



# WEBINAIRE ÉNERGIE

## Conception des bâtiments et aménagement d'espace

*Se protéger et s'adapter à la hausse des températures*

Le 23/02/22



Union des Villes  
et Communes  
de Wallonie asbl



Wallonie

# Notre invitée

**Muriel BRANDT,**  
Ir Architecte  
Administratrice-déléguée  
et fondatrice  
écorce



# Menu de la séance

01

Quels sont les risques d'inconfort dans les bâtiments tertiaires en été et à l'entre-saison ?

02

Les choix de conception, les dispositifs architecturaux et techniques de lutte passive contre la surchauffe

03

Présentation d'exemples de projets/bâtiments intégrant des dispositions favorables au confort d'été



01

02

03

# Quels sont les risques d'inconfort dans les bâtiments tertiaires en été et à l'entre-saison ?



La surchauffe est un phénomène complexe qui relève de plusieurs paramètres (objectifs et subjectifs)

- > Définir la **notion de surchauffe** et la confronter à la notion de confort thermique
- > Décrire les **principes physiques** en lien

## La notion de surchauffe

On parle de probabilité du risque de surchauffe

- en pourcentage de **temps**
- par rapport à une **température** à fixer

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

\*Définition de la surchauffe dans le cadre de la certification passive, selon les critères de la Plateforme Maison Passive



## La notion de surchauffe

### Quel temps ?

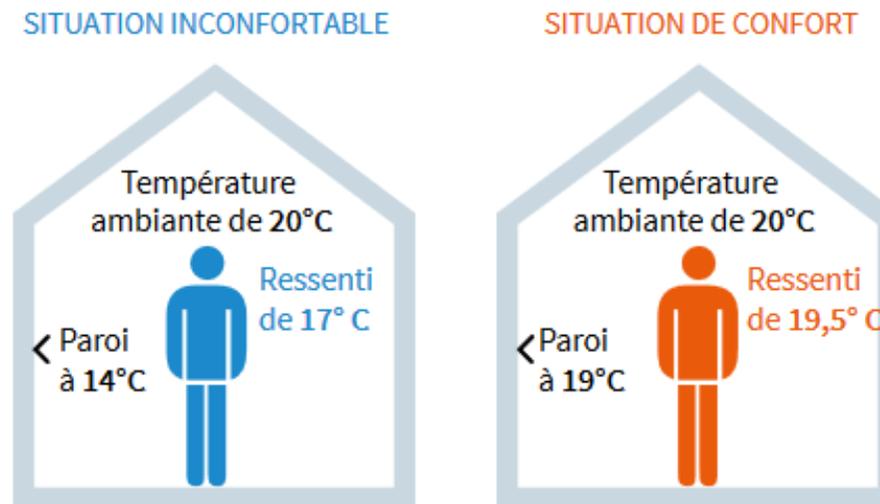
> Le temps d'occupation

# La notion de surchauffe

## Quelle température ?

> La température opérative

$$T_{\text{confort}} = (T_{\text{air}} + T_{\text{parois}}) / 2$$

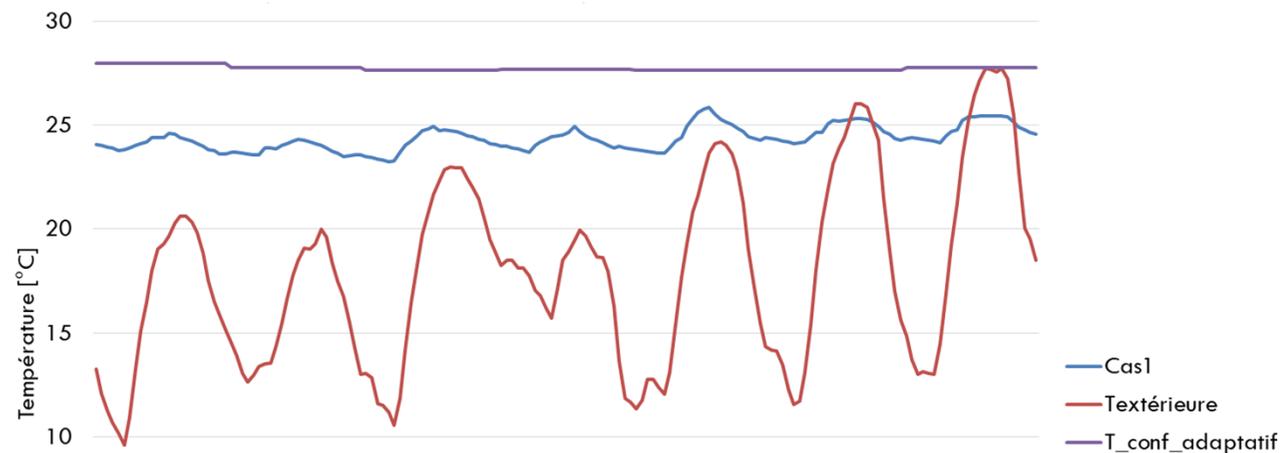


Source: <http://renov-energetique.sud-aisne.fr/>

# La notion de surchauffe

## Comment s'évalue-t-elle ?

- > Prédire/Mesurer les températures atteintes
  - conception > simulation dynamique
  - exploitation > monitoring



