

FORMATION BATIMENT DURABLE

ENVELOPPE :
RÉNOVATION DE LA TOITURE

AUTOMNE 2023

Se protéger de la chaleur
Gestion des apports solaires en toiture

Muriel BRANDT

éCORCE
INGÉNIERIE & CONSULTANCE



INTRODUCTION

EN THÉORIE

APPROCHE COMMUNE AUX DIFFÉRENTES FAMILLES



3 POURQUOI ABORDER CE SUJET ?

Pourquoi se protéger de la chaleur ?



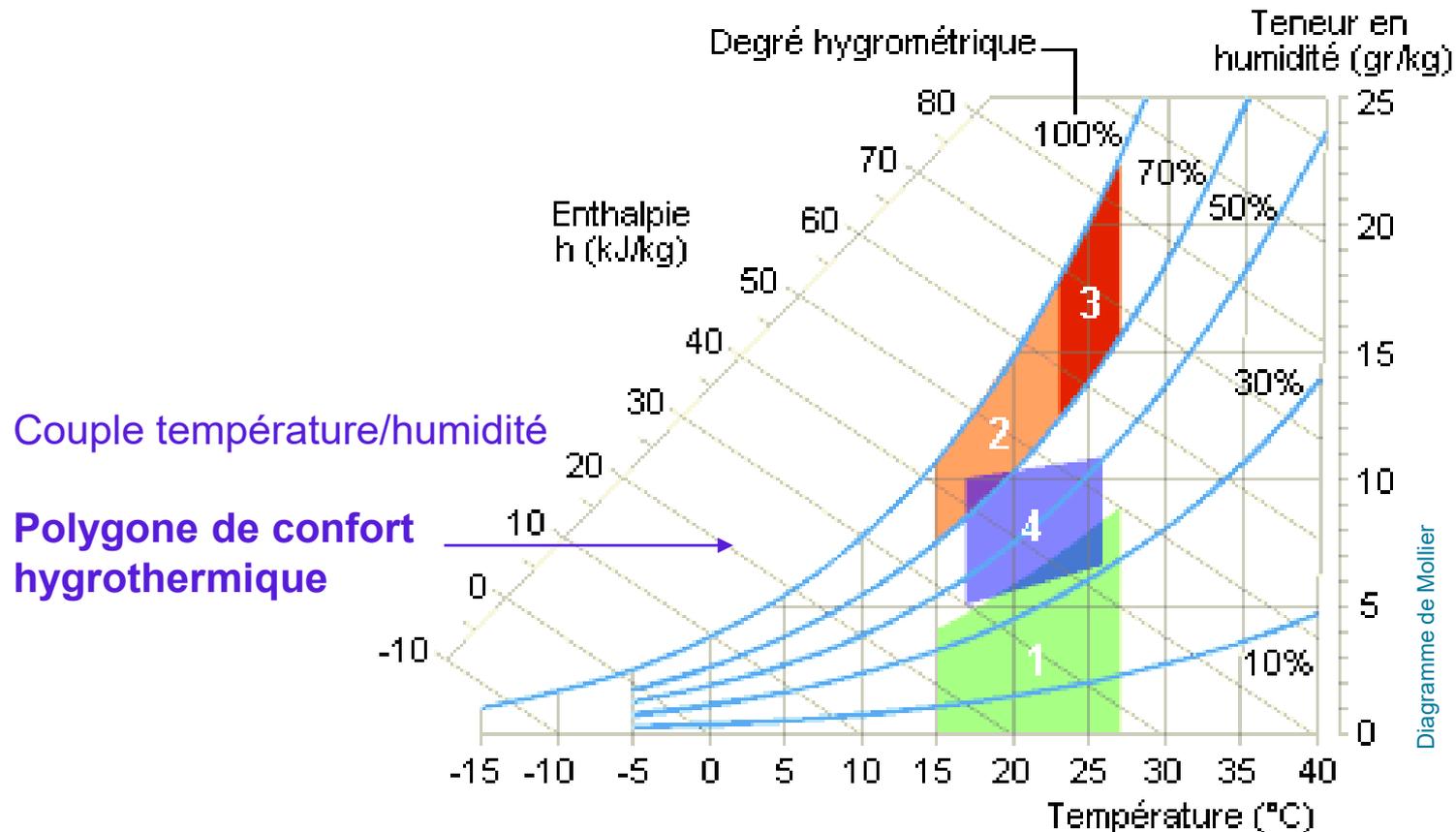
wooclap

CODE : F58



POURQUOI SE PROTÉGER DE LA CHALEUR ?

