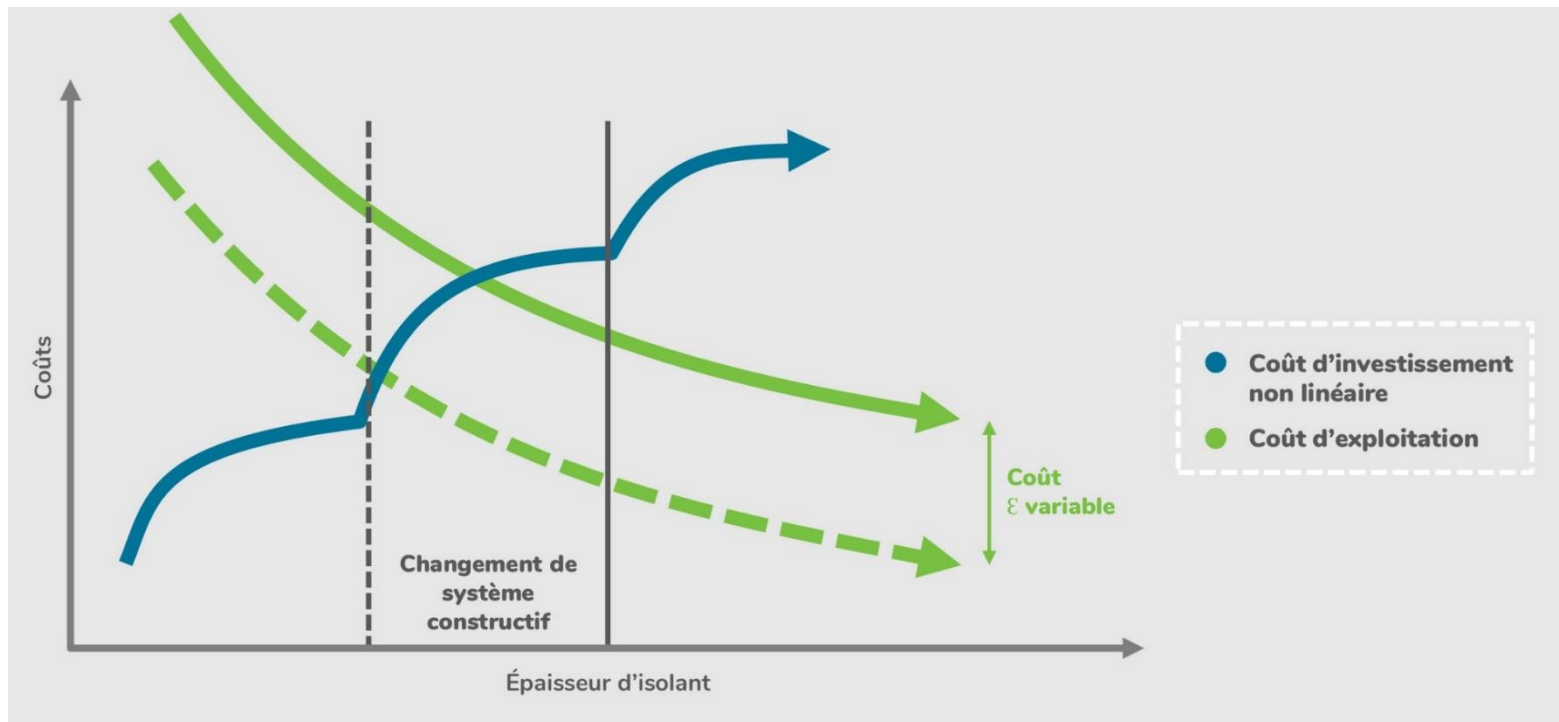




Quelle épaisseur d'isolant ?

- Viser un optimum économique

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



Source : Guide Bâtiment Durable



Quelle épaisseur d'isolant ?

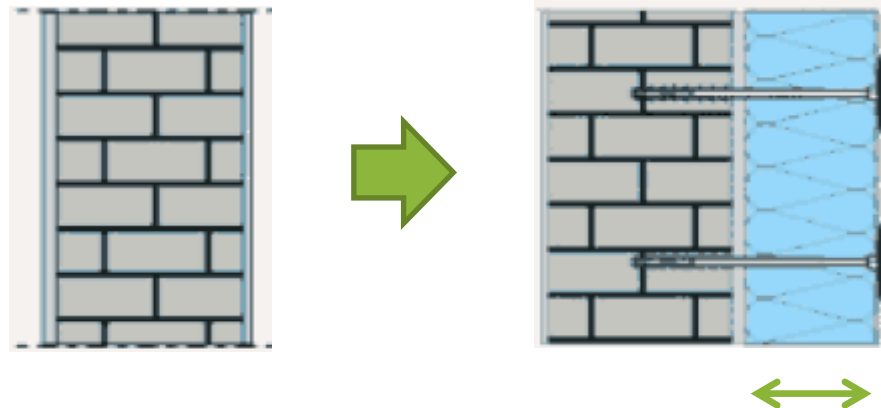
**En rénovation, ne pas « tuer le gisement » d'économie d'énergie
et éviter le 'saupoudrage'**

⇒ **Illustration du propos au moyen d'un exemple...**



Exemple : Rénovation d'une façade existante crépie

- ▶ Postulat de départ : Une intervention est nécessaire (peinture abîmée, crépis fissuré...)
- ▶ Quelles sont les possibilités?
 - Rénovation simple sans isolation (crépi et/ou peinture)
 - Crépi sur isolant ($\lambda = 0,032\text{W/m}^2\text{K}$) teinté dans la masse



⇒ Quelle épaisseur?

⇒ Quelle est l'épaisseur d'isolation requise pour respecter la réglementation ?