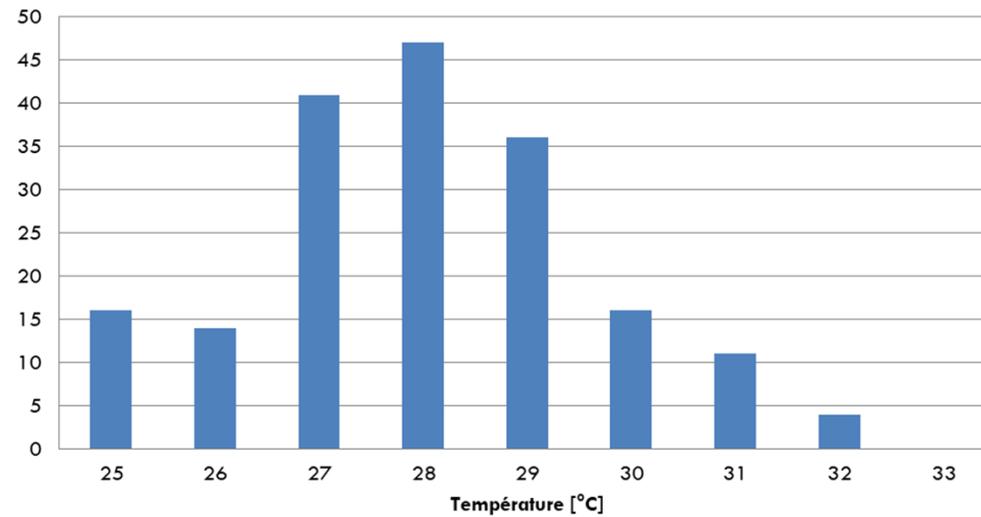
Source: écorce

# La notion de surchauffe

## Comment s'évalue-t-elle ?

- > Comptabiliser les heures
- > Faire des statistiques

Nombre d'heures de surchauffe (sur l'année) dans le cas 1



Source: écorce

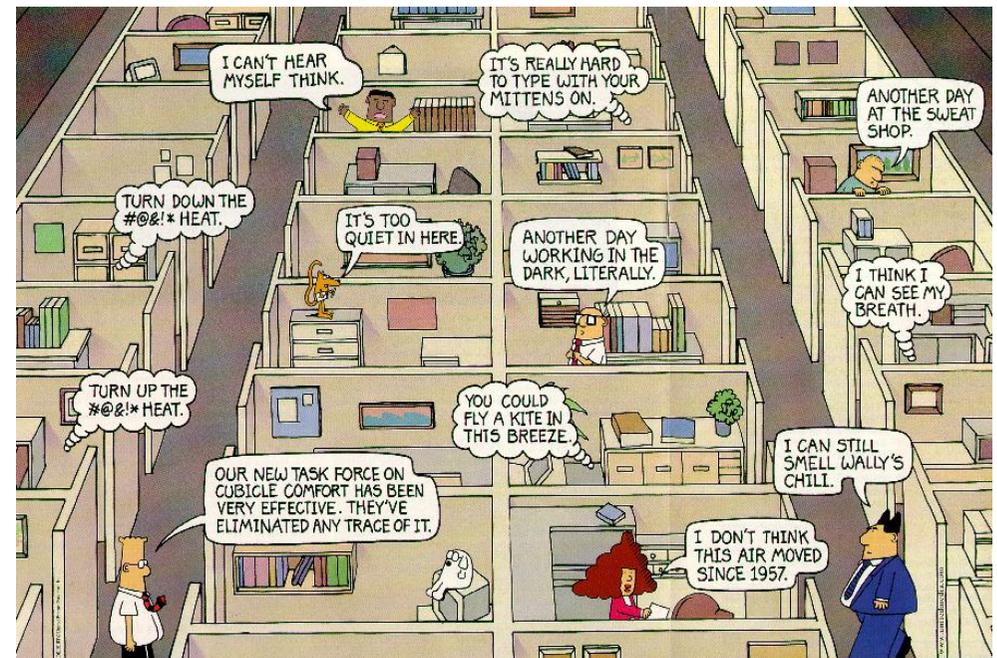
# La notion de surchauffe

## Qu'en est-il du confort ?

> Il est propre à chaque individu, il dépend

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

... Cela induit une certaine subjectivité



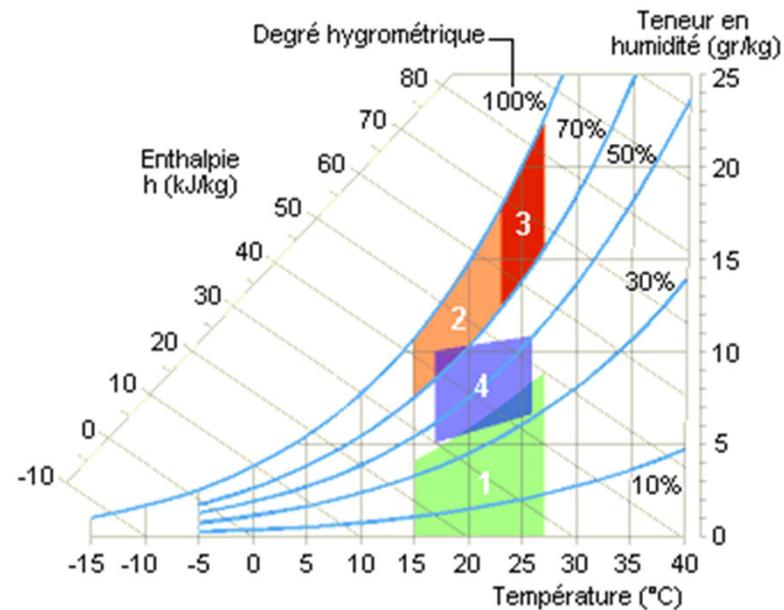
Source: CBE, 2017

## La notion de surchauffe

### Qu'en est-il du confort ?

> Il dépend d'un couple température / humidité

... On parle du **polygone de confort hygrothermique** (4)



## La notion de surchauffe

### Qu'en est-il du confort ?

> Il dépend aussi

- de l'activité
- des mouvements d'air



# La notion de surchauffe

## Comment évalue-t-on le confort ?

### Conception

> Le modèle de Fanger quantifie le confort thermique en estimant le pourcentage de personnes insatisfaites (PPD pour Predicted Percentage of Dissatisfied)



Il est impossible d'avoir 100% d'occupants satisfaits > la valeur minimale du coefficient PPD est de 5%

### Exploitation

> En questionnant les occupants

La surchauffe est un phénomène complexe qui relève de plusieurs paramètres (objectifs et subjectifs)

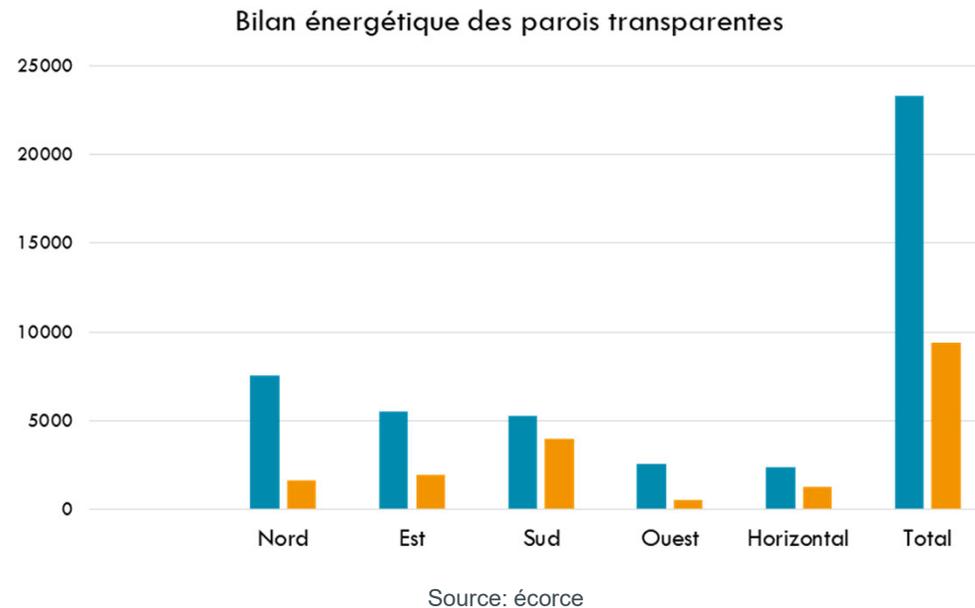
- > Définir la **notion de surchauffe** et la confronter à la notion de confort thermique
- > Décrire les **principes physiques** en lien

