

# FORMATION BÂTIMENT DURABLE

ENVELOPPE :  
RÉNOVATION DE LA TOITURE

AUTOMNE 2023

**Retours d'expérience**

Conception et analyse de détails techniques

Julien KESSLER

**PRÉSENTATION UP! ARCHITECTS**

**CONTRAINTES**

**TOITURE INCLINÉE**

**TOITURE PLATE**

**AUTRES THÉMATIQUES**

**EXERCICE: MISE EN PRATIQUE**



## PRÉSENTATION UP! ARCHITECTS

CONTRAINTES

TOITURE INCLINÉE

TOITURE PLATE

AUTRES THÉMATIQUES

EXERCICE: MISE EN PRATIQUE





#RENOVATION

#200PROJETS

#LOGEMENT

#UP! ARCHITECTS

#PEB

#CREATIVE&amp;SUSTAINABLE

#BUREAUX

#ARCHITECTURE

#EXTENSION-NEUF

#BRUXELLES&amp;ALENTOURS



PRÉSENTATION UP! ARCHITECTS

## **CONTRAINTES**

TOITURE INCLINÉE

TOITURE PLATE

AUTRES THÉMATIQUES

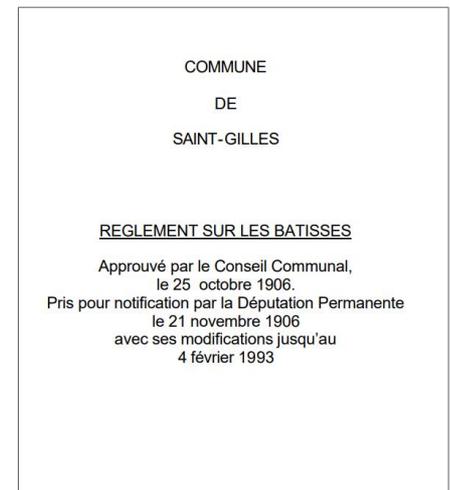
EXERCICE: MISE EN PRATIQUE



Isolation de toiture:

Quelles sont les contraintes et éléments techniques?

- ▶ Projet neuf ou rénovation?
- ▶ Budget disponible & envergure du projet
- ▶ Etat du toit: étanchéité/tuile, pare-pluie, lattage (...existant?), structurel
- ▶ Complexité: lucarne, cheminée, raccord, etc
- ▶ Toiture plate, à versant (° pente?), mixte
- ▶ Règlementation: Urbanisme (...parfois simplification) (Arrêté « permis minime importance »), RCU
- ▶ PEB :URS/URL (! Évolution 2023), PEB2050 Renolution
- ▶ Monuments&Sites, bâtiment classé (ou périmètre)
- ▶ Type d'occupation, surchauffe, acoustique



## Arrêté « minime importance » 2014

### ***Section 1<sup>re</sup>. - Actes et travaux dispensés de permis d'urbanisme***

Art. 21. Pour autant qu'ils n'impliquent aucune dérogation à un plan d'affectation du sol, un règlement d'urbanisme ou à un permis de lotir, les actes et travaux suivants sont dispensés de permis d'urbanisme

(...)

13° la modification du revêtement d'une **toiture plate ainsi que sa rehausse éventuelle pour permettre l'installation d'un isolant ou d'une toiture verte pour autant que cela n'entraîne ni le rehaussement des rives de la toiture, ni le rehaussement des murs acrotères;**

(...)

15° la pose d'une **isolation sur une façade non visible depuis l'espace public** et les raccords nécessaires **et ce, même en cas de dépassement des constructions voisines**



## Évolution PEB URL

### 2022

Exigence valeurs U  
Exigence ventilation

### 2023

Exigence valeurs U  
Exigence ventilation

**+ Exigence CEP :  $\leq 150 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{an})$  hors mitoyens**



## Isolation de toiture:

### Quelles sont les contraintes et éléments techniques?

- ▶ Projet neuf ou rénovation?
- ▶ Budget disponible & envergure du projet
- ▶ Etat du toit: étanchéité/tuile, pare-pluie, lattage (...existant?), structurel
- ▶ Complexité: lucarne, cheminée, raccord, etc
- ▶ Toiture plate, à versant (° pente?), mixte
- ▶ Règlementation: Urbanisme (...parfois simplification) (Arrêté « permis minime importance »), RCU
- ▶ PEB :URS/URL (! Évolution 2023), PEB2050 Renovation
- ▶ Monuments&Sites, bâtiment classé (ou périmètre)
- ▶ Type d'occupation, surchauffe, acoustique

➔ Mise en place du projet

➔ Isolation par l'intérieur, extérieur, mixte



PRÉSENTATION UP! ARCHITECTS

CONTRAINTES

## **TOITURE INCLINÉE**

- ▶ **ISOLATION PAR L'EXTÉRIEUR**
- ▶ **ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR**
- ▶ **ISOLATION DANS L'ÉPAISSEUR**

TOITURE PLATE

AUTRES THÉMATIQUES

EXERCICE: MISE EN PRATIQUE

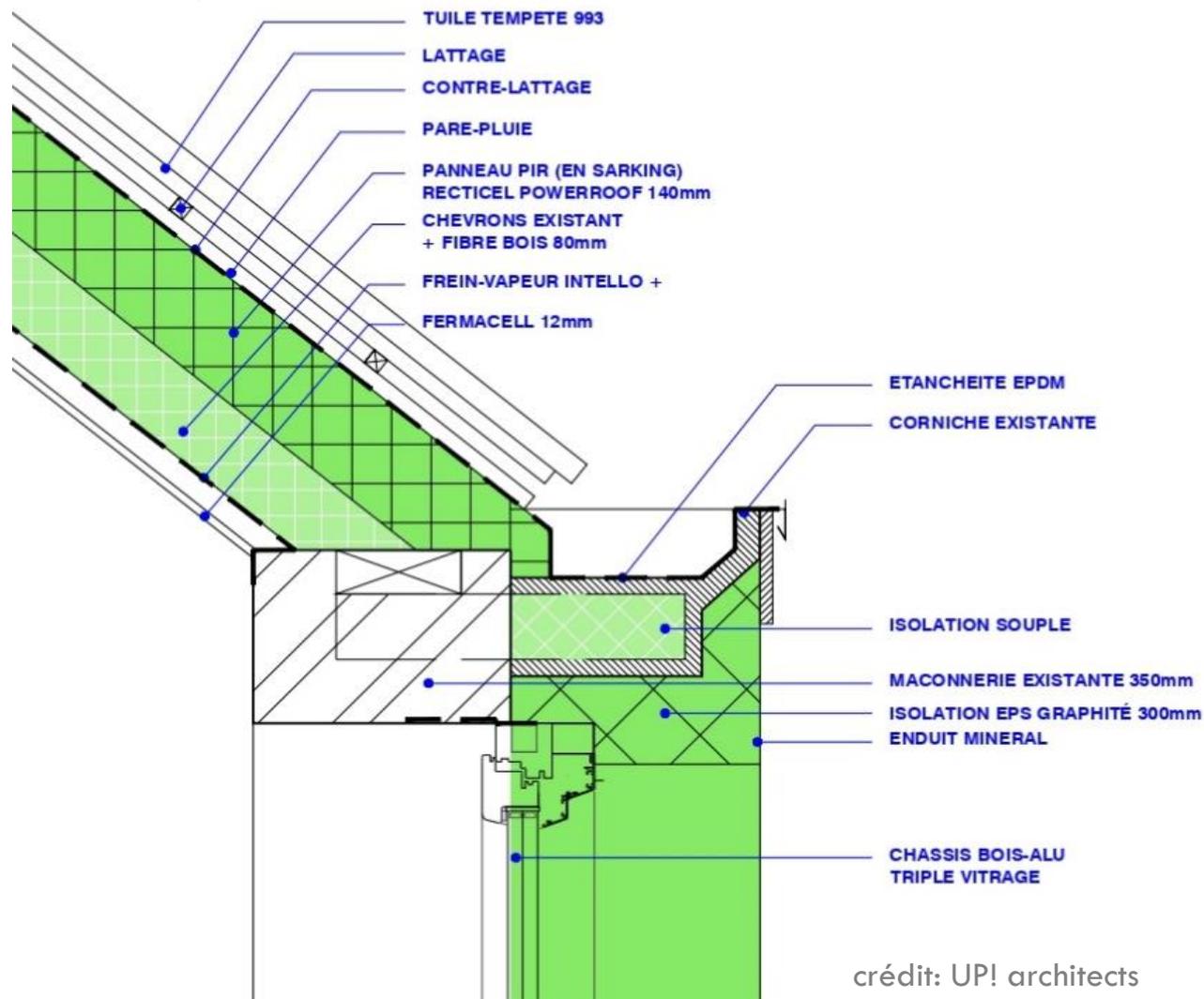


## Isolation par l'extérieur: sarking PIR

- Défi: performance à atteindre...  
rénovation passive!