Exemple : Rénovation d'une façade existante crépie



016

- Application chiffrée au projet Batex LOOSSENS
 - Duplex n°2 (surface de référence énergétique : 105 m²)
 - 123 m² de façades (nord – est – sud) à isoler
 - Chauffage au gaz naturel (rendement global saisonnier de 85%)
 - Coût de l'énergie : 13,2c€/kWh — source: energiecommune.be, février 2023)
 - $U_{\text{toit}} = 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - $n_{50} = 0,6 \text{ vol/h}$



Exemple : Rénovation d'une façade existante crépie



016

- Application chiffrée au projet Batex LOOSSENS

	U paroi	Besoin chauffage	Besoin annuel chauffage	Coût chauffage	Economie	Coût mesure (avec éch.)	Coût mesure (avec installation)	Temps retour simple
Cas	W/(m²K)	kWh/m²an	kWh/an	€/an	€/an	€/m² (HTVA)	€ (TVAC)	an
Enduit	2,93	286	30 039	4 668	0	90	14 527	-
12 cm	0,24	21	2 206	343	4 325	150	23 327	5,4
20 cm	0,16	15	1 575	245	4 424	155	24 147	5,5
25 cm	0,12	13	1 365	212	4 456	165	25 639	5,8

Source : écorce

⇒ **Un isolant plus épais est à peine plus cher**

⇒ **Une part importante des coûts d'investissement est fixe : l'installation de chantier (850 €), l'échafaudage (15 €/m²), un nouvel enduit, l'ajustement des détails, une peinture éventuelle...**



Exemple : Rénovation d'une façade existante crépie



016



- Application chiffrée au projet Batex LOOSSENS

- Si on veut améliorer l'isolation « plus tard » (passer de 12 à 20 cm d'isolant), quel serait le temps de retour ?

Économie de chauffage : $343 - 245 = 98\text{€/an}$

Coût : 24.147 € TVAC

TR simple : $24.147\text{ €} / 98 = 246\text{ ans}$!

- ⇒ **Si on veut améliorer l'isolation "plus tard", il faut repayer les coûts fixes. Ce n'est alors jamais plus rentable!**
- ⇒ **Il ne faut pas économiser sur l'épaisseur d'isolant**
- ⇒ **Le calcul du besoin de chauffage permet d'avoir une vision globale et de faire des choix éclairés**





Quelle épaisseur d'isolant ?



Ne pas s'affranchir de l'approche globale !



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE
POURQUOI ISOLER ?

COMMENT ISOLER ?

- ▶ Murs
- ▶ **Ouvertures**
- ▶ Nœuds constructifs (jonctions)
- ▶ Autres points d'attention



Quelle stratégie en rénovation ?

- ▶ Analyse des châssis existants
 - Valeur patrimoniale > d'origine, déjà remplacé ?
 - Apparence > bâtiment classé, exigences urbanistiques...
 - Matériau > bois, acier, aluminium, béton...
 - Type de vitrage > vitrail, simple, double vitrage...
 - Etat > bon/mauvais (ouverture, aspect extérieur...)

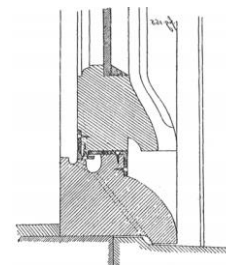


Source : Centre Urbain



Quelle stratégie en rénovation ?

- Analyse des châssis existants
 - Performances



Source : Buildwise



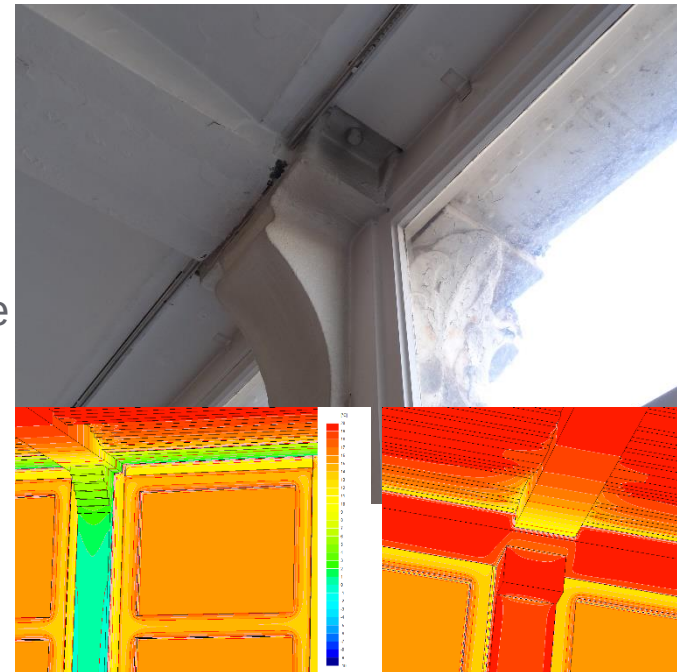
Source : Buildwise

Fenêtre « ancienne »	Fenêtre « récente »
Profilé faible section	Profilé plus performant thermiquement (forte section ou plus optimisé)
Vitrage peu performant thermiquement	Vitrage plus performant thermiquement
Étanchéités (eau et air) faibles	Bonnes étanchéités
Bonne transmission lumineuse	Transmission lumineuse plus faible
Gains solaires élevés	Gains solaires moindres
Sensation de froid	Sensation de froid moindre à faible
Performances acoustiques médiocres	Performances acoustiques plus élevées



Quelle stratégie en rénovation ?

- ▶ Arguments en faveur d'une intervention
 - Énergétique > gain faible à très élevé (selon situation)
 - Confort thermique > gain indéniable
 - Confort acoustique > amélioration possible (selon choix technique)
- ▶ Point d'attention
 - Quel système de ventilation ?
 - Qu'est-ce qui est possible techniquement ?
 - Le remplacement des châssis est une opération difficilement rentable (en raison du coût élevé)



Source: écorce



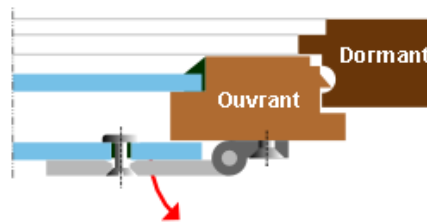
Comment améliorer la performance des fenêtres ?