# Les principes physiques

## Quelles sont les sources de chaleur ?

> Les **apports solaires** vont dépendre de la présence de baies vitrées

- taille
- orientation

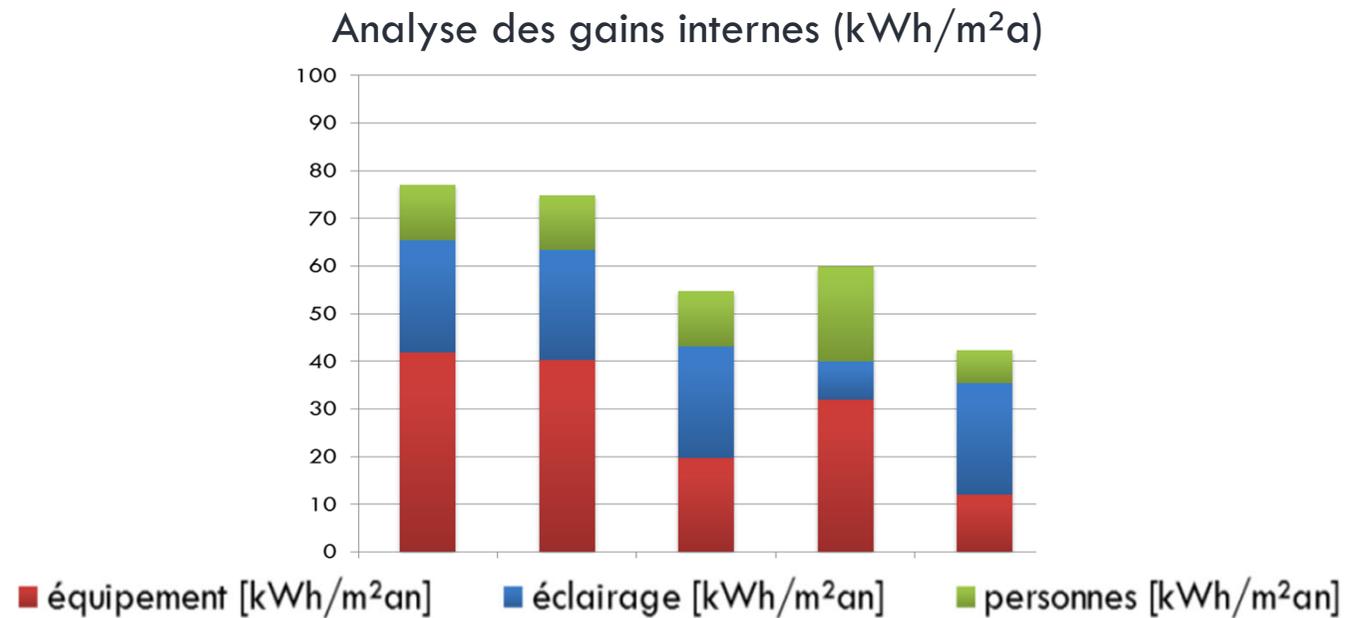


# Les principes physiques

## Quelles sont les sources de chaleur ?

> Les **apports internes** vont dépendre

- des équipements
- des personnes
- de l'éclairage

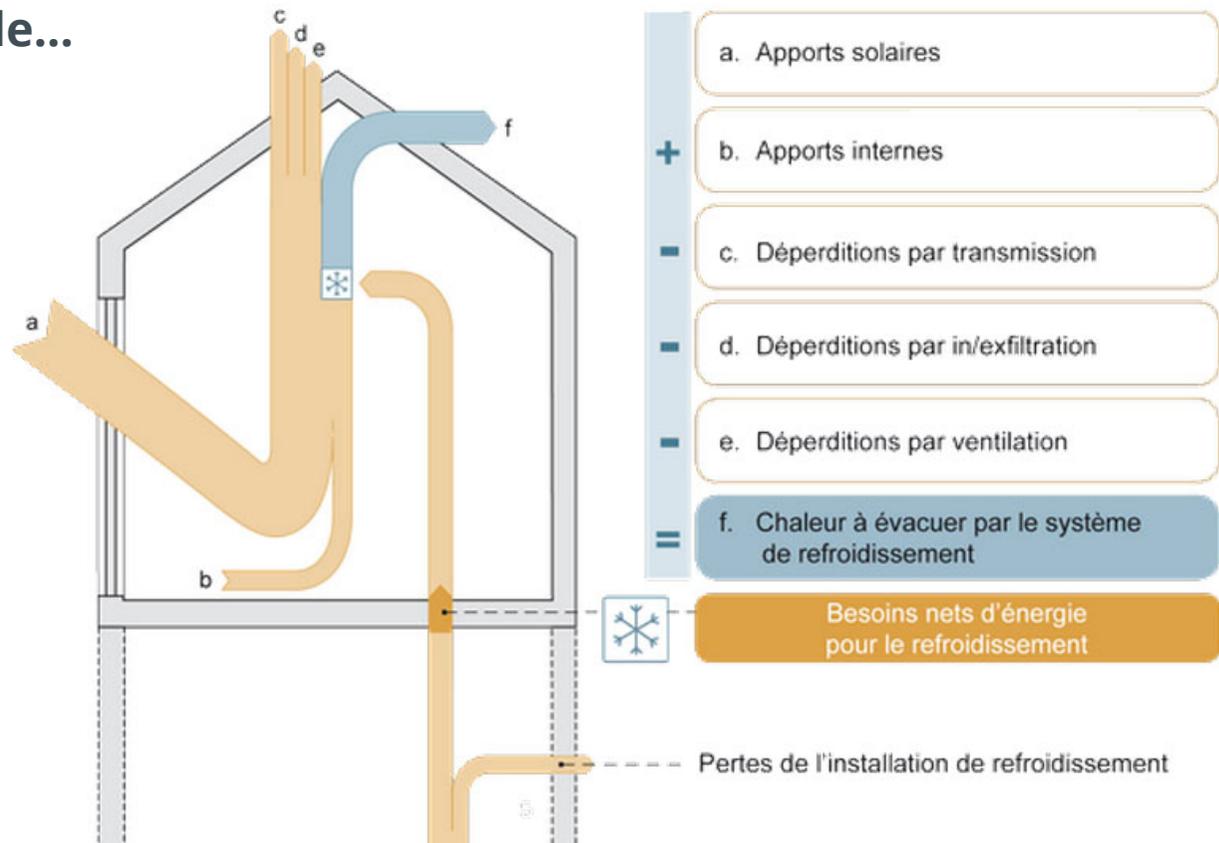


Source: écorce

# Les principes physiques

## La chaleur entre et s'accumule...

> Pourquoi ?



Source : ULg-CIFFUL

## Les principes physiques

### Qu'est-ce que l'inertie thermique ?

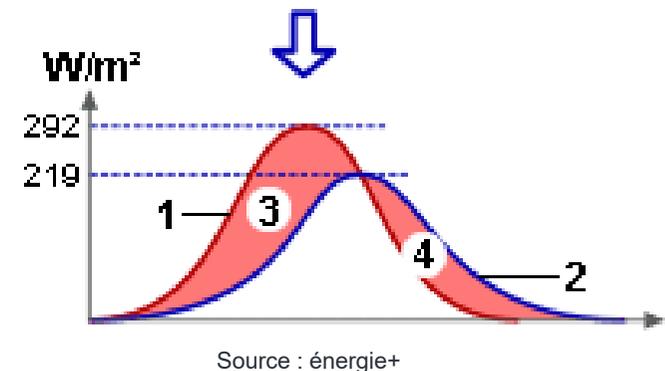
> Capacité d'un matériau à stocker de la chaleur et à la restituer petit à petit

Elle permet

- d'écrêter les pics de température
- un déphasage dans la restitution de la chaleur ou du froid stocké dans les parois

Elle dépend

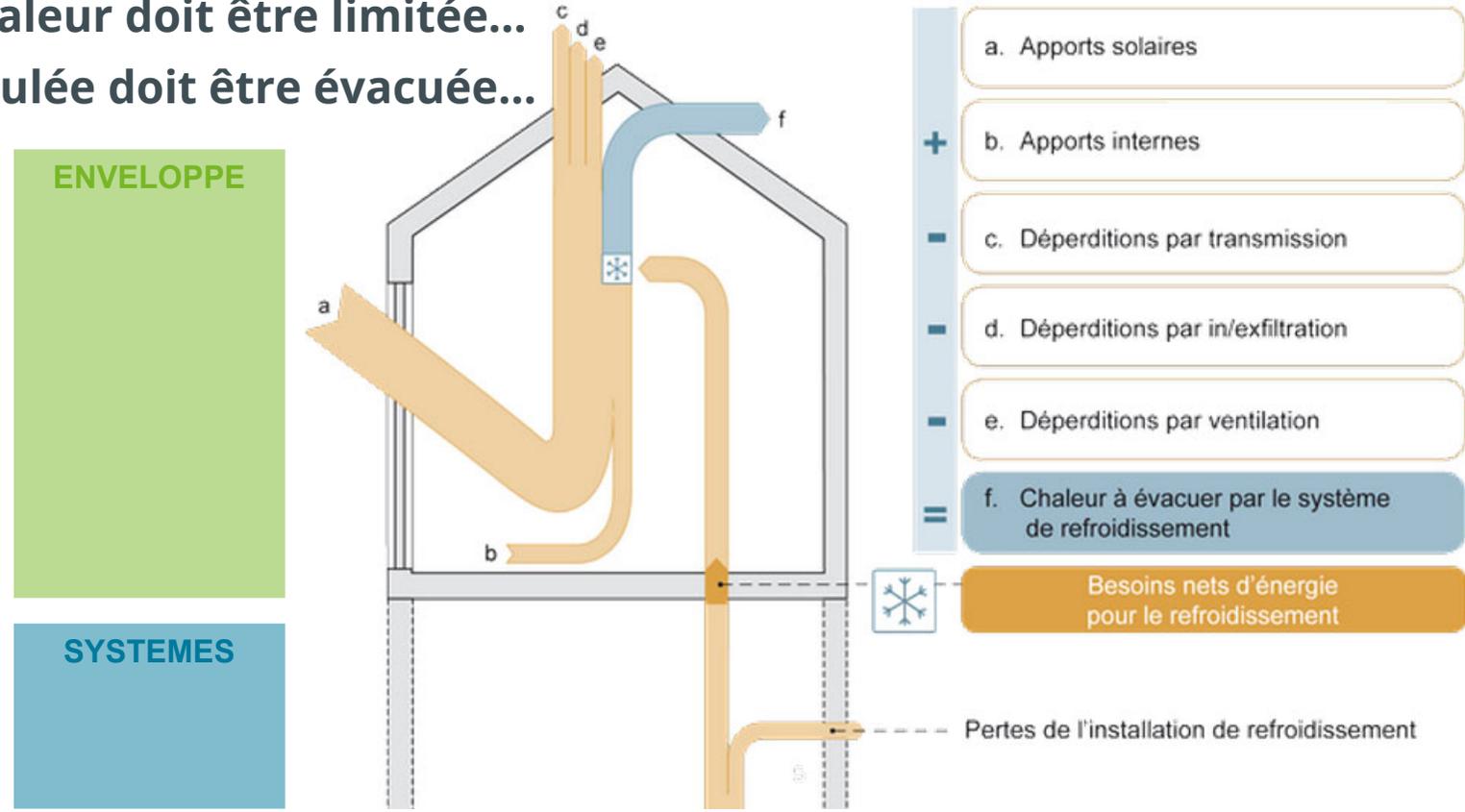
- de la chaleur spécifique des matériaux mis en œuvre
- de la masse des matériaux
- de l'accessibilité à cette masse



# Les principes physiques

La quantité de chaleur doit être limitée...  
La chaleur accumulée doit être évacuée...