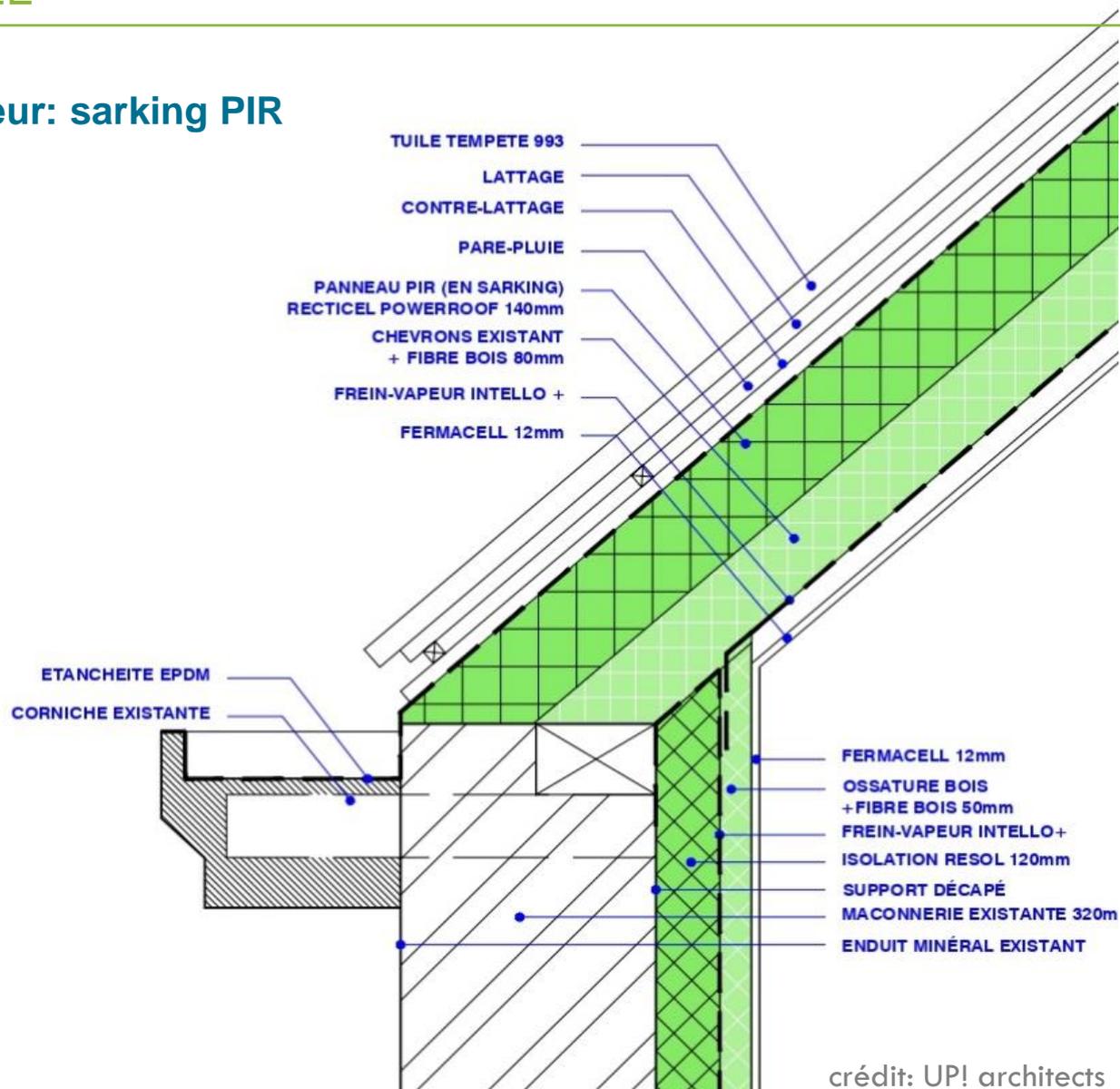
## Isolation par l'extérieur: sarking PIR



crédit: UP! architects



## Isolation par l'extérieur: sarking PIR



crédit: UP! architects



### Isolation par l'extérieur: sarking PIR

- ▶ Défi: performance à atteindre...  
rénovation passive!



## Isolation par l'extérieur: sarking PIR

- ▶ Défi: performance à atteindre...  
rénovation passive!



### Isolation par l'extérieur: sarking PIR

- ▶ Défi: performance à atteindre...  
rénovation passive!



## Isolation par l'extérieur: sarking PIR

- ▶ Défi: performance à atteindre...  
rénovation passive!



## Isolation par l'extérieur: sarking PIR

- ▶ Défi: performance à atteindre...  
rénovation passive!



## Isolation par l'extérieur: sarking PIR

- ▶ Défi: performance à atteindre...  
rénovation passive!
- ▶ Fixation des panneaux (extrait NIT 251)
- ▶ surcharge (charpente existante...)
- ▶ Surchauffe estivale
- ▶ Réemploi (coût)
- ▶ EPDM
- ▶ Toiture végétalisée semi-intensive

(dimension commerciale : 190 mm, par exemple)

**Angle entre la fixation et la pente du versant :** selon instructions du fabricant de vis

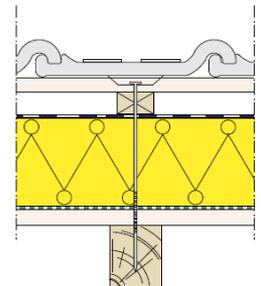
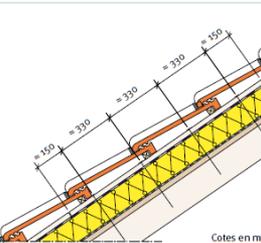
- les vis introduites de biais (à 60°, par exemple) reprennent en général le poids propre et le poids de la neige; logées à angle droit, elles reprennent la force de succion du vent
- toutes les vis peuvent être introduites à angle droit dans le bois; leur nombre peut être réduit si une partie d'entre elles sont inclinées; un vissage de biais est cependant plus délicat qu'un vissage orthogonal et les solutions de vissage à 90° procurent un gain de temps sur chantier.

**Espacement maximum des fixations :** à déterminer par calcul

5

Mise en œuvre des systèmes d'isolation pour toitures

Tableau 16 Principes de fixation des contre-lattes sur la charpente d'une toiture sarking.

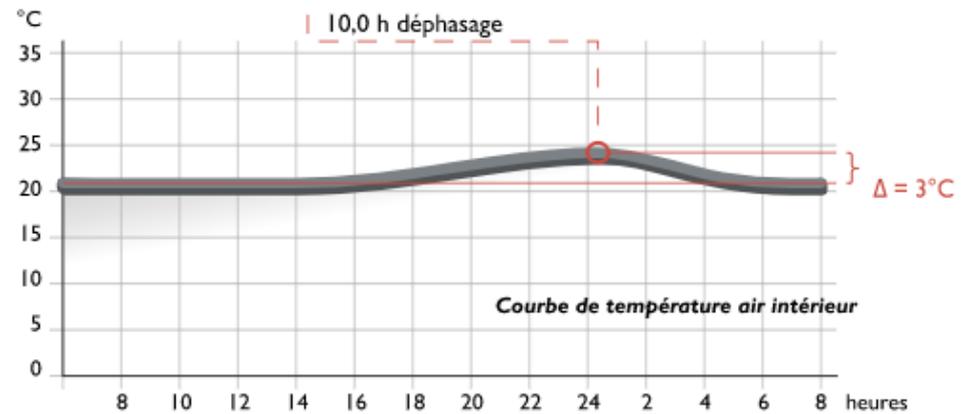
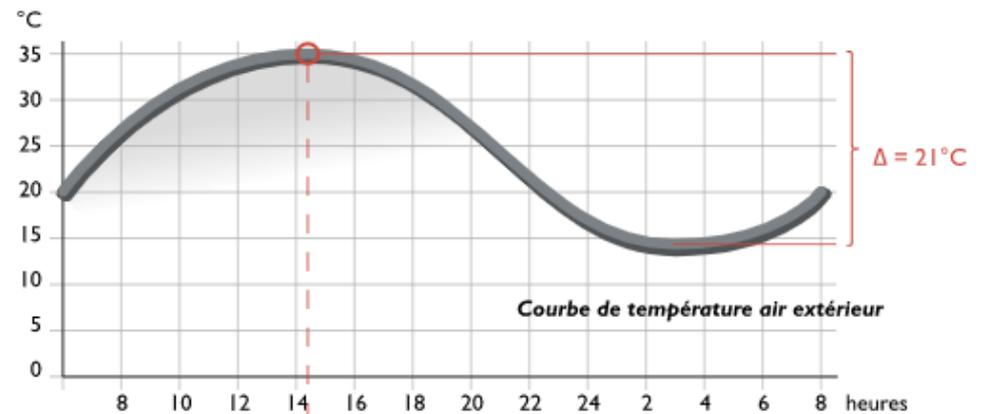
Type d'élément et principe	
Type de fixation : vis	
Diamètre des vis : $d = 6$ à $8$ mm (en pratique, le plus souvent 6 ou 7 mm)	
Section des contre-lattes (épaisseur x largeur, dimensions nominales) :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vis <math>\phi</math> 6 mm : 30 mm x 50 mm min.</li> <li>• vis <math>\phi</math> 8 mm : 40 mm x 60 mm min.</li> </ul>	
Largeur du chevron ou de la fermette : à déterminer selon l'Eurocode 5 [B5] :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• sans préperçements : <math>\geq 10 d</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vis <math>\phi</math> 6 mm : 60 mm min.</li> <li>– vis <math>\phi</math> 7 mm : 70 mm min.</li> </ul> </li> <li>• avec préperçements : <math>\geq 6 d</math> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vis <math>\phi</math> 6 mm : 36 mm min.</li> <li>– vis <math>\phi</math> 7 mm : 42 mm min.</li> </ul> </li> </ul>	
Profondeur de fixation dans les chevrons ou les fermettes : à déterminer selon l'Eurocode 5 [B5]	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• vis <math>\phi</math> 6 mm : 36 mm min.</li> <li>• vis <math>\phi</math> 7 mm : 42 mm min.</li> </ul>	
Longueur des fixations :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• épaisseur contre-latte + épaisseur isolant + épaisseur plancher éventuel + 6d enfoncement min. des vis dans le support</li> <li>• exemple : <math>30 + 80 + 18 + 42 =</math> longueur min. 171 mm (dimension commerciale : 190 mm, par exemple)</li> </ul>	
Angle entre la fixation et la pente du versant : selon instructions du fabricant des vis	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• les vis introduites de biais (à 60°, par exemple) reprennent en général le poids propre et le poids de la neige; logées à angle droit, elles reprennent la force de succion du vent</li> <li>• toutes les vis peuvent être introduites à angle droit dans le bois; leur nombre peut être réduit si une partie d'entre elles sont inclinées; un vissage de biais est cependant plus délicat qu'un vissage orthogonal et les solutions de vissage à 90° procurent un gain de temps sur chantier.</li> </ul>	
Espacement maximum des fixations : à déterminer par calcul	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 à 12 vis par m<sup>2</sup> (le plus souvent, 6 à 7 vis/m<sup>2</sup>) selon l'action du vent sur la toiture, l'épaisseur d'isolation, la pente des versants, le diamètre et l'inclinaison des vis</li> <li>• se référer aux instructions du fabricant.</li> </ul>	
Distance entre la fixation et l'extrémité de la contre-latte (voir schéma) : selon instructions du fabricant (de l'ordre de 150 mm)	
Stabilisation des panneaux au pied du versant : pour éviter le glissement des panneaux d'isolation pendant la mise en œuvre de la toiture et limiter le nombre de vis de biais, une pièce de calage horizontale est le plus souvent prévue en pied de versant.	
Résistance à la corrosion des fixations :	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• fixations généralement en acier inoxydable ou galvanisé</li> <li>• précautions requises pour certains types de bâtiments dans lesquels la corrosivité atmosphérique est accrue (hangars à bétail, ateliers où sont produites des vapeurs corrosives, etc.).</li> </ul>	



## Isolation par l'extérieur: sarking FIBRE BOIS

- ▶ Volonté d'un projet « à faible impact environnemental »
- ▶ Meilleure inertie  
Déphasage  
Acoustique
- ▶ Hauteur sous plafond limitée