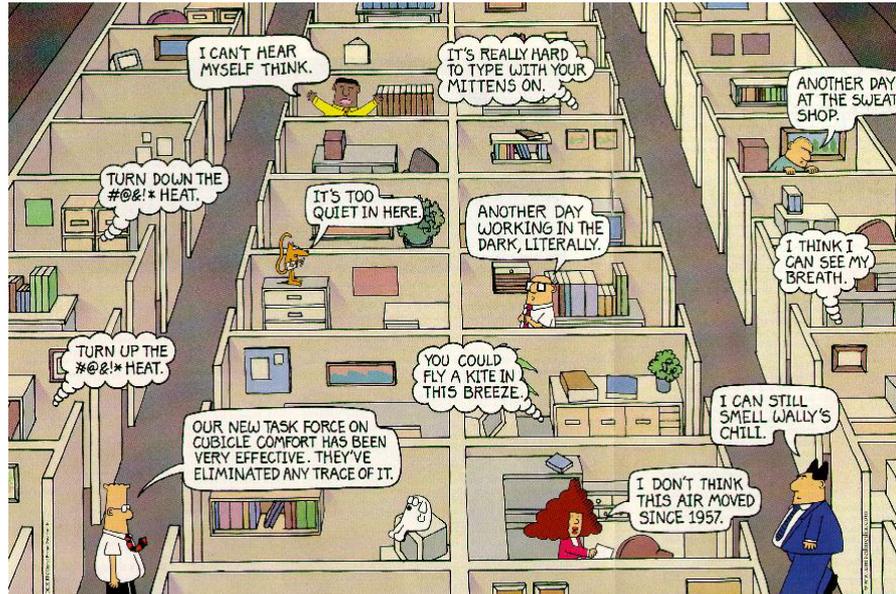
L'accumulation de chaleur peut provoquer un inconfort thermique





L'inconfort thermique est cependant propre à chaque individu, il dépend

- ▶ de la sensibilité
- ▶ de l'habillement
- ▶ du métabolisme...



Source/Bron : CBE, 2017

⇒ Cela induit une certaine subjectivité



Comment peut-on objectiver cet enjeu ?

- ▶ En introduisant la notion de « surchauffe »



⇒ **Focus sur la surchauffe estivale**

- ▶ On parle de probabilité du risque de surchauffe
 - en pourcentage de temps
 - par rapport à une température à fixer
- ▶ Par exemple, dans le cadre de la certification passive, selon les critères de la Plateforme Maison Passive

La température ne peut être supérieure à 25°C pendant plus de 5% du temps



INTRODUCTION

EN THÉORIE

APPROCHE COMMUNE AUX DIFFÉRENTES FAMILLES



8 POURQUOI ABORDER CE SUJET ?

La rénovation d'une toiture peut-elle avoir un impact sur la surchauffe ?

Si oui, comment ?



wooclap

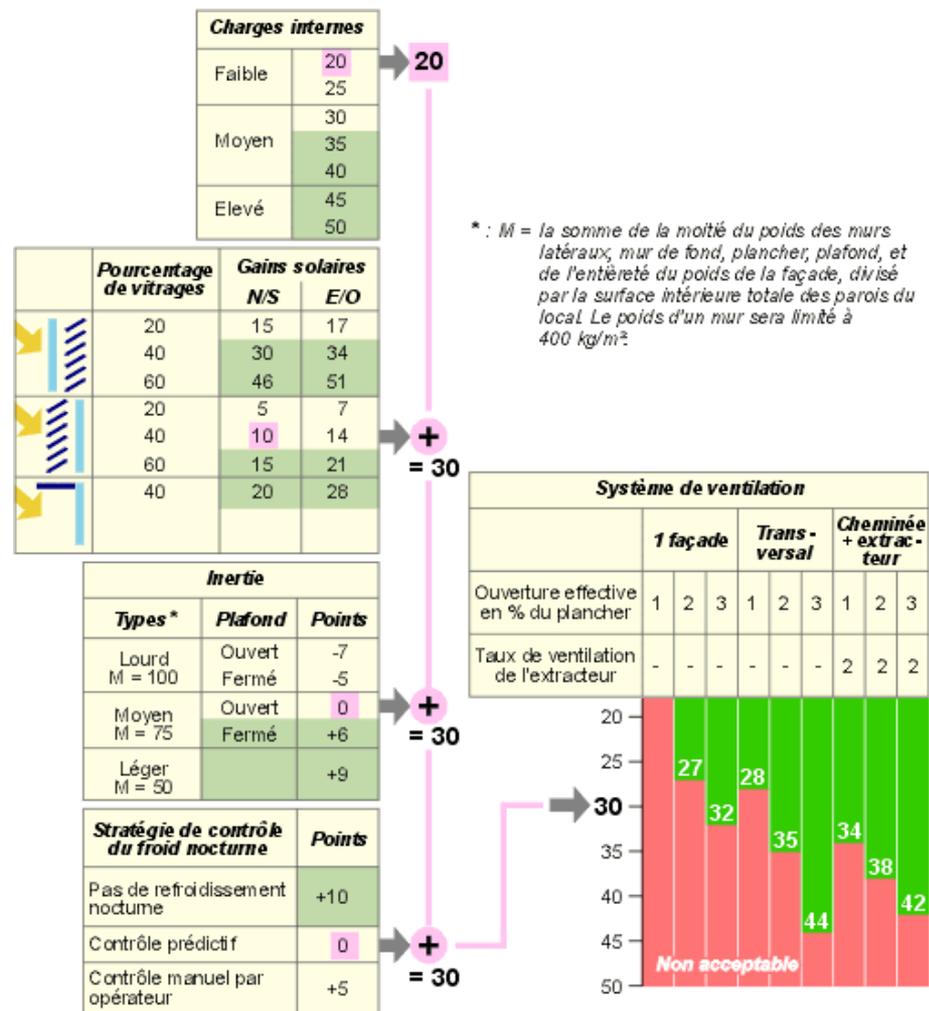


QUELS SONT LES PARAMÈTRES D'INFLUENCE ?