> Comment ?



Source : ULg-CIFFUL

## Les principes physiques



### Point d'attention

La surchauffe peut également être provoquée par

- Le choix d'un système de chauffage non adapté
- Un manque de ventilation
- Une mauvaise régulation
- ...



01

02

03

# Les choix de conception, les dispositifs architecturaux et techniques de lutte passive contre la surchauffe



**La quantité de chaleur doit être limitée...**

**La chaleur accumulée doit être évacuée...**

> Comment ?

- Les **solutions passives**

sans recours à une machine frigorifique... (selon le Guide Bâtiment Durable)

- Les solutions actives

induisent le recours à une machine frigorifique



# Les solutions passives

## Contrôle des apports solaires

Constat: Aujourd'hui, les bâtiments sont plus vitrés...



Source: écorce

# Les solutions passives

## Contrôle des apports solaires

Une baie vitrée, c'est...

- une vue
- de la lumière naturelle

Mais aussi

- des apports
- des pertes par transmission

# Les solutions passives

## Contrôle des apports solaires

Des baies vitrées

- trop grandes
- orientées défavorablement
- mal protégées / facteur solaire vitrage trop élevé

... occasionnent de l'inconfort (surchauffe et éblouissement)



# Les solutions passives

## Contrôle des apports solaires

- > Agencement des locaux
- > Protections fixes / mobiles / végétales



Source: écorce

## Les solutions passives

### (Limitation des apports internes)

Constat: Aujourd'hui, les bâtiments sont plus compacts

- plus d'occupants au m<sup>2</sup>
- moins grandes hauteurs sous plafond

- > Plus d'apports internes
- > Volumes d'air moindres

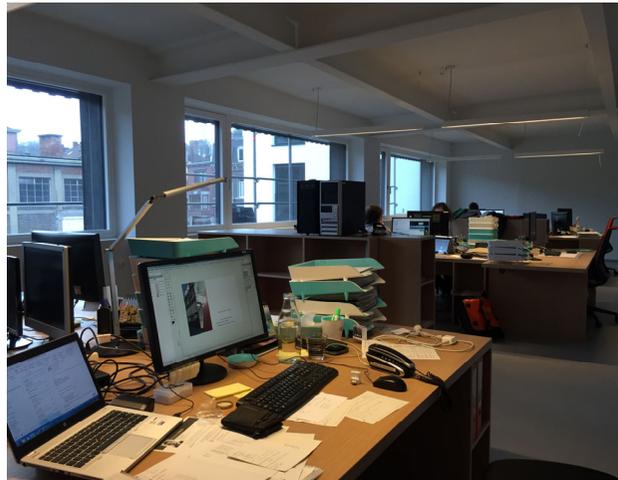


## Les solutions passives

### (Limitation des apports internes)

Constat: Aujourd'hui, les bâtiments sont plus équipés

> Plus d'apports internes... sauf si on opte pour du matériel moins consommateur



Source: écorce

## Les solutions passives

### Une ventilation intensive... combinée à une accessibilité à la masse

Constat: Aujourd'hui, les bâtiments sont parfois isolés par l'intérieur (principalement en rénovation)

> Moins d'accessibilité à la masse



Source: écorce

## Les solutions passives

### Une ventilation intensive... combinée à une accessibilité à la masse

Constat: Aujourd'hui, les constructions légères (ossature bois, structure métallique) sont en essor

> Moins de masse



Source: écorce

## Les solutions passives

### Une ventilation intensive... combinée à une accessibilité à la masse

Constat: Aujourd'hui, l'évolution des usages induit la nécessité d'une plus grande flexibilité des bâtiments

> Moins d'accessibilité à la masse



Source : culturevie.info

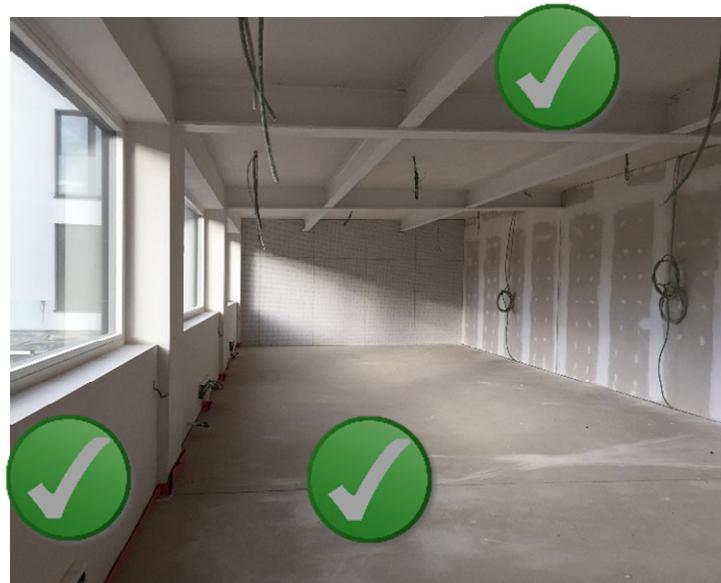


Source : décorama-tunisie

## Les solutions passives

### Une ventilation intensive... combinée à une accessibilité à la masse

- > Tirage thermique, ventilation transversale
- > Isolation par l'extérieur, pas de faux-plafonds



Source : écorce

**La quantité de chaleur doit être limitée...**

**La chaleur accumulée doit être évacuée...**

> Comment ?

- Les solutions passives  
sans recours à une machine frigorifique... (selon le Guide Bâtiment Durable)
- Les **solutions actives**  
induisent le recours à une machine frigorifique



## Les solutions actives



### Points d'attention

Les solutions (actives) passives

... peuvent aussi être consommatrices d'énergie électrique

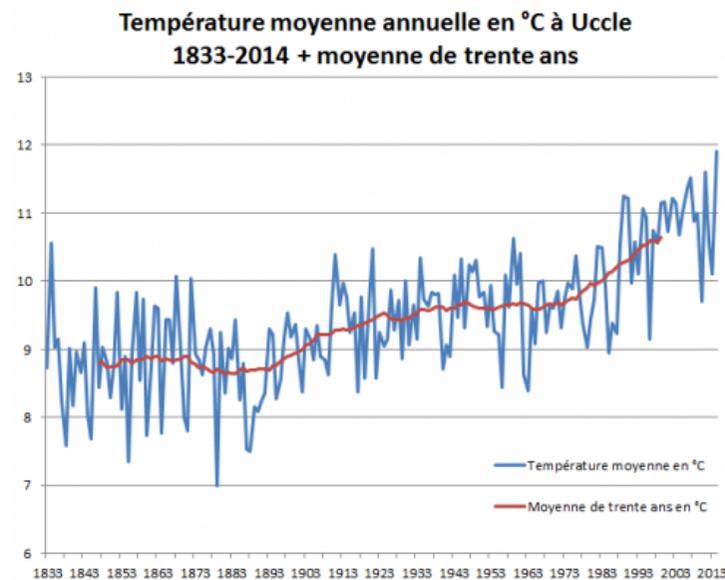
- stores motorisés
- rafraîchissement via un système de ventilation mécanique

## Les solutions actives



### Quelques points d'attention

Les périodes de canicule se multiplient



Source : IRM

## Les solutions actives



### Quelques points d'attention

Ne pas placer de système actif n'est pas une fin en soi...