➔ Choix de la fibre bois rigide,  
posée en sarking

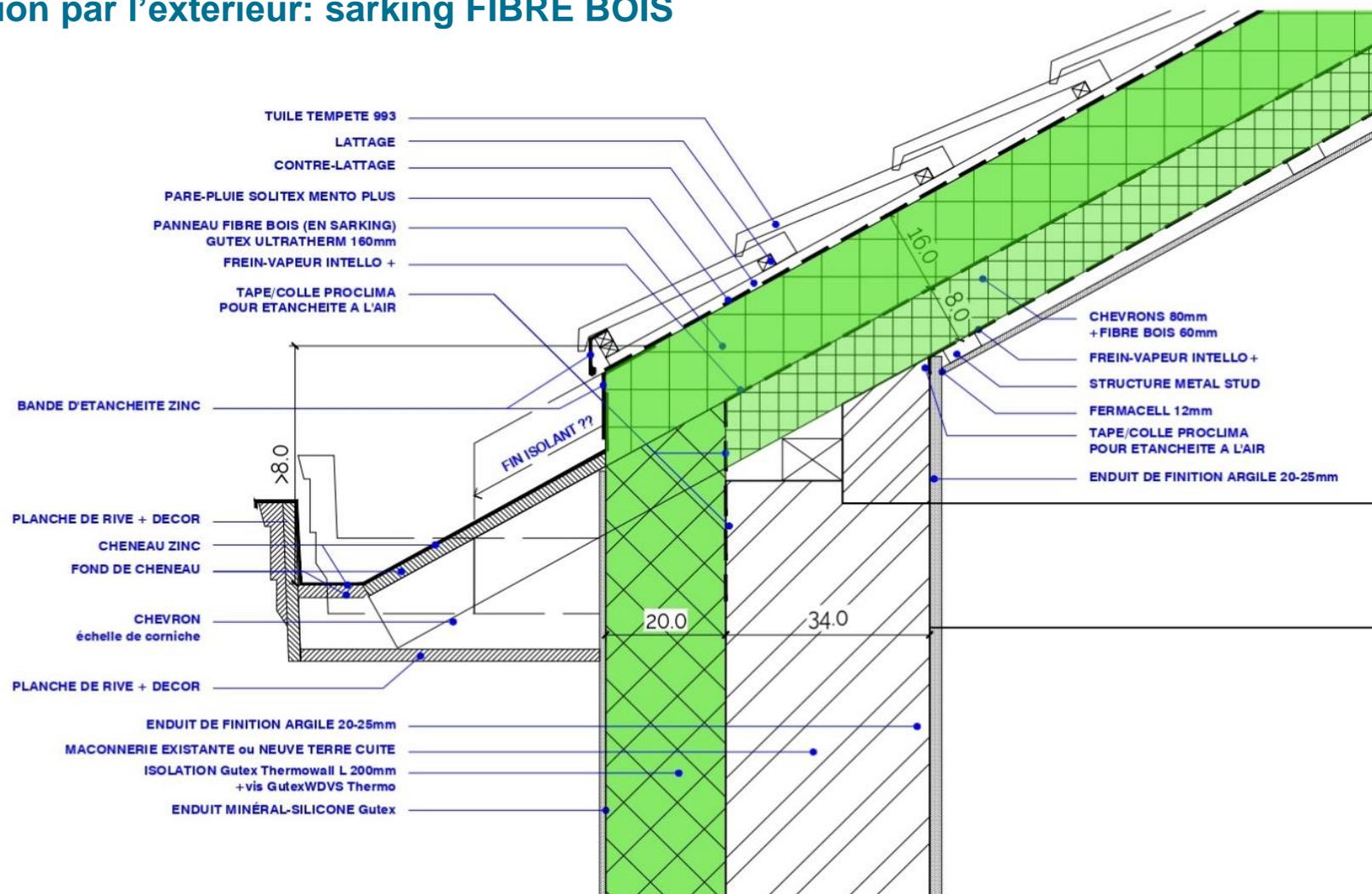


Amortissement d'amplitude =  $\Delta 21^\circ\text{C} / \Delta 3^\circ\text{C} = 7$

crédit: Gutex.fr



## Isolation par l'extérieur: sarking FIBRE BOIS



crédit: UP! architects



## Isolation par l'extérieur: sarking FIBRE BOIS



- ▶ Disponibilité du matériaux et de l'entrepreneur
- ▶ Mise en œuvre: fixation, découpe, etc
- ▶ Panneau de sous-toiture pare-pluie: pare-pluie nécessaire?



## Isolation par l'extérieur: sarking FIBRE BOIS

### ► Étanchéité à l'air

- Par l'intérieur?  
logique mais trop complexe (poteaux)
- Par l'extérieur?  
côté froid = risque de condensation

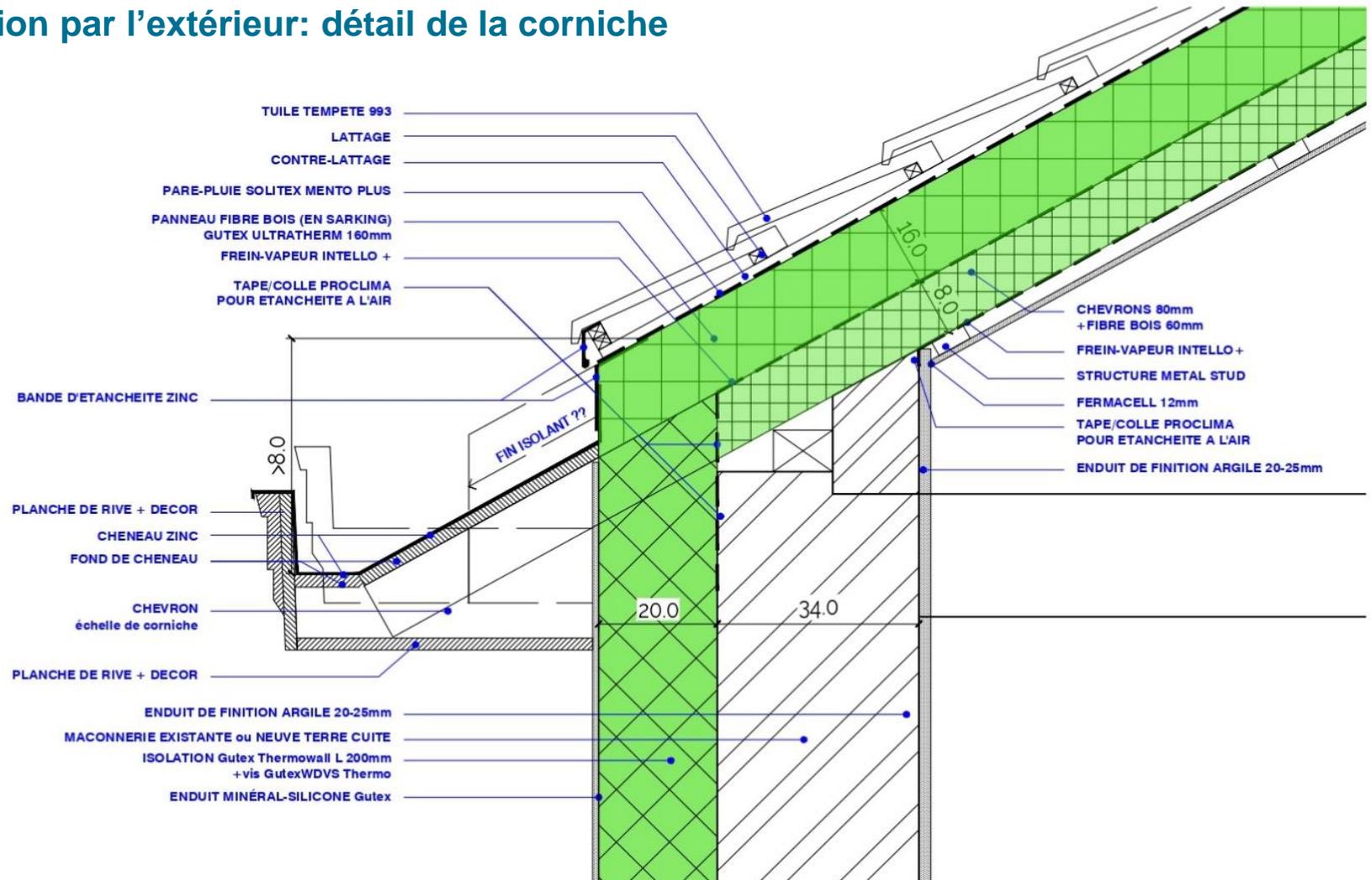
**Solution: position intermédiaire:  
sous le sarking**

- Risque de déchirure?
- Corniche & chevrons
- Raccord avec l'étanchéité (intérieur) des murs?