Les températures atteintes dans les locaux dépendent

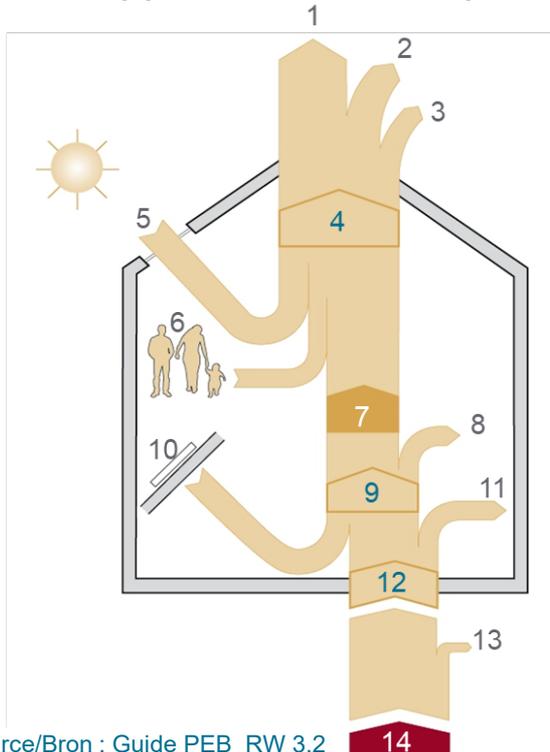
- ▶ Des charges internes
(dépendent de l'affectation)
- ▶ Des gains solaires
- ▶ De l'inertie
- ▶ De la stratégie de contrôle

⇒ La question de la surchauffe nécessite une réflexion globale à l'échelle du bâtiment et de ses composants. Une intervention en toiture peut contribuer à la solution !



En limitant les apports de chaleur

- Les apports de chaleur participent positivement au bilan énergétique...



Source/Bron : Guide PEB RW 3.2

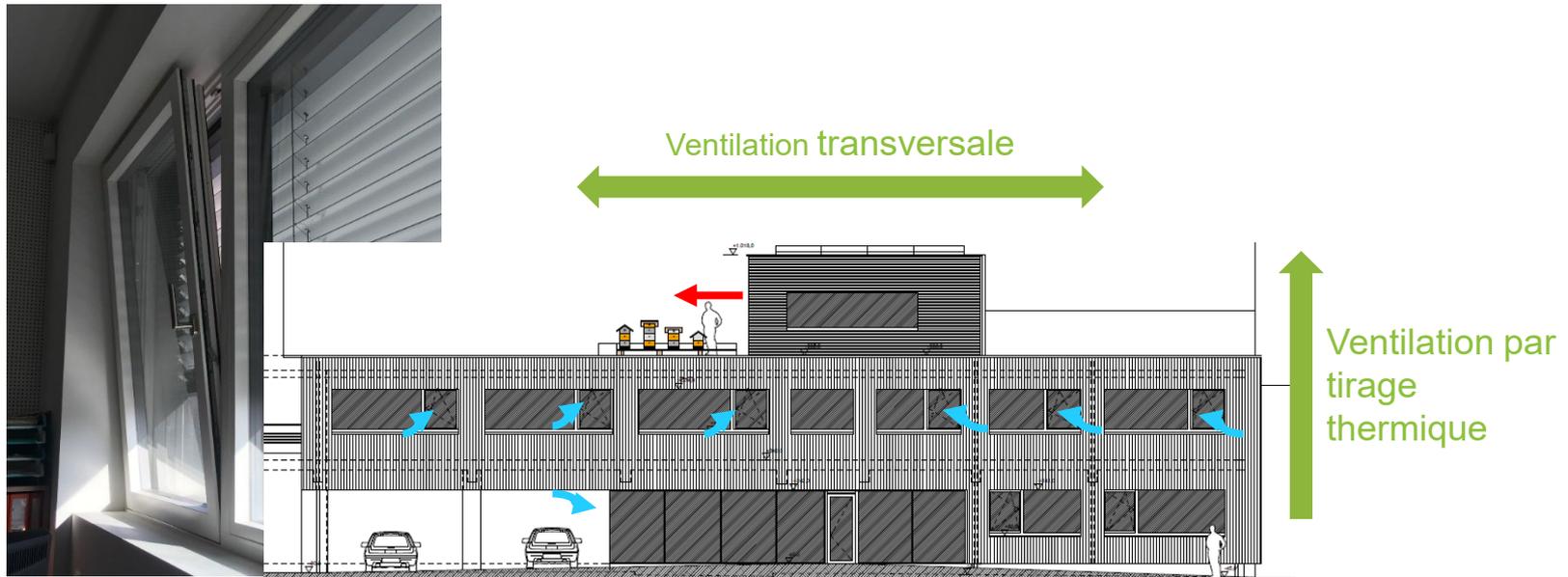
	1. Déperditions par transmission
+	2. Déperditions par ventilation volontaire
+	3. Déperditions par in/exfiltration
=	4. Déperditions totales de l'enveloppe
-	5. Apports solaires
-	6. Apports internes
=	7. Besoins nets en énergie pour le chauffage
+	8. Pertes du système
=	9. Besoins bruts en énergie pour le chauffage
-	10. Solaire thermique éventuel
+	11. Pertes de production
=	12. Consommation finale pour le chauffage
+	13. Pertes de transformation
=	14. Consommation d'énergie primaire pour le chauffage

← Apports gratuits



En rafraichissant les locaux (= ventilation intensive)