→ Si le châssis est performant (bois, PVC, alu à coupure thermique récent...) et/ou adaptable

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

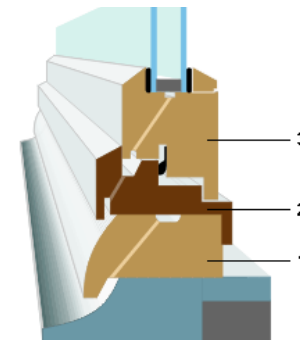


Source : Buildwise



Source : energieplus-lesite.be

1. Dormant du châssis existant.
2. Nouveau dormant (profil d'adaptation) en bois.
3. Nouveau ouvrant en bois ou autre matériau avec double vitrage.



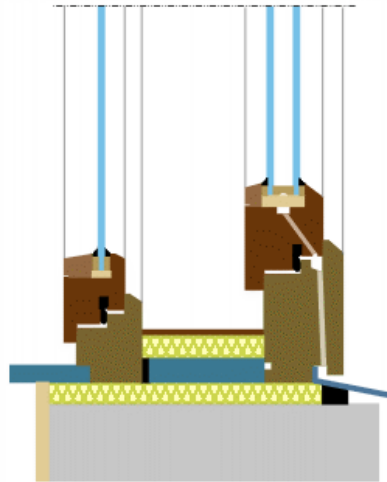
Source : energieplus-lesite.be



Comment améliorer la performance des fenêtres ?

→ Si le châssis n'est pas performant

- Dédoublage du châssis
- Remplacement du châssis



Source : energieplus-lesite.be



Quelle performance viser ?

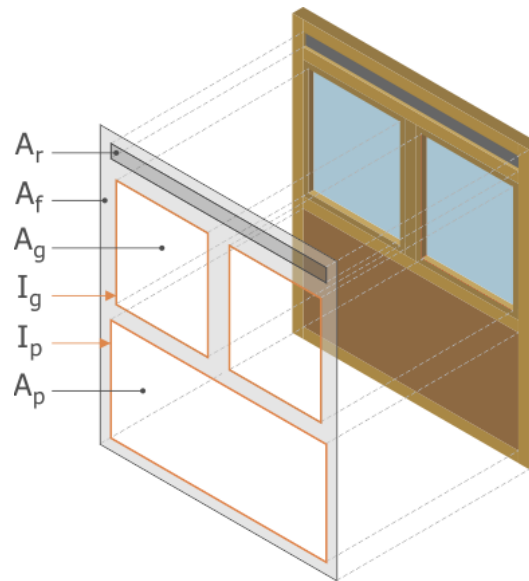
- Respect au minimum des exigences PEB



ELEMENT DE CONSTRUCTION	U_{max} (W/m²K)
1. PAROIS DELIMITANT LE VOLUME PROTEGE, à l'exception des parois formant la séparation avec un volume protégé adjacent	
1.1. PAROIS TRANSPARENTES/TRANSLUCIDES, à l'exception des portes et portes de garage (voir 1.3.), des murs-rideaux (voir 1.4.) et des briques en verre (voir 1.5.)	$U_{w,max} = 1.5^{(1)}$ àpd 2021 $U_{g,max} = 1.1^{(2)}$

Source : Bruxelles Environnement

Vademecum réglementation travaux PEB à partir de juillet 2017 (version mars 2023)



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

Source: énergie +

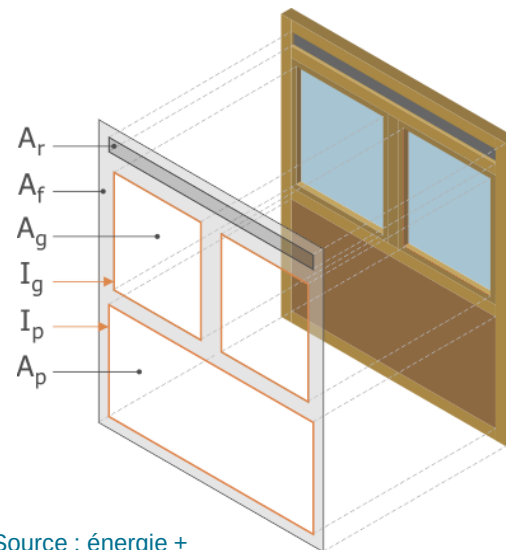


Coefficient de transmission thermique – U_w (W/m²K)

- Calculé pour l'ensemble, dépend du

- Vitrage: U_g (glass)
- Châssis: U_f (frame)
- Espaceur: ψ_g
- (Grille de ventilation U_r)
- (Panneaux opaques U_p)

- $U_w = (U_f \times A_f + U_g \times A_g + \psi_g \times l) / (A_f + A_g)$



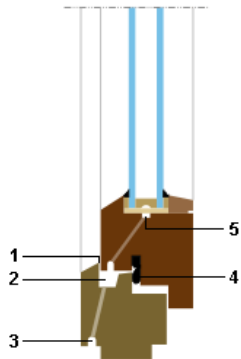
Source : énergie +

- Fonction de l'épaisseur de verre, de l'épaisseur de la lame, du remplissage du creux (air, argon, krypton...), de la présence et de la position d'une couche réfléchissante
- Valeur U_g certifiée par certificat fabricant suivant NBN EN 673
- Valeur U_p certifiée par certificat fabricant suivant NBN EN ISO 10077-1, NBN EN ISO 10077-2



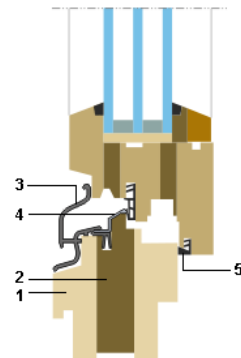
Quelle performance viser ?