## Isolation par l'extérieur: détail de la corniche



crédit: UP! architects



## Isolation par l'extérieur: PIR

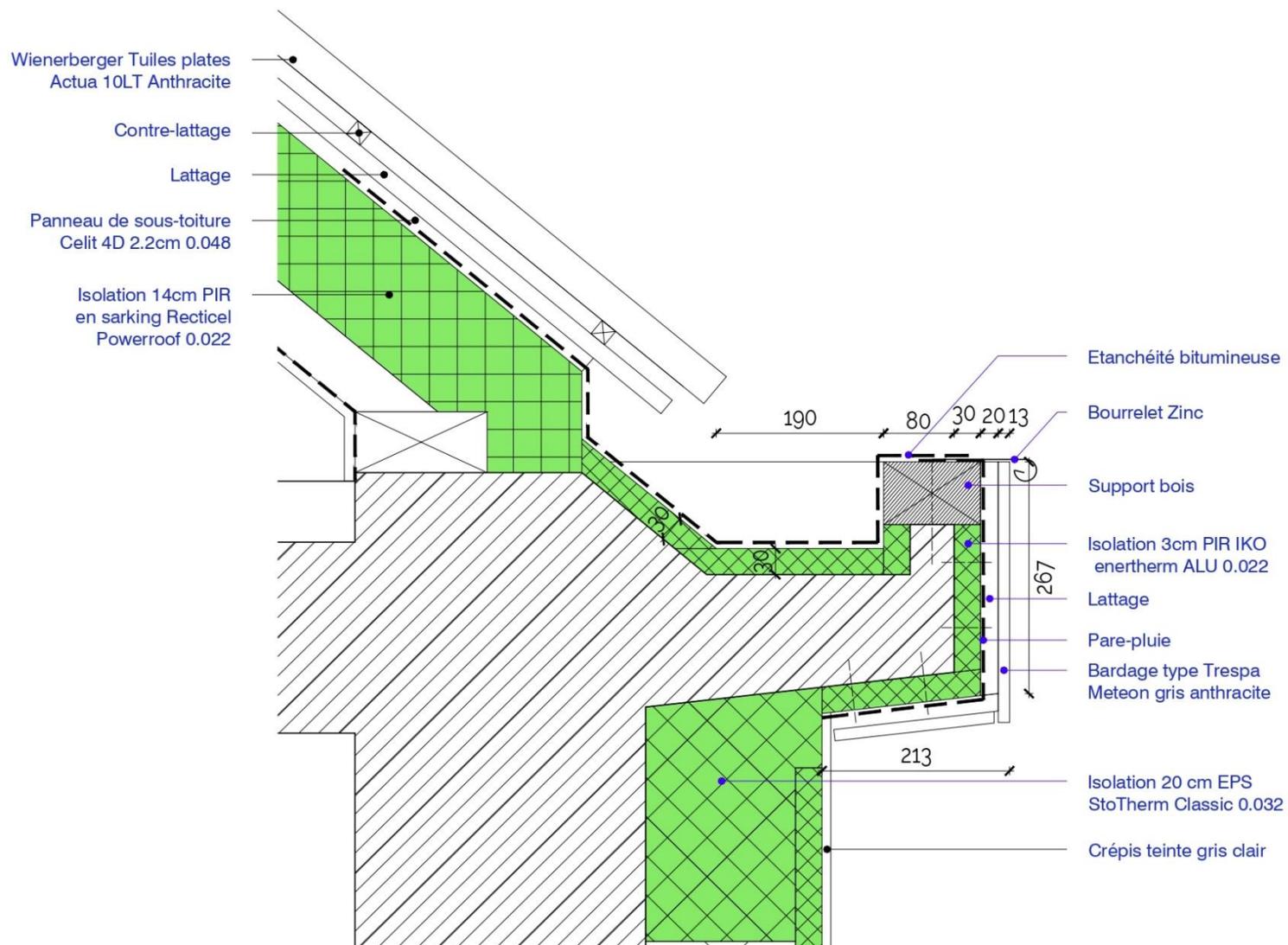
- ▶ Rénovation énergétique
  - Rénovation principalement portée sur l'isolation & TS
  - Environnement (boulevard), proximité trottoir
  - Éléments débordants en béton (corniche & toiture plate)





crédit: UP! architects







crédit: UP! architects





crédit: UP! architects



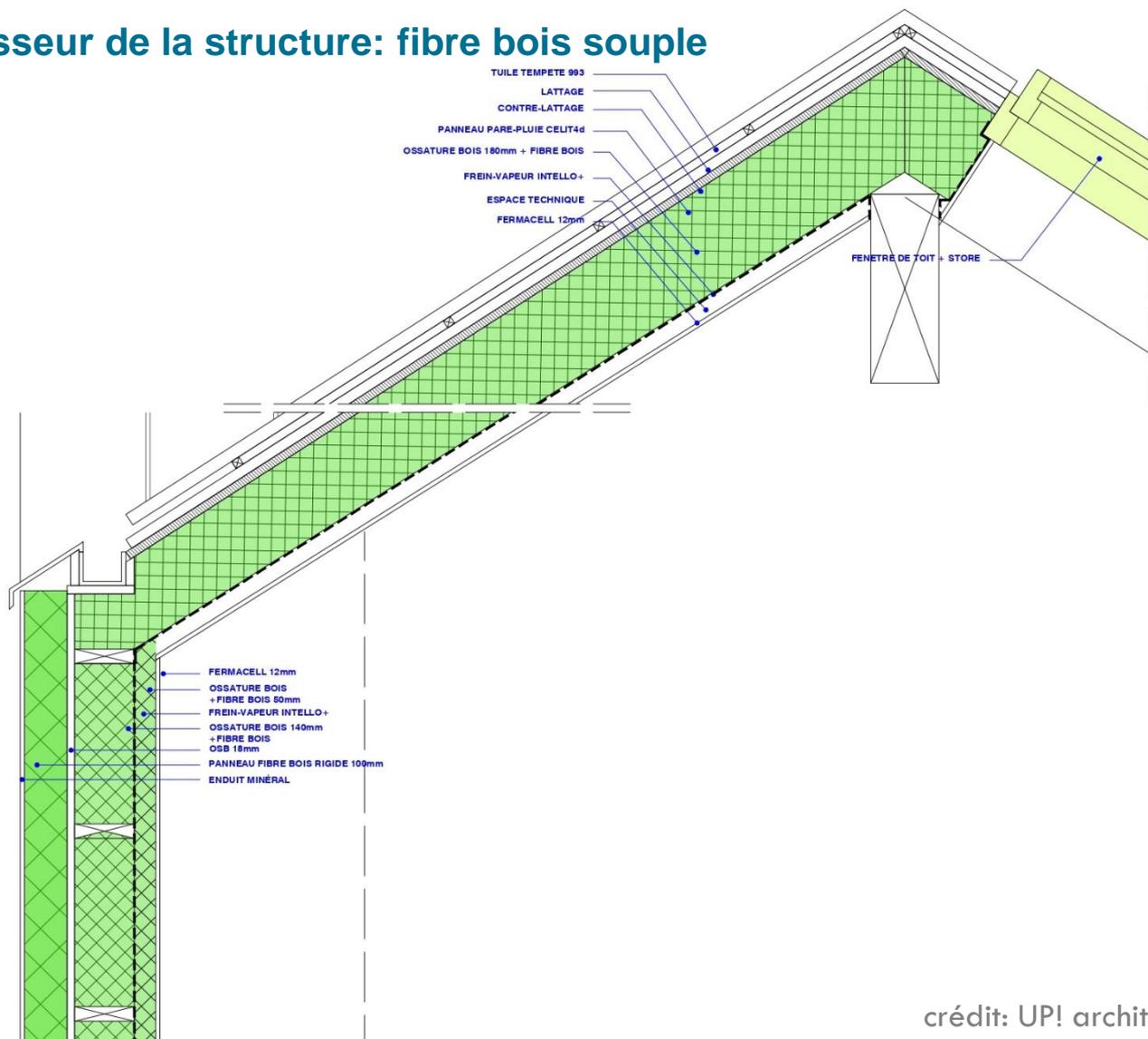


## Isolation dans l'épaisseur de la structure: fibre bois souple

- ▶ Extension: rehausse d'un niveau
- ▶ Stabilité: limitation de la surcharge des fondations
- ▶ Complexes compacts de toiture et mur
- ▶ Inertie/surchauffe
- ▶ Construction sèche: parachèvement + rapide



## Isolation dans l'épaisseur de la structure: fibre bois souple

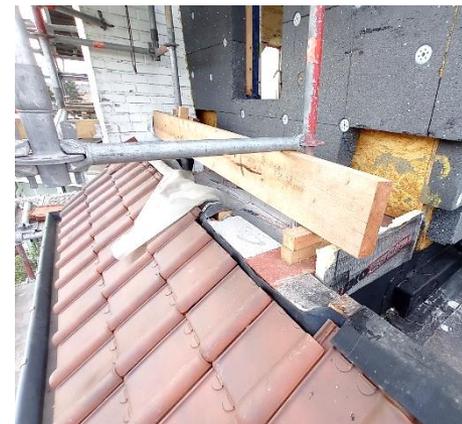


crédit: UP! architects



## Isolation dans l'épaisseur de la structure: fibre bois souple

- ▶ Pare-pluie: panneau Celit 4D
- ▶ Corniche et DEP intégrées
- ▶ poutre







## Isolation dans l'épaisseur de la structure: fibre bois souple

- ▶ Isolation des caissons: souple fibre bois
- ▶ Etanchéité à l'air:
  - Contrôle nécessaire
  - Quid toiture existante? ...raccord?
  - Faux-plafond & contre-cloison technique



PRÉSENTATION UP! ARCHITECTS

CONTRAINTES

TOITURE INCLINÉE

**TOITURE PLATE**

- ▶ **ISOLATION PAR L'EXTERIEUR**
- ▶ **COMPLÉMENT D'ISOLATION PAR L'INTÉRIEUR**
- ▶ **GORGE A RIDEAUX**
- ▶ **LIÈGE**

AUTRES THÉMATIQUES

EXERCICE: MISE EN PRATIQUE



## Toiture plate

### Isolation par l'extérieur: sarking PIR

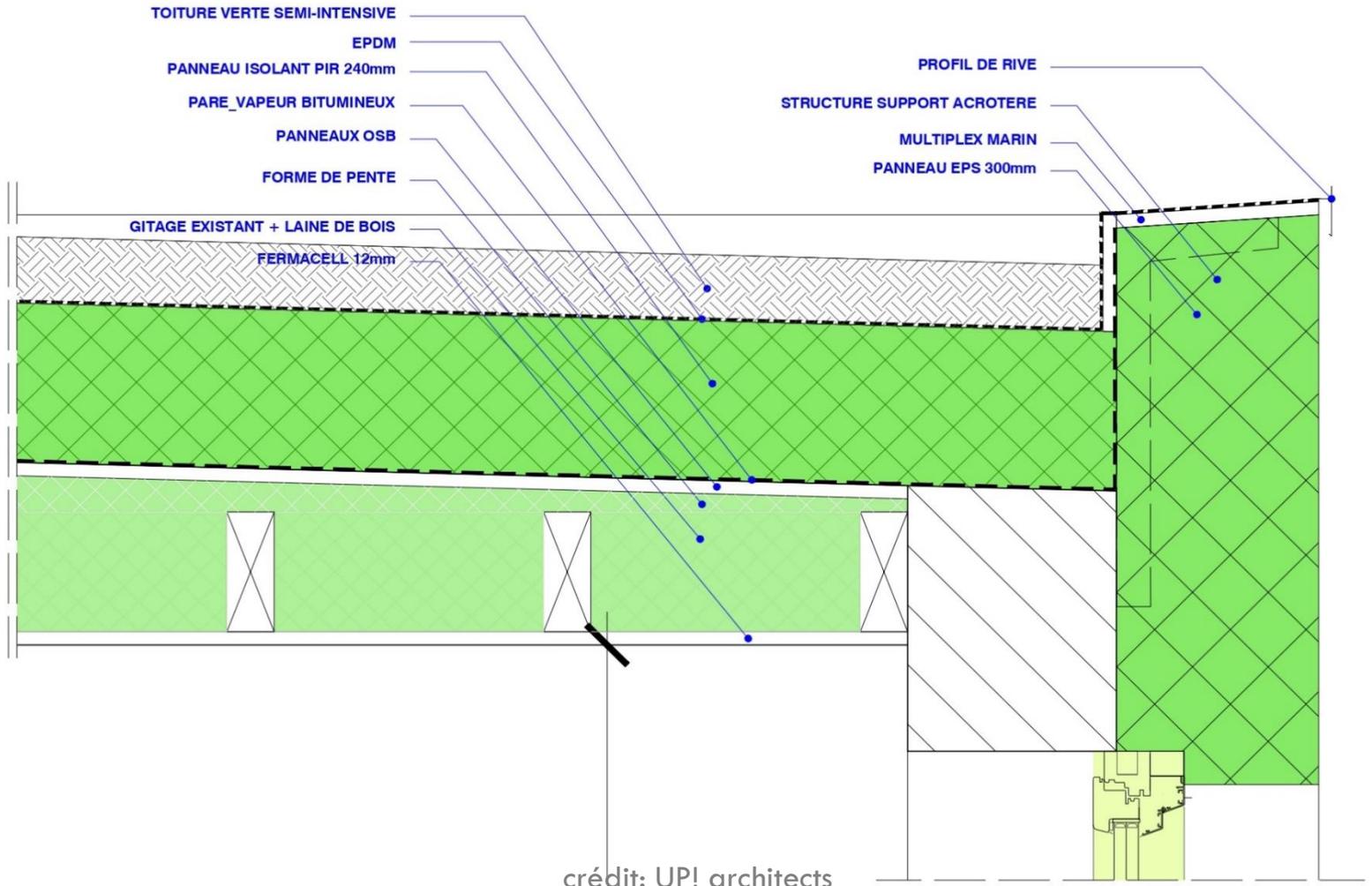
- ▶ Défi: performance à atteindre...  
rénovation passive!
- ▶ Acrotère: coupure thermique... sauf mur mitoyen
- ▶ EPDM
- ▶ Toiture végétalisée semi-intensive