- ▶ Le remplacement de l'air intérieur par de l'air extérieur, à un taux de renouvellement élevé (> 4 1/h) permet
 - de remplacer l'**air chaud** par de l'**air plus frais**
 - de décharger la **masse thermique** du bâtiment



Source / Bron : écorce



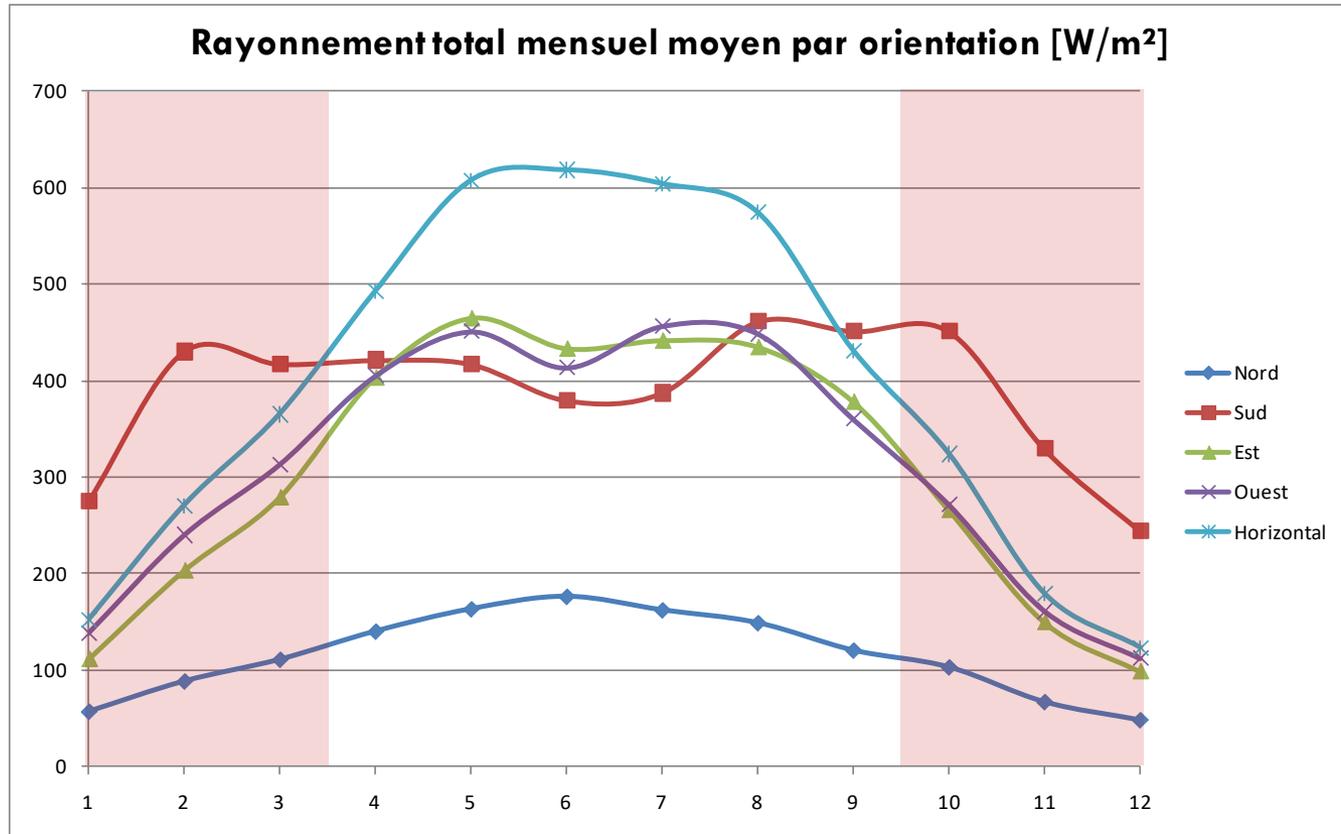
INTRODUCTION

EN THÉORIE

APPROCHE COMMUNE AUX DIFFÉRENTES FAMILLES



Le rayonnement solaire sur une paroi horizontale peut être très élevé



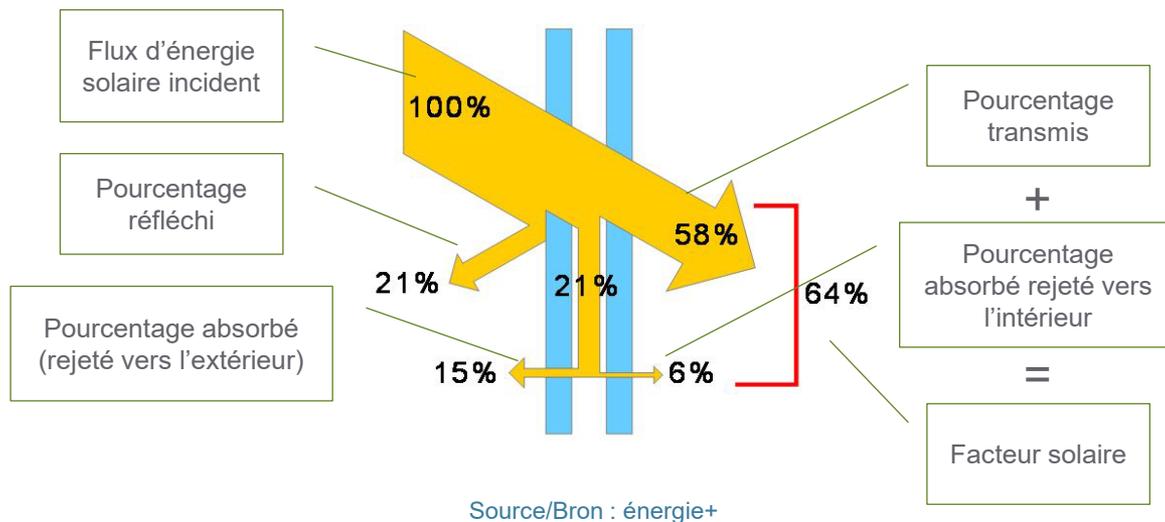
Source/Bron : Meeonorm



Les apports solaires se transforment en charges thermiques au passage des parois vitrées et opaques

- Les charges par parois vitrées sont les plus importantes

Facteur solaire (g, FS, SC) : fraction de l'énergie solaire incidente qui passe au travers du vitrage



- Les charges par parois opaques ne sont pas négligeables si la toiture n'est pas isolée



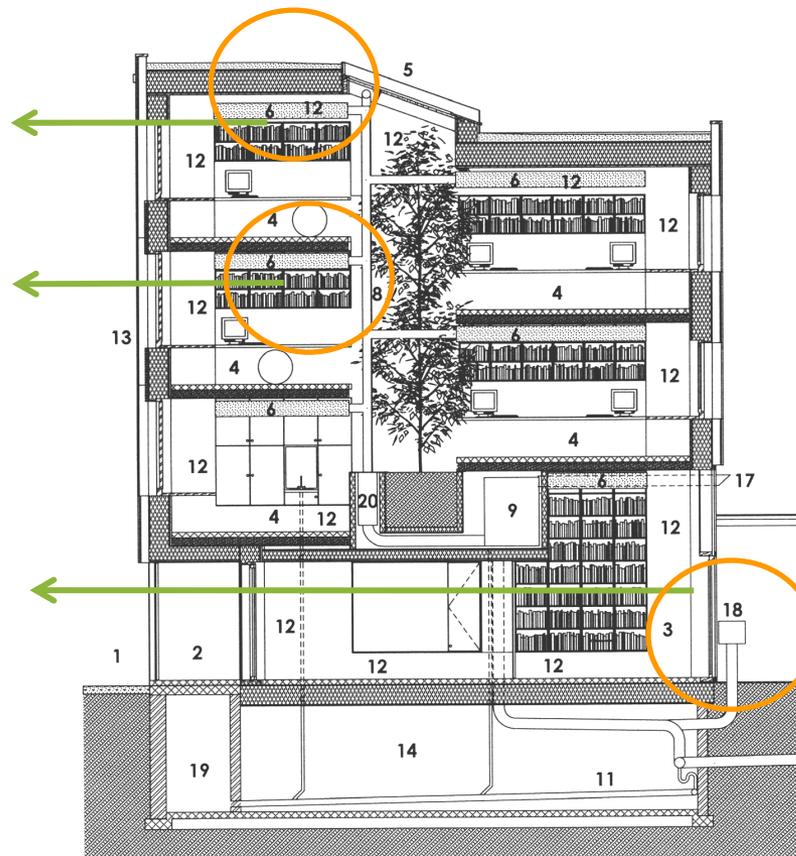
L'air chaud monte, parce qu'il est plus léger que l'air froid