Quand refroidir ?

- Charges internes trop élevées
- Exigence de climat intérieur spécifique
- Mesures passives difficiles à mettre en œuvre
- ...

En résidentiel, dans la très grande majorité des cas, il est possible de se passer d'un système actif !



01

02

03

# Présentation d'exemples de projets/bâtiments intégrant des dispositions favorables au confort d'été

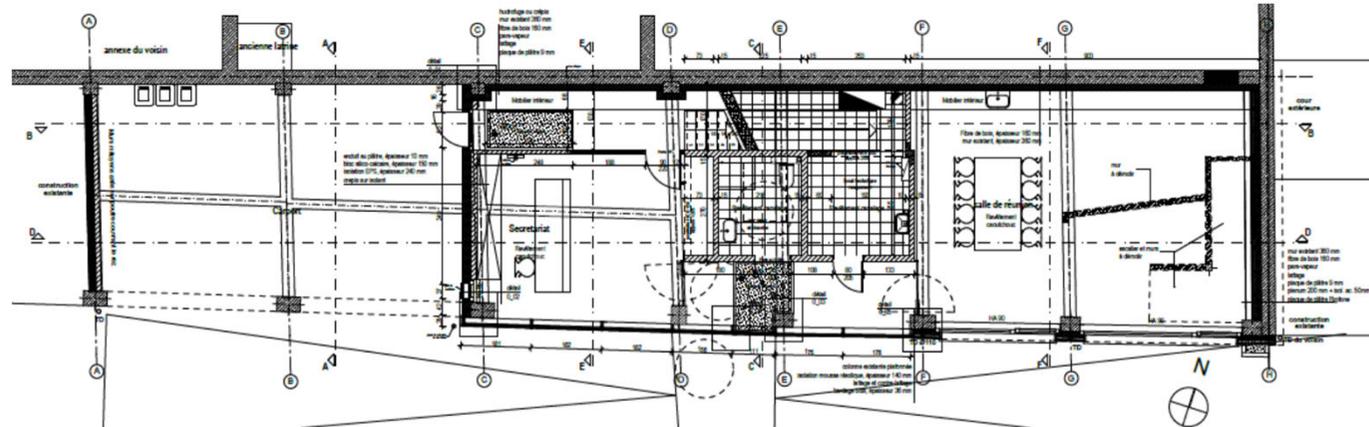


# Bureaux écorce à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Rez-de-chaussée



Source : écorce

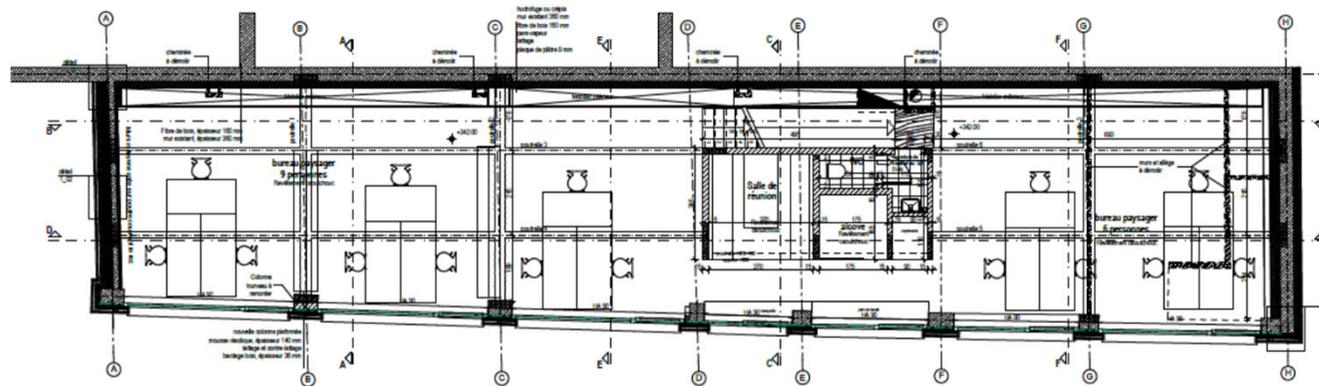


# Bureaux écorce à Liège (transformation d'un entrepôt)

Etage 1



Source : écorce





# Bureaux écorce à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre



Source : écorce

- Baies avec allèges orientées S
- Stores à lamelles motorisés
  - automatique en fonction de l'ensoleillement
  - dérogation manuelle possible, baie par baie

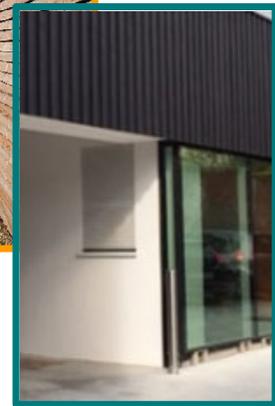
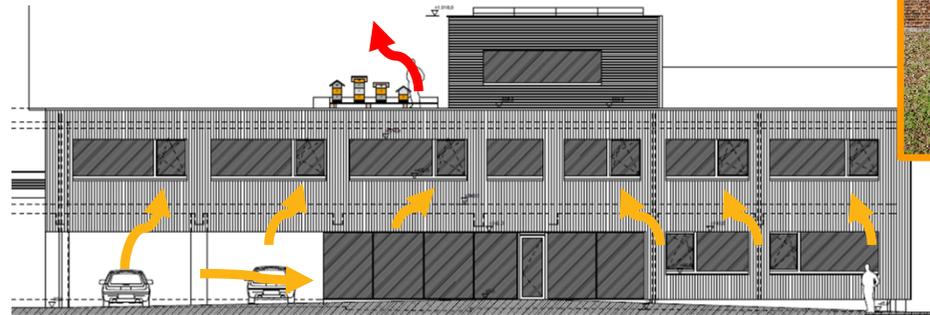


# Bureaux écorce à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre



- Rafraichissement nocturne via ouvertures de fenêtres et différence de hauteur
  - grille anti-effraction au rez-de-chaussée
  - bardage ajouré au 2<sup>o</sup>



Source : écorce

# Bureaux écorce à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre

- Accessibilité à la masse maximisée
  - pas de faux plafond
  - isolation par l'extérieur de la façade avant



Source : écorce

# Bureaux écorce à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre

- Mur rideau
  - facteur solaire très bas ( $g = 0.3$ )
  - ombrage voisin > (arbres) et mur



Source : écorce

# Bureaux de Meusinvest à Liège (transformation d'un entrepôt)



Source : écorce

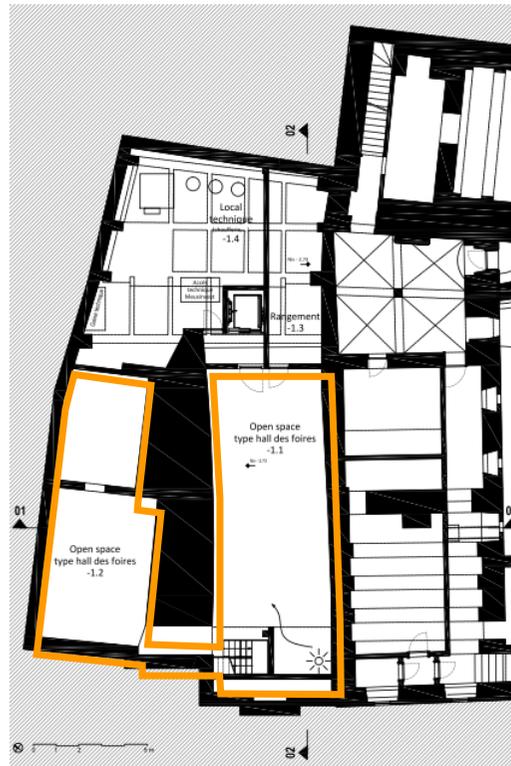


Source : atelier d'architecture Pierre Hebbelinck

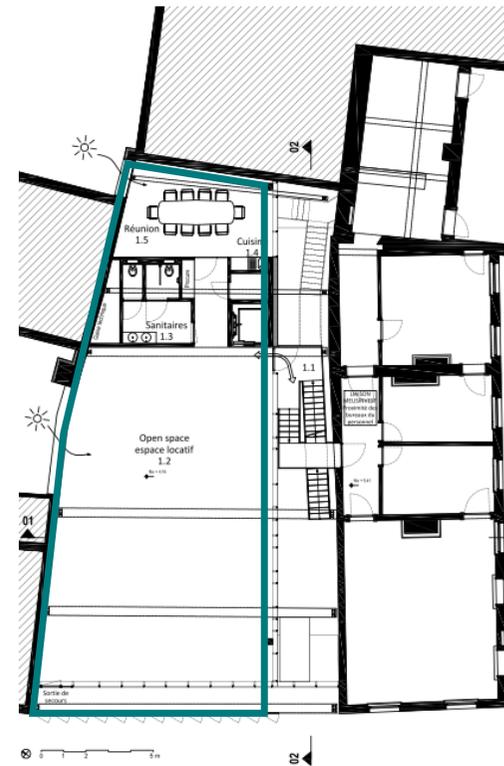
Source : atelier d'architecture Pierre Hebbelinck