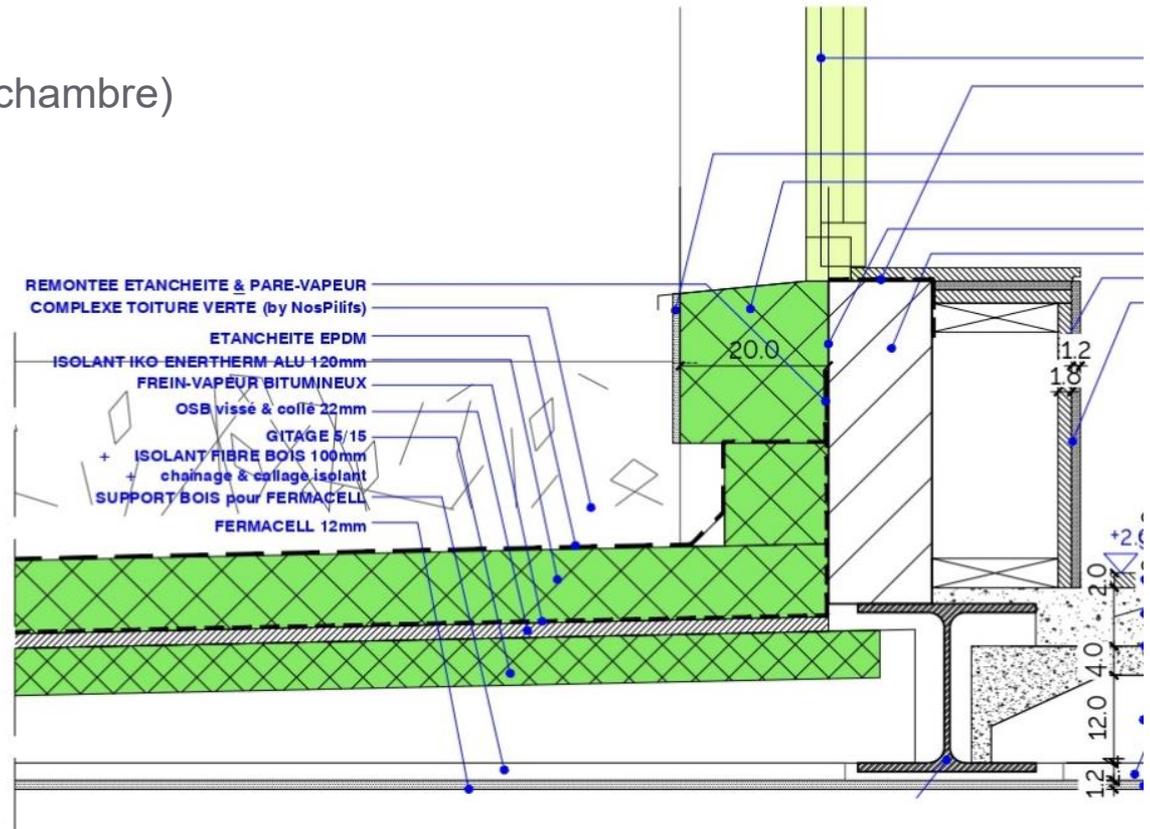
## Toiture plate

## Isolation par l'extérieur: sarking PIR



## Isolation par l'extérieur: Panneau PIR

- Epaisseur disponible limitée  
(permis d'urbanisme, châssis chambre)



crédit: UP! architects



## Isolation par l'extérieur: Panneau PIR

- ▶ Epaisseur disponible limitée  
(permis d'urbanisme, châssis chambre)



## Isolation par l'extérieur: Panneau PIR

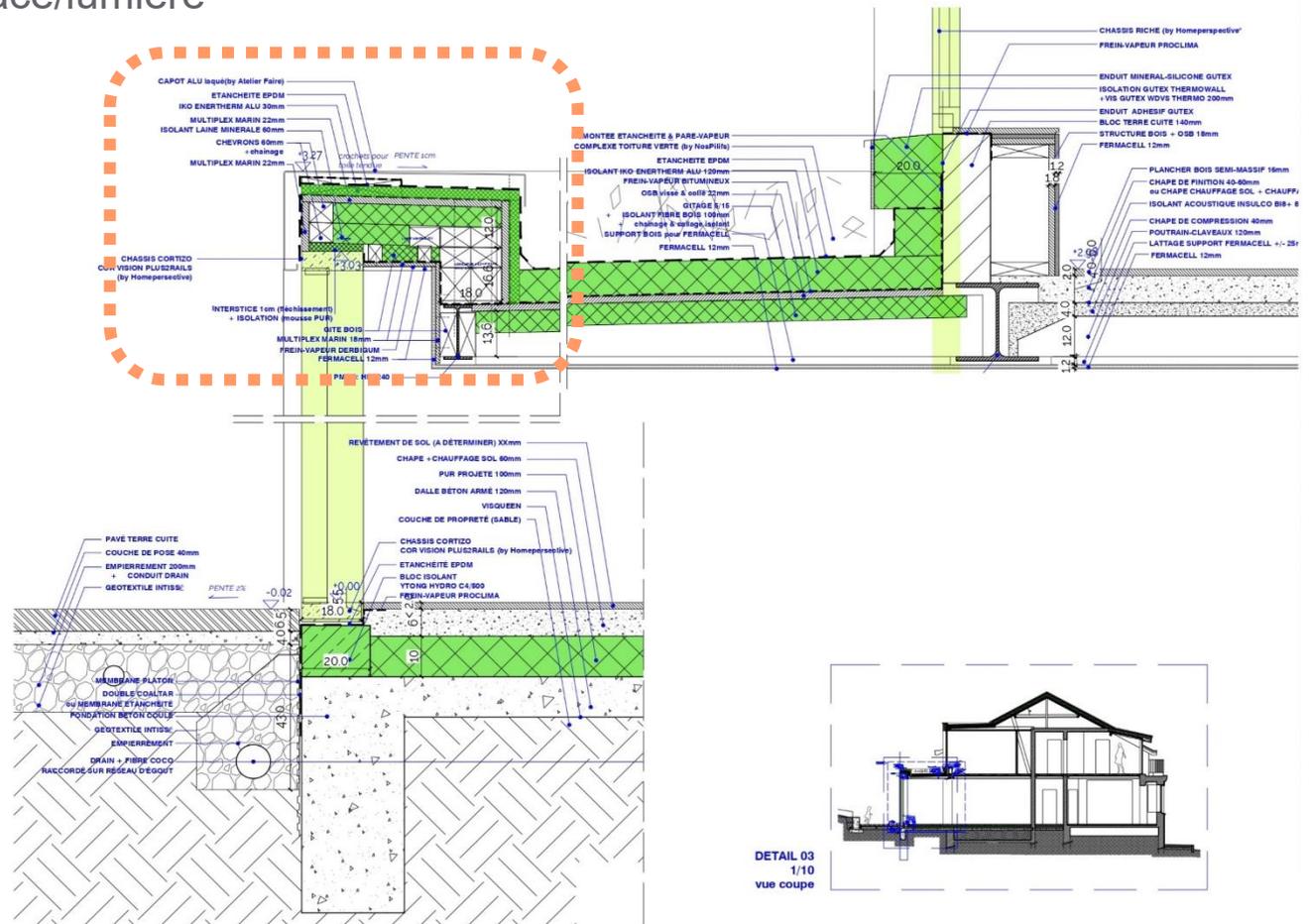
- ▶ Epaisseur disponible limitée  
(permis d'urbanisme, châssis chambre)





## Gorge à rideaux

- ▶ Détail technique
- ▶ Perception de l'espace/lumière
- ▶ Conforme PEB?