- Les espaces des niveaux supérieurs sont souvent plus exposés aux surchauffes que les autres

5^{ème} plateau :
17,40% du temps
au-delà de 25°C

3^{ème} plateau :
19,51% du temps
au-delà de 25°C

Rez-de-chaussée :
0,95% du temps
Au-delà de 25°C



Extérieur :
2,15 % du temps
au-delà de 25°C

Source/Bron : FHW, architectes



Comment favoriser les apports tout en évitant la surchauffe ?

Comment évacuer la chaleur excédentaire ?



► **Objectifs sous-tendus**

⇒ **Garantir le confort thermique**

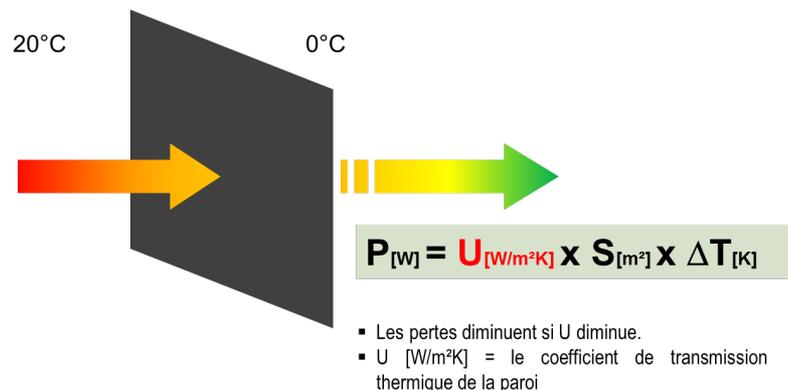
⇒ **Eviter le recours à un système actif de production d'énergie**





L'isolation de la toiture protège les espaces abrités des surchauffes

- ▶ Le transfert de chaleur peut se faire dans les deux sens
 - (de l'intérieur vers l'extérieur en hiver)
 - de l'extérieur vers l'intérieur en été



⇒ **Plus la toiture est isolée (U faible), moins important est le transfert**





La végétalisation d'une toiture peut-elle y contribuer ?