# Bureaux de Meusinvest à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Sous-sol



## Étage-type



Source : atelier d'architecture Pierre Hebbelinck

# Bureaux de Meusinvest à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre

- Protections solaires mobiles verticales devant les fenêtres > maximiser l'efficacité et garantir un apport d'éclairage naturel maximal



Source : écorce

# Bureaux de Meusinvest à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre

- Atrium vitré et ventilation intensive

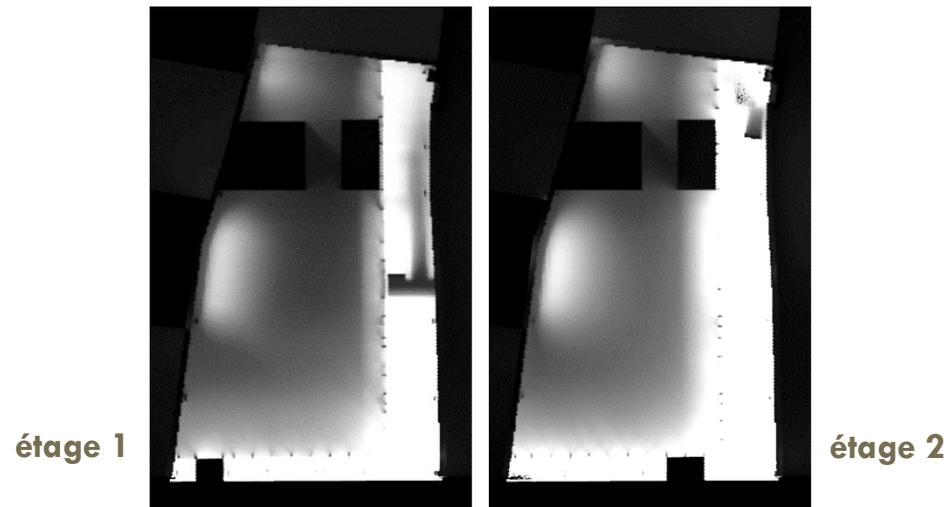


Source : écorce

# Bureaux de Meusinvest à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre

- Atrium vitré et ventilation intensive
- > pour augmenter les apports de lumière naturelle tout en contrôlant les apports

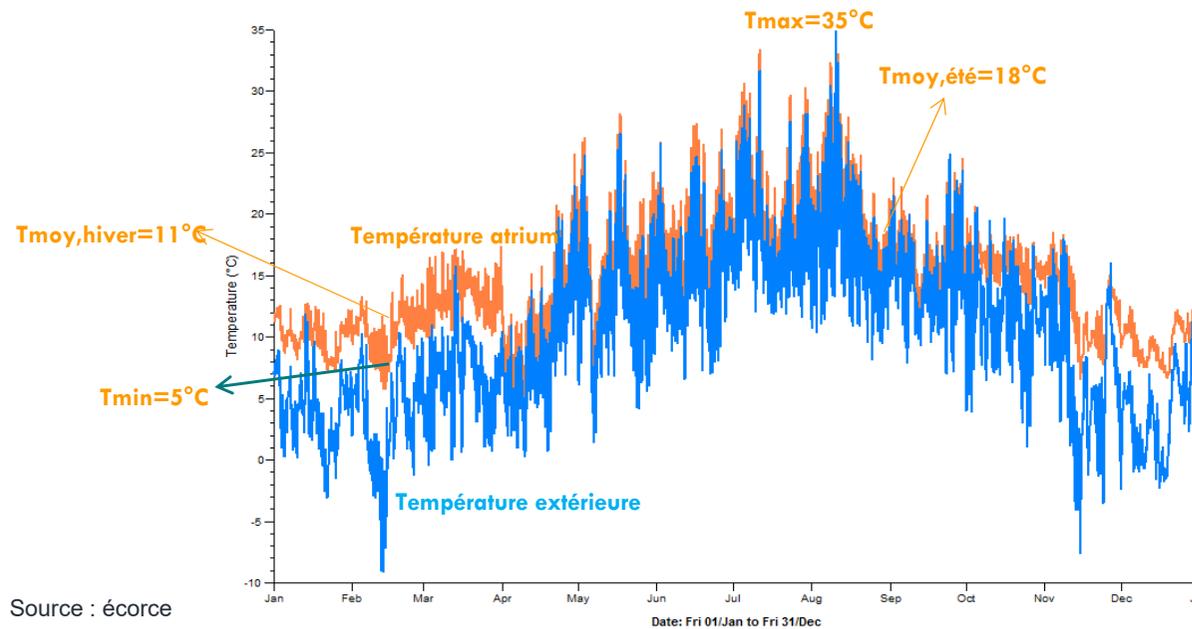


Source : écorce

# Bureaux de Meusinvest à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre

- Atrium vitré et ventilation intensive



# Bureaux de Meusinvest à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre

Résultats (partiels) de la simulation dynamique

	Pourcentage de surchauffe (>25°C)	Nombre d'heures de surchauffe	Nombre de jours équivalents	Réduction du besoin de froid par rapport au cas de base
--	-----------------------------------	-------------------------------	-----------------------------	---

<b>R3 - Secrétariat - accueil</b>				
Cas de base (ventilation hygiénique uniquement)	32.9%	859	107	
Protections solaires	23.7%	618	77	 27%
Protections solaires mobiles et ventilation naturelle jour (1 fenêtre ouverte)	20.2%	528	66	 34%
Protections solaires mobiles et ventilation naturelle jour et nuit (1 fenêtre ouverte)	12.1%	315	39	 42%

Source : écorce

# Bureaux de Meusinvest à Liège (transformation d'un entrepôt)

## Moyens mis en œuvre

- Géothermie verticale
  - pompe à chaleur réversible
  - 4 sondes géothermiques (120m de profondeur)

> un système actif est parfois requis

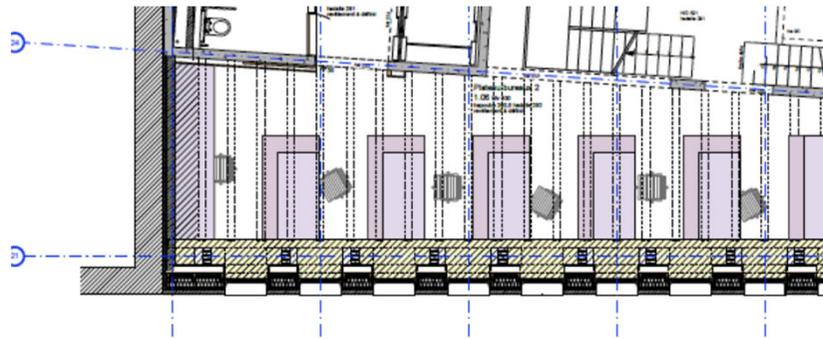


Source : écorce

# Etude notariale à Bastogne (bâtiment neuf mixte bois / béton)

## Moyens mis en œuvre > focus sur la façade SE

- Fenêtres verticales en retrait par rapport au plan de façade (effet joue latérale)
- Facteur solaire bas ( $g = 0.4$ )
- Protection solaire mobile (grille) au rez