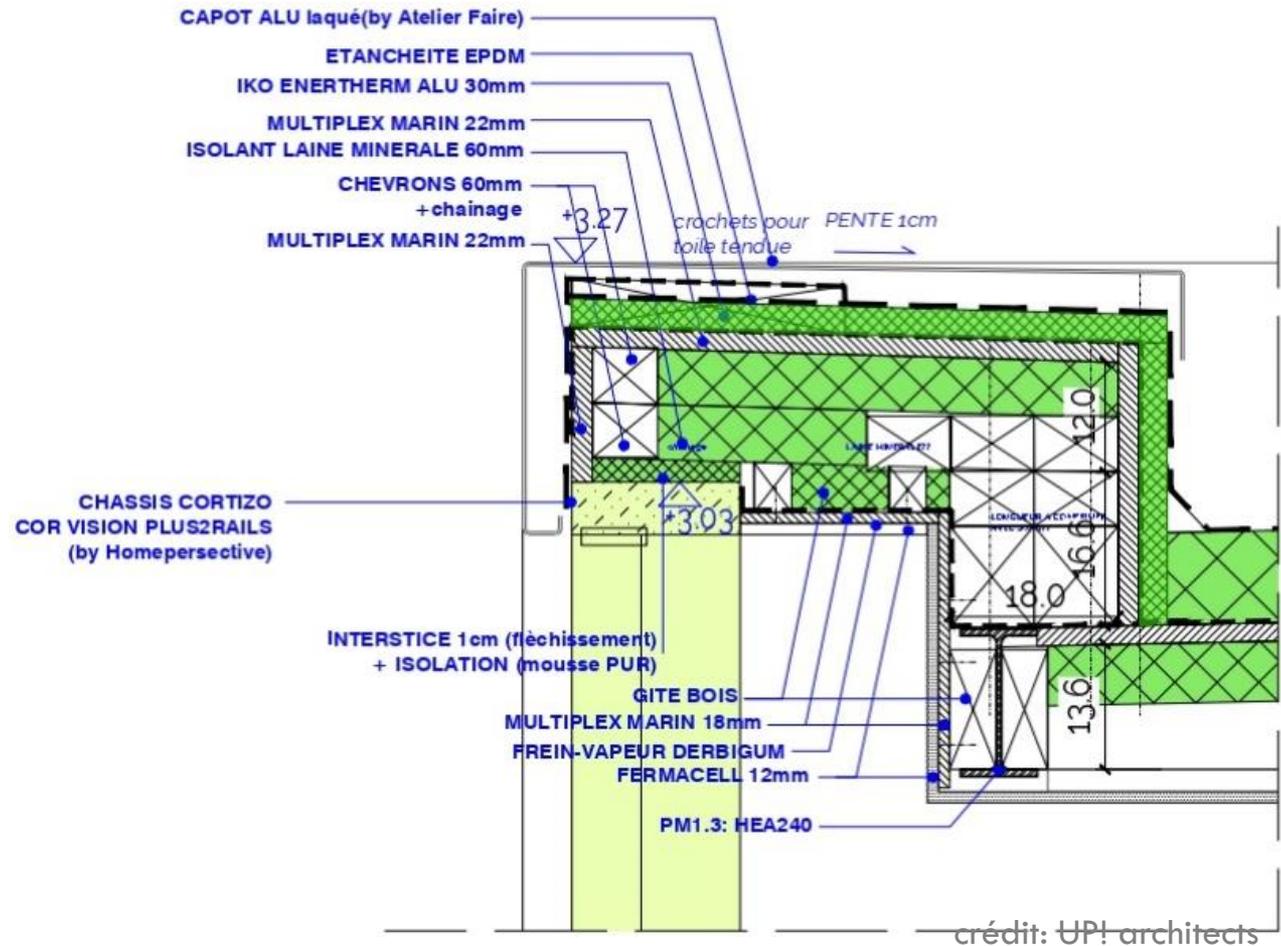


crédit: UP! architects



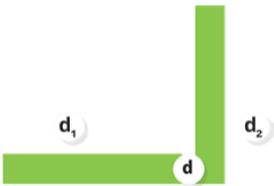
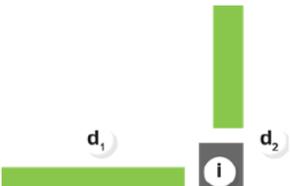
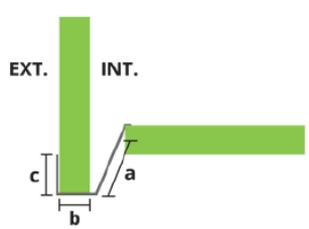
## Gorge à rideaux

- ▶ Détail technique
- ▶ Perception de l'espace/lumière
- ▶ Conforme PEB?



## Gorge à rideaux

- ▶ Détail technique
- ▶ Perception de l'espace/lumière
- ▶ Conforme PEB?

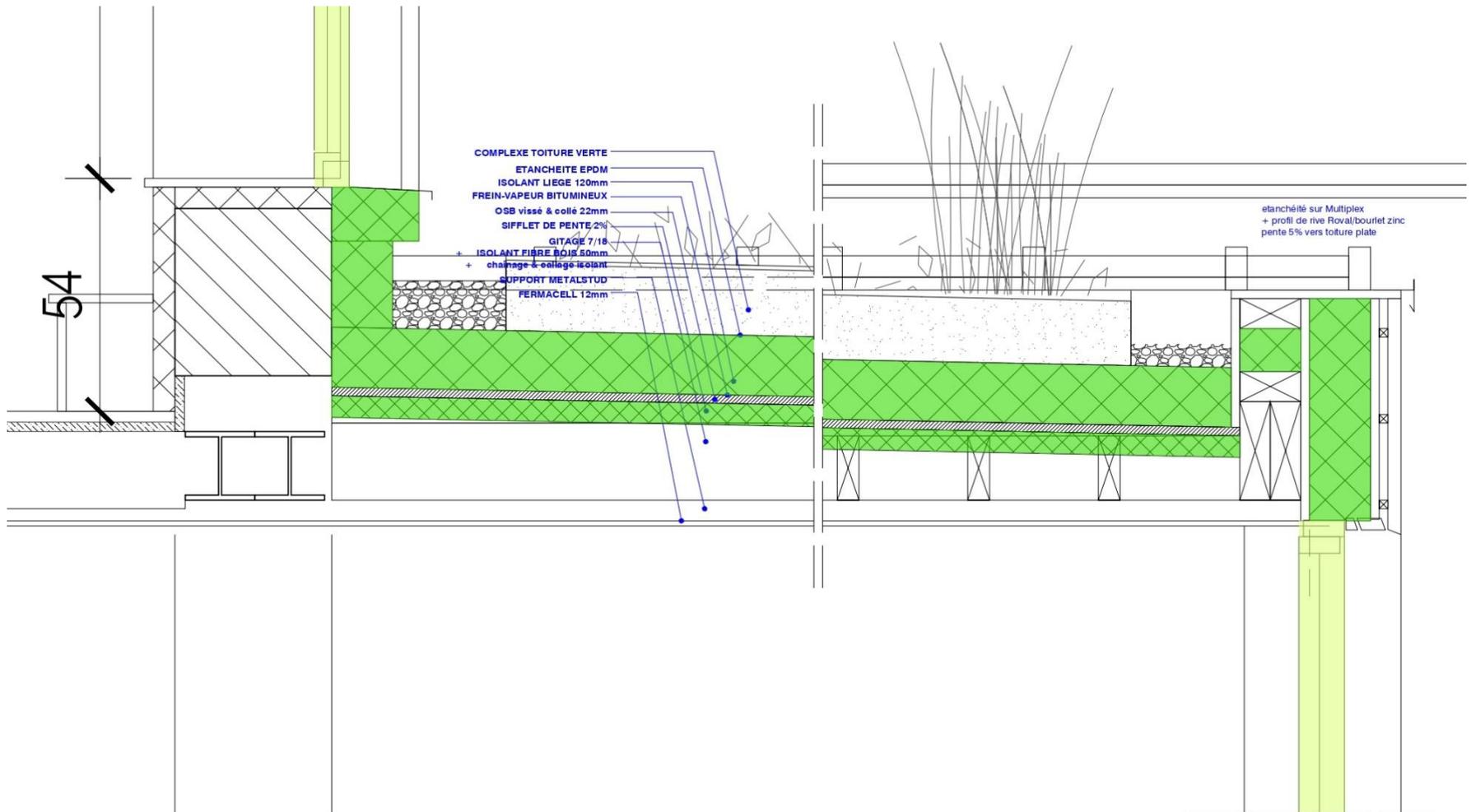
RÈGLE DE BASE 1	RÈGLE DE BASE 2	RÈGLE DE BASE 3
Épaisseur de contact minimale des couches isolantes	Interposition d'éléments isolants	Chemin de moindre résistance
 <p><math>d \geq \min(d_1, d_2) / 2</math></p>	 <p> <math>\lambda_i \leq 0,2 \text{ Wm/K}</math>  <math>R_i \geq \min(R_1/2, R_2/2, 2)</math>  <math>d_i \geq \min(d_1, d_2) / 2</math> </p>	 <p><math>a + b + c \geq 1 \text{ m}</math></p>

crédit: Bruxelles Environnement

crédit: UP! architects



## Isolation Liège



crédit: UP! architects



## Isolation Liège

- ▶ Épaisseur
- ▶ Infiltration...pare-vapeur
- ▶ Cohérence avec façade isolée en Liège



PRÉSENTATION UP! ARCHITECTS

CONTRAINTES

TOITURE INCLINÉE

TOITURE PLATE

## AUTRES THÉMATIQUES

- ▶ Réemploi
- ▶ Toiture végétalisée
- ▶ Fenetre de toiture
- ▶ Isolation par l'intérieur

EXERCICE: MISE EN PRATIQUE



## RÉEMPLOI

- ▶ Quand est-ce possible?

? RENOVATION/NEUF

? MAINTIEN

? PEB

? STABILITE

? MARCHÉ PRIVÉ/PUBLIC

? REGLEMENTATION INCENDIE

? COÛT

? DEMONTABLE

- ▶ Quel matériau?

? STRUCTURE/GITE

? REVÊTEMENT EXTERIEUR

? DECORATION/HABILLAGE

? ISOLANT

? MEMBRANE PARE-PLUIE

? FENÊTRE

? MEMBRANE PARE-PLUIE

- ▶ Mais encore...

? DISPONIBILITÉ

? IMPACT ENVIRONNEMENTAL

? RESPONSABILITÉ

? STOCKAGE

? QUANTITÉ

? OK CLIENT



Réemploi



## TOITURE VÉGÉTALISÉE



## TYPE D'ISOLANT



## PENTE

- ▶ Quand est-ce possible?



## TOITURE EXISTANTE



## TYPE D'ÉTANCHEITE



## IMPACT ÉNERGÉTIQUE



## STABILITE



## IMPACT VISUEL



## CHOIX PLANTES



## OBLIGATION URBANISTIQUE



## COÛT



## DEMONTABLE

- ▶ Quel type?

\* **INTENSIVE**: >40cm de substrat

\* **SEMI-INTENSIVE**: 10-30cm de substrat

\* **EXTENSIVE**: 5-10cm de substrat



## CITERNE EAU PLUVIALE



## CYCLE DE L'EAU


 RETENTION D'EAU  
 RESTI  
 TUTION  
 UTILISATION


## FAUNE &amp; FLORE

Projet Luther:

Conso eau : 38,5m<sup>3</sup>/hab.an

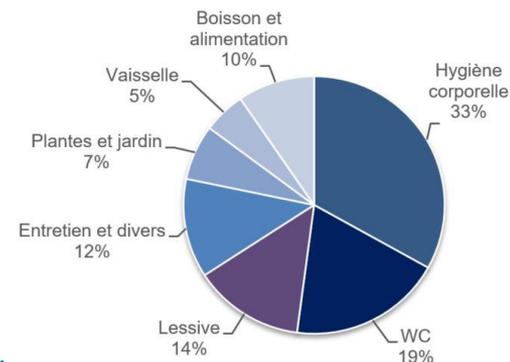
dont Conso eau froide: 20 m<sup>3</sup>/hab.an

Citerne eau de pluie:

8,4m<sup>3</sup>/hab.an



Soit **18% économisés!**



TOITURE VÉGÉTALISÉE 

? TYPE D'ISOLANT ? PENTE

► Quand est-ce possible?