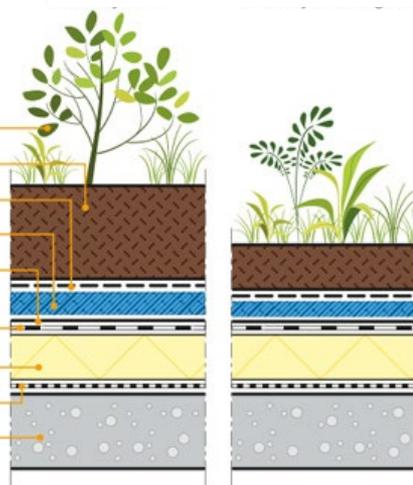
- ▶ De manière très limitée
 - La terre emmagasine l'énergie solaire incidente
 - La terre a un pouvoir isolant beaucoup plus faible qu'un isolant



⇒ **La végétalisation d'une toiture ne peut pas se substituer à son isolation !**

Légende :

- 1 Végétation
 - 2 Substrat
 - 3 Couche filtrante
 - 4 Drainage
 - 5 Couche de protection mécanique et/ou membrane anti-racine
- Étanchéité
- Isolation thermique
- Pare-vapeur
- Support



Source/Bron : MatGeco





L'inertie thermique en toiture peut contribuer à limiter les surchauffes

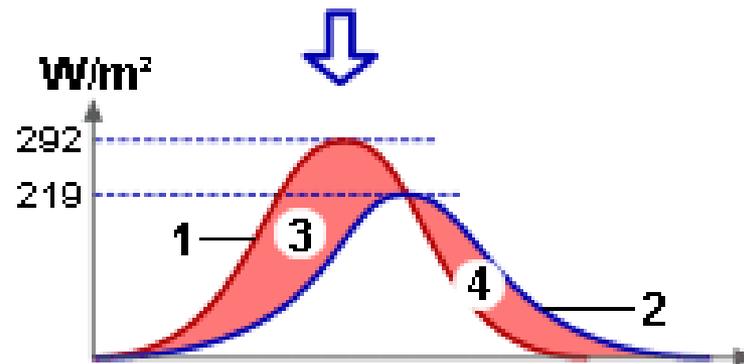


- ▶ La toiture n'est en général pas exposée aux rayons solaires incidents
 - ⇒ **Le rôle de la toiture n'est pas prépondérant, mais cela peut contribuer à l'inertie générale et à l'efficacité de la ventilation nocturne, principalement pour les espaces sous toiture**



Qu'est ce que l'inertie thermique ?

- ▶ Capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit
- ▶ Elle permet
 - d'écarter les pics de température
 - un déphasage dans la restitution de la chaleur ou du froid stocké dans les parois
- ▶ Elle dépend
 - de la capacité thermique spécifique des matériaux mis en œuvre [J/(kg.K)]
 - de la masse des matériaux [kg]
 - de l'accessibilité à cette masse



Source/Bron : énergie+

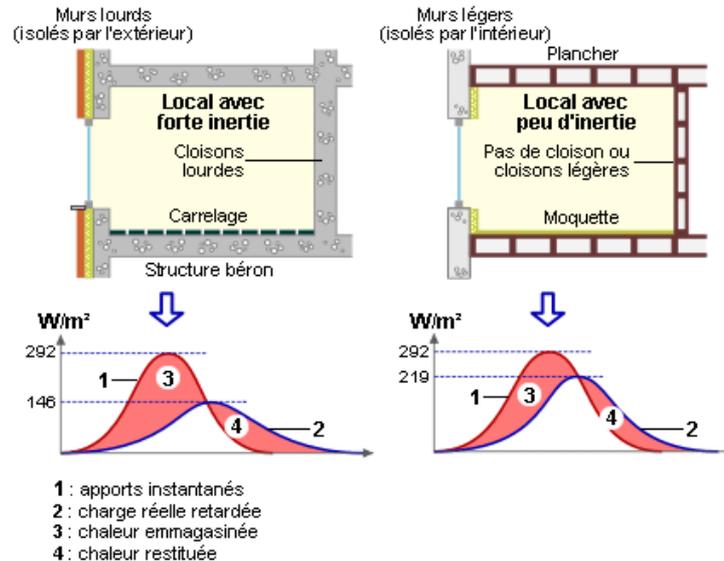


Comment apporter de l'inertie ?

- ▶ Opter pour une structure lourde (béton coulé, hourdis...)



et maintenir l'accessibilité à la masse



Source/Bron : énergie+

⇒ La toiture chaude en béton est la meilleure option de ce point de vue !



Comment apporter de l'inertie ? Si la structure est légère...

- ▶ Choisir un isolant disposant d'une bonne capacité thermique (constante du matériau qui exprime sa capacité à stocker la chaleur et à la restituer peu à peu)
- ▶ Prioritairement pour la couche en contact avec l'air ambiant

Caractéristiques de matériaux d'isolation couramment utilisés dans les toitures à versants et comparaison avec deux autres matériaux courants.