- U_w (window)



Châssis double vitrage

→ $U \approx 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$



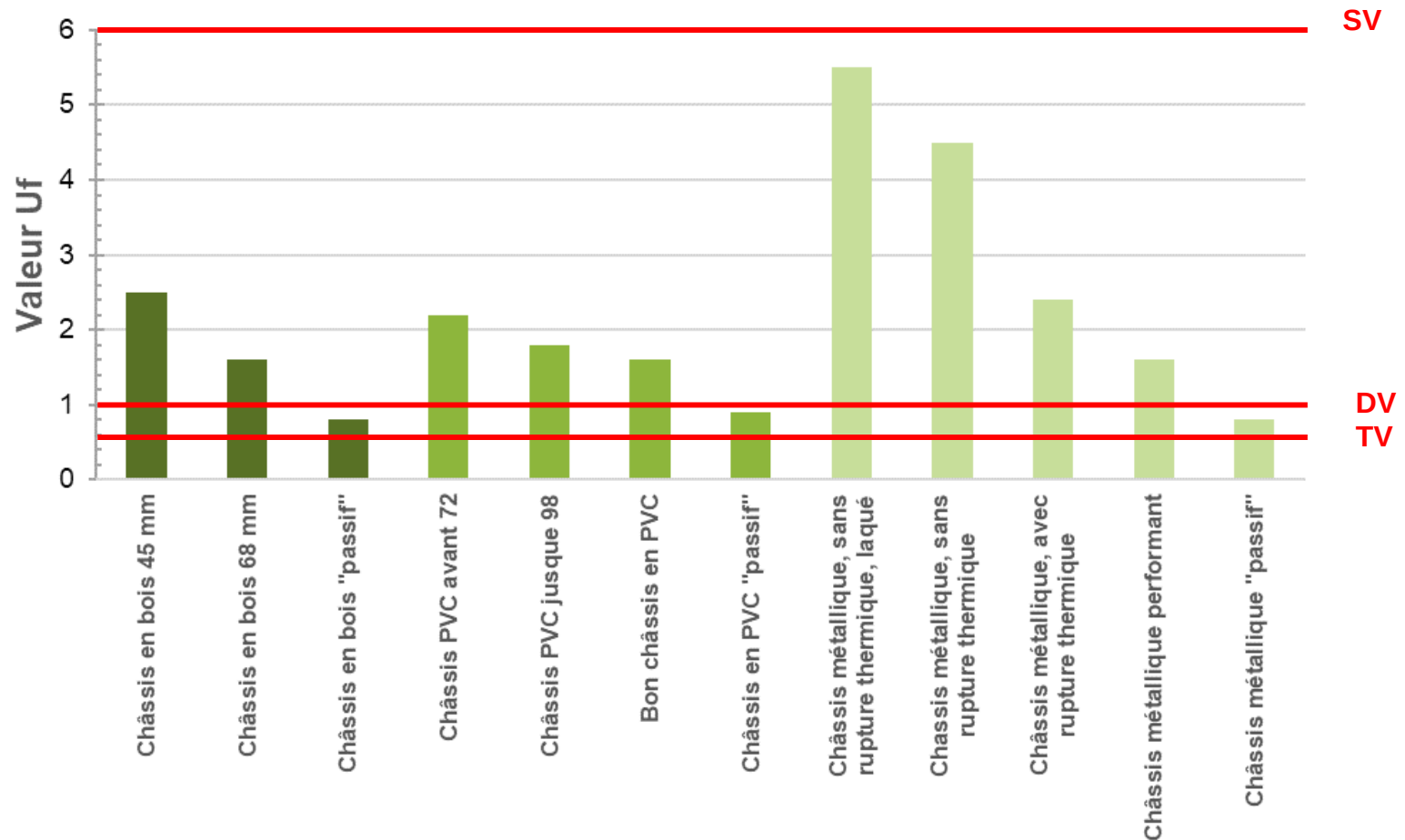
Châssis triple vitrage

→ $U \approx 0,9 \text{ W/m}^2\text{K}$



Quelle performance viser ?

- Uf (frame)



Quelle performance viser ?

**En rénovation, ne pas « tuer le gisement » d'économie d'énergie
et éviter le 'saupoudrage'**

⇒ **Illustration du propos au moyen d'un exemple...**



Exemple : Remplacement de châssis



099

- ▶ Application chiffrée au projet Batex RSM
 - Appartement n°2 (surface de référence énergétique : 72,5 m²)
 - On procède uniquement au remplacement des châssis + vitrages
 - La maison n'est pas (encore) isolée
 - Surface de fenêtres : 24 m²
 - $n_{50} = 3$ vol/h
 - Chauffage au gaz naturel (rendement global saisonnier de 85%)
 - Coût de l'énergie : 13,2c€/kWh – source: energiecommune.be, février 2023)



Exemple : Remplacement de châssis



099

► Application chiffrée au projet Batex RSM

- Le temps de retour simple (ratio du coût de l'installation sur l'économie réalisée en 1 an grâce à la mesure prise) est calculé pour différentes options :

- SV (simple vitrage) > DV (double vitrage + châssis)
- SV (simple vitrage) > TV (triple vitrage + châssis)
- DV > TV

		U_w (châssis bois + vitrage)	Coût mesure	Besoin annuel chauffage	Coût annuel chauffage	Coût mesure	TRS SV → DV ou TV	TRS DV → TV
		W/(m²K)	€/m²	kWh/m²an	€	€	an	an
1	Simple vitrage	4,94		286	3 220			
2	Double vitrage	1,35	800	211	2 376	19 200	23	
3	Triple vitrage	0,84	1050	201	2 263	25 200	26	224

Source : écorce



Exemple : Remplacement de châssis



099

- ▶ Application chiffrée au projet Batex RSM
 - Le temps de retour du passage du simple au double vitrage est d'environ 23 ans
 - Le placement de triple vitrage implique un surcoût de 6.000€
 - ⇒ **S'il l'on s'en tient à l'approche financière, on va choisir la première option**
 - Le remplacement de châssis DV par des TV n'est pas économiquement rentable (même si on fait les travaux dans 20 ans)
 - ⇒ **Le temps de retour étant seulement de 3 ans de plus ($23 > 26$ ans), pourquoi ne pas anticiper et installer directement du triple vitrage ?**
 - ⇒ **A contrario, le surinvestissement se justifie-t-il? Le gain thermique est assez faible...**