? TOITURE EXISTANTE ? TYPE D'ETANCHEITE

? IMPACT ÉNERGÉTIQUE

? STABILITE

? IMPACT VISUEL

? CHOIX PLANTES

? OBLIGATION URBANISTIQUE

? COÛT

? DEMONTABLE

► Quel type?

? CITERNE EAU PLUVIALE

\* INTENSIVE: >40cm de substrat

# CYCLE DE L'EAU

\* SEMI-INTENSIVE: 10-30cm de substrat

# RETENTION D'EAU  
RESTI  
TUTION  
UTILISATION

\* EXTENSIVE: 5-10cm de substrat

# FAUNE & FLORE

► Mais encore...

? ENTRETIEN

? POINT D'EAU

? IMPACT ENVIRONNEMENTAL

? BAC

? DURABILITÉ/VIEILISSEMENT

? OK CLIENT



## TOITURE VÉGÉTALISÉE



- ▶ Toiture verte semi-intensive
- ▶ ...problème d'infiltration...
  - Visite Buildwise
  - Isolant cellule fermée



## TOITURE VÉGÉTALISÉE



- ▶ Toiture verte semi-intensive
- ▶ cycle de l'eau: filtration
  - Passage à travers le substrat
  - Information du public



## TOITURE VÉGÉTALISÉE

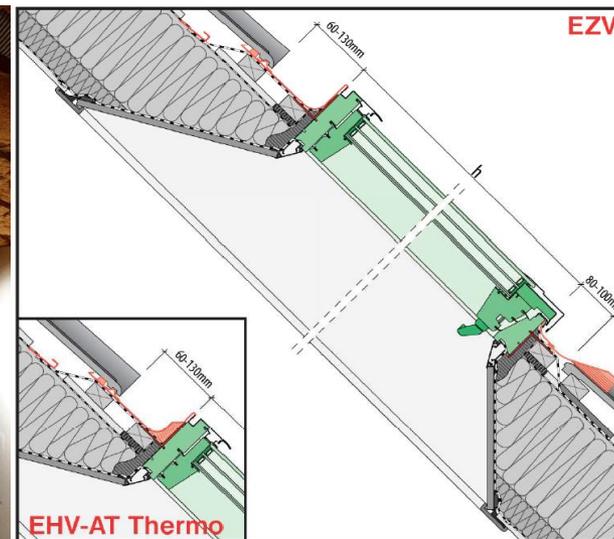
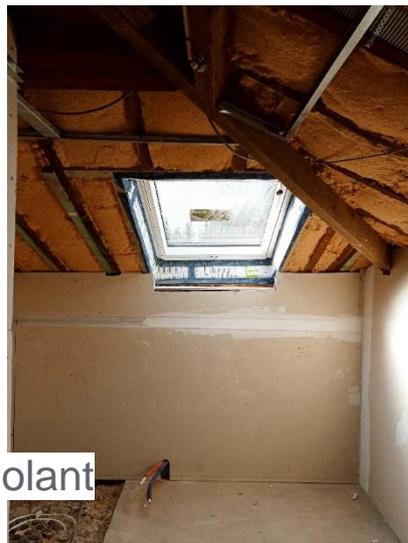


## TOITURE VÉGÉTALISÉE

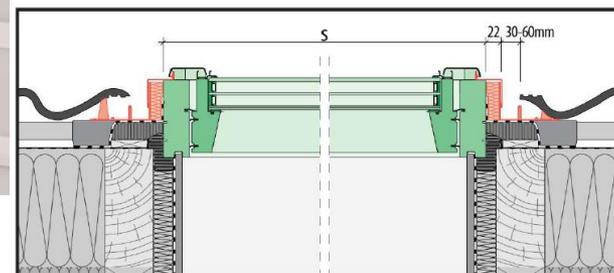
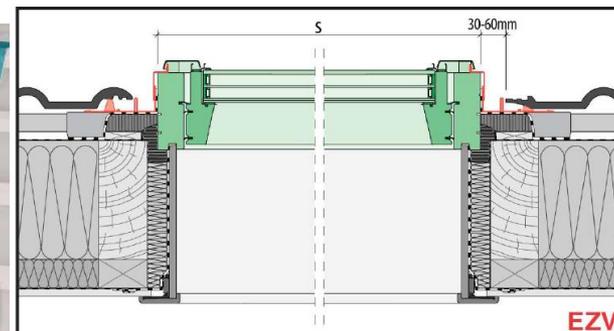
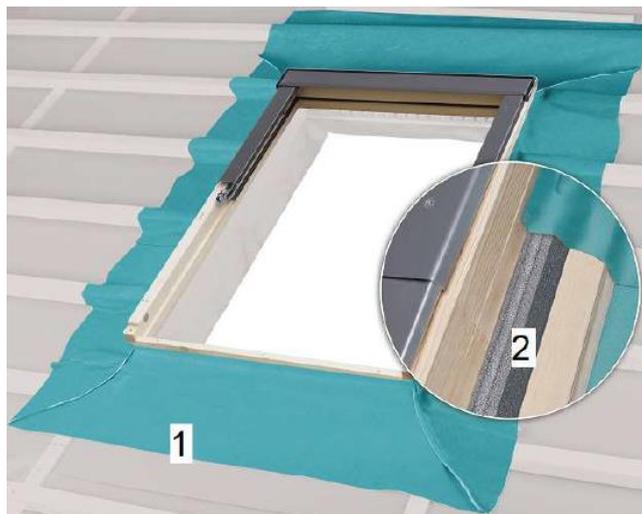


## FENETRE DE TOITURE

- ▶ Apport de lumière naturelle
- ▶ Acoustique?
- ▶ Surchauffe?
  - Store/volet extérieur
  - Nightcooling
- ▶ PEB: ventilation conforme?
- ▶ Pont thermique: meilleur cadre isolant



crédit: Fakro



## Etude impact énergétique

- › Logiciel PEB /PHPP ?
- › Conso théorique vs réelle?



**Renovation et isolation d'une maison unifamiliale**

Date : réunion du 29.11.2018  
 Architecte : UPI Architects > Kessler Julien - 17 rue Luther - 1000 Bruxelles  
 Maître d'Ouvrage :

Situation existante		Situation projetée			
1 dalle de sol	U 3,03 W/m²K	U 1,33 W/m²K	isolation 6 cm chape isolante	0,1 W/mK	attention, pas pris en compte à ce stade
2 façade rez	U 1,47 W/m²K	U 0,14 W/m²K	isolation 8 cm PIR/PUR	0,027 W/mK	
3 façade brique étage	U 1,47 W/m²K	U 0,31 W/m²K	isolation 20 cm EPS	0,032 W/mK	
4 toiture plate	U 3,47 W/m²K	U 0,15 W/m²K	isolation 14 cm PIR/PUR	0,022 W/mK	
5 toiture a versant	U 0,71 W/m²K	U 0,14 W/m²K	isolation 14 cm PIR/PUR en sarking	0,022 W/mK	
6 façade + joue lucarne	U 2,27 W/m²K	U 0,17 W/m²K	isolation 14 cm PIR/PUR en sarking	0,022 W/mK	+ 8 cm fibre bois/cellulose 0,039 W/mK
8 mur contre terre	U 3,45 W/m²K	U 0,88 W/m²K	isolation 6 cm isohemp	0,071 W/mK	attention, pas pris en compte à ce stade
10 mur vers garage	U 1,92 W/m²K	U 0,22 W/m²K	isolation 10 cm PIR/PUR	0,022 W/mK	
7 chassis	Uw moyen 2,29 W/m²K	U 1,47 W/mK	double vitrage/triple	1,0/0,6 W/mK	
9 ensemble porte d'entrée	U 3,21 W/m²K		+ châssis bois		
étanchéité à l'air	v50 12 m³/hm² n50 7,22 h⁻¹	v50 3 m³/hm² n50 1,80 h⁻¹			
VMC à récupération de chaleur	inexistant	82 %			
nouvelle chaudière					gaz condensation
photovoltaïque	inexistant	20 m²			

**Renovation et isolation d'une maison unifamiliale**

Date : réunion du 29.11.2018  
 Architecte : UPI Architects > Kessler Julien - 17 rue Luther - 1000 Bruxelles  
 Maître d'Ouvrage :

	Situation existante	valeur MAX PEB BAN	isolation parois								meilleure étanchéité à l'air					VMC (type D)			trappeau photovoltaïques	
			isolation parois	+châssis double vitrage	+châssis triple vitrage	+meilleure étanchéité à l'air														
1 dalle de sol	inchangé		inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	
2 façade rez	inchangé		isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	
3 façade brique étage	inchangé		isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	
4 toiture plate	inchangé		isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	
5 toiture a versant	inchangé		isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	
6 façade + joue lucarne	inchangé		isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	
8 mur contre terre	inchangé		isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	
10 mur vers garage	inchangé		isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	isolé	
7 chassis	inchangé		double v.	triple v.	double v.	triple v.	double v.	triple v.	triple v.											
9 ensemble porte d'entrée	inchangé		double v.	triple v.	double v.	triple v.	double v.	triple v.	triple v.											
étanchéité à l'air	inchangé		inchangé	inchangé	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	amélioré	
VMC à récupération de chaleur	inchangé		inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	type C 0%	type D 82%											
nouvelle chaudière	inchangé		inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	remplacée							
photovoltaïque	inchangé		inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	inchangé	placé	placé	
BNC (kWh/m²)	133,5	15,0	43,6	32,8	29,8	21,3	18,5	21,3	19,91	19,91	19,91	19,91	19,91	19,91	19,91	19,91	19,91	17,2		
gain			67%	75%	78%	84%	84%	84%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	87%		
CEP (kWh/m²)	268,8	60,8	141,4	126,2	121,7	111,1	106,9	111,1	83,4	67,32	53,78	50,3								
gain			47%	53%	55%	59%	59%	59%	69%	75%	80%	81%								
Surchauffe (%)	0,93	5	4,32	4,81	4,9	4,81	4,9	4,81	4,25	4,25	4,25	4,3								
classe énergétique	E+		C+	C+	C+	C+	C+	C+	B	B+	B+	B+								

les résultats indiqués sont indicatifs; ils peuvent varier dans le projet final, lorsque le projet aura été développé et l'encodage aura été affiné.