Source : Patrick David et Frédérique Leblanc



Source : écorce

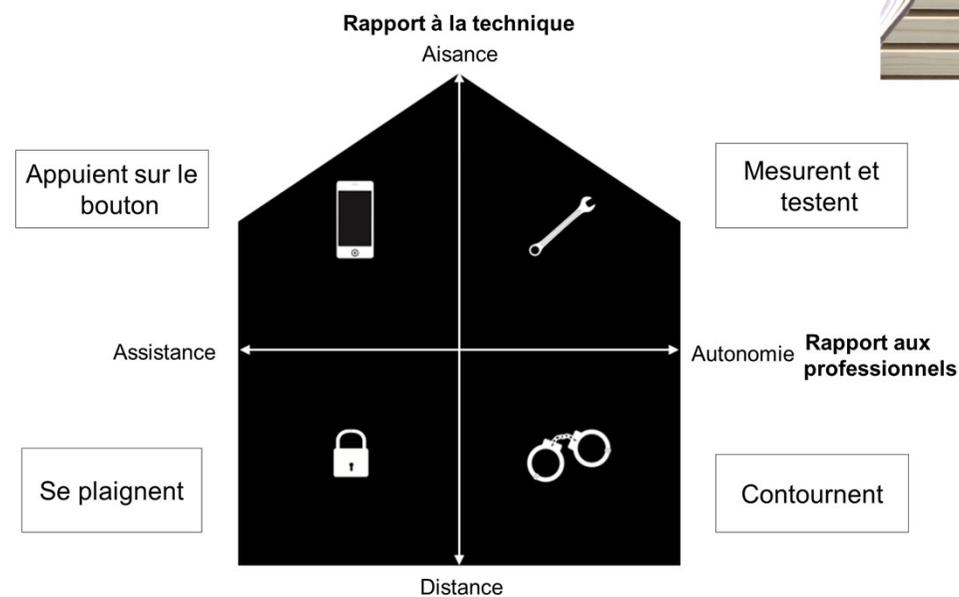
# Etude notariale à Bastogne (bâtiment neuf mixte bois / béton)

## Focus sur les utilisateurs

- Subjectivité
- Ressenti



Source : écorce



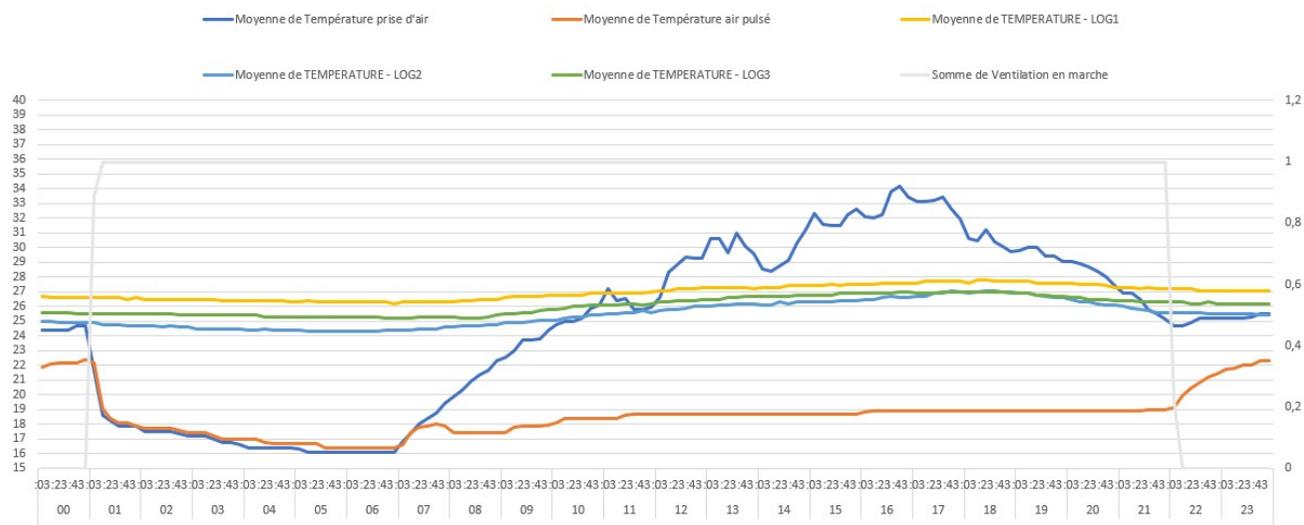
Source : De l'usage des bâtiments performants en RBC. Étude ethnographique pour une plus grande maîtrise (de l'ambition, des coûts et de l'usage), Méthos pour Bruxelles Environnement, 2016/2017

# Etude notariale à Bastogne (bâtiment neuf mixte bois / béton)

## Focus sur la stratification des températures



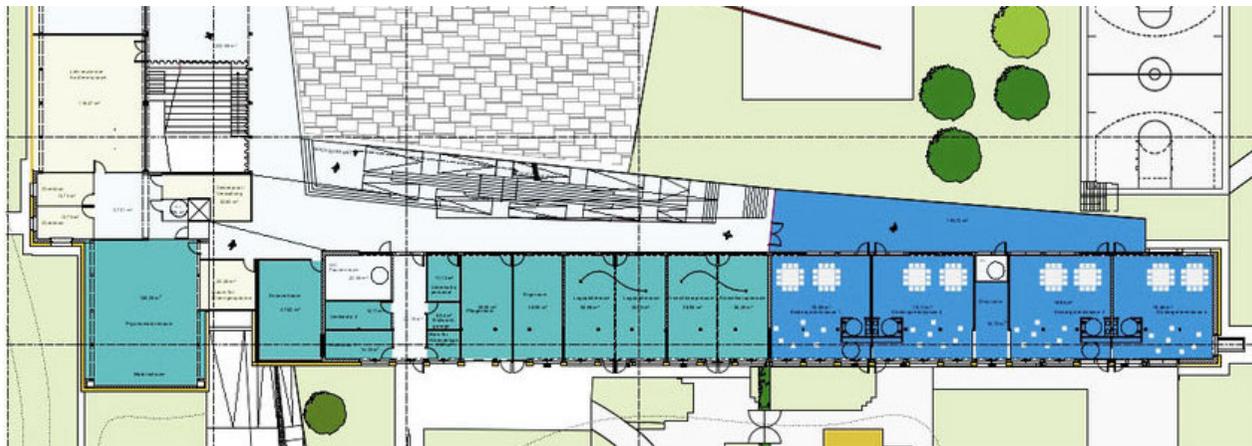
Source : écorce



# Ecole communale de Bütgenbach (rénovation et extension)

## Moyens mis en œuvre > focus sur les classes

- Fenêtres des classes initialement orientées S > orientées N après rénovation
- Apports important au S via atrium vitré qui équilibre le bilan thermique + protection via casquette



Source : &sens

# Ecole communale de Bütgenbach (rénovation et extension)

## Moyens mis en œuvre > focus sur les classes

- Fenêtres des classes initialement orientées S, orientées N N après rénovation  
Apports important au S via atrium vitré qui équilibre le bilan thermique + protection via casquette

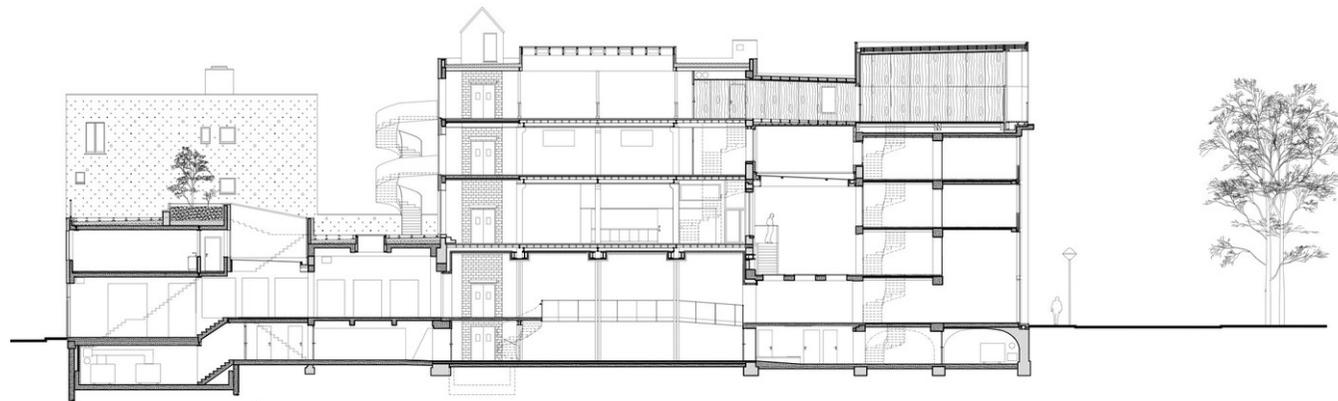


Source : &sens

# Centre de la Mode et du Design (MAD) à Bruxelles (rénovation)

## Quelques constats... > focus sur les bureaux Place du Nouveau Marché aux Grains

- Ombrage assuré via des arbres (qui entre la conception et le chantier ont disparu...)