Matériaux	Conductivité thermique [W/mK]	Densité [kg/m ³]	Chaleur spécifique massique [kJ/kgK]	Chaleur spécifique volumique [kJ/m ³ K]
PIR	0,023	30	1,4	42
Cellulose	0,038	50	2	100
Laine de bois (*)	0,038	160	2,1	336
Laine minérale	0,035	25	1,03	25
Béton armé	–	2500	0,79	1997
Carreaux de plâtre	–	950	1,08	1026

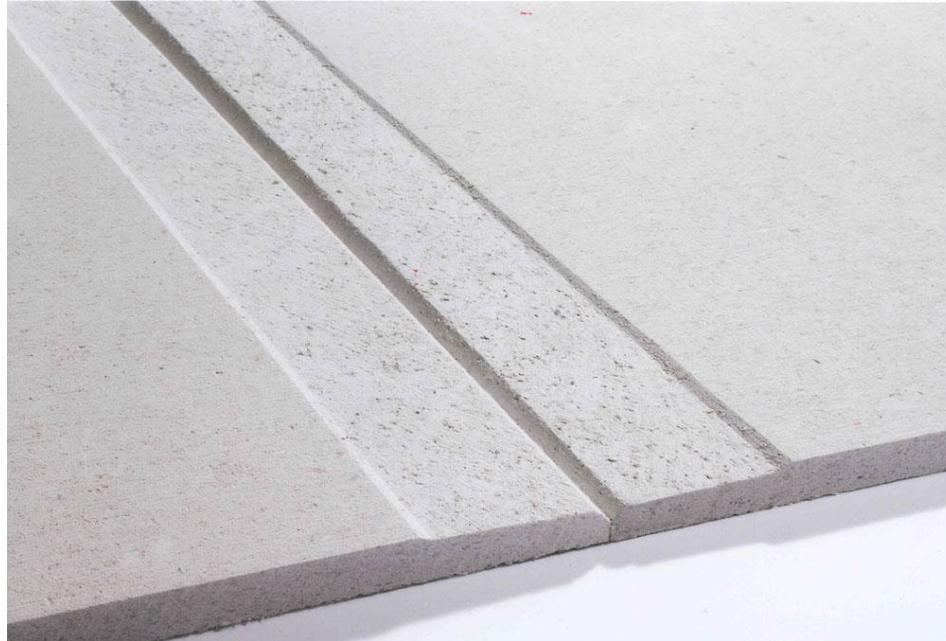
(*) Afin de maximiser l'influence sur l'inertie thermique, l'un des matériaux les plus lourds du marché a été utilisé lors des simulations.

Source/Bron : CSTC Contact 2021/2



Comment apporter de l'inertie ? Si la structure est légère...

- ▶ Privilégier les finitions lourdes (double-plaque, fibro-plâtre...)



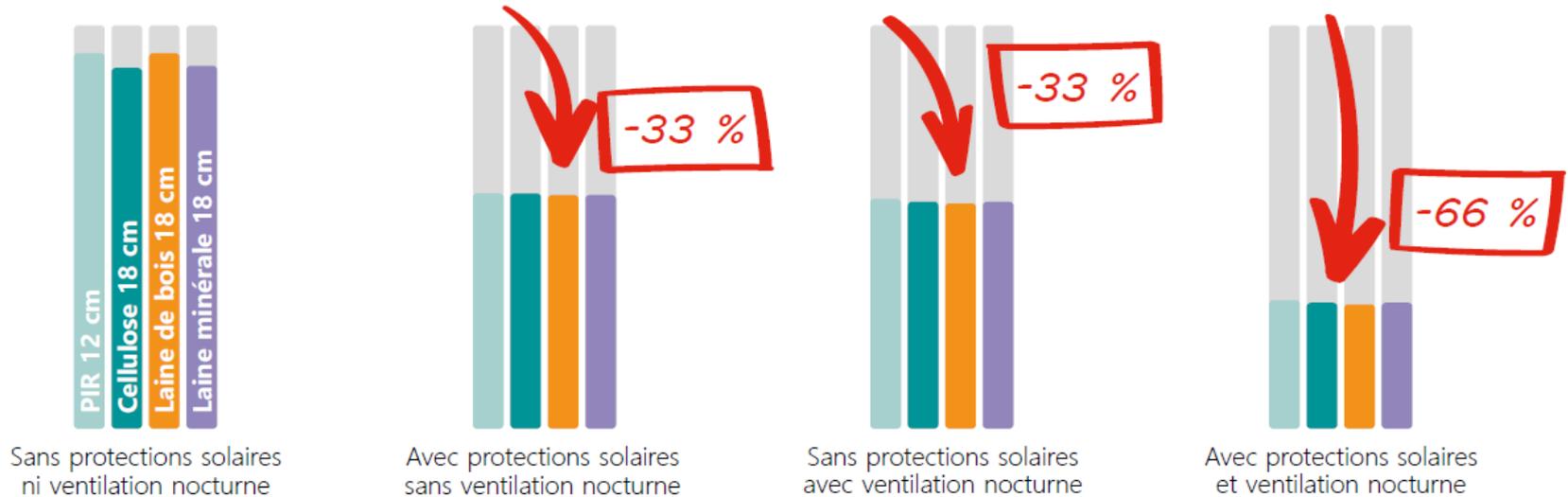
Source/Bron : Ecobati





La nature de l'isolant a un impact mineur sur la surchauffe estivale

Extrait des résultats d'une étude du Buildwise sur l'impact de la nature de l'isolant des toitures à versants



2 | Comparaison de l'impact de l'installation de protections solaires ou de la ventilation nocturne sur les indicateurs de surchauffe au-delà de 25 °C.