Porte d'entrée

- ▶ 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 : Homegrade

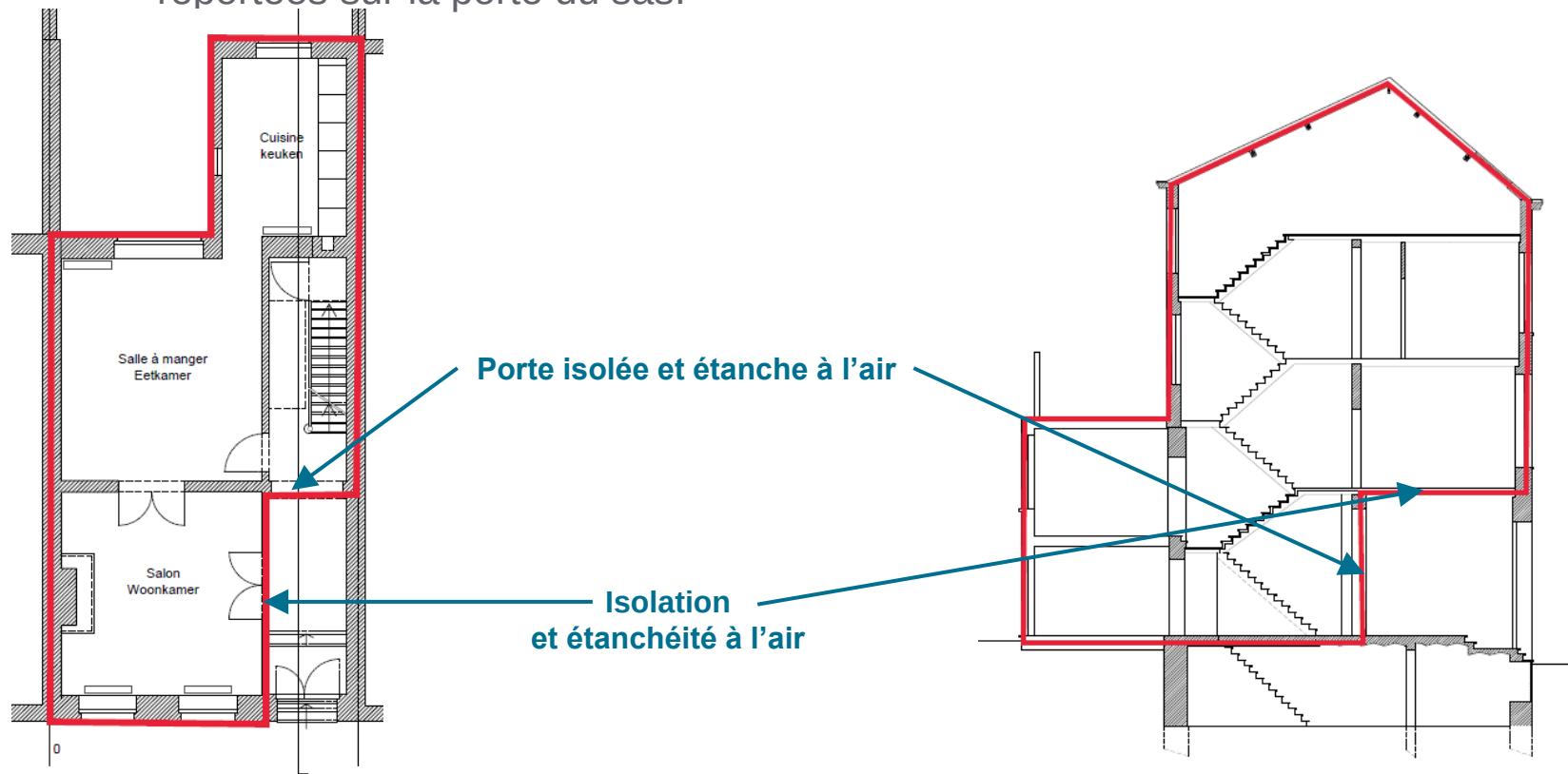


Source : Confédération construction



Comment améliorer l'étanchéité à l'air de la porte d'entrée ?

- ▶ 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.

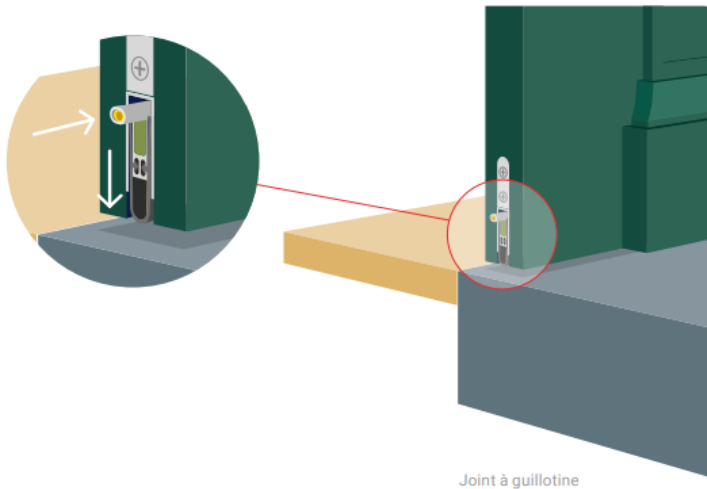


Comment améliorer l'étanchéité à l'air de la porte d'entrée ?

- Pourtour de la porte: mise en place/remplacement des joints, installation d'un joint tombant/d'un seuil suisse...

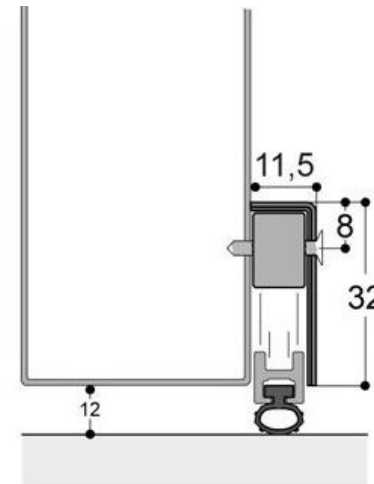
Joint tombant / joint à guillotine

Encastré



Source : Homegrade

Plinthe en applique



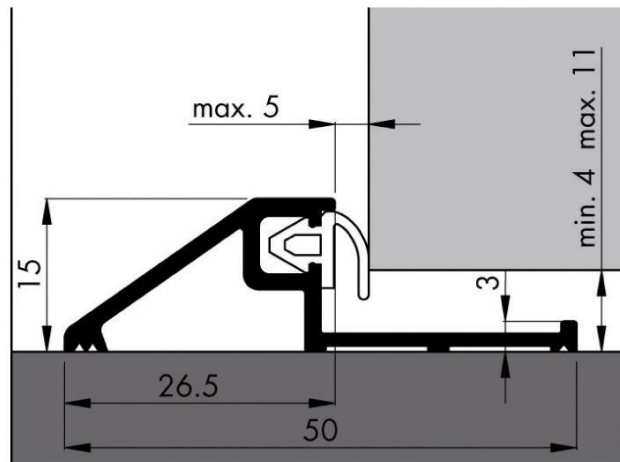
Source : Joint Dual



Comment améliorer l'étanchéité à l'air de la porte d'entrée ?