## Etude impact énergétique

- › Coût: quels postes inclure?
- › Primes Renolution

### toiture à versant

surface 145 m<sup>2</sup>

### coût travaux

coût isolant int+ext	20.159 € htva	139 € htva/m <sup>2</sup>
coût étanchéité/tuile	12.460 € htva	86 € htva/m <sup>2</sup>
coût fenêtre de toit	5.871 € htva	1.468 € htva/p
coût démolition, accessoires, autres	4.614 € htva	32 € htva/m <sup>2</sup>

coût total **43.104 € htva** **298 € htva/m<sup>2</sup>**



### Prime E : Toiture

Code	Description	Type de bâtiment	Unité	Montant de la prime par catégories de revenus		
				Revenu ≤ 100000€	Revenu > 100000€	Revenu > 200000€
E1	Structure de la toiture	Résidentiel	% éligible	30	40	50
E2	Couverture et étanchéité	Résidentiel	€/m <sup>2</sup>	60	70	80
E3	Isolation thermique de la toiture	Tous	€/m <sup>2</sup>	35	45	55
E4	Accessoires de toiture	Résidentiel	% éligible	30	40	50
E5	Toiture végétalisée ou stockante en eau	Résidentiel	€/m <sup>2</sup>	20	30	40



## Etude impact énergétique

- › Impact PEB
  - › Isolation / étanchéité à l'air / surchauffe
  - › Economie sur la facture de gaz
- ...facture 2019 vs facture 2022 !

	Projet final	exigence PEB "Bâtiment Neuf"	velux, toits inclinés et plats non isolés	+étanchéité à l'air 6>12	Maison initiale (non isolée) +mauvaise étanchéité à l'air
BNC (kWh/m <sup>2</sup> )	40,7	18,2	128,5	139,8	361,4
gain	89%		64%	61%	base
CEP (kWh/m <sup>2</sup> )	72,0	64,5	157,4	170,7	429,4
gain	83%		63%	60%	base
Surchauffe (%)	6,95	5	2,29	2,29	0,82
classe énergétique	B		D+	D	G

	BNC kWh/m <sup>2</sup> an	conso EP chauffage		prix gaz 12/2019 €/kWh	prix gaz 11/2022 €/kWh	économie annuelle		coût travaux		TRI années
		MJ/an	kWh/an			kWh/an	€/an	€ htva		
SANS isolation toiture	128,5	155.557	43.210	0,078 €		-29.528	- 2.303 €	55.442 €	24,1	
Maison 100% rénové	40,7	49.257	13.683							
Primes						6130€	- 24.532 €	30.910€	13,4	21,4
SANS isolation toiture	128,5	155.557	43.210	0,203 €		-29.528	- 6.003 €	55.442 €	9,2	
Maison 100% rénové	40,7	49.257	13.683							
Primes						6130€	- 24.532 €	30.910€	5,1	8,2

**Primes totales estimées +/- 200.000€ > plafonnées 50.000€!**



PRÉSENTATION UP! ARCHITECTS

CONTRAINTES

TOITURE INCLINÉE

TOITURE PLATE

AUTRES THÉMATIQUES

**EXERCICE: MISE EN PRATIQUE**



## Projet 220.RBN: rénovation d'une maison de maître, Schaerbeek

- › Bâtiment sur liste de sauvegarde
- › Aménagement des combles
- › Rénovation énergétique

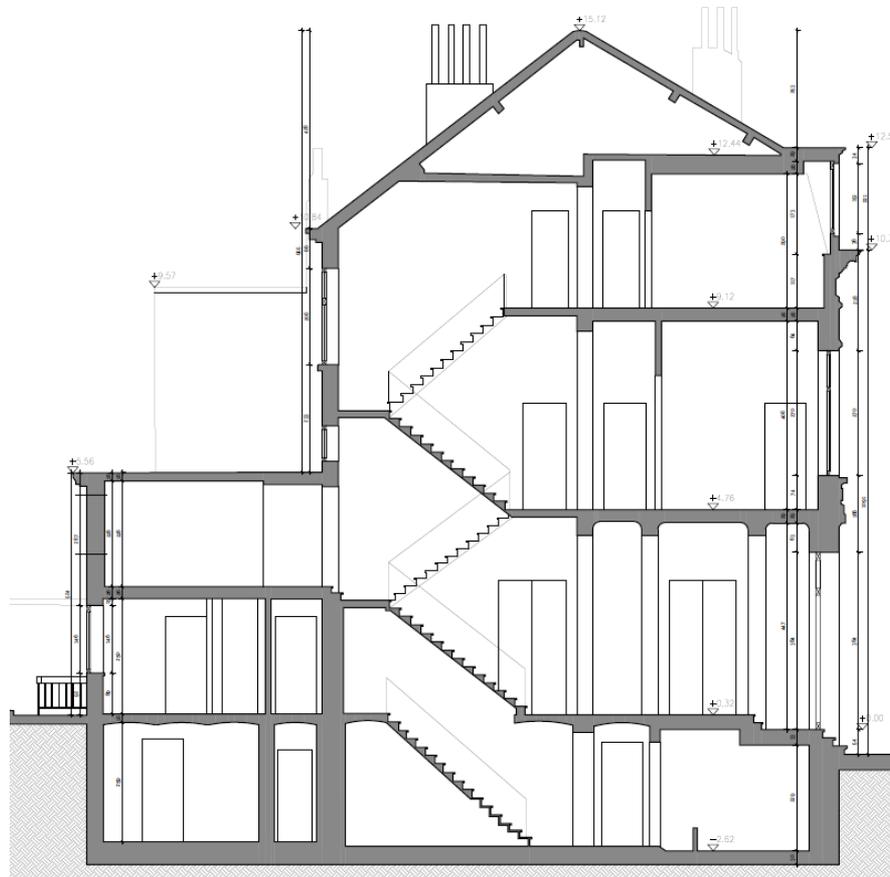


## Projet 220.RBN: rénovation d'une maison de maître, Schaerbeek

- › Bâtiment sur liste de sauvegarde
- › Aménagement des combles
- › Rénovation énergétique



## Projet 220.RBN: rénovation d'une maison de maître, Schaerbeek

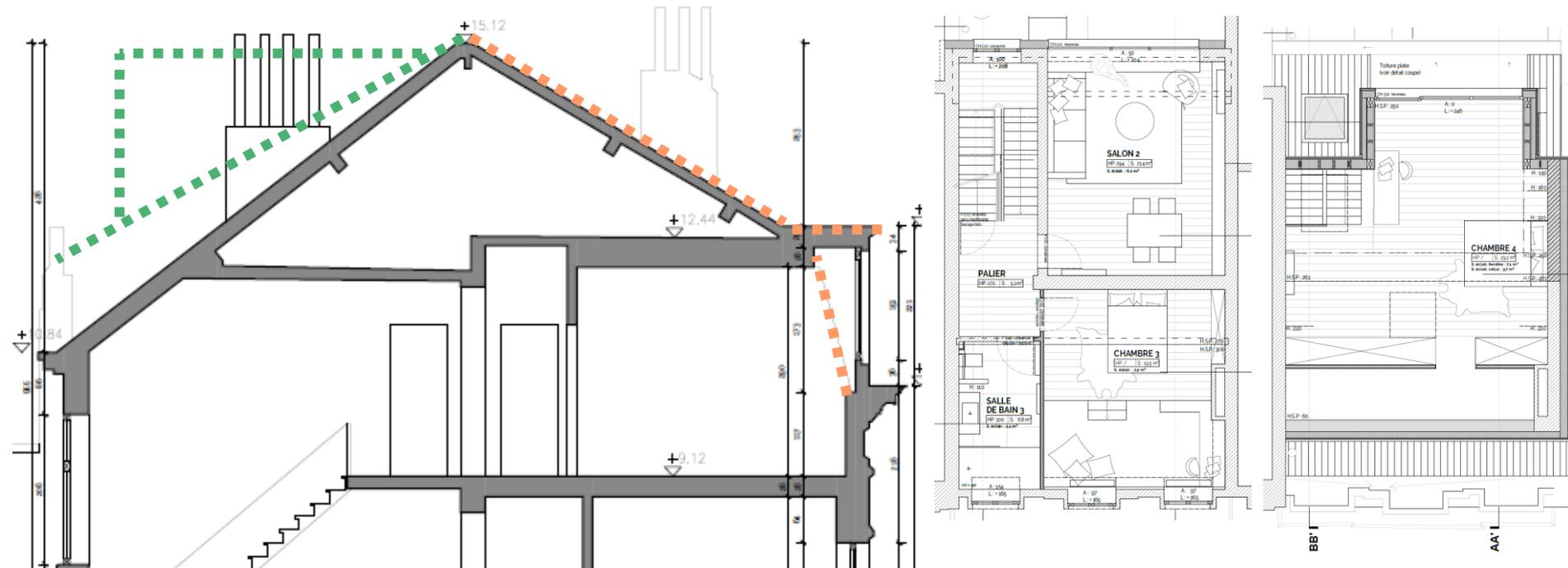


crédit: UP! architects



## Projet 220.RBN: rénovation d'une maison de maître, Schaerbeek

- › maintien versant avant
- › rehausse versant arrière
- › lucarne



crédit: UP! architects







- ▶ Différents matériaux, différentes mise en œuvre
- ▶ Isolation: quel performance atteindre?
- ▶ Quelles sont les autres qualités attendues: esthétique, canicule, environnemental, acoustique, etc
- ▶ Détails techniques et mise en œuvre





## Guide bâtiment durable

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

- ▶ <https://www.guidebatimentdurable.brussels/energie/enveloppe-energetique>



## Sites internet

- ▶ Brochure "Améliorer énergétiquement votre projet de rénovation"  
PMP: <https://www.maisonpassive.be/?Brochure-Ameliorer-energetiquement-votre-projet-de-renovation>
- ▶ Catalogue de ponts thermiques PMP: <http://www.ponts-thermiques.be>
- ▶ Buildwise
  - guide de details constructifs: <https://www.Buildwise.be/details-constructifs/#>
  - magazine 1/2016 :  
<http://www.Buildwise.be/homepage/index.cfm?cat=publications&sub=bbri-contact&pag=Contact49>



**Julien KESSLER**

Architecte gérant

UP! Architects srl

 + 32 2 319 69 78 [julien@up-architects.be](mailto:julien@up-architects.be)**UP! architects****MERCI POUR VOTRE ATTENTION**

Crédit photos: UP! Architects &amp; Julien Kessler