Source/Bron : CSTC Contact 2021/2





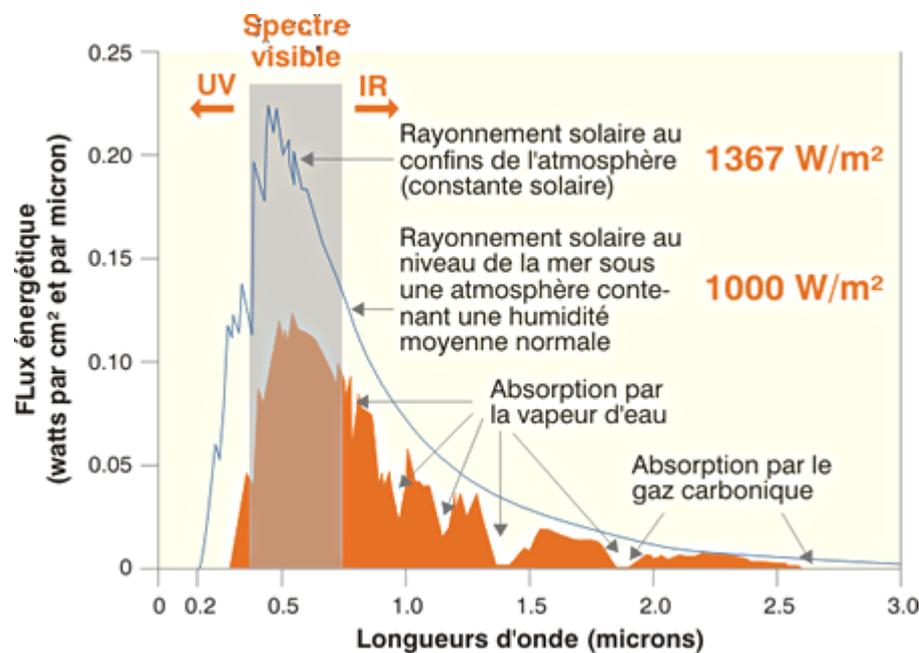
Une ouverture en toiture apporte de la lumière et des apports solaires. Les apports solaires doivent être contrôlés pour éviter les surchauffes en période estivale



Comment contrôler les apports ?



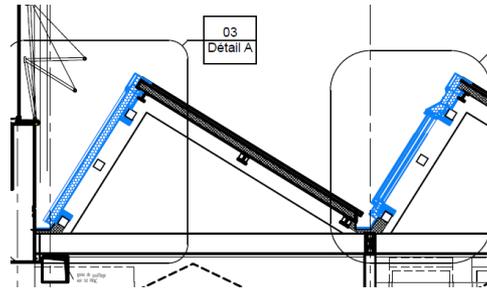
- ▶ Opter pour un vitrage sélectif (Ug, facteur solaire g)



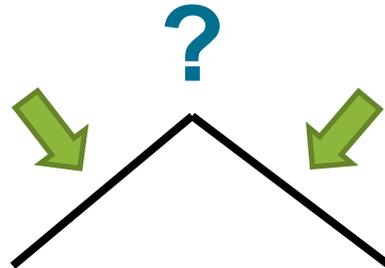
Comment contrôler les apports ?



- Favoriser une certaine orientation (selon l'affectation des locaux/du bâtiment)



Source/Bron : &sens



Comment contrôler les apports ?



- ▶ Prévoir des protections solaires mobiles extérieures



Source/Bron : www.leroymerlin.fr



Comment contrôler les apports ?



- ▶ Eviter les ouvertures qui ne peuvent pas être protégées



Source/Bron : habitat-bulles.com





La création (ou le maintien) d'une ouverture en toiture peut participer à la mise en place d'une ventilation intensive par tirage thermique



A quoi faut-il être attentif ?

- ▶ Y a-t-il un transfert possible depuis les autres pièces du bâtiment ?
- ▶ La fenêtre est-elle accessible ?

⇒ **Motorisation**

- ▶ Comment est/sera gérée l'ouverture/la fermeture ?

⇒ **Régulation**





- ▶ La surchauffe dans un bâtiment peut être limitée, voire évitée en
 - Limitant les apports de chaleur
 - Rafraichissant les locaux (par la mise en place d'une ventilation intensive)
- ▶ Pratiquement, en ce qui concerne la toiture, cela se traduit par
 - L'isolation des parois délimitant le volume chauffé
 - Le contrôle des apports solaires des ouvertures en toiture
 - Une réflexion pour la mise en place de dispositifs permettant une ventilation intensive par tirage thermique





Guide bâtiment durable

www.guidebatimentdurable.brussels

- ▶ Dossier | Assurer une grande inertie thermique
- ▶ Dossier | Limiter les charges thermiques
- ▶ Dossier | Appliquer une stratégie de refroidissement passif



Sites internet

- ▶ [Bruxelles Environnement | Séminaires Bâtiment durable](#)
Surchauffes : comment assurer le confort estival ?



Ouvrages

- ▶ Jean-Pierre Oliva & Samuel Courgey, L'isolation thermique écologique – Conception, matériaux, mise en œuvre, neuf et réhabilitation, terre vivante (2010)



Muriel BRANDT

Administratrice-déléguée

écorce sa

 + 32 4 226 91 60

 info@ecorce.be



MERCI POUR VOTRE ATTENTION