- Pourtour de la porte: mise en place/remplacement des joints, installation d'un joint tombant/d'un seuil suisse...

Seuil suisse de rénovation



Source : Fernand Georges



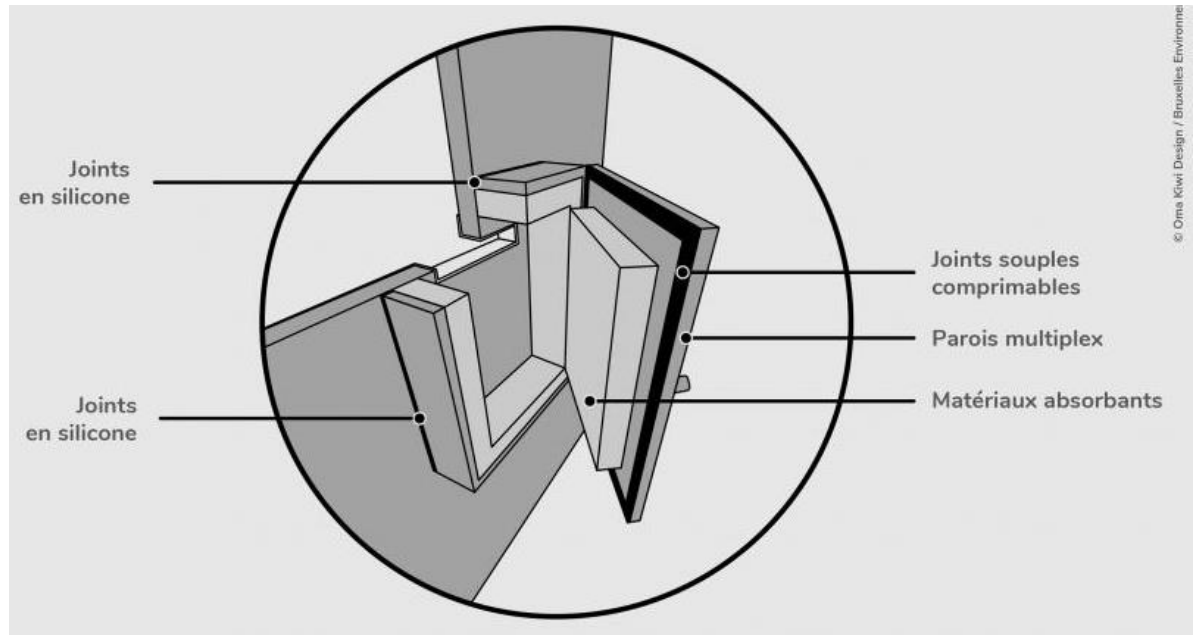
Source : Lapeyre.fr



Comment améliorer l'étanchéité à l'air de la porte d'entrée ?

- Boîte aux lettres

⇒ **Amélioration thermique et acoustique**



Source : Guide Bâtiment Durable



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE
POURQUOI ISOLER ?

COMMENT ISOLER ?

- ▶ Murs
- ▶ Ouvertures
- ▶ **Nœuds constructifs (jonctions)**
- ▶ Autres points d'attention

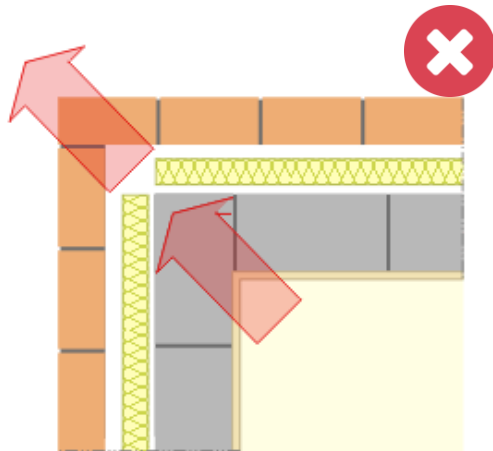


Si j'isole mes parois, je dois ...

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

→ Pourquoi ?