Source : V+



Source : Maxime Delvaux

# Centre de la Mode et du Design (MAD) à Bruxelles (rénovation)

## Quelques constats... > focus sur les bureaux Place du Nouveau Marché aux Grains

- Ombrage assuré via des arbres (qui entre la conception et le chantier ont disparu...)



Source : écorce

# Centre de la Mode et du Design (MAD) à Bruxelles (rénovation)

## Quelques constats... > focus sur les bureaux Place du Nouveau Marché aux Grains

- Différence entre maître de l'ouvrage décideur et utilisateur
- Utilisation très divergente de celle envisagée lors de la simulation (salle de réunion vs salle d'exposition)

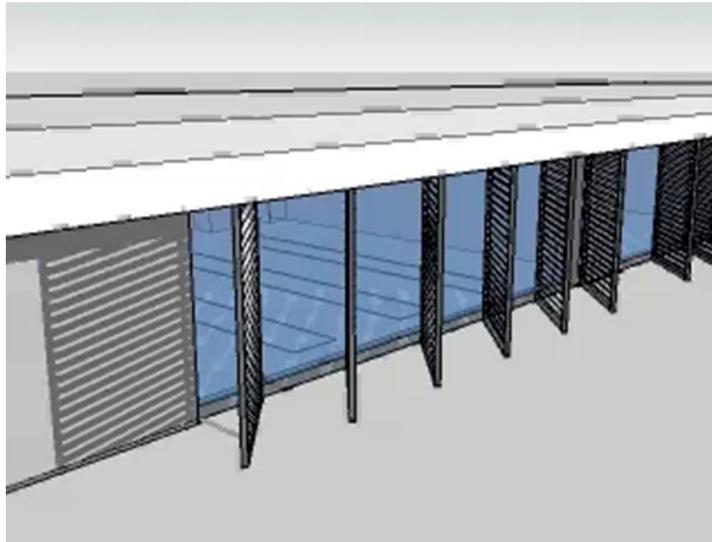


Source : écorce

## Ecole Immi (bâtiment neuf en ossature bois)

### Moyens mis en œuvre > focus sur les classes

- Protections solaires fixes verticales à (panneaux à lamelles horizontales) combinée à une casquette > peu d'apports et maintien de la vue



Source : écorce



# Parc d'Aventures Scientifiques (PASS) (rénovation par phases)

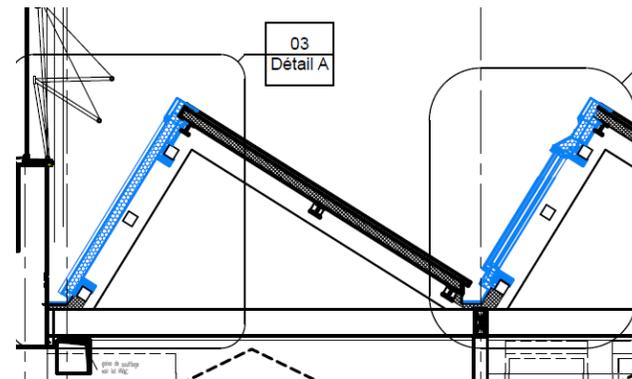
## Moyens mis en œuvre > focus sur les bureaux

- Isolation de la toiture
- Remplacement des éléments en polycarbonate par des châssis triple vitrage
- Mise en place d'un freecooling au moyen de fenêtres de toit

### 1.2. Répartition des déperditions thermiques



Source : écorce



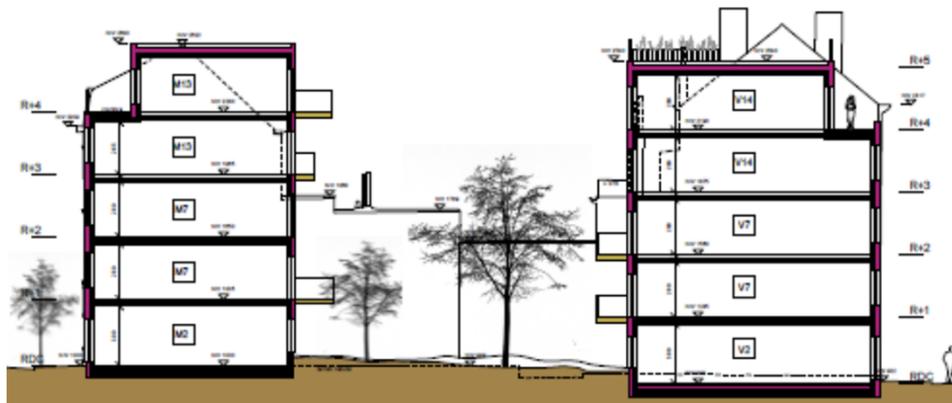
Source : &sens

Source : &sens

# Ensemble de logements « Brutopia »

## Moyens mis en œuvre

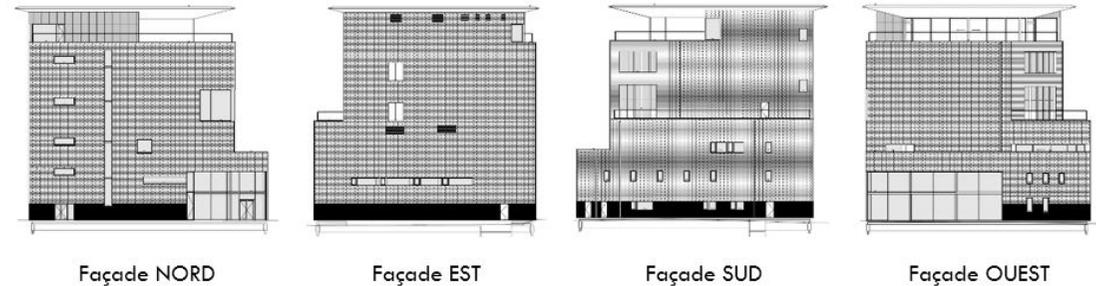
- Ombrages « lointains » > bâtiments sur eux-mêmes
- Casquettes et retraits de façade



Source : STEKKE + FRAAS



# Bâtiment multifonctionnel « Le phare » à Andenne



Source : AIUD

## Moyens mis en œuvre

- Bâtiment compact
- Peu de fenêtres ou protégées par une casquette
- Peu d'apports internes (occupation musée)
  - Espace muséal (Céramique et enfant de SCLAYN)
  - Espace commun polyvalent
  - Bibliothèque
- Bonne inertie
- Production active de froid et déshumidification dans les espaces musées (pour assurer bonne conservation)



# En conclusion

La surchauffe est un **phénomène complexe** parce qu'il relève d'un nombre important de paramètres (objectifs et subjectifs)

Il en découle que les **possibilités** pour l'éviter sont elles aussi **multiples** > Aucune des tendances épinglées n'est à exclure, mais le cumul de ces choix est potentiellement problématique

Une bonne maîtrise des principes physiques est requise, tant de la part des décideurs et concepteurs que des utilisateurs



# En conclusion et... pour aller plus loin



Nos replays webinaires « Energie » :  
<https://www.uvcw.be/formations/webinaires>



Votre support sur votre espace eCampus



Page « Energie » sur l'UVCW

Actualités, formations, outils, publications, ..

- <https://www.uvcw.be/energie/accueil>



Les kits numériques

*Le développement durable*

- <https://www.uvcw.be/formations/1735>

*La transition énergétique*

- <https://www.uvcw.be/formations/1734>

*La précarité énergétique et hydrique*

- <https://www.uvcw.be/formations/1796>



# Merci pour votre participation !



## À bientôt !