- Pour garantir la pérennité du bâtiment dans le temps



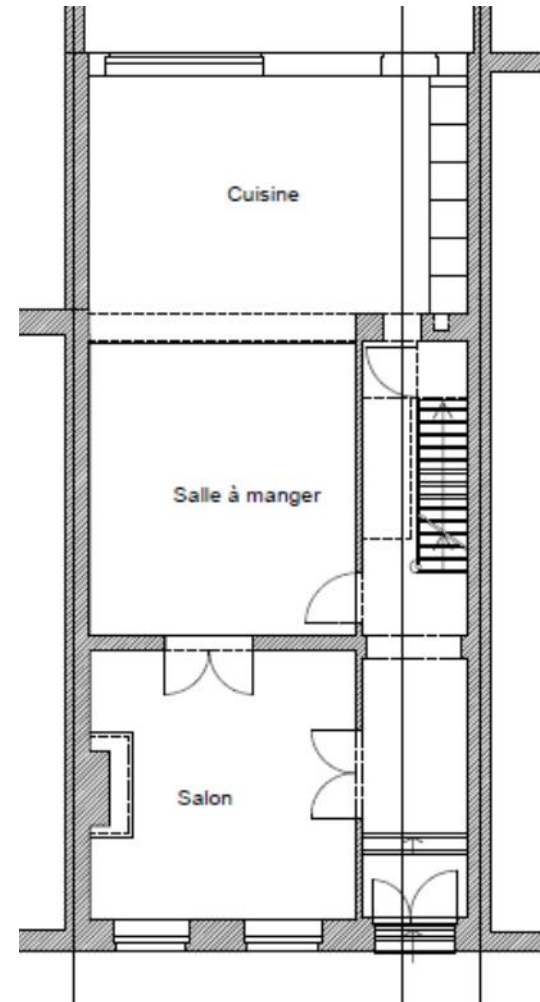
Source : énergie +





Exercice

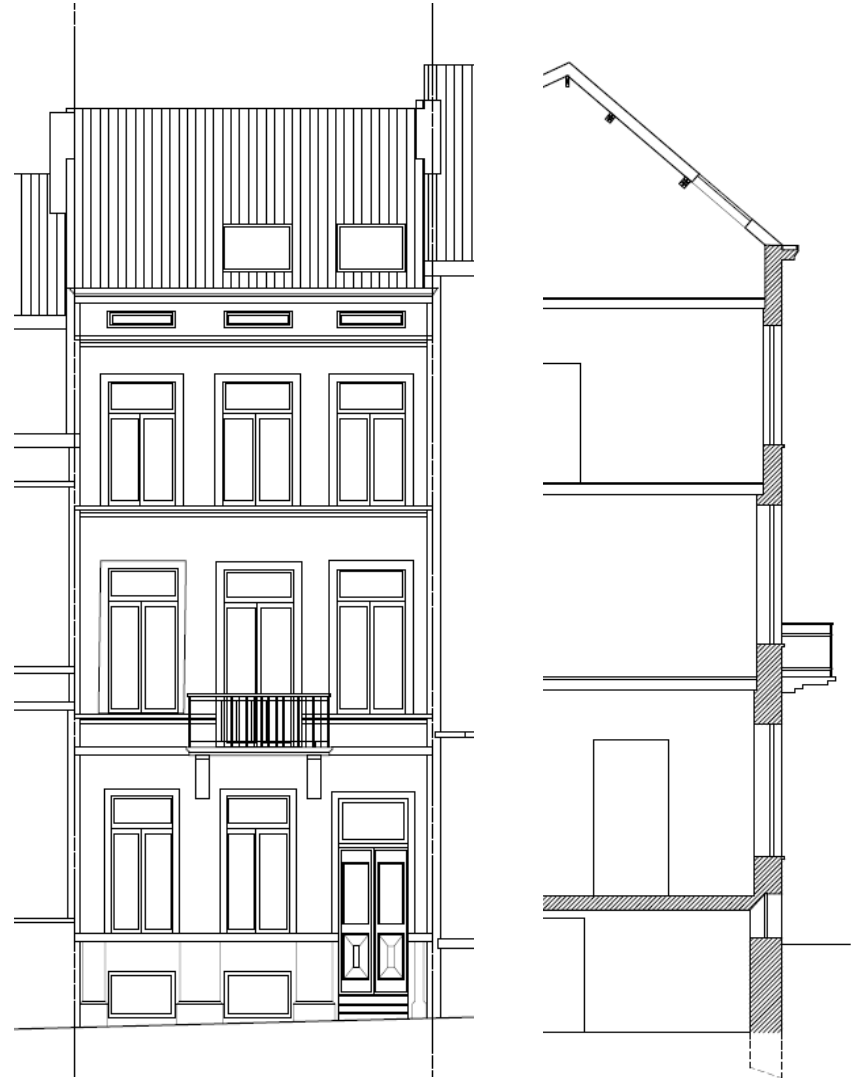
- ▶ J'isole cette façade par l'extérieur: où vais-je rencontrer des nœuds constructifs à traiter?
- ▶ J'isole cette façade par l'intérieur: où vais-je rencontrer des nœuds constructifs à traiter?





Exercice

- ▶ 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?



CONTEXTE URBANISTIQUE ET RÉGLEMENTAIRE
POURQUOI ISOLER ?

COMMENT ISOLER ?

- ▶ Murs
- ▶ Ouvertures
- ▶ Nœuds constructifs (jonctions)
- ▶ **Autres points d'attention**



Une protection solaire sera-t-elle prévue ?

→ Emplacement/encombrement/fixation + Alimentation électrique

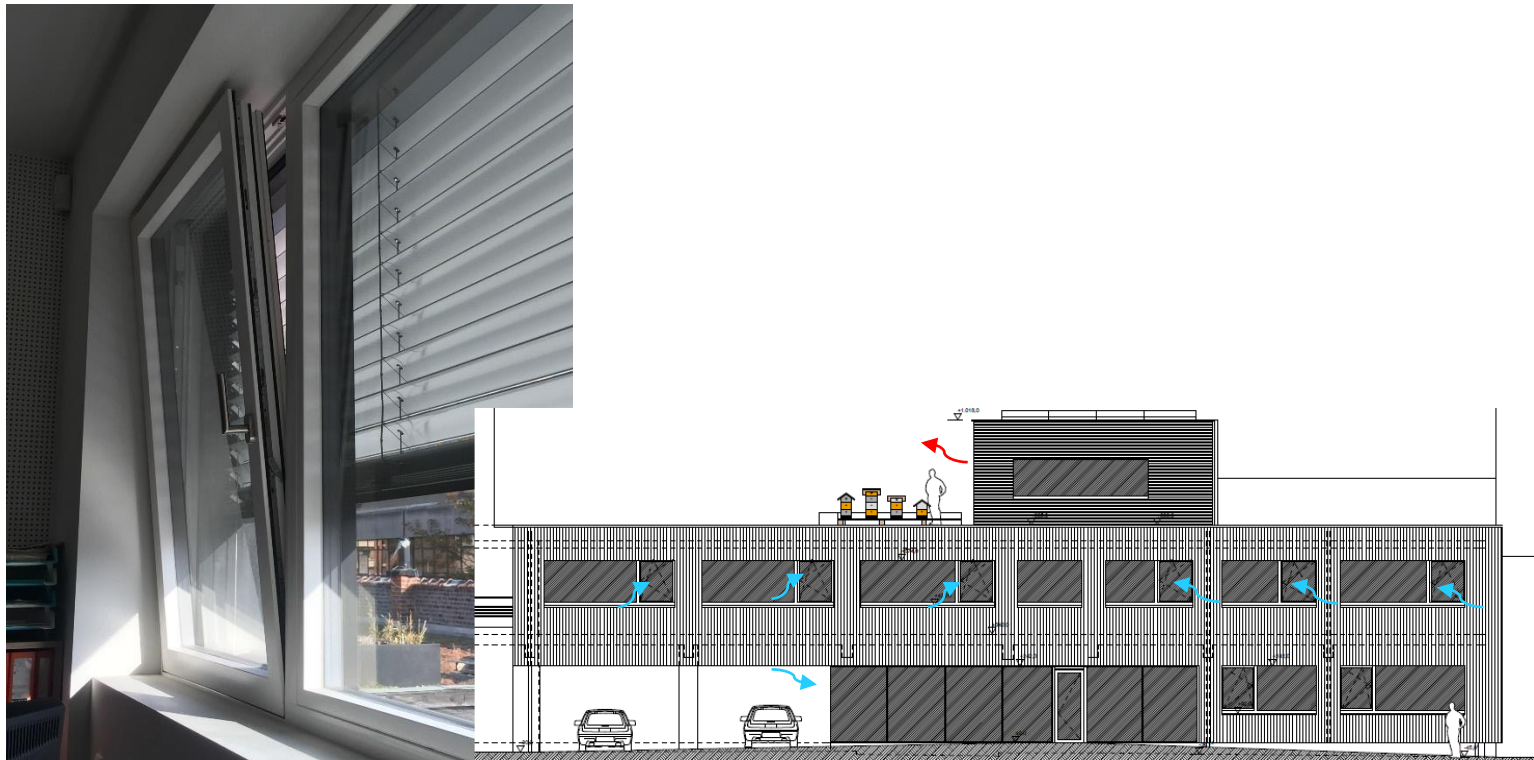


Source : écorce



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

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



Source : 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 : G-U



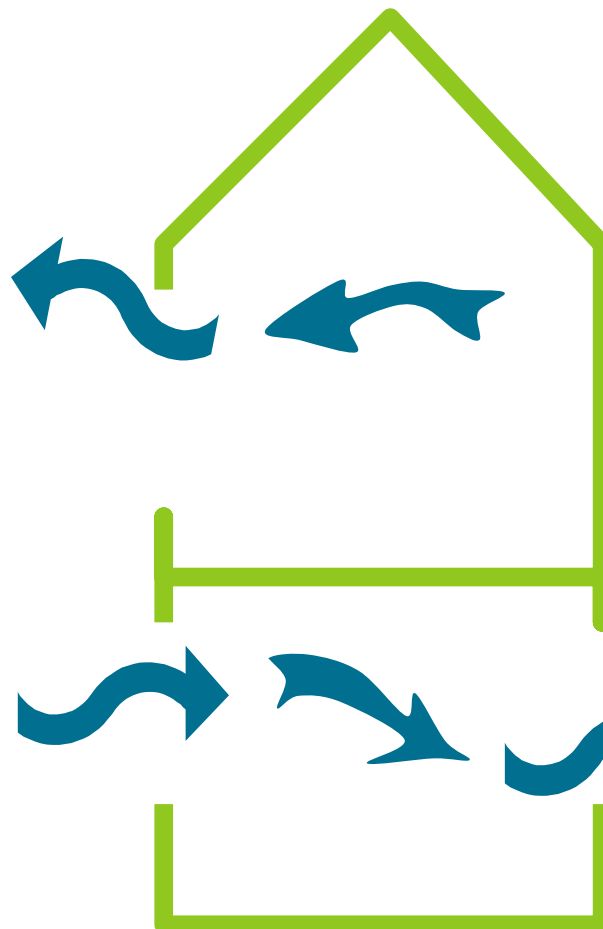
Mes châssis participeront-ils à la ventilation naturelle du bâtiment?

→ 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?

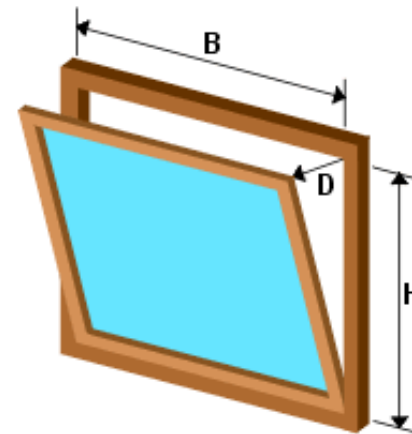
→ Ventilation intensive (≠ ventilation hygiénique): Quelle surface d'ouverture?

- ▶ Via oscillo-battant
- Section équivalente

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

$$A_1 = B \cdot H$$

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





- ▶ L'isolation de la façade à rue doit faire 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
- ▶ La ventilation joue un rôle important au niveau du confort, ainsi que de la santé des occupants et du bâtiment. Cet enjeu doit être intégré dans la réflexion
- ▶ En termes d'isolation thermique, il n'y a pas de solution unique, chaque projet a ses propres contraintes et spécificités et donc sa/ses solution(s) adaptée(s).
- ▶ Plusieurs pistes d'amélioration des châssis sont possibles, un diagnostic préalable est nécessaire





Guide Bâtiment Durable

www.guidebatimentdurable.brussels

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



Sites internet

- ▶ [Homegrade | Fenêtre ancienne en bois/acier](#)
- ▶ Energie plus
<https://energieplus-lesite.be/>
- ▶ Objectif zéro
<https://www.objectifzero.be/ressources/brochures-renovation/>





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
- ▶ Buildwise, NIT 246 : Postisolation des murs creux par remplissage de la coulisse



Formations et séminaires

- ▶ Séminaires
 - 21/06/2019 : Surchauffes : comment assurer le confort estival ?
 - 01/10/2021 : Economies d'énergie : comptage et mesurage

Inscrivez-vous aux formations organisées par Bruxelles Environnement

<https://environnement.brussels/formationsbatidurable>

Et notamment, en lien avec cet exposé

- Régulation des bâtiments
- Eclairage artificiel
- Suivi et monitoring
- Ventilation: conception et régulation
- Rénovation partielle par phase

Consultez tous les supports gratuitement !



Muriel BRANDT

Administratrice-déléguée

écorce sa

☎ + 32 4 226 91 60

✉ info@ecorce.be

écorce
INGÉNIERIE CONSULTANCE



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

